



الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

كـــود الطـرق السعودي

٢٠٢٣
الإصدار الأول

إنشاء الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٤٠٢ -إنشاء الجسور والأنفاق

رؤيـــة VISION 2030
المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA


كـــود الطـرق السعـودي
SAUDI HIGHWAY CODE

القائمة الرئيسة لكود الطرق السعودي			
م	المحور	الكود	العنوان
١	مقدمة	كود الطرق السعودي ١٠١	عام
٢	التخطيط والدراسات الأولية	كود الطرق السعودي ٢٠١	عملية التخطيط
٣		كود الطرق السعودي ٢٠٢	الأعمال المساحية ورسم الخرائط
٤		كود الطرق السعودي ٢٠٣	الدراسات الأولية
٥	تصميم الطرق والجسور والأنفاق	كود الطرق السعودي ٣٠١	التصميم الهندسي للطرق
٦		كود الطرق السعودي ٣٠٢	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - الهيدرولوجيا والتصميم الهيدروليكي
٧		كود الطرق السعودي ٣٠٣	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - مناطق الاستراحة، ومحطات فحص الشاحنات، ومواقف السيارات والمرائب
٨		كود الطرق السعودي ٣٠٤	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم أنظمة السلامة الخاملة
٩		كود الطرق السعودي ٣٠٥	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - تصميم منطقة أعمال الطرق
١٠		كود الطرق السعودي ٣٠٦	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - المنافع العامة، وإنارة الطرق والشوارع، وأجهزة التحكم والمراقبة
١١		كود الطرق السعودي ٣٠٧	تصميم مرافق الطرق ومنافعها - زراعة المسطحات الخضراء، والإعلانات الخارجية
١٢		كود الطرق السعودي ٣٠٨	تصميم الرصف
١٣		كود الطرق السعودي ٣٠٩	مواصفات المواد والاختبارات القياسية
١٤		كود الطرق السعودي ٣١٠	تصميم الجسور والأنفاق
١٥	إنشاء الطرق والجسور والأنفاق	كود الطرق السعودي ٤٠١	إنشاء الطرق
١٦		كود الطرق السعودي ٤٠٢	إنشاء الجسور والانفاق
١٧		كود الطرق السعودي ٤٠٣	إنشاء مرافق الطرق
١٨	نظم صيانة الطرق والجسور والأنفاق وإدارتها	كود الطرق السعودي ٥٠١	نظم إدارة صيانة الرصف
١٩		كود الطرق السعودي ٥٠٢	نظم صيانة الجسور والأنفاق وإدارتها
٢٠		كود الطرق السعودي ٥٠٣	نظم صيانة مرافق الطرق وإدارتها
٢١	هندسة المرور و سلامة الطرق	كود الطرق السعودي ٦٠١	هندسة المرور
٢٢		كود الطرق السعودي ٦٠٢	الدليل الموحد لأجهزة التحكم المروري
٢٣		كود الطرق السعودي ٦٠٣	سلامة الطرق
٢٤	الجوانب البيئية للطرق	كود الطرق السعودي ٧٠١	الجوانب البيئية للطرق
٢٥	متطلبات المركبات ذاتية القيادة	كود الطرق السعودي ٨٠١	متطلبات المركبات ذاتية القيادة

الهيئة العامة للطرق
المملكة العربية السعودية، الرياض، وادي الحياة، حي المروج-١٢٢٦٤
٠١١٨٧٤٤٤٤٤ هاتف محلي/ ٩٦٦٠١١٨٧٤٤٤٤٤+ خارج المملكة العربية السعودية

© جميع الحقوق محفوظة للهيئة العامة للطرق ١٤٤٥هـ | ٢٠٢٣م

الهيئة العامة للطرق
Roads General Authority

وزارة النقل والخدمات اللوجستية
Ministry of Transport and Logistic Services

وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان
Ministry of Municipal Rural Affairs & Housing

SASO
المواصفات السعودية
Saudi Standards

وزارة البيئة والمياه والزراعة
Ministry of Environment Water & Agriculture

EXPRO
هيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية
Expenditure & Projects Efficiency Authority

المملكة العربية السعودية
KINGDOM OF SAUDI ARABIA

اللجنة الوزارية للسلامة المرورية
الأمانة العامة
The Ministerial Committee of Traffic Safety
General Secretariat

المركز الوطني لسلامة الطرق
National Road Safety Center

مركز دعم هيئات التطوير
DEVELOPMENT AUTHORITIES SUPPORT CENTER

أرامكو
aramco

اللجنة التوجيهية

معالي م. بدر بن عبدالله الدلامي
رئيس اللجنة

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**	م. عبدالله بن عبدالرحمن الربيعة **عضو**	م. بدر بن علي الحقباني **عضو**
م. رامي بن إسماعيل جلي **عضو**	م. علي بن سعيد الغامدي **عضو**	أ. طامس بن علي الحمادي **عضو**
م. خالد بن وليد الرشيد **عضو**	م. عبدالله بن محمود كاشغري **عضو**	م. أجدل بن محمد السلمي **عضو**
م. عمر بن عبدالرحمن الضبعان **عضو**	د. خالد بن يحيى القحطاني **عضو**	م. هذلول بن حسين الهذلول **عضو**
م. عبدالله بن سليمان السليمان **عضو**	م. طارق بن زياد الشامي **عضو**	م. سالم بن جبران القحطاني **عضو**

م. نواف بن أحمد الظبياني **سكرتارية اللجنة**	م. مياسم بنت مبارك باجويبر **سكرتارية اللجنة**

مدير عام مشروع كود الطرق السعودي

أ.د. علي بن سعيد الغامدي

اللجنة المشرفة

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**		
أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **المدير الفني العام**	م. تركي بن عبدالله العمودي **المدير الفني**	
م. عبدالعزيز بن علي السحيباني **المدير الإداري**	م. محمد بن فايز المنيع **عضو**	

الفريق الفني

أ.د. علي بن سعيد الغامدي **مدير عام المشروع**	أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **المدير الفني العام**	م. تركي بن عبدالله العمودي **المدير الفني**
م. عثمان بن مختار محمد **عضو**	م. مياسم بنت مبارك باجويبر **عضو**	م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي **عضو**
م. مشعل بن عبدالله باوزير **عضو**	م. إبراهيم بن حسين أبوحليقة **عضو**	م. فهد بن علي المحمود **عضو**
م. يوسف بن عبدالعزيز العمار **عضو**	م. عمر بن أسامة كبوش **عضو**	م. أوس بن عبدالمنعم بخاري **عضو**

الفريق الإداري

م. عبدالعزيز بن علي السحيباني **المدير الإداري**	م. نواف بن أحمد الظبياني **مدير التواصل**	أ. نجلاء بنت سعيد جراد **مشرف تطوير الموقع الإلكتروني**
م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي **مشرف الترجمة**	أ. موضي بنت ابراهيم الربيشى **عضو**	أ. شوق بنت خالد الخريجي **عضو**
أ. نادر بن فياض الشراري **عضو**	أ. عبدالله بن محمد العمري **عضو**	م. عبدالله بن عبدالرحمن الملاحي **عضو**

الفريق القانوني

أ. نجود بنت عبداللطيف بدران **عضو**	أ. أحمد بن مصلح الثقفي **عضو**

اللجنة الفنية (كود الطرق السعودي ٤٠٢)

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **رئيس**	م. سعود إبراهيم الثنيان **عضو**
د. علي بن سعيد القرني **عضو**	أ.د. ايمن بن حسين خليل **عضو**

فريق تدقيق الترجمة الفني

أ.د. سعد بن عبدالرحمن القاضي **رئيس**	م. تركي بن عبدالله العمودي **عضو**	م. فيصل بن عبدالرحيم العنزي **عضو**
م. مشعل بن عبدالله باوزير **عضو**	م. عثمان بن مختار محمد **عضو**	م. مياسم بنت مبارك باجويبر **عضو**
م. عبدالله بن عبدالعزيز بخش **عضو**	م. عبدالعزيز بن عبدالله العسكر **عضو**	م. إبراهيم بن حسين أبوحليقة **عضو**

فريق تدقيق الترجمة اللغوي

د. هيفاء بنت محمد الفريح **رئيس**	د. فاطمة بنت علي الألمعي **عضو**	د. نورة بنت عبدالعزيز الشعلان **عضو**
أ.د. زاهية بنت سالم جويرو **عضو**	أ. نوف بنت عيسى المالكي **عضو**	

جدول المحتويات

جدول المحتويات ..... أ

قائمة الأشكال ..... خ

قائمة الجداول ..... ذ

١- مقدمة: ١

١-١ ملخص الأبواب: ١

١-٢ النطاق: ٢

١-٣ المواصفات، والأكواد المرجعية: ٢

٢- الحفر والردم الإنشائي: ٣٧

٢-١ عام: ٣٧

٢-٢ تصنيف الحفر الهيكلي والردم: ٣٧

٢-٢-١ الحفر غير المصنف: ٣٧

٢-٢-٢ الحفر الإنشائي غير المصنف: ٣٧

٢-٢-٣ الحفر تحت الإنشائي المشترك: ٣٧

٢-٢-٤ الحفر الصخري تحت الإنشائي: ٣٧

٢-٢-٥ الردم غير المصنف، واختيار تربة الردم، والردم الحُبيبي: ٣٨

٢-٢-٦ ردم المواد المالئة منخفضة المقاومة: ٣٨

٢-٣ رسومات العمل: ٣٨

٢-٤ الحفر: ٣٨

٢-٤-١ الفحص: ٣٨

٢-٤-٢ عُمق الحفر، وحجمه: ٣٩

٢-٤-٣ تحضير الأساسات، ومراقبة المياه: ٣٩

٢-٤-٤ الأساسات المستندة على الصخور: ٣٩

٢-٤-٥ الأساسات غير المستندة على الصخور: ٤٠

٢-٤-٦ حفر الخوازيق: ٤٠

٢-٤-٧ حفر الأنفاق: ٤٠

٢-٤-٨ الاعتماد: ٤١

٢-٤-٩ التصاريح والتراخيص: ٤١

٢-٥ مواد الردم: ٤١

٢-٥-١ المواد المالئة منخفضة المقاومة: ٤٢

٢-٥-٢ إعداد الأساس: ٤٣

٢-٥-٣ حفظ ضفاف الأنهار، والقنوات: ٤٣

٢-٥-٤ التخلص من المواد الزائدة، وغير المناسبة: ٤٣

٢-٦ الردم: ٤٣

٢-٦-١ عام: ٤٣
٢-٧ قبول الأعمال: ٤٤
٢-٧-١ ضبط الجودة: ٤٤
٢-٧-٢ ضمان الجودة: ٤٤
٢-٨ القياس والدفع: ٤٥
٢-٨-١ القياس: ٤٥
٢-٩ حفر الأنفاق: ٤٥
٢-٩-١ الحفر للتدعيم: ٤٥
٢-٩-٢ الردم: ٤٦
٢-٩-٣ الظروف الخاصة: ٤٦
٢-٩-٤ الدفع: ٤٦
٣- إزالة الهياكل الإنشائية الحالية: ٤٨
٣-١ الوصف: ٤٨
٣-٢ رسومات العمل: ٤٨
٣-٣ أعمال الإنشاءات: ٤٨
٣-٣-١ عام: ٤٨
٣-٣-٢ الإزالة الجزئية للهياكل الإنشائية: ٤٨
٣-٣-٣ الهدم: ٤٩
٣-٣-٤ إزالة الجسور، والعبّارات، والهياكل الإنشائية الحالية الأخرى: ٤٩
٣-٣-٥ إزالة أنابيب المجاري: ٤٩
٣-٣-٦ إزالة الرصف، أرصفة المشاة، البردورات... إلخ: ٥٠
٣-٣-٧ الإنقاذ: ٥٠
٣-٣-٨ الهياكل الإنشائية المهجورة: ٥٠
٣-٣-٩ التخلص من المواد المهجورة: ٥٠
٣-٤ قبول الأعمال: ٥١
٣-٤-١ ضبط الجودة: ٥١
٣-٤-٢ ضمان الجودة: ٥١
٣-٥ القياس، والدفع: ٥١
٤- الأعمال المؤقتة: ٥٣
٤-١ عام: ٥٣
٤-١-١ الوصف: ٥٣
٤-١-٢ رسومات العمل: ٥٣
٤-١-٣ المتطلبات: ٥٤
٤-٢ القوالب، والسقالات المؤقتة: ٥٤
٤-٢-١ مواد السقالات المؤقتة: ٥٤

٤-٢-٢ مواد القوالب: ٥٥
٤-٢-٣ تصميم السقالات المؤقتة، وإنشاؤها: ٥٦
٤-٢-٤ تصميم قوالب الصب، وإنشاءها: ٦٥
٤-٢-٥ إزالة السقالات المؤقتة، وقوالب صب الخرسانة: ٦٦
٤-٣ السدود المؤقتة، والدعامات: ٦٨
٤-٣-١ عام: ٦٨
٤-٣-٢ حماية الخرسانة: ٦٨
٤-٣-٣ الإزالة: ٦٨
٤-٤ أنظمة التحكم في المياه المؤقتة: ٦٨
٤-٤-١ عام: ٦٨
٤-٤-٢ رسومات العمل: ٦٨
٤-٤-٣ التشغيل: ٦٩
٤-٥ الجسور المؤقتة: ٦٩
٤-٥-١ عام: ٦٩
٤-٥-٢ الجسور الالتفافية: ٦٩
٤-٥-٣ جسور طرق النقل: ٦٩
٤-٥-٤ الصيانة: ٦٩
٤-٦ قبول الأعمال: ٦٩
٤-٦-١ ضبط الجودة: ٧٠
٤-٦-٢ ضمان الجودة: ٧٠
٤-٧ القياس، والدفع: ٧٠
٥- خوازيق الأساسات المدقوقة: ٧٢
٥-١ الوصف: ٧٢
٥-٢ مواد التقديم: ٧٢
٥-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات: ٧٢
٥-٢-٢ رسومات العمل: ٧٢
٥-٣ المواد: ٧٣
٥-٣-١ الخوازيق المدقوقة: ٧٣
٥-٤ إنشاء الخوازيق المدقوقة: ٧٤
٥-٤-١ التجهيز للدق: ٧٤
٥-٤-٢ معدات دق الخوازيق: ٧٥
٥-٤-٣ الدق: ٧٨
٥-٤-٤ تحديد المقاومة الاسمية: ٧٩
٥-٤-٥ وصلات الخوازيق: ٨١
٥-٤-٦ الخوازيق المعيبة: ٨١
٥-٤-٧ قص الخوازيق: ٨١

٥-٥ قبول الأعمال: **٨٢**
٥-٥-١ ضبط الجودة: ٨٢
٥-٥-٢ ضمان الجودة: ٨٢
٥-٦ القياس، والدفع: **٨٢**
٥-٦-١ القياس: ٨٢
٥-٦-٢ الدفع: ٨٣
٦- الفتحات العمودية المثقوبة: **٨٦**
٦-١ الوصف: **٨٦**
٦-٢ مواد التقديم: **٨٦**
٦-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات: ٨٦
٦-٢-٢ رسومات العمل: ٨٦
٦-٣ المواد: **٨٧**
٦-٣-١ الأعمدة المحفورة: ٨٧
٦-٤ بناء الأعمدة المحفورة: **٨٨**
٦-٤-١ حماية الهياكل الإنشائية الحالية: ٨٨
٦-٤-٢ تسلسل الإنشاء: ٨٩
٦-٤-٣ طرق الإنشاء: ٨٩
٦-٤-٤ طرق الإنشاء البديلة: ٩٦
٦-٤-٥ مستويات التفاوت المسموح بها في الإنشاءات: ٩٦
٦-٥ اختبار الأعمدة المحفورة: **٩٦**
٦-٥-١ اختبار الأعمدة، وطرف الأنبوبة المتَّسع: ٩٦
٦-٥-٢ اختبارات تحميل العمود المحفور: ٩٧
٦-٥-٣ اختبار السلامة: ٩٧
٦-٥-٤ اختبار الأعمدة المحفورة غير التدميري: ٩٧
٦-٦ قبول الأعمال: **١٠٠**
٦-٦-١ ضبط الجودة: ١٠٠
٦-٦-٢ ضمان الجودة: ١٠٠
٦-٧ القياس، والدفع: **١٠٠**
٦-٧-١ القياس: ١٠٠
٦-٧-٢ الدفع: ١٠١
٧- الخوازيق الدقيقة: **١٠٥**
٧-١ الوصف: **١٠٥**
٧-٢ مواد التقديم: **١٠٥**
٧-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات: ١٠٥
٧-٢-٢ رسومات العمل: ١٠٥

٧-٢-٣ تقديمات الإنشاء: ١٠٦
٧-٢-٤ اجتماع ما قبل البناء: ١٠٧
٧-٣ المواد: ١٠٧
٧-٣-١ مضافات المونة: ١٠٧
٧-٣-٢ الإسمنت: ١٠٨
٧-٣-٣ أجهزة التمركز، والفواصل: ١٠٨
٧-٣-٤ التغليف: ١٠٨
٧-٣-٥ طلاء الايبوكسي: ١٠٨
٧-٣-٦ الركام الناعم: ١٠٨
٧-٣-٧ المعالجة بالجلفنة: ١٠٨
٧-٣-٨ المونة: ١٠٨
٧-٣-٩ أنابيب التغليف الدائم: ١٠٨
٧-٣-١٠ الركائز، والأشكال: ١٠٩
٧-٣-١١ تقوية القضبان: ١٠٩
٧-٣-١٢ التغطية: ١١٠
٧-٣-١٣ الماء: ١١٠
٧-٤ بناء الدعامات الصغيرة: ١١٠
٧-٤-١ التحكم في تصريف الموقع: ١١٠
٧-٤-٢ الحفر: ١١٠
٧-٤-٣ مستويات التفاوت المسموح بها في الإنشاءات للدعائم الصغيرة: ١١٠
٧-٤-٤ تركيب الدعائم الصغيرة: ١١٠
٧-٤-٥ سجلات تثبيت الدعائم الصغيرة: ١١٢
٧-٤-٦ اختبارات تحميل الدعائم: ١١٢
٧-٥ قبول الأعمال: ١١٥
٧-٥-١ ضبط الجودة: ١١٥
٧-٥-٢ ضمان الجودة: ١١٦
٧-٦ القياس، والدفع: ١١٦
٧-٦-١ طرق القياس: ١١٦
٧-٦-٢ الدفع: ١١٦
٨- المراسي الأرضية: ١١٨
٨-١ الوصف: ١١٨
٨-٢ متطلبات التقديم، والتصميم: ١١٨
٨-٢-١ مؤهلات المقاول: ١١٨
٨-٢-٢ رسومات العمل: ١١٨
٨-٣ المواد: ١١٩
٨-٣-١ الصلب للخرسانة سابقة الإجهاد: ١١٩

٨-٣-٢ المونة: ١١٩
٨-٣-٣ العناصر المعدنية: ١١٩
٨-٣-٤ عناصر الحماية من التآكل: ١١٩
٨-٣-٥ عناصر متنوعة: ١٢٠
٨-٤ متطلبات الإنشاء: ١٢٠
٨-٤-١ تصنيع الأوتار: ١٢٠
٨-٥ التركيب: ١٢٢
٨-٥-١ الحفر: ١٢٢
٨-٥-٢ إدراج الأوتار: ١٢٢
٨-٥-٣ المونة: ١٢٢
٨-٥-٤ البوق، والمراسي: ١٢٢
٨-٦ الاختبار، والإجهاد: ١٢٣
٨-٦-١ اختبار التحقق: ١٢٣
٨-٦-٢ معدات الاختبار: ١٢٣
٨-٦-٣ اختبار الأداء: ١٢٣
٨-٦-٤ اختبار الصمود: ١٢٤
٨-٦-٥ اختبار الزحف: ١٢٥
٨-٦-٦ الإقفال: ١٢٦
٨-٦-٧ القبول: ١٢٦
٨-٧ قبول الأعمال: ١٢٦
٨-٧-١ ضبط الجودة: ١٢٧
٨-٧-٢ ضمان الجودة: ١٢٧
٨-٨ القياس، والدفع: ١٢٧
٩- أنظمة حفظ التربة: ١٣٠
٩-١ الوصف: ١٣٠
٩-٢ رسومات العمل: ١٣٠
٩-٣ المواد: ١٣٠
٩-٣-١ الخرسانة: ١٣٠
٩-٣-٢ حديد التسليح: ١٣١
٩-٣-٣ الحديد الإنشائي: ١٣١
٩-٣-٤ عناصر الصرف: ١٣١
٩-٣-٥ مواد الردم الإنشائي: ١٣١
٩-٤ الأعمال الترابية: ١٣٣
٩-٤-١ الحفر الإنشائي: ١٣٣
٩-٤-٢ معالجة الأساس: ١٣٣
٩-٤-٣ الردم الإنشائي: ١٣٣

٩-٥ تصريف المياه: **١٣٣**
٩-٥-١ قنوات التصريف الخرسانية: ١٣٣
٩-٥-٢ فتحات التصريف: ١٣٣
٩-٥-٣ أغطية الصرف: ١٣٣
٩-٥-٤ أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة: ١٣٤
٩-٦ أعمال الإنشاءات: **١٣٤**
٩-٦-١ الجدران المصنوعة من الخرسانة المصبوبة في الموقع: ١٣٤
٩-٦-٢ جدران الخوازيق الصفائحية، وجدران الخوازيق الحديدية: ١٣٥
٩-٦-٣ الجدران الاستنادية، والجدران الخلوية: ١٣٧
٩-٦-٤ الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً: ١٣٨
٩-٧ قبول الأعمال: **١٣٩**
٩-٧-١ ضبط الجودة: ١٣٩
٩-٧-٢ ضمان الجودة: ١٣٩
٩-٨ القياس، والدفع: **١٣٩**
١٠- حماية الميل: **١٤٣**
١٠-١ عام: **١٤٣**
١٠-١-١ الوصف: ١٤٣
١٠-١-٢ الأنواع: ١٤٣
١٠-٢ رسومات العمل: **١٤٣**
١٠-٣ المواد: **١٤٣**
١٠-٣-١ المواد الحجرية: ١٤٣
١٠-٣-٢ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية): ١٤٥
١٠-٣-٣ نسيج المرشح: ١٤٥
١٠-٣-٤ المونة: ١٤٥
١٠-٣-٥ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة: ١٤٥
١٠-٣-٦ الإسمنت البورتلاندي الخرساني: ١٤٥
١٠-٣-٧ حشوة مفصل التمدد: ١٤٥
١٠-٣-٨ المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط: ١٤٥
١٠-٣-٩ أشكال، وبلوكات خرسانة الإسمنت البورتلاندي مسبقة الصب: ١٤٦
١٠-٣-١٠ حديد التسليح: ١٤٦
١٠-٣-١١ الصرف الجيولوجية المركبة: ١٤٦
١٠-٤ أعمال الإنشاءات: **١٤٦**
١٠-٤-١ تجهيز المنحدر: ١٤٦
١٠-٤-٢ طبقة الفرش: ١٤٦
١٠-٤-٣ نسيج المرشح: ١٤٦
١٠-٤-٤ الصرف الجيولوجي المركب: ١٤٦

١٠-٤-٥ الأحجار المرصوصة يدويًا: ١٤٧
١٠-٤-٦ الأحجار المرصوصة آليًا: ١٤٧
١٠-٤-٧ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية): ١٤٧
١٠-٤-٨ قطع الصخور المزودة بالمونة: ١٤٨
١٠-٤-٩ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة: ١٤٨
١٠-٤-١٠ رصف المنحدر بالخرسانة: ١٤٩
١٠-٥ قبول الأعمال: ١٥٠
١٠-٥-١ ضبط الجودة: ١٥٠
١٠-٥-٢ ضمان الجودة: ١٥٠
١٠-٦ القياس، والدفع: ١٥٠
١٠-٦-١ القياس: ١٥٠
١٠-٦-٢ الدفع: ١٥١
١١- الهياكل الإنشائية الخرسانية: ١٥٥
١١-١ عام: ١٥٥
١١-١-١ الوصف: ١٥٥
١١-١-٢ الأعمال ذات الصلة: ١٥٥
١١-١-٣ طرق الإنشاء: ١٥٥
١١-٢ فئات الخرسانة: ١٥٥
١١-٢-١ عام: ١٥٥
١١-٢-٢ الخرسانة ذات الوزن العادي: ١٥٥
١١-٢-٣ الخرسانة خفيفة الوزن: ١٥٦
١١-٣ المواد: ١٥٦
١١-٣-١ الإسمنت: ١٥٧
١١-٣-٢ الركام: ١٥٧
١١-٣-٣ المواد المضافة: ١٥٨
١١-٣-٤ الماء: ١٥٩
١١-٤ التوزيع التناسبي للخرسانة: ١٦٠
١١-٤-١ تصميم الخليط: ١٦٠
١١-٤-٢ محتوى الماء: ١٦٣
١١-٤-٣ المحتوى الإسمنتي: ١٦٣
١١-٤-٤ المواد المضافة: ١٦٣
١١-٥ تصنيع الخرسانة: ١٦٤
١١-٥-١ تخزين الأسمنت: ١٦٤
١١-٥-٢ تخزين الحصويات: ١٦٥
١١-٥-٣ قياسات المواد: ١٦٥
١١-٥-٤ عملية تجهيز الخرسانة وخلطها: ١٦٥

١١-٥-٥ التسليم: ١٦٥
١١-٥-٦ أخذ العينات وإجراء الاختبارات: ١٦٦
١١-٥-٧ تقييم الخرسانة واعتمادها: ١٦٦
١١-٦ حماية الخرسانة من الظروف البيئية: ١٦٨
١١-٦-١ عام: ١٦٨
١١-٦-٢ الحماية من الأمطار: ١٦٨
١١-٦-٣ ظروف التعرض للكبريتات: ١٦٨
١١-٦-٤ حماية التسليح من التجريف: ١٦٨
١١-٦-٥ ظروف التعرض للكبريتات والكلوريدات: ١٧٠
١١-٦-٦ ظروف التعرض للسبخة: ١٧٠
١١-٦-٧ التآكل الملحي: ١٧٠
١١-٦-٨ الحماية من ظروف الطقس الحار: ١٧٠
١١-٦-٩ المتطلبات الخاصة لأسطح الجسر: ١٧٠
١١-٧ حماية الخرسانة للتسليح: ١٧١
١١-٧-١ الخرسانة المصبوبة في الموقع (غير سابقة الإجهاد): ١٧١
١١-٧-٢ الخرسانة المصبوبة في الموقع (سابقة الإجهاد): ١٧١
١١-٧-٣ الخرسانة مسبقة الصب (مُصنعة وفقًا لشروط تحكم المصنع): ١٧٢
١١-٧-٤ قضبان مجمعة: ١٧٣
١١-٧-٥ بيئات مسببة للتآكل: ١٧٤
١١-٧-٦ التمديدات المستقبلية: ١٧٤
١١-٧-٧ الحماية من الحرائق: ١٧٤
١١-٨ التعامل مع الخرسانة، وصبها: ١٧٤
١١-٨-١ عام: ١٧٤
١١-٨-٢ تسلسل الصب: ١٧٤
١١-٨-٣ أساليب الصب: ١٧٥
١١-٨-٤ الرص: ١٧٦
١١-٨-٥ الرص في الأماكن المغمورة بالمياه: ١٧٦
١١-٩ الوصلات الإنشائية: ١٧٧
١١-٩-١ عام: ١٧٧
١١-٩-٢ الوصلات الأفقية: ١٧٧
١١-٩-٣ الوصلات الرأسية: ١٧٨
١١-٩-٤ الربط: ١٧٨
١١-٩-٥ الربط والتوتيد على الهياكل الإنشائية الحالية: ١٧٨
١١-٩-٦ القوالب في الوصلات الإنشائية: ١٧٨
١١-١٠ فواصل التمدد والتقلص: ١٧٨
١١-١٠-١ عام: ١٧٨

١١-١٠-٢ المواد: ١٧٨
١١-١٠-٣ التركيب: ١٨٠
١١-١١ تشطيب الخرسانة بلاستيكية: ١٨١
١١-١١-١ عام: ١٨١
١١-١١-٢ تشطيب سطح الطريق: ١٨٢
١١-١١-٣ تشطيب سطح ممر المشاة: ١٨٣
١١-١١-٤ تشطيب بالتجريف والجُنَيبات: ١٨٣
١١-١١-٥ السطح أسفل المحامل: ١٨٣
١١-١٢ معالجة الخرسانة: ١٨٤
١١-١٢-١ عام: ١٨٤
١١-١٢-٢ المواد: ١٨٤
١١-١٢-٣ الوسائل: ١٨٤
١١-١٢-٤ أسطح الجسر: ١٨٦
١١-١٣ تشطيب الأسطح الخرسانية المُشكلة: ١٨٦
١١-١٣-١ عام: ١٨٦
١١-١٣-٢ الفئة (١)؛ تشطيب السطح العادي: ١٨٦
١١-١٣-٣ الفئة (٢)؛ التشطيب بالحك: ١٨٦
١١-١٣-٤ الفئة (٣)؛ التشطيب بالأدوات: ١٨٧
١١-١٣-٥ الفئة (٤)؛ تشطيب السفع الرملي: ١٨٧
١١-١٣-٦ الفئة (٥)؛ التشطيب بالفرشاة السلكية، أو بالفرك: ١٨٧
١١-١٤ أجزاء الخرسانة سابقة الصب: ١٨٧
١١-١٤-١ عام: ١٨٧
١١-١٤-٢ رسومات العمل: ١٨٧
١١-١٤-٣ المواد والتصنيع: ١٨٧
١١-١٤-٤ الإنضاج: ١٨٨
١١-١٤-٥ التخزين والمناولة: ١٨٨
١١-١٤-٦ التركيب: ١٨٩
١١-١٤-٧ مواد لصق الإيبوكسي للعوارض الصندوقية المقطعية مسبقة الصب: ١٨٩
١١-١٥ الملاط والمونة: ١٩١
١١-١٥-١ عام: ١٩١
١١-١٥-٢ المواد والخلط: ١٩١
١١-١٥-٣ الصب والمعالجة: ١٩٢
١١-١٦ تطبيقات الأحمال: ١٩٢
١١-١٦-١ عام: ١٩٢
١١-١٦-٢ الأحمال الأرضية: ١٩٢
١١-١٦-٣ أحمال الإنشاء: ١٩٢

١١-١٦-٤ الأحمال المرورية: ١٩٣
١١-١٧ المتطلبات الخاصة للجسور المقطعية: ١٩٣
١١-١٧-١ التحكم الهندسي: ١٩٣
١١-١٧-٢ التفاوتات: ١٩٣
١١-١٧-٣ الرسومات التنفيذية وحسابات التصميمات اللازمة لإجراءات الإنشاء: ١٩٥
١١-١٧-٤ قوالب صب الخرسانة: ١٩٦
١١-١٧-٥ أحكام خاصة للإنشاء المقطعي المُصنّع في الموقع: ١٩٧
١١-١٧-٦ أحكام خاصة بالإنشاء المقطعي للخرسانة مسبقة الصب: ١٩٩
١١-١٧-٧ أحكام خاصة للإطلاق التدريجي: ٢٠٠
١١-١٧-٨ العيوب والكسر: ٢٠٠
١١-١٨ الخرسانة للهياكل الصغيرة: ٢٠١
١١-١٨-١ الوصف: ٢٠١
١١-١٨-٢ المواد: ٢٠١
١١-١٨-٣ تكوين الخرسانة للهياكل الصغيرة: ٢٠١
١١-١٨-٤ صب الخرسانة: ٢٠٢
١١-١٨-٥ معالجة الخرسانة: ٢٠٢
١١-١٨-٦ القبول: ٢٠٢
١١-١٩ قبول الأعمال: ٢٠٢
١١-١٩-١ ضبط الجودة: ٢٠٢
١١-١٩-٢ ضمان الجودة: ٢٠٣
١١-٢٠ القياس والدفع: ٢٠٣
١١-٢٠-١ القياس: ٢٠٣
١١-٢٠-٢ الدفع: ٢٠٣
١٢- حديد التسليح: ٢١٢
١٢-١ الوصف: ٢١٢
١٢-١-١ عام: ٢١٢
١٢-٢ المواد: ٢١٢
١٢-٢-١ حديد التسليح المطلي: ٢١٢
١٢-٢-٢ حديد التسليح غير المطلي: ٢١٢
١٢-٢-٣ قضبان التسليح من الفولاذ المقاوم للصدأ: ٢١٢
١٢-٢-٤ قضبان حديد التسليح الفولاذي منخفضة الكربون والكروم: ٢١٣
١٢-٢-٥ قوائم القضبان ومخططات الانحناء: ٢١٣
١٢-٣ التصنيع: ٢١٣
١٢-٣-١ الانحناء: ٢١٣
١٢-٣-٢ أبعاد الخطافات والانحناء: ٢١٣
١٢-٣-٣ تقارير اختبار الطحن: ٢١٣

١٢-٤ طرق الإنشاء: **٢١٣**
١٢-٤-١ المناولة والتخزين والحالة السطحية لحديد التسليح: ٢١٣
١٢-٤-٢ الوضع والتثبيت: ٢١٤
١٢-٤-٣ توصيل القضبان: ٢١٥
١٢-٤-٤ البدائل: ٢١٥
١٢-٥ قبول الأعمال: **٢١٥**
١٢-٥-١ ضبط الجودة: ٢١٦
١٢-٥-٢ ضمان الجودة: ٢١٦
١٢-٦ القياس والدفع: **٢١٦**
١٢-٦-١ القياس: ٢١٦
١٢-٦-٢ الدفع: ٢١٨
١٣- الإجهاد المسبق: **٢٢٢**
١٣-١ عام: **٢٢٢**
١٣-١-١ الوصف: ٢٢٢
١٣-١-٢ التعريفات: ٢٢٢
١٣-١-٣ تفاصيل التصميم: ٢٢٢
١٣-٢ الرسومات التكميلية: **٢٢٢**
١٣-٢-١ رسومات العمل والرسومات التنفيذية: ٢٢٢
١٣-٢-٢ الرسومات المتكاملة: ٢٢٣
١٣-٣ مواد التقديم: **٢٢٣**
١٣-٤ المواد: **٢٢٤**
١٣-٤-١ الحديد سابق الإجهاد والتثبيت: ٢٢٤
١٣-٤-٢ أدوات التثبيت والمقرنات لاحقة الشد: ٢٢٤
١٣-٤-٣ المونة: ٢٢٧
١٣-٤-٤ المجاري: ٢٣٠
١٣-٥ أعمال الإنشاءات: **٢٣٢**
١٣-٥-١ متطلبات الشد العامة: ٢٣٢
١٣-٥-٢ العناصر مسبقة الشد: ٢٣٣
١٣-٥-٣ عناصر الشد اللاحق: ٢٣٤
١٣-٥-٤ التحديد والاختبار: ٢٣٨
١٣-٥-٥ حماية الحديد مسبق الإجهاد: ٢٣٩
١٣-٥-٦ مثبط التآكل: ٢٣٩
١٣-٥-٧ الحقن بالمونة: ٢٣٩
١٣-٥-٨ التفاوتات: ٢٤٢
١٣-٦ قبول الأعمال: **٢٤٦**
١٣-٦-١ ضبط الجودة: ٢٤٦

١٣-٦-٢ ضمان الجودة: ٢٤٦
١٣-٧ القياس والدفع: ٢٤٧
١٣-٧-١ القياس: ٢٤٧
١٣-٧-٢ الدفع: ٢٤٧
١٤- الملاط المقذوف بالهواء المضغوط (الخرسانة المقذوفة): ٢٥٠
١٤-١ عام: ٢٥٠
١٤-١-١ الوصف: ٢٥٠
١٤-٢ مؤهلات المقاول: ٢٥٠
١٤-٢-١ عام: ٢٥٠
١٤-٣ المواد: ٢٥٠
١٤-٣-١ أسمنت (ACI 506R): ٢٥٠
١٤-٣-٢ الركام: ٢٥٠
١٤-٣-٣ الماء: ٢٥١
١٤-٣-٤ مواد اخرى: ٢٥١
١٤-٣-٥ المواد المضافة: ٢٥٢
١٤-٣-٦ التسليح: ٢٥٢
١٤-٤ عمليات الخرسانة المقذوفة: ٢٥٣
١٤-٤-١ عملية الخلط الجاف: ٢٥٣
١٤-٤-٢ عملية الخلط الرطب: ٢٥٣
١٤-٤-٣ مقارنة العمليات: ٢٥٣
١٤-٥ الإجراءات الأولية: ٢٥٤
١٤-٥-١ عام: ٢٥٤
١٤-٥-٢ تجهيز السطح: ٢٥٤
١٤-٥-٣ المراسي: ٢٥٥
١٤-٥-٤ حماية الأسطح المجاورة: ٢٥٦
١٤-٦ اختبار التناسب وما قبل الإنشاء: ٢٥٦
١٤-٦-١ نسبة خليط الخرسانة المقذوفة: ٢٥٦
١٤-٦-٢ اختبار ما قبل الإنشاء: ٢٥٨
١٤-٧ وضع مونة مُستخدمة بالهواء المضغوط: ٢٥٩
١٤-٧-١ وضع التسليح: ٢٥٩
١٤-٧-٢ وضع المونة: ٢٥٩
١٤-٧-٣ التشطيب: ٢٥٩
١٤-٧-٤ قيود الطقس: ٢٦٠
١٤-٨ المعالجة والحماية ٢٦٠
١٤-٩ ضبط الجودة: ٢٦١

١٤-٩-١ المواد: ٢٦١
١٤-٩-٢ تقنيات الوضع: ٢٦١
١٤-٩-٣ الفحص: ٢٦١
١٤-٩-٤ إجراءات الاختبار: ٢٦١
١٤-١٠ القياس والدفع: ٢٦١
١٤-١٠-١ القياس: ٢٦١
١٤-١٠-٢ الدفع: ٢٦٢
١٥- المنشآت المعدنية ٢٦٥
١٥-١ عام: ٢٦٥
١٥-١-١ الوصف: ٢٦٥
١٥-١-٢ إشعار بدء العمل: ٢٦٥
١٥-١-٣ الفحص: ٢٦٥
١٥-١-٤ سلطة المفتش: ٢٦٥
١٥-١-٥ مواد الشحن والمناولة والتخزين: ٢٦٦
١٥-١-٦ السقالات المؤقتة: ٢٦٦
١٥-١-٧ عناصر مستمرة: ٢٦٦
١٥-٢ رسومات العمل: ٢٦٦
١٥-٢-١ عام: ٢٦٦
١٥-٢-٢ الرسوم التنفيذية: ٢٦٧
١٥-٢-٣ رسومات التركيب: ٢٦٧
١٥-٢-٤ مخطط زاوية التحدب: ٢٦٧
١٥-٢-٥ رسومات النقل: ٢٦٧
١٥-٣ المواد: ٢٦٧
١٥-٣-١ الحديد الإنشائي: ٢٦٧
١٥-٣-٢ مثبتات عالية المقاومة: ٢٦٩
١٥-٣-٣ موصلات شد مسامير اللحام: ٢٧١
١٥-٣-٤ المطروقات المعدنية وأعمدة الفولاذ: ٢٧٢
١٥-٣-٥ المصبوبات المعدنية: ٢٧٢
١٥-٣-٦ المصبوبات الحديدية: ٢٧٢
١٥-٣-٧ الجلفنة: ٢٧٣
١٥-٣-٨ تخزين المواد: ٢٧٣
١٥-٤ التصنيع ٢٧٣
١٥-٤-١ عام: ٢٧٣
١٥-٤-٢ جودة الصنعة: ٢٧٣
١٥-٤-٣ التعرف على الفولاذ أثناء التصنيع: ٢٧٣
١٥-٤-٤ تخزين المواد: ٢٧٤

١٥-٤-٥ اللوحات: ٢٧٤
١٥-٤-٦ تناسب التقوية: ٢٧٥
١٥-٤-٧ وصلات التلامس: ٢٧٥
١٥-٤-٨ مواجهة أسطح المحمل: ٢٧٥
١٥-٤-٩ مادة الاستقامة: ٢٧٥
١٥-٤-١٠ التلدين وتخفيف الإجهاد: ٢٧٦
١٥-٤-١١ فتحات المسمار ٢٧٦
١٥-٤-١٢ الدبابيس والبكرات: ٢٧٨
١٥-٤-١٣ القضبان المنتهية بعروتين: ٢٧٨
١٥-٤-١٤ العوارض المنحنية: ٢٧٨
١٥-٤-١٥ الأعمال الهيكلية الفوقية بألواح أورثوتروبية: ٢٧٩
١٥-٤-١٦ اختبارات الحجم الكامل: ٢٨٠
١٥-٤-١٧ وضع العلامات والشحن ٢٨٠
١٥-٥ التجميع: ٢٨١
١٥-٥-١ دق المسمار: ٢٨١
١٥-٥-٢ وصلات ملحومة: ٢٨١
١٥-٥-٣ التجميع المسبق للتوصيلات الميدانية: ٢٨١
١٥-٥-٤ مطابقة العلامات: ٢٨٢
١٥-٥-٥ الوصلات باستخدام مسامير غير مكتملة أو مخروطة أو مضلعة: ٢٨٢
١٥-٥-٦ وصلات باستخدام مسامير عالية المقاومة: ٢٨٢
١٥-٥-٧ اللحام: ٢٩٠
١٥-٦ التشييد: ٢٩٠
١٥-٦-١ عام: ٢٩٠
١٥-٦-٢ مواد المناولة والتركيب: ٢٩٠
١٥-٦-٣ المحامل والمراسي: ٢٩٠
١٥-٦-٤ إجراء التركيب: ٢٩٠
١٥-٦-٥ الجمعية الميدانية: ٢٩١
١٥-٦-٦ توصيلات الدبابيس: ٢٩١
١٥-٦-٧ غير أكفاء: ٢٩١
١٥-٧ وصلات التمدد: ٢٩١
١٥-٨ قبول الأعمال: ٢٩١
١٥-٨-١ ضبط الجودة: ٢٩١
١٥-٨-٢ ضمان الجودة: ٢٩١
١٥-٩ القياس والدفع: ٢٩٢
١٥-٩-١ طريقة القياس: ٢٩٢
١٥-٩-٢ أساس السداد: ٢٩٣

١٦- القنوات الخرسانية: **٢٩٨**
١٦-١ عام: **٢٩٨**
١٦-٢ رسومات العمل: **٢٩٨**
١٦-٣ المواد: **٢٩٨**
١٦-٣-١ العبّارات الخرسانية المسلحة: ٢٩٨
١٦-٣-٢ مانعات التسرب المشتركة: ٢٩٨
١٦-٣-٣ مواد طبقة الفرش والردم: ٣٠٠
١٦-٤ أعمال الإنشاءات: **٣٠٠**
١٦-٤-١ التجميع: ٣٠٠
١٦-٤-٢ التركيب: ٣٠١
١٦-٥ التفتيش الميداني: **٣١٠**
١٦-٥-١ عام: ٣١٠
١٦-٥-٢ عدم المحاذاة: ٣١٠
١٦-٥-٣ عيوب الفواصل: ٣١١
١٦-٥-٤ الشقوق الطولية: ٣١١
١٦-٥-٥ الشقوق العرضية: ٣١١
١٦-٥-٦ التشظي: ٣١١
١٦-٥-٧ البلاطات: ٣١١
١٦-٥-٨ الإنزال بالوصلات الطرفية: ٣١١
١٦-٥-٩ المتابعة: ٣١١
١٦-٦ تغطية السطح بطبقة طلاء نهائية: **٣١٢**
١٦-٧ إزالة القنوات واستبدالها: **٣١٢**
١٦-٨ قبول الأعمال: **٣١٢**
١٦-٨-١ ضبط الجودة: ٣١٢
١٦-٨-٢ ضمان الجودة: ٣١٢
١٦-٩ القياس والدفع: **٣١٢**
١٦-٩-١ القياس: ٣١٢
١٦-٩-٢ الدفع: ٣١٢
١٧- العبارات المعدنية (عبارات الحديد) **٣١٥**
١٧-١ عام: **٣١٥**
١٧-١-١ الوصف: ٣١٥
١٧-٢ رسومات العمل: **٣١٥**
١٧-٣ المواد **٣١٥**
١٧-٣-١ أنابيب معدنية مموجة: ٣١٥
١٧-٣-٢ صفيحة إنشائية: ٣١٦

١٧-٣-٣ الصواميل والبراغي: ٣١٦
١٧-٣-٤ مزج المواد: ٣١٦
١٧-٣-٥ التصنيع: ٣١٦
١٧-٣-٦ اللحام: ٣١٦
١٧-٣-٧ أعمال الطلاء الوقائي: ٣١٦
١٧-٣-٨ مواد طبقة الفرش والردم: ٣١٦
١٧-٤ التجميع: ٣١٧
١٧-٤-١ عام: ٣١٧
١٧-٤-٢ الفواصل: ٣١٧
١٧-٤-٣ تركيب هياكل إنشائية على المدى الطويل: ٣١٨
١٧-٥ التركيب: ٣١٩
١٧-٥-١ عام: ٣١٩
١٧-٥-٢ الأساسات: ٣١٩
١٧-٥-٣ طبقة الفرش: ٣٢١
١٧-٥-٤ أعمال الردم بالإنشاءات: ٣٢٢
١٧-٦ الاحتياطات المتخذة أثناء الإنشاء: ٣٢٤
١٧-٧ قبول الأعمال ٣٢٥
١٧-٧-١ ضبط الجودة: ٣٢٥
١٧-٧-٢ ضمان الجودة: ٣٢٥
١٧-٨ القياس والدفع: ٣٢٥
١٧-٨-١ القياس: ٣٢٥
١٧-٨-٢ الدفع: ٣٢٥
١٨- موانع تسرب فواصل سطح الجسور: ٣٢٨
١٨-١ عام: ٣٢٨
١٨-٢ رسومات العمل: ٣٢٨
١٨-٢-١ عام: ٣٢٨
١٨-٢-٢ المتطلبات الخاصة بوثائق العقد لأنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٢٨
١٨-٣ المواد: ٣٢٩
١٨-٣-١ مواد مانعة لتسرب فواصل سطح الجسر وتجميعات المواد المانعة لتسرب الفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسر المعيارية: ..٣٢٩
١٨-٣-٢ أنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٢٩
١٨-٤ التشكيل والتصنيع ٣٣٠
١٨-٤-١ فواصل للضغط مانعة للتسرب: ٣٣٠
١٨-٤-٢ أنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٣٠
١٨-٤-٣ تركيبات موانع تسرب للفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٣٢
١٨-٥ التركيب: ٣٣٢

١٨-٥-١ عام: ٣٣٢
١٨-٥-٢ فواصل للضغط مانعة للتسرب: ٣٣٢
١٨-٥-٣ تركيبات موانع تسرب للفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٣٢
١٨-٥-٤ أنظمة فواصل الجسور المعيارية: ٣٣٣
١٨-٦ قبول الأعمال: ٣٣٤
١٨-٦-١ ضبط الجودة: ٣٣٥
١٨-٦-٢ ضمان الجودة: ٣٣٥
١٨-٧ القياس والدفع: ٣٣٥
١٩- العزل المائي: ٣٣٧
١٩-١ عام: ٣٣٧
١٩-١-١ مقاومة المياه: ٣٣٧
١٩-١-٢ عزل الرطوبة: ٣٣٧
١٩-٢ المواد: ٣٣٧
١٩-٢-١ المواد المقاومة للماء بالغطاء الأسفلتي: ٣٣٧
١٩-٢-٢ أنظمة مقاومة المياه بالغطاء مسبق التشكيل: ٣٣٧
١٩-٢-٣ مخاليط إضافية مقاومة للمياه في الخرسانة: ٣٣٩
١٩-٢-٤ مواد متنوعة: ٣٣٩
١٩-٢-٥ أغطية وقائية: ٣٣٩
١٩-٢-٦ عزل الرطوبة: ٣٤٠
١٩-٢-٧ الفحص والتسليم: ٣٤٠
١٩-٣ متطلبات الإنشاء: ٣٤٠
١٩-٣-١ عام: ٣٤٠
١٩-٣-٢ تخزين النسيج: ٣٤٠
١٩-٣-٣ تجهيز السطح: ٣٤٠
١٩-٣-٤ تطبيق العزل المائي وعزل الرطوبة: ٣٤٠
١٩-٣-٥ أغطية وقائية: ٣٤٣
١٩-٤ قبول الأعمال: ٣٤٣
١٩-٤-١ ضبط الجودة: ٣٤٣
١٩-٤-٢ ضمان الجودة: ٣٤٣
١٩-٥ القياس والدفع: ٣٤٣
١٩-٥-١ القياس: ٣٤٣
١٩-٥-٢ الدفع: ٣٤٣
٢٠- معدات المحامل: ٣٤٦
٢٠-١ عام: ٣٤٦
٢٠-٢ رسومات العمل: ٣٤٦

٢٠-٣ المواد: **٣٤٦**
٢٠-٣-١ عام: ٣٤٦
٢٠-٣-٢ متطلبات المواد الخاصة بالمحامل الكهربائية: ٣٤٧
٢٠-٣-٣ متطلبات المواد الخاصة للوعاء ومحمل السطح: ٣٥٠
٢٠-٣-٤ متطلبات المواد الخاصة للمحامل الدوارة والمتأرجحة: ٣٥١
٢٠-٣-٥ الألواح المعدنية المستخدمة في ألواح الإنشاء والرقائق والألواح الأساسية: ٣٥١
٢٠-٣-٦ المتطلبات الخاصة للمواد للأسطح المنزلقة من مركب متعدد رباعي فلور الإيثلين: ٣٥٢
٢٠-٣-٧ متطلبات خاصة لبراغي التثبيت: ٣٥٣
٢٠-٣-٨ متطلبات المواد الخاصة لفرش ألواح البناء: ٣٥٣
٢٠-٤ التصنيع: **٣٥٤**
٢٠-٥ الاختبار والاعتماد: **٣٥٤**
٢٠-٥-١ عام: ٣٥٤
٢٠-٥-٢ الاختبارات: ٣٥٥
٢٠-٥-٣ معايير الأداء: ٣٥٧
٢٠-٥-٤ متطلبات الاختبار الخاصة: ٣٥٧
٢٠-٥-٥ استخدام المحمل الذي خضع للاختبار في الهيكل: ٣٦١
٢٠-٦ التعبئة والتغليف والمناولة والتخزين: **٣٦١**
٢٠-٧ التركيب: **٣٦١**
٢٠-٧-١ محامل مرنة: ٣٦٢
٢٠-٧-٢ محامل الوعاء والأقراص: ٣٦٢
٢٠-٧-٣ محامل متأرجحة وأسطوانية: ٣٦٢
٢٠-٧-٤ محامل كروية: ٣٦٣
٢٠-٧-٥ لوحات من سبائك البرونز أو النحاس للمحامل: ٣٦٣
٢٠-٧-٦ ألواح الإنشاء والألواح القاعدية والرقائق للمحامل: ٣٦٣
٢٠-٧-٧ أسطح محامل متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE): ٣٦٤
٢٠-٧-٨ مسامير التثبيت: ٣٦٥
٢٠-٧-٩ ألواح التحميل: ٣٦٥
٢٠-٧-١٠ متطلبات أخرى للتوجيه: ٣٦٥
٢٠-٧-١١ تثبيت طرق التوجيه والقيود: ٣٦٥
٢٠-٨ القياس والدفع: **٣٦٦**
٢٠-٨-١ القياس: ٣٦٦
٢٠-٨-٢ الدفع: ٣٦٦
٢١- حواجز الحماية (الدرابزين): **٣٧٠**
٢١-١ عام: **٣٧٠**
٢١-١-١ عام: ٣٧٠
٢١-١-٢ المواد: ٣٧٠

٢١-١-٣ أعمال الإنشاءات: ٣٧٠
٢١-١-٤ الخط والميل: ٣٧٠
٢١-٢ متطلبات المواد والإنشاء: ٣٧٠
٢١-٢-١ درابزين من الحديد: ٣٧٠
٢١-٢-٢ درابزين ألمنيوم: ٣٧٢
٢١-٢-٣ درابزين بعوارض معدنية: ٣٧٢
٢١-٢-٤ درابزين خرساني: ٣٧٢
٢١-٢-٥ درابزين مؤقت: ٣٧٢
٢١-٢-٦ ملحقات الدرابزين وإعادة تثبيت الدرابزين: ٣٧٢
٢١-٣ قبول الأعمال: ٣٧٣
٢١-٣-١ ضبط الجودة: ٣٧٣
٢١-٣-٢ ضمان الجودة: ٣٧٣
٢١-٤ القياس والدفع: ٣٧٤
٢١-٤-١ القياس: ٣٧٤
٢١-٤-٢ الدفع: ٣٧٤
٢٢- الطلاء ٣٧٧
٢٢-١ عام: ٣٧٧
٢٢-١-١ الوصف: ٣٧٧
٢٢-١-٢ حماية الممتلكات العامة: ٣٧٧
٢٢-١-٣ حماية العمل: ٣٧٧
٢٢-١-٤ السُمك واللون: ٣٧٧
٢٢-٢ طلاء المنشآت المعدنية: ٣٧٧
٢٢-٢-١ أنظمة الطلاء والدهانات: ٣٧٧
٢٢-٢-٢ أحوال الطقس: ٣٧٨
٢٢-٢-٣ تجهيز السطح: ٣٧٨
٢٢-٢-٤ تطبيق الدهانات: ٣٧٩
٢٢-٢-٥ القياس والدفع: ٣٨١
٢٢-٣ طلاء الأسطح المجلفنة: ٣٨١
٢٢-٤ طلاء الخرسانة: ٣٨١
٢٢-٤-١ تجهيز السطح: ٣٨١
٢٢-٤-٢ الدهان: ٣٨١
٢٢-٤-٣ التطبيق: ٣٨١
٢٢-٥ قبول الأعمال: ٣٨١
٢٢-٥-١ ضبط الجودة: ٣٨٢
٢٢-٥-٢ ضمان الجودة: ٣٨٢
٢٢-٦ القياس والدفع: ٣٨٢

٢٣- إنشاء الأنفاق: **٣٨٥**
١-٢٣ عام: **٣٨٥**
٢-٢٣ التقديمات: **٣٨٥**
١-٢-٢٣ طرق الإنشاء: ٣٨٥
٢-٢-٢٣ حسابات التصميم: ٣٨٥
٣-٢٣ المتطلبات العامة: **٣٨٥**
١-٣-٢٣ عام: ٣٨٥
٢-٣-٢٣ السلامة العامة: ٣٨٦
٣-٣-٢٣ العمل بالهواء المضغوط: ٣٨٧
٤-٣-٢٣ المتفجرات: ٣٨٧
٥-٣-٢٣ الماء: ٣٨٧
٦-٣-٢٣ التهوية: ٣٨٨
٧-٣-٢٣ التحكم في الغبار: ٣٨٩
٤-٢٣ الحفر: **٣٨٩**
١-٤-٢٣ عام: ٣٨٩
٢-٤-٢٣ فتحات المرور: ٣٩٠
٣-٤-٢٣ فتحات عمودية أو سرب أو أنفاق مؤقتة للوصول: ٣٩٠
٤-٤-٢٣ التخلص من المواد الناتجة عن الحفر: ٣٩٠
٥-٤-٢٣ حفر الأنفاق ذات حلقات تثبيت بمسامير في الأرض اللينة: ٣٩٠
٦-٤-٢٣ الحفر عبر الصخور الضعيفة والمعرضة للعوامل الجوية: ٣٩١
٧-٤-٢٣ الحفر عبر الصخور المنتشرة بشكل عام: ٣٩١
٨-٤-٢٣ سجلات الفتحات العمودية والنفق في الصخور: ٣٩٢
٩-٤-٢٣ سجلات الفتحات العمودية والنفق في أرض رطبة: ٣٩٢
٥-٢٣ الدعامات: **٣٩٣**
١-٥-٢٣ حلقات خرسانية مثبتة بمسامير: ٣٩٣
٢-٥-٢٣ دعامات معدنية: ٣٩٣
٣-٥-٢٣ تثبيت الصخور بالبراغي: ٣٩٥
٤-٥-٢٣ دعم الخرسانة المقذوفة: ٤٠٠
٦-٢٣ أعمال الحشو: **٤٠١**
١-٦-٢٣ عام: ٤٠١
٢-٦-٢٣ المعدات اللازمة لحشو التجويف: ٤٠١
٣-٦-٢٣ المعدات اللازمة لحشو الشقوق: ٤٠١
٤-٦-٢٣ المواد المستخدمة في المونة الأسمنتية: ٤٠٢
٥-٦-٢٣ الحشو التجويفي لبطانات الأنفاق الخرسانية مسبقة الصب: ٤٠٢
٦-٦-٢٣ الحشو الثانوي لحلقات الأنفاق: ٤٠٣
٧-٦-٢٣ الحشو الملامس: ٤٠٣

٢٣-٦-٨ إجراء حشو الشقوق: ٤٠٤
٢٣-٦-٩ إجراءات الحقن الكيميائي: ٤٠٥
٢٣-٦-١٠ التوثيق: ٤٠٥
٢٣-٧ البطانة الخرسانية في الموقع: ٤٠٥
٢٣-٧-١ تجهيز البطانة الخرسانية: ٤٠٥
٢٣-٧-٢ عملية صب الخرسانة: ٤٠٥
٢٣-٧-٣ الخرسانة المصبوبة في قعور الأنفاق: ٤٠٥
٢٣-٧-٤ القوالب المستخدمة في بطانة الأنفاق والفتحات العمودية: ٤٠٦
٢٣-٧-٥ ملء الحفر الزائد: ٤٠٦
٢٣-٧-٦ عملية الحفر والحقن: ٤٠٦
٢٣-٨ البطانة المعدنية: ٤٠٦
٢٣-٨-١ عام: ٤٠٦
٢٣-٨-٢ الحماية الداخلية: ٤٠٦
٢٣-٨-٣ الحماية الخارجية: ٤٠٧
٢٣-٨-٤ الشحن والتعبئة والتخزين: ٤٠٧
٢٣-٨-٥ التعرض: ٤٠٧
٢٣-٨-٦ الوضعية: ٤٠٧
٢٣-٨-٧ الفواصل الملحومة: ٤٠٧
٢٣-٨-٨ فحص الوصلات الملحومة: ٤٠٨
٢٣-٨-٩ ترتيبات الحقن: ٤٠٨
٢٣-٩ معدات حفر الأنفاق الرئيسية واستخداماتها الخاصة: ٤٠٨
٢٣-٩-١ الأنفاق التي تُحفَّر بواسطة الدرع: ٤٠٨
٢٣-٩-٢ ماكينات حفر الأنفاق (TBM): ٤٠٩
٢٣-٩-٣ طريقة الحفر والتفجير: ٤٠٩
٢٣-١٠ القياس والدفع: ٤١٠
٢٣-١٠-١ العناصر التي ستُضمَّن في الأسعار: ٤١٠
٢٣-١٠-٢ الحفر الجوفي في الأنفاق: ٤١١
٢٣-١٠-٣ إزالة الانهيارات والتساقطات الجيولوجية: ٤١١
٢٣-١٠-٤ الدعامات المعدنية الهيكلية: ٤١١
٢٣-١٠-٥ البراغي الصخرية: ٤١٢
٢٣-١٠-٦ تسليح الخرسانة المقذوفة: ٤١٢
٢٣-١٠-٧ الخرسانة المقذوفة بسمك ٥٠، و١٠٠، و٢٠٠ و٢٥٠ مم: ٤١٢
٢٣-١٠-٨ البطانة الخرسانية: ٤١٢
٢٣-١٠-٩ التسليح في بطانة النفق: ٤١٢
٢٣-١٠-١٠ قياسات التقارب: ٤١٢
٢٣-١٠-١١ العناية بتدفق الماء الزائد عن ١ لتر / ثانية: ٤١٣

٢٣-١٠-١٢ أعمال وضع المونة (باستثناء وضع المونة داخل التجويفات): ٤١٣
المراجع ٤١٥
أ- الملحق أ - اختبار حمولة الجسر: ٤١٧
أ-١ متطلبات اختبار حمولة الجسر: ٤١٧
أ-٢ نتائج وتوصيات خاصة باختبار الحمل: ٤١٧
أ-٣ تحديد قوى التوازن للجسور المتحركة: ٤١٧
أ-٤ تصميم نظام المراقبة الهيكلية: ٤١٧
أ-٥ تقرير اختبار الحمل: ٤١٨
ب- الملحق ب - جدول الكميات: ٤١٩
ج- الملحق ج - مسرد المصطلحات: ٤٢٤
د- الملحق د - الاختصارات والرموز: ٤٣١
ه- الملحق هـ - الوحدات: ٤٣٤

قائمة الأشكال

الشكل (١١–١) رسم تخطيطي رئيسي للسماحية بين المقاطع. ١٩٥
الشكل (١١–٢) رسم تخطيطي رئيسي للسماحية بين المقاطع. ١٩٥
الشكل (١٣–١) اختبار قبول جهاز التثبيت الخاص. ٢٢٥
الشكل (١٦–١) أنبوب دائري قياسي لتركيب سد حجز. ٣٠٢
الشكل (١٦–٢) أنبوب دائري قياسي لتركيب الخنادق. ٣٠٢
الشكل (١٦–٣) طبقة الفرش لسد الحجز؛ أشكال متنوعة. ٣٠٣
الشكل (١٦–٤) طبقة الفرش للخندق؛ أشكال متنوعة. ٣٠٤
الشكل (١٦–٥) متطلبات طبقة الفرش والردم. ٣٠٨
الشكل (١٦–٦) حفر ثقوب الجلبة المخروطية للدعم الموحد. ٣٠٨
الشكل (١٧–١) تخصيص تركيبات الأنابيب. ٣٢٠
الشكل (١٧–٢) معالجة الأساس للصخور أو البقع الصغيرة المتمركزة. ٣٢٠
الشكل (١٧–٣) معالجة الأساس للتحكم في التسوية. ٣٢١
الشكل (١٧–٤) الفرش المتشكل للأنبوب ذي التصميم المقوس والأنبوب ذي التصميم البيضاوي الأفقي وإنشاءات الممر السفلي. ٣٢١
الشكل (١٧–٥) المعالجة النهائية للمجرى المرن المنحرف. ٣٢٢

قائمة الجداول

الجدول (١–١) المسميات والعناوين لمواصفات (AASHTO وASTM) التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢ ..... ٣

الجدول (١–٢) المسميات والعناوين لمواصفات (AWS و BS و BS EN) التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢ ..... ٣٢

الجدول (١–٣) المسميات والعناوين لمواصفات ACI و ANSI، والمعهد الوطني للمعايير والتقنية، ومواصفات NFPA التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢ ..... ٣٣

الجدول (١–٤) المسميات والعناوين لمواصفات أخرى تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢ ..... ٣٥

الجدول (٢–١) تدرج المواد المستخدمة في ردم الهياكل الإنشائية ٤٢

الجدول (٢–٢) نموذج تصميم الخليط بالمواد المالئة منخفضة المقاومة ٤٢

الجدول (٢–٣) بنود الدفع عن الحفر الإنشائي والردم ٤٦

الجدول (٢–٤) متطلبات ضبط الجودة للحفر، والردم ٤٧

الجدول (٢–٥) المسميات والعناوين لمواصفات AASHTO وASTM ٤٧

الجدول (٣–١) بنود الدفع عن إزالة الهياكل الإنشائية القائمة ٥١

الجدول (٣–٢) متطلبات ضبط الجودة لإزالة الهياكل الإنشائية القائمة ٥٢

الجدول (٤–١) الحد الأقصى لتفاوت أبعاد قوالب الخرسانة المصبوبة في الموقع [١] ٥٥

الجدول (٤–٢) ضغط رياح التصميم - الدعامات المعدنية شديد التحمل ٥٧

الجدول (٤–٣) ضغط رياح التصميم - الأنواع الأخرى من السقالات المؤقتة ٥٨

الجدول (٤–٤) مجموعات الأحمال ٥٩

الجدول (٤–٥) قيود التصميم المسموح بها في الأخشاب ٦٠

الجدول (٤–٦) الإجهادات المسموح بها في الفولاذ ٦٠

الجدول (٤–٧) وقت الإزالة ٦٧

الجدول (٤–٨) بنود الدفع الخاصة بالأعمال المؤقتة ٧٠

الجدول (٤–٩) متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالهياكل الإنشائية المؤقتة ٧١

الجدول (٥–١) نسب كفاءة المطرقة (%) ٧٥

الجدول (٥–٢) وحدة قياس الخوازيق المدقوقة ٨٣

الجدول (٥–٣) وحدة القياس المعدلة للخوازيق المدقوقة ٨٤

الجدول (٥–٤) بنود دفع قيمة الخوازيق ٨٥

الجدول (٥–٥) متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالخوازيق ٨٥

الجدول (٦–١) النطاق المقبول لقيم المونة المعدنية عند ٢٠ °م ٨٨

الجدول (٦–٢) النطاق المقبول لقيم المونة البوليمرية ٨٨

الجدول (٦–٣) الأعمال المتضمنة في الطريقتَين الرطبة، والجافة ٩٠

الجدول (٦–٤) غطاء خرساني ٩٣

الجدول (٦–٥) الحد الأدنى لعدد أنابيب الوصول لكل عمود محفور ٩٤

الجدول (٦–٦) بنود دفع الأعمدة المحفورة ١٠٢

الجدول (٦–٧) متطلبات ضبط الجودة للأعمدة المحفورة ١٠٢

الجدول (٦–٨) مواصفات AASHTO وASTM ١٠٣

الجدول (٧–١) القيم الحرجة لخصائص المؤشر للتربة العدوانية وفقًا لـ (FHWA NHI -05-039) ١٠٩

الجدول (٧–٢) بنود دفع الدعامات الصغيرة. ١١٦
الجدول(٨–١) الجدول الزمني لاختبار الأداء. ١٢٤
الجدول (٨–٢) الجدول الزمني لاختبار الصمود. ١٢٥
الجدول (٨–٣) الجدول الزمني لاختبار للزحف. ١٢٥
الجدول (٨–٤) بنود دفع للمراسي. ١٢٧
الجدول (٨–٥) متطلبات ضبط الجودة للمراسي الأرضية. ١٢٨
الجدول (٨–٦) مواصفات AASHTO وASTM. ١٢٨
الجدول (٩–١) متطلبات الردم الإنشائي. ١٣٢
الجدول (٩–٢) مواد الردم الإنشائية للجدران الاستنادية والجدران الخلوية. ١٣٢
الجدول (٩–٣) مواد الردم الإنشائي المستخدمة في الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً. ١٣٢
الجدول (٩–٤) عناصر دفع أنظمة تثبيت التربة. ١٤٠
الجدول (٩–٥) متطلبات التحكم في الجودة لأنظمة تثبيت التربة. ١٤٠
الجدول (٩–٦) مواصفات AASHTO وASTM. ١٤١
الجدول (١٠–١) متطلبات المواد الحجرية. ١٤٤
الجدول (١٠–٢) التوزيع الحجمي لمواد دكة الحجارة. ١٤٤
الجدول (١٠–٣) بنود الدفع لحماية الميل. ١٥٢
الجدول (١٠–٤) متطلبات ضبط الجودة لحماية الميل. ١٥٢
الجدول (١٠–٥) مواصفات (AASHTO وASTM). ١٥٣
الجدول (١١–١) تصنيف الخرسانة ذات الوزن العادي. ١٥٦
الجدول (١١–٢) يتوفر عامل التعديل للانحراف المعياري عندما يكون عدد الاختبارات أقل من ٣٠. ..... ١٦١
الجدول (١١–٣) متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة عند توفر البيانات لتحديد الانحراف المعياري. ١٦١
الجدول (١١–٤) متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة عند عدم توفر البيانات لتحديد الانحراف المعياري. ١٦٢
الجدول (١١–٥) حدود اختبار هبوط الخرسانة ذات الكثافة العادية. ١٦٣
الجدول (١١–٦) متطلبات الخرسانة المعرضة للتربة أو المياه التي تحتوي على كبريتات. ١٦٨
الجدول (١١–٧) الحد الأقصى من محتوى أيون الكلوريد لحماية التسليح من التجريف. ١٦٩
الجدول (١١–٨) متطلبات الخرسانة المعرضة للتربة والمياه التي تحتوي على الكلوريد. ١٦٩
الجدول (١١–٩) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (غير سابقة الإجهاد). ١٧١
الجدول (١١–١٠) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (سابقة الإجهاد). ١٧٢
الجدول (١١–١١) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (مُصنعة وفقًا لشروط تحكم المصنع). ١٧٣
الجدول (١١–١٢) متطلبات أسلوب اختبار (ASTM). ١٨٠
الجدول (١١–١٣) التفاوتات في العمل الفعال والحد الأدنى للغطاء. ١٩٣
الجدول (١١–١٤) تفاوت المقع المكتمل لإنشاء جسر للعارضة الصندوقية المقطعية. ١٩٤
الجدول (١١–١٥) تكوين الخرسانة للهياكل الصغيرة. ٢٠١
الجدول (١١–١٦) بنود الدفع للهياكل الخرسانية. ٢٠٤
الجدول (١١–١٧) متطلبات ضبط الجودة للهياكل الخرسانية. ٢٠٤
الجدول (١١–١٨) مواصفات AASHTO وASTM. ٢٠٥
الجدول (١٢–١) قضبان التسليح القياسية. ٢١٧

الجدول (١٢–٢) التسليح السلكي القياسي. ٢١٧
الجدول (١٢–٣) عناصر سداد قضبان التسليح. ٢١٩
الجدول (١٢–٤) متطلبات ضبط الجودة لقضبان التسليح. ٢١٩
الجدول (١٢–٥) مواصفات (AASHTO وASTM). ٢١٩
الجدول (١٣–١) فئات المونة. ٢٢٨
الجدول (١٣–٢) خصائص المونة الأسمنتية. ٢٢٩
الجدول (١٣–٣) سُمك المجاري. ٢٣١
الجدول (١٣–٤) تفاوتات موضع المجرى. ٢٣٥
الجدول (١٣–٥) قابلية تحمل الأبعاد القصوى لعوارض (AASHTO) وكمرات بمقطع (T) ذو انتفاخ سفلي. ٢٤٣
الجدول (١٣–٦) قابلية تحمل الأبعاد القصوى لكمرات بمقطع (T) مزدوج. ٢٤٤
الجدول (١٣–٧) قابلية تحمل الأبعاد القصوى للخوازيق الخرسانية سابقة الإجهاد. ٢٤٥
الجدول (١٣–٨) قابلية تحمل الأبعاد القصوى البقاء للأشكال المصنعة في الموقع. ٢٤٥
الجدول (١٣–٩) عناصر الدفع مسبق الإجهاد. ٢٤٧
الجدول (١٣–١٠) متطلبات ضبط الجودة مسبقة للعناصر سابقة الإجهاد. ٢٤٧
الجدول (١٣–١١) مواصفات (AASHTO وASTM). ٢٤٨
الجدول (١٤–١) حدود التسوية للركام المجمع. ٢٥١
الجدول (١٤–٢) مقارنة بين عمليات الخلط الجاف والخلط الرطب. ٢٥٣
الجدول (١٤–٣) المقاومة مقابل محتوى الأسمنت. ٢٥٧
الجدول (١٤–٤) عناصر الدفع بالمونة المُستخدم بالهواء المضغوط. ٢٦٢
الجدول (١٤–٥) متطلبات ضبط الجودة للملاط المُستخدم بالهواء المضغوط. ٢٦٢
الجدول (١٤–٦) مسميات وعناوين (AASHTO وASTM). ٢٦٣
الجدول (١٥–١) خصائص الشد الخاصة بموصلات القص المسننة. ٢٧١
الجدول (١٥–٢) الحد الأدنى المطلوب لشد المسامير (كيلو نيوتن). ٢٨٤
الجدول (١٥–٣) دوران الصامولة من حالة مثبتة بإحكام. ٢٨٤
الجدول (١٥–٤) متطلبات مؤشر الشد المباشر. ٢٨٨
الجدول (١٥–٥) أوزان وحدة الحديد والصلب. ٢٩٢
الجدول (١٥–٦) الوزن لكل ١٠٠ مسمار. ٢٩٣
الجدول (١٥–٧) وزن لحامات الشرائح. ٢٩٣
الجدول (١٥–٨) دفع بنود هياكل الصلب. ٢٩٤
الجدول (١٥–٩) متطلبات ضبط الجودة للهياكل المعدنية. ٢٩٤
الجدول (١٥–١٠) مواصفات (AASHTO) و(ASTM). ٢٩٥
الجدول (١٦–١) متطلبات مواصفات عبارات الخرسانة المسلحة. ٢٩٨
الجدول (١٦–٢) مدى الفراغ الحلقي ونوع السدادة. ٢٩٩
الجدول (١٦–٣) متطلبات مادة أسمنت البلاستيك البيتوميني. ٣٠٠
الجدول (١٦–٤) تربة تركيب سد الحجز القياسية ومتطلبات الحد الأدنى للضغط. ٣٠٥
الجدول (١٦–٥) تربة تركيب الخندق القياسية ومتطلبات الحد الأدنى للضغط. ٣٠٦
الجدول (١٦–٦) تصنيفات تربة (AASHTO) الخاصة بتسميات تربة (SIDD). ٣٠٧

الجدول (١٦–٧) بنود الدفع الخاصة بالقنوات الخرسانية..... ٣١٣
الجدول (١٦–٨) متطلبات ضمان الجودة للقنوات الخرسانية..... ٣١٣
الجدول (١٦–٩) مواصفات (AASHTO وASTM)..... ٣١٣
الجدول (١٧–١) أنواع الأنابيب المعدنية المموجة..... ٣١٥
الجدول (١٧–٢) فئات فواصل الأنابيب..... ٣١٨
الجدول (١٧–٣) يظهر الحد الأدنى للغطاء لأحمال الإنشاء على أشكال الأنابيب الدائرية والمقوسة والبيضاوية وأشكال الممر السفلي..... ٣٢٤
الجدول (١٧–٤) بنود الدفع الخاصة بالمجاري المعدنية..... ٣٢٦
الجدول (١٧–٥) متطلبات ضمان الجودة للمجاري المعدنية..... ٣٢٦
الجدول (١٧–٦) المسميات والعناوين لمواصفات (AASHTO وASTM)..... ٣٢٦
الجدول (١٨–١) بنود سداد قيمة سدادات مفصل الجسر..... ٣٣٥
الجدول (١٨–٢) متطلبات التحكم في الجودة لسدادات فواصل السطح..... ٣٣٥
الجدول (١٨–٣) مواصفات (AASHTO وASTM)..... ٣٣٦
الجدول (١٩–١) لوح غشائي مسبق التشكيل لأسطح الجسر..... ٣٣٨
الجدول (١٩–٢) لوح غشائي مسبق التشكيل لأسطح غير أسطح الجسر..... ٣٣٨
الجدول (١٩–٣) بنود الدفع مقابل العزل المائي..... ٣٤٤
الجدول (١٩–٤) متطلبات الجودة لعزل المياه..... ٣٤٤
الجدول (١٩–٥) مواصفات وعناوين (AASHTO، وASTM)..... ٣٤٤
الجدول (٢٠–١) اختبارات التحكم في جودة البولي كلوروبروين (النيوبرين)..... ٣٤٧
الجدول (٢٠–٢) اختبارات التحكم في الجودة (المطاط الطبيعي) البوليزوبرين..... ٣٤٩
الجدول (٢٠–٣) الخصائص المادية للبولي ايثر يوريثين..... ٣٥١
الجدول (٢٠–٤) لوح متعدد رباعي فلور إيثلين المحشو..... ٣٥٢
الجدول (٢٠–٥) اختيار العينة..... ٣٥٩
الجدول (٢٠–٦) بنود الدفع لأجهزة التحميل..... ٣٦٦
الجدول (٢٠–٧) متطلبات ضبط الجودة لأجهزة التحميل..... ٣٦٦
الجدول (٢٠–٨) مواصفات AASHTO، وASTM..... ٣٦٦
الجدول (٢١–١) بنود سداد قيمة الدرابزين..... ٣٧٤
الجدول (٢١–٢) متطلبات ضبط الجودة للدرابزين..... ٣٧٤
الجدول (٢١–٣) مواصفات (AASHTO، وASTM)..... ٣٧٤
الجدول (٢٢–١) بنود سداد قيمة الطلاء..... ٣٨٢
الجدول (٢٢–٢) متطلبات ضبط الجودة لعملية الطلاء..... ٣٨٣
الجدول (٢٢–٣) مواصفات (AASHTO، وASTM)..... ٣٨٣
الجدول (٢٣–١) أقطار المراسي وأقطار ثقوب الحفر المقابلة لها..... ٣٩٨
الجدول (٢٣–٢) بنود الدفع الخاصة بالأنفاق..... ٤١٣
الجدول (٢٣–٣) متطلبات التحكم في الجودة لبطانات الأنفاق الخرسانية..... ٤١٣

١ـ مقدمة:

١ـ١ ملخص الأبواب:

مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢ إنشاء الجسور والأنفاق ينقسم إلى ثلاثٍ وعشرين بابًا، وفيما يلي عرض موجز لتلك الأبواب:

الباب (١): المقدمة يعرض هذا الباب نطاق هذا المجلد ومواصفاته وقوانينه المرجعية.

الباب (٢): الحفر والردم الإنشائي يتضمن هذا الباب عناصر العمل المتعلقة بحفريات الهياكل الإنشائية وتربة الردم المرتبطة بهياكل الجسور والأنفاق الإنشائية.

الباب (٣): إزالة الهياكل الإنشائية الحالية يوفر هذا الباب المتطلبات اللازمة لإزالة الجسور، والأنفاق، والعبّارات، وغيرها من هياكل الصرف، كما يوفر أيضًا طريقة الإزالة الآمنة لكل هيكل.

الباب (٤): الأعمال المؤقتة يوفر هذا الباب متطلبات الإنشاء والإزالة للمرافق المؤقتة، التي يصممها المقاول ويستخدمها عادةً لتنفيذ العمل، التي يمكن أن يؤثر فشلها أو تعطلها سلبًا على عملية البناء، أو تعرّض سلامة المرافق المجاورة، أو العقارات، أو الجمهور للخطر، تتضمن هذه المرافق: السقالات المؤقتة، والقوالب ورافعات القوالب، والسدود المؤقتة، والتدعيم الخشبي، ونظام التحكم في المياه، والجسور المؤقتة.

الباب (٥): خوازيق الأساسات المدقوقة يحدد هذا الباب المتطلبات التي يجب اتباعها لأعمال الخوازيق المدقوقة.

الباب (٦): الفتحات العمودية المثقوبة – يوفر هذا الباب متطلبات الفتحات العمودية المثقوبة، واختباراتها.

الباب (٧): الخوازيق الدقيقة – يوفر هذا الباب المتطلبات التي يجب اتباعها لأعمال الخوازيق الدقيقة.

الباب (٨): المراسي الأرضية – يوفر هذا الباب المتطلبات الواجب اتباعها للمراسي الأرضية الدائمة واختبارها.

الباب (٩): أنظمة حفظ التربة – يوفر هذا الباب متطلبات أنظمة حفظ التربة.

الباب (١٠): حماية الميل – يوفر هذا الباب المواد، ومتطلبات الإنشاء اللازمة لحماية الميل.

الباب (١١): الهياكل الإنشائية الخرسانية – يوفر هذا الباب متطلبات إنشاء الهياكل الخرسانية الرئيسية، مثل: الجسور، والممرات السفلية والأنفاق، والعبّارات.

الباب (١٢): حديد التسليح – يوفر هذا الباب المواد ومتطلبات التصنيع اللازمة للتسليح الخرساني.

الباب (١٣): الإجهاد المسبق – يقدم هذا الباب متطلبات الإجهاد المسبق؛ لتقوية الخرسانة المصبوبة، أو المصبوبة في الموقع بالشد المسبق، أو الشد اللاحق.

الباب (١٤): الملاط المقذوف بالهواء المضغوط (الخرسانة المقذوفة) – يقدم هذا الباب المتطلبات الخاصة بالمونة المطبّق بالضغط الهوائي.

الباب (١٥): المنشآت المعدنية – يقدم هذا الباب المعايير المتعلقة بالمنشآت المعدنية، والاختبار غير المدمر.

الباب (١٦): العبّارات الخرسانية – يقدم هذا الباب متطلبات التصنيع، والتركيب، والفحص للعبارات الخرسانية المدفونة.

الباب (١٧): العبّارات المعدنية (العبّارات الحديدية) – يقدم هذا الباب متطلبات التصنيع، والتركيب، والفحص للعبارات المعدنية.

الباب (١٨): موانع تسرب فواصل سطح الجسور – يتضمن هذا الباب المعايير المتعلقة بتزويد أنظمة فواصل سطح الجسور وتركيبها في المواقع التي يتوقع حدوث حركات كبيرة فيها، أو في الفواصل الثابتة.

الباب (١٩): العزل المائي – يقدم هذا الباب المعايير، والمتطلبات المتعلقة بتركيب أنظمة العزل المائي على الأسطح الخرسانية.

الباب (٢٠): أجهزة التحمل – يقدم هذا الباب المتطلبات المتعلقة بتزويد محامل الجسور، وتركيبها.

الباب (٢١): حواجز الحماية (الدرابزين) – يقدم هذا الباب وصفًا للمواد وعملية التركيب المتعلقة بحواجز الحماية (الدرابزين) وحواجز المرور المصنوعة من الخرسانة، والفولاذ، والألمنيوم.

الباب (٢٢): الطلاء – يقدم هذا الباب متطلبات معالجة السطح، وطلاء الأسطح المعدنية، والألومنيوم والخرسانية؛ للسيطرة على التآكل والتلف في البيئات العدوانية، وغير العدوانية.

الباب (٢٣): إنشاء الأنفاق – يقدم هذا الباب المتطلبات العامة لمختلف أنواع طرق إنشاء الأنفاق، مثل: حفر الأنفاق بالحفر ثم الردم، والأنفاق الملغمة، والمحفورة في الصخور، والتربة الناعمة، والأنفاق المغمورة.

١-٢ النطاق:

يُستخدَم هذا المجلد؛ ليكون دليلًا لجوانب تتعلق بإنشاء الجسور، والأنفاق. ويهدف نطاق هذا المجلد إلى توفير الدعم والتوجيه في إنشاء هياكل الطرق، والجسور، والأنفاق في المملكة العربية السعودية. كما يضع الدليل أدنى متطلبات القبول، ويوفر معايير فنية موحدة لعناصر العمل؛ من أجل بناء مرافق جديدة، أو إعادة تأهيل البنية التحتية للنقل القائمة. ويكتمل هذا المجلد بجدول الكميات القياسية، التي تتضمن وصفًا لعمليات القياس، والدفع.

يحدد هذا المجلد المواصفات الإنشائية القياسية لهياكل الجسور، والأنفاق، ويوفر أساسًا تعاقديًّا لمتطلبات المقاول اللازمة لتنفيذ مشاريع إنشاء الطرق، ويحدد المتطلبات التي يجب على مديري الإنشاءات اتباعُها.

كما يحدد الدليل المواصفات الإنشائية القياسية لمشاريع الجسور، والأنفاق في الطرق، ويشمل ذلك: الجسور، والأنفاق، والعبّارات وغيرها من هياكل الطرق المرتبطة بالأعمال.

ويتضمن الدليل أيضًا المواصفات الخاصة بمعظم عناصر العمل الإنشائي المتعلقة بمشاريع الجسور، والأنفاق النموذجية. أما الأعمال المحددة والفريدة من نوعها لمشروع معين، فينبغي أن تُضاف لهذا الكود تفاصيل المواد الخاصة، ومواصفات متطلبات الإنشاء اللازمة لتلك الأعمال، بوصفها جزءًا من "المواصفات الخاصة" لهذا العقد.

ويوفر هذا المجلد وصفًا لنطاق العمل، ومعايير الأداء والجودة المقبولة لعناصر العمل الواردة في تنفيذ عقود بناء مشاريع الجسور والأنفاق. وهو الأساس لمراجعة جميع المواد المقدمة من المقاول، والأعمال التي ينجزها، وقبولها.

وفيما يلي المستخدمون الأساسيون الذين يشتمل عليهم هذا المجلد:

- أي جهة تضع تصاميم هياكل الطرق، ووثائق مناقصة الإنشاء المتعلقة بها.
- المهندسون، والاستشاريون الذين يصممون الهياكل الإنشائية النهائية للطرق، ويضعون وثائق المناقصة.
- المهندسون الاستشاريون الذين يشرفون على عملية بناء هياكل الطرق.
- المقاولون، والاستشاريون الذين يقدمون العطاءات لمشاريع إنشاء الطرق، ومهندسو الإنشاء الذين يديرون أعمال الموقع.

الهيئة العامة للطرق هي المسؤولة عن إجراء المراجعات، والتحديثات على هذا الكود، والإشراف على تنفيذه.

يجب أيضًا مراعاة أنه ينبغي استخدام هذا المجلد بالتزامن مع مجلدات أخرى متصلة السياق، ونخص بالذكر منها كود الطرق السعودي ٤٠١ (إنشاء الطرق) وكود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق)، بالإضافة إلى أي مجلد ذي صلة من كود الطرق السعودي وكود الإنشاء السعودي عند الاقتضاء.

يقدم هذا المجلد الحد الأدنى من المتطلبات، ولا يُعَدُّ تجاوز هذا الحد الأدنى من المتطلبات مخالفةً.

١-٣ المواصفات، والأكواد المرجعية:

يجب أن تكون المواصفات والأكواد لجميع المواد، وإجراءات أعمال الإنشاء على النحو المحدد في هذا المجلد وفي وثائق العقد – إن وجدت– وفيما يلي في أحدث إصدار لها:

- مواصفات AASHTO القياسية بشأن مواد النقل، وطرق أخذ العينات وإجراء الاختبارات.
- الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد.
- مواصفات ANSI.
- مواصفات ACI.
- مواصفات API.
- مواصفات NFPA.
- مواصفات PCI.
- مواصفات SSPC.
- مواصفات PTI.
- مواصفات جمعية اللحام الأمريكية.
- مواصفات NIST.
- مواصفات ومعايير الجيش الأمريكي والحكومة الأمريكية – مواصفات مركز المنشورات والنماذج البحرية الأمريكية؛
- المواصفات البريطانية.
- المواصفات الأوروبية (BS-EN).

الجدول (١-١) يقدّم مواصفات (AASHTO و ASTM) التي تُطبَّق في هذا المجلد.

الجدول (١-٢) يقدّم المواصفات الخاصة بجمعية (AWS)، ومواصفات (BS)، والمواصفات الأوروبية (BS-EN) المستخدَمة في هذا المجلد وفقًا لها.

الجدول (١-٣) يقدّم مواصفات (ACI و ANSI)، والمعهد الوطني للمعايير والتقنية ومواصفات (NFPA) المستخدَمة في هذا المجلد وفقًا لكل منها.

الجدول (١-٤) يقدّم جميع المواصفات المتبقية (PCI، وAPI، وNPFC، وPTI، وSSPC) المستخدَمة في هذا المجلد وفقًا لكل منها.

الجدول (١–١) المسميات والعناوين لمواصفات (AASHTO وASTM) التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢.

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M6	C897	المواصفات القياسية للركام الناعم لخرسانة الأسمنت البورتلاندي	Standard Specification for Fine aggregate for Portland cement concrete
M30		المواصفات القياسية لحبال الأسلاك المعدنية المطلية بالزنك، ومواد التركيب لحواجز الحماية على الطريق.	Standard Specification for Zinc- Coated Steel Wire Rope and Fittings for Highway Guardrail
M31M/M31	A615/A615M	المواصفات القياسية لقضبان الصلب الكربوني المحزز، والأملس للخرسانة المسلحة.	Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
M32M/M32	A82	المواصفات القياسية للأسلاك المعدنية، والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة.	Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement
M33	D994	المواصفات القياسية لمادة حشو وصلات التمدد مسبقة التشكيل للخرسانة من نوع البيتومين.	Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Bituminous Type
M36		عمليات تدقيق المياه، والكشف عن التسرب.	Water Audits and Leak Detection
M36	A760/A 760M	المواصفات القياسية لأنابيب الصلب المموجة، المطلية بالمعدن لمجاري الصرف الصحي، والمصارف.	Standard Specification for Corrugated Steel Pipe, Metallic- Coated for Sewers and Drains
M43	D448	المواصفات القياسية لأحجام الركام؛ لإنشاء الطرق، والجسور.	Standard Specification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M45	C144	المواصفات القياسية لمجموعات مواد ملاط البناء.	Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar
M55M/M55	A185	المواصفات القياسية الملحومة للأسلاك المعدنية، والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة.	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete
M69		المواصفات القياسية لطلاء الألومنيوم.	Standard Specification for Aluminum Paint
M80	C33	المواصفات القياسية للركام الخشن لخرسانة الأسمنت البورتلاندي. (المواصفات القياسية للركام الخرساني).	Standard Specification for coarse aggregate for Portland cement concrete (Standard Specification for Concrete Aggregates)
M85	C150	المواصفات القياسية للأسمنت البورتلاندي.	Standard Specification for Portland Cement
M102M/M102	A668/A668M	المواصفات القياسية لفحص الجسيمات المغناطيسية لمطروقات عمود المرفق الكبيرة.	Standard Specification for Magnetic Particle Examination of Large Crankshaft Forgings
M103M/M103	A27/A27M	المواصفات القياسية للمسبوكات المعدنية، والكربون للاستخدامات العامة	Standard Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application
M105	A48/A48M	المواصفات القياسية لمسبوكات الحديد الرمادي.	Standard Specification for Gray Iron Castings
M107	B22	المواصفات القياسية للمسبوكات البرونزية للجسور، والمناضد الدوارة	Standard Specification for Bronze Castings for Bridges and Turntables
M108	B100	المواصفات القياسية للمحامل المشكّلة من سبائك النحاس، وألواح وصفائح التمدد للجسور، والاستخدامات الإنشائية الأخرى.	Standard Specification for Wrought Copper- Alloy Bearing and Expansion Plates and Sheets for Bridge and Other Structural Use
M111M/M111	A123/A123M	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (المجلفن بالغمس الساخن) على منتجات الحديد والصلب.	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M138M/M138	B152/B152M	المواصفات القياسية للألواح، والصفائح، والشرائح، والقضبان المدلفنة المصنوعة من البرونز الفسفوري.	Standard Specification for Copper Sheet, Strip, Plate, and Rolled Bar
M145		المواصفات القياسية لتصنيف التربة، وخلطات ركام التربة لأغراض إنشاء الطرق	Standard Specifications for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
M148	C309	المواصفات القياسية للأغشية السائلة التي تشكل المركبات لإيناع الخرسانة.	Standard Specification for Liquid Membrane, Forming Compounds for Curing Concrete
M153	D1752	المواصفات القياسية للحشوات المطاطية الإسفنجية مسبقة التشكيل، والفِلِّين وفاصل توسيع كلوريد متعدد الفينيل المعاد تدويره لرصف الخرسانة، والإنشاء الهيكلي.	Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction
M154	C260	المواصفات القياسية للمضافات الحابسة للهواء المستخدمة في الخرسانة.	Standard Specification for Air Entraining Admixtures for Concrete
M157	C94/C94M	المواصفات القياسية للخرسانة المخلوطة الجاهزة.	Standard Specification for Ready Mixed Concrete
M160M/M160	A6/A6M	المواصفات القياسية للمتطلبات العامة لقضبان الفولاذ الهيكلية المدرفلة والألواح، والأشكال، ودق خوازيق الصفائح.	Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
M163M/M163	A743/A743M	المواصفات القياسية للمسبوكات، والحديد والكروم، والحديد والكروم والنيكل، ومقاومة التآكل، للتطبيقات العامة.	Standard Specification for Castings, Iron- Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application
M164/M164M	A325/A325M	المواصفات القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة.	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M164/M164M	A325M	المواصفات القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ٨٣٠ ميجا باسكال [متري].	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated 830 MPa Minimum Tensile Strength [Metric]
M167M/M167	A761/A761M	المواصفات القياسية للألواح الإنشائية المعدنية المموجة، المطلية بالزنك، للأنابيب ذات البراغي برأس، والأنابيب على شكل أقواس والأقواس.	Standard Specification for Corrugated Steel Structural Plate, Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches
M169	A108	المواصفات القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد.	Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished
M170	C76	المواصفات القياسية لمجاري الخرسانة غير المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب المجاري.	Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe
M171	C171	المواصفات القياسية لمواد الصفائح المستخدمة لإيناع الخرسانة.	Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete
M180		المواصفات القياسية لكمرات الصفائح المعدنية المموجة لحاجز حماية الطرق.	Standard Specification for Corrugated Sheet Steel Beams for Highway Guardrail
M183	A36	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي الكربوني.	Standard Specification for Carbon Structural Steel
M190		المواصفات القياسية لأنابيب العبّارات المعدنية المموجة المطلية بالبيتومين والأنابيب المقوسة.	Standard Specification for Bituminous Coated Corrugated Metal Culvert Pipe and Pipe Arches
M193		المواصفات القياسية لأعمدة حواجز الحماية (الدرابزين) من سبائك الألومنيوم المصبوب.	Standard Specification for Cast Aluminum Alloy Railing Posts
M194	C494/C494M	المواصفات القياسية للمضافات الكيميائية للخرسانة.	Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
M195	C330	المواصفات القياسية للركام خفيف الوزن المستخدم في الخرسانة الهيكلية	Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M196	B745/B745M	المواصفات القياسية لأنابيب الألومنيوم المموجة للمجاري، والصرف الصحي.	Standard Specification for Corrugated Aluminum Pipe for Sewers and Drains
M198	C990	المواصفات القياسية لوصلات الأنابيب الخرسانية، وفتحات الدخول، ومقاطع الصناديق مسبقة صب باستخدام أدوات منع التسرب المرنة مسبقة التشكيل	Standard Specification for Joints for Concrete Pipe, Manholes, and Precast Box sections Using Preformed Flexible Joint Sealants
M202M/M202	A328/A328M	المواصفات القياسية لدق خوازيق الصفائح المعدنية.	Standard Specification for Steel Sheet Piling
M203M/M203	A416/A416M	المواصفات القياسية للجدائل المعدنية، والأسلاك السُّباعية غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد.	Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete
M204	A421/A421M	المواصفات القياسية للأسلاك المعدنية المُخففة الإجهاد غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد.	Standard Specification for Uncoated Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete
M206M/M206	C506	المواصفات القياسية لمجاري الخرسانة المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي.	Standard Specification for Reinforced Concrete Arch Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe
M207M/M207	C507	المواصفات القياسية للقناة الإهليجية للخرسانة المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي.	Standard Specification for Reinforced Concrete Elliptical Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe
M213	D1751	المواصفات القياسية لمادة حشو فاصلة التمدد مسبقة التشكيل لرصف الخرسانة، والإنشاء الهيكلي من أنواع البيتومين غير المقذوفة، والمرنة.	Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction No extruding and Resilient Bituminous Types
M218		المواصفات القياسية للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك المواصفة القياسية للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك (المجلفن) للأنابيب المعدنية المموجة.	Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized), for Corrugated Steel Pipe

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M219	B746/B746M	المواصفات القياسية للوحة الهيكلية المصنوعة من سبائك الألومنيوم المموج للأنابيب ذات المسامير اللولبية، والأقواس الأنبوبية، والأقواس.	Standard Specification for Corrugated Aluminum Alloy Structural Plate for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches
M220	D2628	المواصفات القياسية لموانع تسرب الفواصل اللدائنية المرنة من البولي كلوروبرين مسبقة التشكيل للأرصفة الخرسانية.	Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements
M221M/M221	A497	تقوية الأسلاك المعدنية الملحومة، والمحززة للخرسانة.	Steel Welded Wire Reinforcement, Deformed, for Concrete
M225M/M225	A496	المواصفات القياسية للأسلاك المعدنية، والمحززة المستخدمة في تسليح الخرسانة.	Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement
M232M/M232	A153/A153M	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (الغمس الساخن) على قطع الحديد والصلب.	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
M233	A572	المواصفات القياسية لمزيج زيت بذور الكتان المغلي المستخدم لعلاج خرسانة الأسمنت البورتلاندي.	Standard Specification for Boiled Linseed Oil Mixture for Treatment of Portland Cement Concrete
M235M/M235	C881/C881M	المواصفات القياسية للأنظمة اللاصقة القائمة على راتنج الإيبوكسي للخرسانة.	Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete
M240	C595	المواصفات القياسية للأسمنت الهيدروليكي المخلوط.	Standard Specification for Blended Hydraulic Cements
M242	C655	المواصفات القياسية للمجاري السفلية الخرسانية المسلحة على شكل حرف D، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي.	Standard Specification for Reinforced Concrete D-Load Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe
M246	A742/A742M	المواصفات القياسية للصفائح المعدنية، والمطلية بالمعدن والبوليمر المطلي مسبقًا للأنابيب المعدنية المموجة.	Standard Specification for Steel Sheet, Metallic Coated and Polymer Precoated for Corrugated Steel Pipe

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M251	D4014	المواصفات القياسية للمحامل المطاطية للجسور بنوعيها العادي، وعلى شكل رقائق حديدية.	Standard Specification for Plain and Steel- Laminated Elastomeric Bearings for Bridges
M252	D3350	المواصفات القياسية لأنابيب الصرف المموجة من البولي إيثيلين.	Standard Specification for Corrugated Polyethylene Drainage Pipe
M253	A490	المواصفات القياسية للمسامير الهيكلية، والسبائك المعدنية، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٥٠ رطل لكل بوصة مربعة	Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength
M253/M253M	A490/A490M	المواصفات القياسية للبراغي المعدنية عالية المقاومة، الفئتان ١٠,٩ و١٠,٩,٣، للوصلات المعدنية الإنشائية (متري).	Standard Specification for High-Strength Steel Bolts, Classes 10.9 and 10.9.3, for Structural Steel Joints Metric
M259		المواصفات القياسية لمقاطع الصناديق الخرسانية المسلحة مسبقًا للمجاري السفلية، ومصارف مياه الأمطار، والمجاري.	Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers
M270M/M270	A709/A709M	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور.	Standard Specification for Structural Steel for Bridges
M273	C1433	المواصفات القياسية لمقاطع الصناديق المتجانسة من الخرسانة المسلحة مسبقة الصنع للمجاري السفلية، ومصارف مياه الأمطار، والمجاري.	Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Monolithic Box sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers
M274		المواصفات القياسية للصفائح المعدنية المطلية بالألومنيوم (النوع ٢) للأنابيب المعدنية المموجة.	Standard Specification for Steel Sheet, Aluminum-Coated (Type 2), for Corrugated Steel Pipe
M275M/M275	A722/A722M	المواصفات القياسية للقضبان المعدنية عالية المقاومة غير المطلية للتجهيز المسبق للخرسانة بالإجهاد.	Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bars for Prestressing Concrete
M282	D3406	المواصفات القياسية لمانعات تسرب الفواصل، الموضوعة على الساخن، من النوع اللدائني، لأرصفة الإسمنت البورتلاندي الخرساني.	Standard Specification for Joint Sealant, Hot Applied, Elastomeric Type, for Portland Cement Concrete Pavements

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M284M/M284	D3963/D3963M	المواصفات القياسية لتصنيع قضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي ومناولتها في موقع العمل.	Standard Specification for Fabrication and Job site Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
M284M/M284	A775/A775M	المواصفات القياسية لقضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي.	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
M288		المواصفات القياسية لمواصفات التكسية الأرضية لتطبيقات الطرق.	Standard Specification for Geotextile Specification for Highway Applications
M291/M291M	A563/A563M	المواصفات القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون والسبائك المعدنية [متري].	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]
M293M	F436M	المواصفات القياسية للفلكات المعدنية المسلحة [متري].	Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric]
M295	C618	المواصفات القياسية لرماد الفحم المتطاير، والبوزولان الطبيعي الخام أو المكلس المستخدم في الخرسانة.	Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
M297	D3542	المواصفات القياسية لموانع تسرب الفواصل اللدائنية المرنة من البولي كلوروبرين مسبقة التشكيل للجسور.	Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Bridges
M298	B695	المواصفات القياسية لطلاء الزنك المرسّب ميكانيكيًا على الحديد، والصلب	Standard Specification for Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel
M301		مانعات تسرب الفواصل، المصبوبة على الساخن، للأرصفة الخرسانية، والأسفلتية	Joint sealants, Hot Poured, for concrete and Asphalt Pavements
M302	C989	المواصفات القياسية لإسمنت الخبث المستخدم في الخرسانة، والمونة.	Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
M307	C1240	المواصفات القياسية لغبار السيليكا المستخدم في الخلطات الإسمنتية.	Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
M315	C433	المواصفات القياسية للجير الحي، والجير المطفأ لصناعة مبيض الهايبوكلوريت.	Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Hypochlorite Bleach Manufacture
M317M/M317	D3963/D3963M	المواصفات القياسية لتصنيع قضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي ومناولتها في موقع العمل.	Standard Specification for Fabrication and Job site Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars.
M320		المواصفات القياسية للرابط الأسفلتي متدرج الأداء.	Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder
M322M/M322	A996/A996M	المواصفات القياسية لقضبان فولاذ السكك الحديدية، وفولاذ المحاور المحززة للتسليح الخرساني.	Standard Specification for Rail-Steel and Axle-Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement
T22	C39/C39M	طريقة الاختبار القياسية لاختبار مقاومة عينات الخرسانة الأسطوانية للضغط.	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
T23	C31/C31M	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة، وإيناعها في الموقع.	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
T24	C42	طريقة الاختبار القياسية لأخذ العينات اللبية المحفورة، وعينات الكمرات المنشورة من الخرسانة، واختبارها.	Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
T26		طريقة الاختبار القياسية لجودة المياه المستخدمة في الخرسانة.	Standard Method of Test for Quality of Water to Be Used in Concrete
T27	C136	طريقة الاختبار القياسية للتحليل المنخلي للركام الناعم، والخشن.	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
T65M/T65	A90/A90M	أسلوب الاختبار القياسي لوزن [كتلة] طلاء مصنوعات الحديد، والصلب بطلاء الزنك، أو سبائك الزنك.	Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Sections with Zinc or Zinc-Alloy Coatings

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
T84	C128	طريقة الاختبار القياسية لتحديد الكثافة والثقل النوعي النسبي، والجاذبية الخاصة للركام الدقيق.	Standard Test Method for Density, Relative Density Specific Gravity, and Absorption of Fine Aggregate
T85	C127	طريقة الاختبار القياسية للثقل النوعي، وامتصاص الركام الخشن.	Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate
T90		حد اللدونة في التربة هو أدنى محتوى مائي تظل فيه التربة لدنة.	The plastic limit of a soil is the lowest water content at which the soil remains plastic
T97	C78	طريقة الاختبار القياسية لاختبار مقاومة الثني للخرسانة باستخدام شعاع بسيط مع النقطة الثالثة للتحميل.	Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete Using Simple Beam with Third Point Loading
T99		طريقة الاختبار القياسية للعلاقات بين الرطوبة، والكثافة للتربة باستخدام مدك ٢,٥ كجم وانخفاض ٣٠٥ ملم.	Standard Method of Test for the Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5 kg Rammer and a 305 mm Drop
T106	C109	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة انضغاط المونة الإسمنتي الهيدروليكي (باستخدام عينات مكعبة حجمها ٥٠- ملم أو ٢- بوصة).	Standard Method of Test for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar (Using 50-mm or 2-in. Cube Specimens)
T119	C143C/C143M	طريقة الاختبار القياسية لهبوط خرسانة الإسمنت الهيدروليكي.	Standard Method of Test for Slump of Hydraulic Cement Concrete
T121	C138/C138M	طريقة الاختبار القياسية لكثافة الخرسانة بوزن الوحدة، وحجمها الفعلي، ومحتوى الهواء فيها بقياس الثقل النوعي.	Standard Test Method for Density Unit Weight, Yield, and Air Content Gravimetric of Concrete
T126	C192/C192M	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة، وإيناعها في المختبر.	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
T133	C188	طريقة الاختبار القياسية لإجراء الكثافة على الأسمنت الهيدروليكي.	Standard Method of Test for Density of Hydraulic Cement

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
T141	C172	طريقة الاختبار القياسية لأخذ عينات من الخرسانة المخلوطة حديثًا.	Standard Method of Test for sampling Freshly Mixed Concrete
T152	C231	طريقة الاختبار القياسية لمحتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا باستخدام طريقة الضغط.	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
T180		طريقة الاختبار القياسية للعلاقات بين الرطوبة والكثافة للتربة باستخدام مدك ٤,٥٤ كجم وانخفاض ٤٥٧ ملم	Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54 kg Rammer and a 457 mm Drop
T187		المواصفات القياسية لمانعات التسرب الخرساني.	Standard Specification for Concrete Joint Sealers
T196	C173/C173M	طريقة الاختبار القياسية لمحتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا باستخدام الطريقة الحجمية.	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
T197	C403/C403M	طريقة الاختبار القياسية لزمن شك الخلطات الخرسانية باستخدام مقاومة الاختراق.	Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance
T199		محتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا باستخدام مؤشر تشيس.	Air content of freshly mixed concrete by the Chace indicator
T210		الطريقة القياسية لاختبار مؤشر متانة الركام.	Standard Method of Test for Aggregate Durability Index
T236	D3080	الطريقة القياسية لاختبار القص المباشر على التربة في الظروف الجافة المتصلبة.	Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions
T244	A370	الطريقة القياسية للاختبار الميكانيكي للمنتجات المعدنية.	Standard Method of Test for Mechanical Testing of Steel Products
T277	C1202	طريقة الاختبار القياسية للإشارة الكهربائية إلى قدرة الخرسانة على مقاومة اختراق أيونات الكلوريد.	Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
T290		طريقة الاختبار القياسية لتحديد محتوى أيونات الكبريتات القابلة للذوبان في الماء في التربة.	Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil
T291		طريقة الاختبار القياسية لتحديد محتوى أيون الكلوريد الذوّاب في الماء في التربة.	Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Chloride ion Content in Soil
AWS D1.5M/D1.5		كود لحام الجسور.	Bridge Welding Code
	A6	المواصفات القياسية للمتطلبات العامة لقضبان الفولاذ الهيكلية المدرفلة والألواح، والأشكال، ودق خوازيق الصفائح.	Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
	A27	المواصفات القياسية للمسبوكات المعدنية والكربون للاستخدامات العامة	Standard Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application
	A36/A36M	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي الكربوني.	Standard Specification for Carbon Structural Steel
	A47/A47M	المواصفات القياسية لمسبوكات الحديد القابل للترقق بالطرق.	Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings
	A53/A53M	المواصفات القياسية للأنابيب المعدنية، المغموسة على الساخن، والمطلية بالزنك، الملحومة، وغير الملحومة.	Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
	A108	المواصفات القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد.	Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished
	A109/A109M	المواصفات القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد.	Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished
	A148/A148M	المواصفات القياسية للمسبوكات المعدنية، بمقاومة عالية، للأغراض الإنشائية.	Standard Specification for Steel Castings, High Strength, for Structural Purposes

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	A153	المواصفات القياسية لطلاء الزنك بالغمس الساخن على قطع الحديد والصلب.	Standard Specification for Zinc Coating Hot-Dip on Iron and Steel Hardware
	A167	المواصفات القياسية للألواح والصفائح، والشرائط المعدنية المقاومة للصدأ والنيكل، والكروم المقاوم للحرارة.	Standard Specification for Stainless and Heat- Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip
	A240/A240M	المواصفات القياسية للألواح والصفائح والقطاعات المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ الكرومي، والنيكل كروم لأوعية الضغط، وللاستخدامات العامة.	Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications
	A252	المواصفات القياسية لركائز الأنابيب الصلب الملحومة، وغير الملحومة.	Standard Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles
	A307	المواصفات القياسية للمسامير والأذرع المصنوعة من الفولاذ الكربوني بمقاومة شد ٦٠٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة. المواصفات القياسية للمسامير والأذرع المصنوعة من الفولاذ الكربوني بمقاومة شد ٤٢٠ ميجا باسكال.	Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60,000 PSI Tensile Strength Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 420 MPa Tensile Strength
	A325	المواصفات القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة.	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
	A392	المواصفات القياسية لنسيج السور ذي السلسلة المعدنية المطلية بالزنك.	Standard Specification for Zinc- Coated Steel Chain-Link Fence Fabric
	A416/A416M	المواصفات القياسية للجدائل المعدنية، والأسلاك السُباعية غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد.	Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete
	A446	مواصفات الصفائح المعدنية، المطلية بالزنك المجلفنة من خلال عملية الغمس الساخن، الجودة الفيزيائية الإنشائية، سُحبت عام ١٩٩٤.	Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated Galvanized by the Hot-Dip Process, Structural Physical Quality Withdrawn 1994

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use	المواصفات القياسية للبراغي سداسية الرأس، والمسامير، والأوتاد، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة، والحد الأدنى من قوة الشد البالغ ١٢٠/١٠٥/٩٠ كيلو رطل للبوصة المربعة، الاستخدام العام.	A449	
Standard Specification for Chromium Metal	المواصفات القياسية لمعدن الكروم.	A481/A481M	
Standard Specification for Stainless Steel Wire and Wire Rods for Cold Heading and Cold Forging	المواصفات القياسية للأسلاك، وقضبان الأسلاك المعدنية المقاومة للصدأ لفلطحة رؤوس المسامير بالطرق على البارد، والتطريق على البارد.	A493	
Standard Specification for Cold- Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الفولاذ الكربوني الملحومة، وغير الملحومة على شكل دوائر وأشكال.	A500	
Standard Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الصلب الكربوني الملحوم على الساخن، وغير الملحوم.	A501	
Standard Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel	المواصفات القياسية للمتطلبات العامة لقضبان الأسلاك، والأسلاك المستديرة الخشنة، والفولاذ الكربوني.	A510	
Standard Specification for General Requirements for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) by the Hot-Dip Process	المواصفات القياسية للمتطلبات العامة للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك (المجلفنة) من خلال عملية الغمس الساخن.	A525	
Standard Specification for Ductile Iron Castings	المواصفات القياسية لمسبوكات حديد الدكتايل.	A536	
Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts	المواصفات القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون، والسبائك المعدنية.	A563	
Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium Vanadium Structural Steel	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي الكولومبيوم، والفاناديوم عالي القوة منخفض السبائك.	A572/A572M	

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	A576	المواصفات القياسية للقضبان المعدنية، والكربون، والمطاوعة على الساخن، والجودة الخاصة.	Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality
	A618	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية الملحومة على الساخن، وعالية المقاومة غير الملحومة ذات السبائك المنخفضة.	Standard Specification for Hot-Formed Welded and Seamless High-Strength Low-Alloy Structural Tubing
	A653	المواصفات القياسية للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك (المجلفنة)، أو سبائك الزنك، والحديد المطلية (المجلفنة) من خلال عملية الغمس الساخن.	Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvannealed) by the Hot-Dip Process
	A690/A690M	المواصفات القياسية لأعمدة شكل H المعدنية عالية المقاومة من النيكل والنحاس، والفوسفور، ودق خوازيق الصفائح مع مقاومة التآكل في الظروف الجوية للاستخدام في البيئات البحرية.	Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Nickel, Copper, Phosphorus Steel H-Piles and Sheet Piling with Atmospheric Corrosion Resistance for Use in Marine Environments
	A706/A706M	المواصفات القياسية لقضبان الحديد منخفض السبائكية المحززة، و العادية للتسليح الخرساني.	Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement
	A743/A743M	المواصفات القياسية للمسبوكات، الحديد والكروم، والحديد والكروم والنيكل، ومقاومة التآكل، للتطبيقات العامة.	Standard Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application
	A775	المواصفات القياسية لقضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي.	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
	A781/A781M	المواصفات القياسية للمسبوكات، والفولاذ، والسبائك، والمتطلبات الشائعة، للاستخدام الصناعي العام.	Standard Specification for Castings, Steel and Alloy, Common Requirements, for General Industrial Use
	A788	المواصفات القياسية للمطروقات المعدنية، المتطلبات العامة.	Standard Specification for Steel Forgings, General Requirements

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Standard Practice for Steel Castings, Surface Acceptance Standards, Visual Examination	الممارسة القياسية للمصبوبات المعدنية، ومعايير قبول السطح، والمعاينة البصرية	A802/A802M	
Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete	المواصفات القياسية للألياف المعدنية للخرسانة المسلحة بالألياف.	A820	
Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless High-Strength, Low-Alloy Structural Tubing with Improved Atmospheric Corrosion Resistance	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية الملحومة على البارد، وعالية المقاومة غير الملحومة ذات السبائك المنخفضة مع تحسين مقاومة التآكل في الغلاف الجوي.	A847	
Standard Terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys	المصطلحات القياسية المتعلقة بالفولاذ، والفولاذ المقاوم للصدأ، والسبائك ذات الصلة، والسبائك الحديدية.	A882/A882M	
Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Reinforcement	المواصفات القياسية للأسلاك المعدنية المغلفة بالإيبوكسي، وتسليح الأسلاك الملحومة.	A884/A884M	
Standard Specification for Steel Strand, Indented, Seven-Wire Stress-Relieved for Prestressed concrete	المواصفات القياسية للأسياخ المعدنية المحززة، وسباعية الأسلاك، وعديمة الإجهاد المستخدمة في الخرسانة سابقة الإجهاد.	A886/A886M	
Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars	المواصفات القياسية لقضبان التسليح المعدنية الجاهزة المطلية بالإيبوكسي.	A934/A934M	
Standard Terminology Relating to Steel, Stainless Steel, Related Alloys, and Ferroalloys	المصطلحات القياسية المتعلقة بالفولاذ، والفولاذ المقاوم للصدأ، والسبائك ذات الصلة والسبائك الحديدية.	A941	
Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Bars for Concrete Reinforcement	المواصفات القياسية لقضبان الصلب الفولاذي المقاوم للصدأ المحزز والأملس للخرسانة المسلحة.	A955/A955M	
Standard Specification for Corrugated Steel Box Culverts	المواصفات القياسية للعبارات ذات الصناديق المعدنية المموجة.	A964/A964M	
Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-	المواصفات القياسية للفولاذ، والصفائح والشرائط، المدرفلة على الساخن، والكربون، والهيكلية، والسبائك المنخفضة،	A1011/A1011M	

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Rolled, Carbon, Structural, High- Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength	والقوة العالية، والسبائك المنخفضة ذات القوة العالية مع القابلية المحسنة للتشكيل، والقوة الفائقة.		
Standard Specification for Deformed and Plain, Low-carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement	المواصفات القياسية لقضبان الفولاذ الكروميوم منخفض الكربون المحززة، والعادية للتسليح الخرساني.	A1035/A1035M	
Standard Specification for Cold-Formed Welded Carbon Steel Hollow Structural Sections (HSS)	المواصفات القياسية للمقاطع الإنشائية المجوفة من الفولاذ الكربوني الملحوم المصنوع على البارد.	A1085	
Standard Specification for Refined Lead	المواصفات القياسية للرصاص المكرر.	B29	
Standard Specification for Brass Plate, Sheet, Strip, And Rolled Bar	المواصفات القياسية للألواح والصفائح، والشرائح والقضبان المدلفنة المصنوعة من النحاس.	B36/B36M	
Standard Specification for Phosphor Bronze Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar	المواصفات القياسية للألواح والصفائح، والشرائح، والقضبان المدلفنة المصنوعة من البرونز الفسفوري.	B103/B103M	
Standard Specification for Leaded Brass Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar	المواصفات القياسية للألواح والصفائح، والشرائح، والقضبان المدلفنة المصنوعة من النحاس.	B121/B121M	
Standard Specification for Aluminum and Aluminum Alloy Sheet and Plate.	المواصفات القياسية للصفائح، والألواح المصنوعة من الألومونيوم وسبائك الألومونيوم.	B209	
Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes	المواصفات القياسية للألومنيوم، وسبائك الألومنيوم، والقضبان، والأسلاك، والمقاطع، والأنابيب المبثوقة.	B221/B221M	
Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field	ممارسة صُنع عينات اختبار الخرسانة، وإيناعها في الموقع.	C31	

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	C90	المواصفات القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية ذات الحمولة الداعمة.	Standard Specification for Load bearing Concrete Masonry Units
	C109	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة انضغاط المونة الإسمنتي الهيدروليكي باستخدام عينات مكعبة حجمها ٢ بوصة أو [٥٠ ملم].	Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars Using 2.in. or [50.mm] Cube Specimens
	C129	المواصفات القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية غير الداعمة للأحمال.	Standard Specification for Non load bearing Concrete Masonry Units
	C139	المواصفات القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية لإنشاء أحواض التجميع وفتحات الدخول.	Standard Specification for Concrete Masonry Units for Construction of Catch Basins and Manholes
	C140	طرق الاختبار القياسية لأخذ العينات، واختبار وحدات الإنشاء الخرسانية، والوحدات ذات الصلة.	Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units
	C172	طريقة أخذ عينات من الخرسانة المخلوطة حديثًا.	Method of Sampling Freshly Mixed Concrete.
	C192	طريقة صُنع عينات اختبار الخرسانة، وإيناعها في المختبر.	Method of Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
	C203	أساليب الاختبار القياسية لحمل الكسر، وخصائص الانثناء للعزل الحراري من النوع الكتلي.	Standard Test Methods for Breaking Load and Flexural Properties of Block Type Thermal Insulation
	C207	المواصفات القياسية للجير المطفأ لأغراض البناء.	Standard Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes
	C270	المواصفات القياسية لمونة وحدات البناء.	Standard Specification for Mortar for Unit Masonry
	C443	المواصفات القياسية للمقاطع الإنشائية المجوفة من الفولاذ الكربوني الملحوم المصنوع على البارد.	Standard Specification for Cold-Formed Welded Carbon

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Steel Hollow Structural Sections (HSS)			
Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية للتحديد المجهري لمعلمات نظام الفراغ الهوائي في الخرسانة الصلبة.	C457	
Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete	طريقة الاختبار القياسية لتحديد كثافة الخرسانة الهيكلية الإنشائية خفيفة الوزن.	C567	
Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete	طريقة الاختبار القياسية لسرعة النبضات عبر الخرسانة.	C597	
Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية للكثافة، والامتصاص والفراغات في الخرسانة الصلبة.	C642	
Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing	مواصفات الخرسانة المصنوعة عن طريق الخلط الحجمي على دفعات والخلط المستمر.	C685	
Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة اختراق الخرسانة المتصلبة.	C803	
Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لعدد الارتدادات في الخرسانة المتصلبة.	C805	
Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement	المواصفات القياسية للإسمنت الهيدروليكي التمددي.	C845	
Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة السحب الخاصة بالخرسانة المتصلبة.	C900	
Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants	المواصفات القياسية لمانعات التسرب المرنة للفواصل.	C920	
Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method)	طريقة الاختبار القياسية لتدفق المونة في خرسانة الركام سابقة الصب (طريقة قمع التدفق).	C939	

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتمدد، وتفوير المونة المخلوط حديثًا في خرسانة الركام سابقة الصب في المعمل.	C940	
Standard Test Method for Compressive Strength of Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتدفق المونة في خرسانة الركام سابقة الصب بطريقة قمع التدفق.	C942	
Standard Test Method for Time of Setting of Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتمدد وتفوير المونة المخلوط حديثًا في خرسانة الركام سابقة الصب في المعمل.	C953	
Standard Performance Specification for Hydraulic Cement	مواصفات الأداء القياسية للأسمنت الهيدروليكي.	C990	
Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading)	طريقة الاختبار القياسية، لتحديد صلابة الانحناء، وقوة الشق الأولى للخرسانة المسلحة بالألياف (عن طريق الشعاع مع النقطة الثالثة للتحميل).	C1018	
Standard Test Method for Measuring Changes in Height of Cylindrical Specimens of Hydraulic-Cement Grout	طريقة الاختبار القياسية لقياس التغيرات في ارتفاع العينات الأسطوانية من المونة الإسمنتي الهيدروليكي.	C1090	
Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete	المواصفات القياسية للخرسانة المسلحة بالألياف.	C1116	
Standard Practice for Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels	الممارسة القياسية لإعداد العينات المأخوذة من ألواح اختبار الخرسانة المقذوفة واختبارها.	C1140	
Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete	طريقة الاختبار القياسية للكلوريد القابل للذوبان في الأحماض المستخدم في المونة والخرسانة.	C1152/C1152M	

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	C1157	مواصفات الأداء القياسية للأسمنت الهيدروليكي.	Standard Performance Specification for Hydraulic Cement
	C1218	طريقة الاختبار القياسية للكلوريد القابل للذوبان في الماء المستخدم في المونة والخرسانة.	Standard Test Method for Water Soluble Chloride in Mortar and Concrete
	C1262	أسلوب الاختبار القياسي لتقييم مقاومة التجميد والذوبان لوحدات جدار الدعم للجزء الجاف المصبوب، والوحدات الخرسانية المرتبطة.	Standard Test Method for Evaluating the Freeze-Thaw Durability of Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units and Related Concrete Units
	C1315	المواصفات القياسية لمركّبات تشكيل الأغشية السائلة التي لها خصائص خاصة لمعالجة الخرسانة، ومنع التسرب بها.	Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds Having Special Properties for Curing and Sealing Concrete
	C1372	المواصفات القياسية لوحدات جدار الدعم المجزء إلى قطاعات جافة مصبوبة.	Standard Specification for Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units
	C1385	الممارسة القياسية لأخذ عينات المواد المستخدمة للخرسانة المقذوفة.	Standard Practice for Sampling Materials for Shotcrete
	C1433	المواصفات القياسية لمقاطع الصناديق المتجانسة من الخرسانة المسلحة مسبقة الصنع للمجاري السفلية، ومصارف مياه الأمطار، والمجاري.	Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Monolithic Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers
	C1577	المواصفات القياسية للقطاعات الصندوقية المتجانسة المصنوعة من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب للعبارات، ومصارف مياه الأمطار والمجاري المصممة وفقًا لتصميم عامل الحمل والمقاومة وفقًا للجمعية الأمريكية لموظفي الطرق السريعة والنقل (AASHTO LRFD).	Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Monolithic Box Sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers Designed According to AASHTO LRFD
	C1765	طرق الاختبار القياسية لإجراء التحليل على شحم التزليق.	Standard Test Methods for Analysis of Lubricating Grease
	D13	المواصفات القياسية لمذيبات التربنتين.	Standard Specification for Spirits of Turpentine

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)	طريقة الاختبار القياسية لنقطة تليين البيتومين (جهاز الكرة، والحلقة).	D36	
Standard Specification for Asphalt Primer used in Roofing, Damp proofing, and Waterproofing	المواصفات القياسية لطبقة الأسفلت الأولية المستخدمة في التسقيف، ومقاومة الرطوبة، والعزل المائي.	D41	
Standard Specification for Zinc Oxide Pigments	المواصفات القياسية لأصباغ أكسيد الزنك.	D79	
Standard Specification for Basic Carbonate White Lead Pigment	المواصفات القياسية لصبغ الرصاص الأبيض الكربوني القاعدي.	D81	
Specification for Basic Sulfate White Lead (Withdrawn 1980)	المواصفات القياسية للرصاص الأبيض الأساسي الكبريتاتي (سُحبت عام ١٩٨٠)	D82	
Standard Specification for Red Lead Pigment	المواصفات القياسية لصبغة الرصاص الأحمر.	D83	
Specification for Red and Brown Iron Oxide Pigments (Withdrawn 1978)	المواصفات القياسية لأصباغ أكسيد الحديد الأحمر والبني (سُحبت عام ١٩٧٨).	D84	
Standard Test Methods for Analysis of Lubricating Grease	طرق الاختبار القياسية لإجراء التحليل على شحم التزليق.	D128	
Standard Test Methods for Sampling and Testing Bitumen- Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing	أساليب الاختبار القياسية لأخذ العينات، واختبار اللبادات المشبعة بالبيتومين والألياف المنسوجة للتسقيف، والعزل المائي.	D146	
Standard Specification for Bitumen-Saturated Cotton Fabrics used in Roofing and Waterproofing	المواصفات القياسية للأقمشة القطنية المشبعة بالبيتومين المستخدمة في التسقيف، والعزل المائي.	D173	
Standard Specification for Lampblack Pigment	المواصفات القياسية لصبغة سخام المصابيح.	D209	
Specification for Chrome Green Pigment (Withdrawn 1994)	مواصفات صبغة الكروم الخضراء (سُحبت عام ١٩٩٤).	D212	

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	D234	المواصفات القياسية لزيت الكتان الخام (سُحبت عام ٢٠٠٧).	Standard Specification for Raw Linseed Oil (Withdrawn 2007)
	D235	المواصفات القياسية للقطَّارات المعدنية (القطارات البترولية)، (مذيب التنظيف الجاف بالهيدروكربونات).	Standard Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)
	D260	المواصفات القياسية لمزيج زيت بذور الكتان المغلي.	Standard Specification for Boiled Linseed Oil
	D261	المواصفات القياسية لصبغة الحديد الزرقاء (سُحبت عام ٢٠٠٥).	Standard Specification for Iron Blue Pigment (Withdrawn 2005)
	D263	المواصفات القياسية لصبغة أكسيد الكروم الخضراء.	Standard Specification for Chrome Oxide Green Pigment
	D395	أساليب الاختبار القياسية لخاصية ضغط المطاط.	Standard Test Methods for Rubber Property—Compression Set
	D412	أساليب الاختبار القياسية لخصائص شد المطاط الحراري المفلكن، واللدائن الحرارية.	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension
	D429	أساليب الاختبار القياسية لخصائص التصاق المطاط بالأسطح الصلبة.	Standard Test Methods for Rubber Property— Adhesion to Rigid Substrates
	D449	المواصفات القياسية لطبقة الأسفلت الأولية المستخدمة في التسقيف، ومقاومة الرطوبة، والعزل المائي.	Standard Specification for Asphalt Used in Damp proofing and Waterproofing
	D476	التصنيف القياسي لمنتجات ثاني أكسيد التيتانيوم الصباغية الجافة.	Standard Classification for Dry Pigmentary Titanium Dioxide Products
	D518	طريقة الاختبار القياسية لاختبار تدهور المطاط – تشقق السطح.	Standard Test Method for Rubber Deterioration-Surface Cracking
	D523	أسلوب الاختبار القياسي للمعان البصري.	Standard Test Method for Specular Gloss.

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	D561	التصنيف القياسي لمنتجات ثاني أكسيد التيتانيوم الصباغية الجافة.	Standard Classification for Dry Pigmentary Titanium Dioxide Products
	D573	أسلوب الاختبار القياسي للمطاط - والتدهور داخل فرن الهواء.	Standard Test Method for Rubber— Deterioration in an Air Oven
	D600	المواصفات القياسية لمسرعات الدهانات السائلة.	Standard Specification for Liquid Paint Driers
	D605	المواصفات القياسية لصبغة سيليكات المغنيسيوم (تالك: سليكات المغنسيوم المميأة).	Standard Specification for Magnesium Silicate Pigment (Talc)
	D638	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للبلاستيك.	Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
	D648	طريقة الاختبار القياسية لدرجة حرارة انحراف البلاستيك تحت حمل ثني موضع الحافة.	Standard Test Method for Deflection Temperature of Plastics under Flexural Load in the Edgewise Position
	D695	طريقة الاختبار القياسية للخصائص الانضغاطية للبلاستيك الصلب.	Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics
	D746	طريقة الاختبار القياسية لدرجة الهشاشة للبلاستيك، والمطاط عن طريق التأثير.	Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact
	D747	طريقة الاختبار القياسية لمعامل الانحناء الظاهري للبلاستيك من خلال حزمة الكابولي.	Standard Test Method for Apparent Bending Modulus of Plastics by Means of a Cantilever Beam
	D792	طرق الاختبار القياسية للكثافة، والثقل النوعي النسبي للبلاستيك عن طريق الإزاحة.	Standard Test Methods for Density and Specific Gravity Relative Density of Plastics by Displacement
	D882	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للعوازل البلاستيكية الرقيقة.	Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	D962	المواصفات القياسية لمسحوق الألومنيوم، وأصباغ معجون الدهانات.	Standard Specification for Aluminum Powder and Paste Pigments for Paints
	D963	المواصفات القياسية لصبغة الفثالوسيانين الزرقاء النحاسية (سُحبت عام ١٩٩٣).	Specification for Copper Phthalcoyanine Blue Pigment (Withdrawn 1993)
	D1043	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الصلابة للبلاستيك كدالة في درجة الحرارة عن طريق اختبار الالتواء.	Standard Test Method for Stiffness Properties of Plastics as a Function of Temperature by Means of a Torsion Test
	D1143/D1143M	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة حمولة ضغطية على المحور الثابت.	Standard Test Methods for Deep Foundations under Static Axial compressive Load
	D1149	طرق الاختبار القياسية لتدهور المطاط، والتشقق في بيئة تحكم الأوزون.	Standard Test Methods for Rubber Deterioration-Cracking in an Ozone Controlled Environment
	D1648	المواصفات القياسية لصبغ كرومات السيليكون المصنوعة من الرصاص القاعدي.	Standard Specification for Basic Lead Silicochromate Pigment
	D1784	نظام التصنيف القياسي وأساس مواصفة مركبات البولي الصلب (كلوريد الفينيل) (PVC) ومركبات البولي المعالَج بالكلور (كلوريد الفينيل) (CPVC).	Standard Classification System and Basis for Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds
	D2113	الممارسة القياسية لمثقاب استخراج العينات من الصخور، وأخذ عينات من الصخور للتحقيق في الموقع.	Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation
	D2240	طريقة الاختبار القياسية لخاصية المطاط – صلابة مقياس التحمل.	Standard Test Method for Rubber Property— Durometer Hardness
	D2256	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للخيوط بأسلوب الخيط المفرد.	Standard Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	D2471	طريقة الاختبار القياسية لوقت الهلام، ودرجة الحرارة الطاردة للحرارة القصوى لتفاعل الراتنجات التفاعل بالحرارة، سُحبت عام ٢٠٠٨.	Standard Test Method for Gel Time and Peak Exothermic Temperature of Reacting Thermosetting Resins Withdrawn 2008
	D2487	الممارسة القياسية لتصنيف التربة للأغراض الهندسية (النظام الموحد لتصنيف التربة).	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
	D2939	طرق الاختبار القياسية للبيتومين المستحلب المستخدم كطلاءات واقية.	Standard Test Methods for Emulsified Bitumens Used as Protective Coatings
	D3021	المواصفات القياسية للأصباغ المصنوعة من الفثالوسيانين الأخضر.	Standard Specification for Phthalocyanine Green Pigments
	D3350	المواصفات القياسية لأنابيب البولي إيثيلين البلاستيكية، ومواد التركيب.	Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
	D3515	المواصفات القياسية لخلطات الرصف البيتومنية المخلوطة، والموضوعة على الساخن (سُحبت عام ٢٠٠٩).	Standard Specification for Hot- Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures (Withdrawn 2009)
	D3574	طرق الاختبار القياسية للمواد الخلوية المرنة – رغاوي اليوريثان المصبوبة والمربوطة والمقولبة.	Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials—Slab, Bonded, and Molded Urethane Foams
	D3689	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة حمولة الشد على المحور الثابت.	Standard Test Methods for Deep Foundations under Static Axial Tensile Load
	D3895	طريقة الاختبار القياسية لوقت الحث التأكسدي للمواد البوليمرية بقياس المسعرات التفاضلية.	Standard Test Method for Oxidative- Induction Time of Polyolefin's by Differential Scanning Calorimetry
	D3966	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة الحمولة الجانبية.	Standard Test Methods for Deep foundations under Lateral Load

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	D3966	طرق الاختبار القياسية للخوازيق مع ممارسة الحمولة الجانبية.	Standard Test Methods for Piles Under Lateral Loads
	D4014	المواصفة القياسية للمحامل المطاطية للجسور بنوعيها العادي وعلى شكل رقائق حديدية	Standard Specification for Plain and Steel- Laminated Elastomeric Bearings for Bridges
	D4070	المواصفات القياسية لمادة التشحيم اللاصقة لتركيب طبقات ضغط الجسر اللدائني المرن مسبقة التشكيل في الهياكل الإنشائية الخرسانية.	Standard Specification for Adhesive Lubricant for Installation of Preformed Elastomeric Bridge Compression Seals in Concrete Structures
	D4101	المواصفات القياسية لمواد حقن البولي بروبيلين، والبثق.	Standard Specification for Polypropylene Injection and Extrusion Materials
	D4380	طريقة الاختبار القياسية لكثافة ملاط البنتونايت.	Standard Test Method for Density of Bentonitic Slurries
	D4381/D4381M	طريقة الاختبار القياسية لمحتوى الرمال حسب حجم المونة البنتونيت.	Standard Test Method for Sand Content by Volume of Bentonitic Slurries
	D4832	طريقة الاختبار القياسية لتحضير، واختبار أسطوانات اختبار المواد المالئة منخفضة المقاومة.	Standard Test Method for Preparation and Testing of Controlled Low Strength Material (CLSM) Test Cylinders
	D4894	المواصفات القياسية لمواد الصب الحبيبي متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE) ومواد بثق ذاكرة الوصول العشوائي.	Standard Specification for Polytetrafluoroethylene PTFE Granular Molding and Ram Extrusion Materials
	D4895	المواصفات القياسية لراتنج بولي تترافلورو إيثيلين (PTFE) المنتج من التشتت.	Standard Specification for Polytetrafluoroethylene (PTFE) Resin Produced From Dispersion
	D4945	طريقة الاختبار القياسية للاختبار الديناميكي عالي الإجهاد للخوازيق.	Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	ASTM	AASHTO
Standard Classification and Specification of Automotive Service Greases.	التصنيف القياسي والمواصفات لشحوم صيانة السيارات.	D4950	
Standard Specification for Retroreflective Sheeting for Traffic Control.	المواصفات القياسية للطلاء الانعكاسي للتحكم في حركة المرور.	D4956	
Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations	طريقة الاختبار القياسية لاختبار سلامة الأساسات العميقة ذات التأثير بالجهد المنخفض.	D5882	
Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners	المواصفات القياسية للمثبتات المترية المصنوعة من الكربون، والسبائك المعدنية المحززة من الخارج.	D5973	
Standard Specification for High Load Rotational Spherical Bearings for Bridges and Structures	المواصفات القياسية للمحامل الكروية عالية التحميل للجسور والهياكل الإنشائية.	D5977	
Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, Cement Content, and Air Content (Gravimetric) of Controlled Low-Strength Material (CLSM)	طريقة الاختبار القياسية لكثافة المواد المالئة منخفضة المقاومة (وزن الوحدة)، وحجمها الفعلي، ومحتواها الخرساني، ومحتوى الهواء فيها (قياس الثقل النوعي))	D6023	
Standard Test Method for Flow Consistency of Controlled Low Strength Material (CLSM)	طريقة الاختبار القياسية لتناسق تدفق المواد المالئة منخفضة المقاومة.	D6103	
Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder	المواصفات القياسية للرابط الأسفلتي متدرج الأداء.	D6373	
Standard Test Method for Marsh Funnel Viscosity of Clay Construction Slurries	طريقة الاختبار القياسية لزوجة قمع المستنقعات للملاط المستخدم في الإنشاء الطيني.	D6910/D6910M	
Standard Specification for Agencies Engaged in Construction Inspection and/or Testing	المواصفات القياسية للجهات المشاركة في فحص عمليات الإنشاء، أو الاختبار	E329	

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
	E380	الممارسة القياسية لاستخدام النظام الدولي للوحدات (SI) (النظام المتري المحدث)	Standard Practice for Use of the International System of Units (SI) (the Modernized Metric System)
	E810	طريقة الاختبار القياسية لمعامل الألواح العاكسة باستخدام هندسة القوى متحدة المستوى.	Standard Test Method for Coefficient of Retroreflective Sheeting Utilizing the Coplanar Geometry.
	F468	المواصفات القياسية للبراغي غير الحديدية، والبراغي سداسية الرأس، والأذرع المخصصة للاستخدام العام.	Standard Specification for Nonferrous Bolts, Hex Cap Screws, and Studs for General Use
	F568M	المواصفات القياسية للمثبتات المترية المصنوعة من الكربون، والسبائك المعدنية المحززة من الخارج.	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners
	F606M	طرق الاختبار القياسية لتحديد الخواص الميكانيكية للمشابك، والفلكات، والمسامير الملولبة خارجيًا وداخليًا [متري].	Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets [Metric]
	F714	المواصفات القياسية لأنابيب البولي إيثيلين البلاستيكية، ومواد التركيب	Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials
	F959/F959M	المواصفات القياسية لمؤشرات الشد المباشر من النوع "فلكة الإحكام الانضغاطية" للاستخدام مع المشابك الهيكلية.	Standard Specification for Compressible- Washer-Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners
	F1852	المواصفات القياسية لمجموعات البراغي/الصواميل/الفلكات الهيكلية ذات السيطرة على التوتر من نوع Twist Off، المعدنية، المعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة.	Standard Specification for Twist Off Type Tension Control Structural Bolt/Nut/Washer Assemblies, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
	F3125	المواصفات القياسية للبراغي، والتراكيب الهيكلية عالية المقاومة، المعدنية والسبائك المعدنية، والمعالجة بالحرارة، وأبعاد البوصة ١٢٠ رطل لكل بوصة مربعة و١٥٠ رطل لكل بوصة مربعة، والحد	Standard Specification for High Strength Structural Bolts and Assemblies, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, Inch

AASHTO	ASTM	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
		الأدنى من مقاومة الشد، والأبعاد المترية ٨٣٠ ميجا باسكال و١٠٤٠ ميجا باسكال، بالحد الأدنى من مقاومة الشد.	Dimensions 120 ksi and 150 ksi Minimum Tensile Strength, and Metric Dimensions 830 MPa and 1040 MPa Minimum Tensile Strength
	G154	الممارسة القياسية لتشغيل جهاز مصباح الفلوريسنت للتعرض للأشعة فوق البنفسجية للمواد غير المعدنية.	Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials

الجدول (١–٢) المسميات والعناوين لمواصفات (AWS و BS و BS EN) التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢.

AWS	BS	BS EN	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
D1.1/D1.1M			كود اللحام الإنشائي – الفولاذ	Structural Welding Code- Steel
ANSI/AWS D 1.4			كود اللحام الإنشائي – حديد التسليح	Structural Welding Code - Reinforcing Steel
	1387		الأنابيب والأنابيب المعدنية الملولبة وذات التجويف والأنابيب المعدنية ذات النهاية العادية المناسبة للحام أو للتثبيت بالبراغي بحزوز أنبوبية BS 21	Screwed and socketed steel tubes and tubulars and for plain end steel tubes suitable for welding or for screwing to BS 21 pipe threads
	3601		الأنابيب والأنابيب المعدنية الكربونية ذات خصائص محددة عند درجة حرارة الغرفة لأغراض الضغط.	Carbon Steel Pipes and Tubes with Specified Room Temperature Properties for Pressure Purposes
	4515		المواصفات الخاصة بلحام خطوط الأنابيب المعدنية على اليابسة وفي البحر – الجزء الأول: خطوط أنابيب الكربون والفولاذ المنغنيز الكربوني.	Specification for welding of steel pipelines on land and offshore Part 1: Carbon and carbon manganese steel pipelines
	5607		كود قواعد الممارسة للاستخدام الآمن للمتفجرات في مجال الإنشاء.	Code of practice for the safe use of explosives in the construction industry
	6164		الصحة والسلامة في حفر الأنفاق في مجال الإنشاء – كود الممارسة.	Health and safety in tunnelling in the construction industry – Code of practice
	812-105.2		اختبار أنواع الركام. طرق تحديد شكل الجسيمات. مؤشر استطالة الركام الخشن.	Testing aggregates. Method for determination of particle shape. Elongation index of coarse aggregate.

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	BS EN	BS	AWS
Tests for geometrical properties of aggregates. Determination of particle size distribution. Sieving method.	اختبارات الخواص الهندسية للركام. تحديد توزيع حجم الجسيمات. طريقة الغربلة.	933-1		

الجدول (١–٣) المسميات والعناوين لمواصفات ACI و ANSI، والمعهد الوطني للمعايير والتقنية، ومواصفات NFPA التي تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢.

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	NFPA	NIST	ANSI	ACI
Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete	الممارسة القياسية لاختيار نسبة الخرسانة العادية والثقيلة، والخرسانة الحجمية				211.1
Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete	الممارسة القياسية لاختيار النسب للخرسانة الإنشائية خفيفة الوزن				211.2
Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete	دليل تقييم نتائج اختبار مقاومة الخرسانة				214R
Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures	طرق الاختبار الغير إتلافيه لتقييم الخرسانة في الهياكل الإنشائية				228.2R
Specification for Curing Concrete	مواصفات معالجة الخرسانة				308.1
Details and Detailing of Concrete Reinforcement	تفاصيل وخطوات تسليح الخرسانة				315-92
Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-95) and Commentary (ACI 318R-95)	متطلبات كود الإنشاء للخرسانة الإنشائية (ACI 318-95) وتعليقات الملاءمة (ACI 318R-95)				318
Guide to Formwork for Concrete	دليل صب الخرسانة				347R
Recommended Practice for Concrete Formwork	الممارسة الموصى بها لصب الخرسانة				347-78
Standard Specification for Bonding Hardened	المواصفات القياسية لربط الخرسانة المتصلدة، والفولاذ، والخشب، والطوب، والمواد الأخرى بالخرسانة				503

ACI	ANSI	NIST	NFPA	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
				المتصلدة باستخدام لاصق إيبوكسي متعدد المكونات	Concrete, Steel, Wood, Brick, and Other Materials to Hardened Concrete with a Multi-Component Epoxy Adhesive
506.2				مواصفات الخرسانة المقذوفة	Specification for Shotcrete
506.4R				دليل تقييم الخرسانة المقذوفة	Guide for the Evaluation of Shotcrete
546R				دليل إصلاح الخرسانة	Concrete Repair Guide
	ANSI/AWS D 1.4			كود اللحام الإنشائي – حديد التسليح	Structural Welding Code - Reinforcing Steel
	NDS ANSI/AF&PA NDS-2005)			مواصفات التصميم الوطنية للإنشاء الخشبي	National Design Specification for Wood Construction
	B1.1			حزوز البراغي الموحدة بالبوصة (أشكال التحزيز UN و UNR و UNJ)	Unified Inch Screw Threads (UN, UNR, and UNJ Thread Forms)
	B1.13M			حزوز البراغي المترية	Metric Screw Threads
	B18.2.1/ B18.2.3.7M			مسامير إنشائية مترية سداسية ثقيلة	Metrix Heavy Hex Structural Bolts
	B18.2.2/ B18.2.4.6M			صواميل مترية سداسية ثقيلة	Metric Heavy Hex Nuts
	B 18.5.2.2M			مسامير مترية دائرية الرأس، ومربعة الرقبة	Metric round head square neck bolts
	B 18.5.2.3M			مسامير مترية دائرية الرأس، ومربعة الرقبة ذات رأس كبير.	Metric round head square neck bolts with large head
	B 18.5			مسامير دائرية الرأس وذات رقبة مربعة قصيرة، (سلسلة البوصة) [الجدول ٣] (A307, SAE J429, F468, F593)	Round Head Short Square Neck Bolts,(Inch Series) [Table3] (A307, SAE J429, F468, F593)
	B46.1			بنية السطح (الخشونة، التموج، الوضع).	Surface Texture (Roughness, Waviness, Lay)
	A135.4			الألواح الصلبة الأساسية	Basic Hardboard

ACI	ANSI	NIST	NFPA	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
		xxx		المنتج القياسي PSI للخشب الرقائقي الخارجي B-B فئة I	Product Standard PSI for Exterior B-B Class I Plywood
			241	معيار حماية عمليات البناء، والتعديل، والهدم.	Standard for Safeguarding Construction, Alteration, and Demolition Operations.

الجدول (١–٤) المسميات والعناوين لمواصفات أخرى تنطبق على مجلد كود الطرق السعودي ٤٠٢.

PCI	API	US Military and Government Specs and Standards - NPFC	PTI	SSPC	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	المُسمى باللغة الانجليزية
MNL-116					دليل ضبط الجودة للمصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية سابقة الإجهاد	Manual for Quality Control for Plants and Production of Precast Prestressed Concrete Products
	RP-13B-1				اختبار سوائل الحفر المائية في الموقع	Field Testing Water-based Drilling Fluids
		MMM-A-121			المادة اللاصقة المستخدمة لتركيب المطاط الاصطناعي المفلكن على الفولاذ	Adhesive, Bonding Vulcanized Synthetic Rubber to Steel
		TT - S-1543			مركب مانع التسرب: قاعدة مطاط السيليكون (للجلفطة ومنع التسرب، والتزجيج في المباني والمنشآت الأخرى)	Sealing Compound: Silicone Rubber Base (for Caulking, Sealing and Glazing in Buildings and Other Structures
		LLL-B-810			لوح البناء، (لوح صلب) مضغوط بقوة، ألياف نباتية	Building Board, (Hardboard) Hard Pressed, Vegetable Fiber

المُسمى باللغة الانجليزية	ترجمة المُسمى إلى اللغة العربية	SSPC	PTI	US Military and Government Specs and Standards - NPFC	API	PCI
Acceptance Standards for Post-Tensioning Systems	مواصفات قبول أنظمة الشد اللاحق		M50.1			
Near-White Metal Blast Cleaning	تنظيف المعادن القريبة من اللون الأبيض بالدفع الهوائي	SSPC-SP 10				

٢-الحفر والردم الإنشائي:

٢-١ عام:

يتكون هذا العمل من إزالة جميع المواد –مهما كانت طبيعتها– اللازمة لإنشاء أسس الجسور، والجدران الاستنادية، والأنفاق، والعبّارات، والهياكل الإنشائية الرئيسية الأخرى وفقًا لمستندات العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

وإن لم يكن ذلك متوفرًا في مستندات العقد، فيجب أن يتضمن عمل الحفر توفير جميع المعدات، والمواد، والعمالة اللازمة لإنشاء جميع سدود الإنضاب، والتدعيم الخشبي، وأنظمة التحكم في المياه اللازمة لتنفيذ العمل، وإزالتها لاحقًا.

وإذا لم يتحدد ذلك في مستندات العقد فيجب أن يتضمن ذلك وضع جميع تربة الردم اللازمة، وتشمل أي تكديس ضروري للمواد المحفورة التي ستُستخدَم في الردم، والتخلص من المواد الناتجة عن الحفر الزائدة عن الحاجة ولا تناسب تربة الردم.

وإذا خلا العقد من ذِكر أي بندٍ أو بنودٍ للدفع لهذا العمل صراحةً، ولم يضمَّن تضمينًا منفصلًا، فإن عمل الحفر يجب أن يتضمن جميع أعمال التنظيف، والعزق، وإزالة المنشآت القائمة ضمن المنطقة التي من المقرر حفرها.

يجب تحديد تصنيف –إن وجد– لعمل الحفر في مستندات العقد، وتفصيله في جدول الكميات.

كما يجب تنفيذ الحفر والردم على نحو يتوافق إلى حد معقول مع الخطوط، والدرجات، والمقاطع العرضية النموذجية المبيَّنة في رسومات العقد، التي وضعها المهندس.

وينبغي أن تتألف عملية التدعيم الخشبي، ووضع الدعائم من التصميم، والإنشاء للتدعيم الخشبي، ووضع الدعائم اللازمة لدعم الطرق، أو الهياكل الإنشائية العامة، أو الخاصة الأخرى في محيط ٥ أمتار من الحفر طوال مدة الحفر، وعمليات الردم، كما هو مفصل في الباب (٦).

ويجب على المقاول زيارة الموقع، وتقييم التكوين الجيولوجي للمنطقة بنفسه، والاعتماد على تقديره الخاص للظروف الجيولوجية فقط عند تحديد أسعار عطائه. وأي معلومات تقدمها الجهة ذات العلاقة فهي للإرشاد فقط.

٢-٢ تصنيف الحفر الهيكلي والردم:

٢-٢-١ الحفر غير المصنف:

يتألف من إزالة جميع المواد –مهما كانت طبيعتها– لإنشاء أسس الجسور، والجدران الاستنادية، والأنفاق، والعبّارات الصندوقية، والقنوات، والخنادق الموجودة عند مداخل العبّارات ومخارجها، وأي خنادق أخرى كما هو موضح في رسومات العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

٢-٢-٢ الحفر الإنشائي غير المصنف:

يتألف من إزالة جميع المواد –مهما كانت طبيعتها– أسفل مستوى الحفر غير المصنف؛ لإنشاء العبّارات الصندوقية في المواقع والمرتفعات المحددة.

٢-٢-٣ الحفر تحت الإنشائي المشترك:

يتألف من إزالة جميع المواد اللازمة لإنشاء أسس الجسور، والجدران الاستنادية، والأنفاق، والعبّارات، والقنوات، والركائز والدعامات، باستثناء تلك المصنفة على أنها حفر صخري تحت الإنشائي.

٢-٢-٤ الحفر الصخري تحت الإنشائي:

يتألف من إزالة الصخور لإنشاء البنى السفلية الداعمة والركائز والدعامات. وتُصنَّف تحت هذا البند الحواف الصخرية الموجودة فوق مواد الأساس، والجلاميد، أو قطع الخرسانة التي يبلغ حجمها ٠,٤ م^{٣} أو أكثر.

ويحدد المهندس كمية الحفر الصخري، ويوافق عليها المقاول في أثناء فتح الحفرة للتفتيش. ولن يُعترَف بأي مطالبات بزيادة الكميات تحت هذا التصنيف بعد تحديد الكمية المتفق عليها خلال سير العمل.

٢-٢-٥ الردم غير المصنف، واختيار تربة الردم، والردم الحُبيبي:

تتكون من توريد مواد الردم الحبيبية، ووضعها، وضغطها وفقًا لهذا الكود، ووثائق العقد.

٢-٢-٦ ردم المواد المالئة منخفضة المقاومة:

تتكون من توريد مواد محكومة منخفضة المقاومة، ووضعها في الحفريات، والمساحات المحصورة، أو التي سبقَ تشكيلها.

٢-٣ رسومات العمل:

يجب على المقاول –ما ذُكر ذلك في الشروط– توفير رسومات العمل، مصحوبةً بالحسابات التي يقتضيها العمل لإجراءات الحفر، ومنها حماية الدعامات -إذا لزم الأمر-، وعمليات الردم. ويجب أن يُظهر هذا المخطط تفاصيل التدعيم الخشبي، والدعامات، ومعالجة المنحدرات، أو أنظمة الحماية الأخرى المقترحة للاستخدام، ويجب أن تكون مصحوبةً بحسابات التصميم، وأي بيانات داعمة بتفصيل كافٍ؛ للسماح بمراجعة الجوانب الهندسية للتصميم المقترح.

كما يلزم تقديم رسومات العمل، ومخططات الحماية من الانهيار قبل البدء في الاستخدام المقترح بمدة كافية؛ للسماح بمراجعتها وإعادة النظر فيها -إذا لزم الأمر-، والموافقة عليها دون تأخير في العمل.

يجب أن يوافق المهندس على رسومات العمل قبل الشروع في العمل المشمول، ولا يجب أن تُعفِ الموافقةُ المقاولَ من أي مسؤولية بموجب العقد لإتمام العمل بنجاح.

٢-٤ الحفر:

٢-٤-١ الفحص:

٢-٤-١-١ عام:

يجب على المقاول إعلام المهندس قبل بدء أي حفر –بفترة كافية– للهياكل التي تشكل بند دفع في جدول الكميات بحيث يجب أن يكون المهندس حاضرًا لمشاهدة الارتفاعات المقطعية العرضية، والقياسات المأخوذة للأرض القائمة في منطقة البناء. ولن يُدفع أي مبلغ نظير أي مواد أُزيلت، أو حُفرت، أو وُضِعت قبل أخذ هذه القياسات.

ويجب على المقاول –إلى أقصى حدٍّ ممكن– تقليل فترة الوقت التي تكون فيها المناطق المحفورة مكشوفة. ويجب أن يتحمل المقاول وحدَه مسؤولية التعويض عن الأضرار الناتجة عن الطقس، أو المعدات، أو الحوادث، أو أسباب أخرى في حالة إبقاء منطقة الحفر مكشوفةً.

وفي المناطق التي تقع فيها منطقة الحفر بجوار الطرق والممرات العامة، يجب على المقاول إقامة جميع المتاريس، والحواجز العائمة، والممرات المغلقة، وإشارات التحذير اللازمة لتقييد تعرض العامة للوقوع بالحفرية. ويجب تقديم التدابير الأمنية اللازمة كافةً للمهندس لاعتمادها، والتأكد من كفايتها.

ويجب على المقاول اتخاذ جميع التدابير اللازمة، مثل: وضع السدود، والتدعيمات الأخرى، لحماية العاملين في منطقة الحفر، وعلى الأرض فوقها. ولن يدخل المهندس إلى المناطق المحفورة لاعتماد الأساسات، والعمل اللاحق إلا إذا عُدت المناطق آمنة، وخالية من المخاطر.

٢-٤-١-٢ الاعتماد:

يجب على المهندس فحص حُفَر الأساسات، وقياس المواد المُزالة. ويجب عدم -بأي حال من الأحوال- إغلاق الأساس لمعاينته، قبل السماح للمهندس بفحصه، وإصدار اعتماده.

٢-٤-١-٣ التغيير في ارتفاع الأساسات:

إذا رأى المقاول أنه عُثِر على صخر، أو مادة أخرى للأساس ذات قيمة تحمّل متساوية عند مستوى أعلى من المذكور في مستندات العقد الخاصة بقاعدة الأساس، وفي موقع غير معرض للتآكل، أو الجَرف، فإنه يجب على المقاول إبلاغ المهندس؛ للتحقق من الأمر وتحديد ما إذا كان من المستحسن رفع مستوى قاعدة الأساس.

وعند الانتهاء من حفر القاعدة إلى الارتفاع التقريبي المذكور في المخططات دون مواجهة مادة أساس مُرضِية، يجب على المقاول إخطار المهندس لإجراء الفحص والتحقيق. ويجب أن تتضمن هذه التحقيقات التثقيب، والسَّبر، والنفث يُجريها المقاول، وذلك بحفر

أربعة ثقوب على الأكثر لكل أساس، بحيث يصل كل ثقب إلى عمق ٦ أمتار بحد أقصى. ولن تُدفَع أي مدفوعات مباشرة لهذه العملية. وإذا احتِيج إلى ثقوب إضافية، فيجب تعويض المقاول على النحو المنصوص عليه في هذا الجزء. وعلى إثر ذلك يحدد المهندس الارتفاع الصحيح لقاعدة الأساس، أو اتخاذ قرار بشأن معالجته.

٢-٤-١-٤ الثقب، أو السَّبر:

عندما يُتوصَّل إلى مادة أساس مُرضية فيما يبدو، يجب على المقاول إجراء الثَّقب، أو السَّبر بما لا يزيد عن ٤ ثقوب تفتيشية، وذلك على عمق أقصى يبلغ ٣ أمتار. ولن يكون الثَّقب مطلوبًا إذا عُرضت ملاحظة على المخططات تفيد بأن هذا المطلب يمكن التخلي عنه. ولن يَصدر دفع مباشر لهذه العملية. وإذا احتِيج إلى ثقوب إضافية، فيجب تعويض المقاول على النحو المنصوص عليه في هذا الجزء.

٢-٤-٢ عُمق الحفر، وحجمه:

يجب إجراء الحفر للمستوى السفلي لقاعدة الأساس حتى العمق المذكور في مستندات العقد. ويعتمد تصميم الأساسات، وارتفاعها على قياسات العُمق المسبور المأخوذة في نقاط معينة لأغراض التصميم فقط. وهذه القياسات قد تكون ممثلة، أو غير ممثلة للظروف الفعلية، التي وُوجهت خلال عملية الإنشاء. لذا يجب على مقدمي العطاءات تحمل مخاطر الاضطرار إلى الحفر إلى عمق أكبر أو أقل دون تغيير أسعار الوحدات المحددة في جدول الكميات. ويجب مراعاة أن مستويات الأساسات الموضحة في المخططات ما هي إلا قِيَم تقريبية. ويجب على المهندس أن يُصدر أمرًا مكتوبًا بإجراء التغييرات اللازمة، أو التي يراها مناسبة من حيث الأبعاد، أو المستويات الخاصة بالأساسات؛ لضمان الحصول على أسس مُرضِية للهيكل. ويجب أن تُدفَع الزيادة في حجم الأساس بسعر المناقصة.

يجب أن يكون حجم الحفر في جميع الحالات وفيرًا؛ لاستيعاب القوالب الضرورية وصولًا إلى الصخر، أو الطين، أو المجموعة الصخرية سيلما أو مواد صلبة مماثلة مناسبة لغمر الأساسات. كما يجب أن يكون الحفر في هذه المواد بأقرب ما يكون إلى خطوط الأساسات الدقيقة وصب الأساسات دون استخدام القوالب. أما في المواد الصلبة التي لا يمكن قطعها بمجرفة هوائية قطعًا دقيقًا، فسيتطلب الأمر شق خطٍّ على طول الخطوط الدقيقة؛ بحيث لا تتجاوز ٢٣٠ ملم من المركز إلى المركز. وفي التربة الجافة المناسبة لغمر الأساسات، التي يمكنها توفير خطوط أساس مستقرة ومرتبة، يجب أن يُسمَح بصب الأساسات دون استخدام أي قوالب. وإلا فإن الحفر يجب أن يكون كافيًا لتشكيل الأسس.

وينبغي عدم تمديد الحدود الأفقية للحفر فتتعدى المطلوب لألواح التصفيح، والدعامات، والقوالب، والدعامات، وشدات التسليح قفَصية الشكل.

٢-٤-٣ تحضير الأساسات، ومراقبة المياه:

٢-٤-٣-١ عام:

يلزم تشييد جميع البنى السفلية – ما أمكن ذلك – في حفر مفتوحة، وإذا اقتضت الضرورة يجب دعم الحفر بالتدعيم الخشبي، أو الدعامات، أو حمايتها باستخدام سدود الإنضاب التي سبق إنشاؤها وفقًا لمتطلبات الجزء (٦-٣). عندما يمكن وضع الأساسات في ظروف جافة دون الحاجة إلى استخدام سدود الإنضاب، ويجب حذف القوالب الخلفية بموافقة المهندس، ويجب ملء الحفرة بالكامل بالخرسانة حتى المستوى المطلوب للجزء العلوي من الأساس. ويجب توفير الخرسانة الإضافية المطلوبة، ووضعها على حساب المقاول. كما يجب أن تتوافق أنظمة التحكم المؤقت في المياه مع متطلبات الجزء (٦-٤).

٢-٤-٣-٢ الحفر داخل القنوات:

عندما يتعدى الحفر على قاع مجرىً، أو قناة مائية نشطة، يجب عدم الحفر خارج القيسونات، والأعمدة الخشبية، وسدود الإنضاب، والخوازيق المعدنية، أو ألواح التصفيح، ما لم يكن هناك إذن صريح بذلك، ويجب عدم التدخل في مجرى الماء الطبيعي المجاور للهيكل دون الحصول على إذن من المهندس. وإذا حدث أي حفر، أو تجريف في موقع الهيكل قبل غرس القيسونات، أو الأعمدة الخشبية، أو سدود الإنضاب، فيجب على المقاول، دون أي تكلفة إضافية، بعد وضع قاعدة الأساس، أن يردم جميع هذه الحفريات بالتربة المناسبة التي تحظى بموافقة المهندس، حتى تصل إلى سطح التربة الأصلي أو قاع النهر. ويجب إزالة المواد المُودَعة مؤقتًا داخل منطقة تدفق التيارات من الأساسات، أو غيرها من عمليات الحفر، ويجب تحرير منطقة تدفق التيار من أي عوائق.

٢-٤-٤ الأساسات المستندة على الصخور:

عندما يكون الأساس كائنًا على الصخور، يجب تحرير الصخور من جميع المواد السائبة، وتنظيفها، وتقطيعها؛ للحصول على سطح ناعم، ومستوٍ، أو متدرج، أو خشن، ويجب أن تكون بتوجيه المهندس. ويجب تنظيف جميع الفواصل، وملؤها بالخرسانة، أو المونة، أو المونة قبل وضع الأساس.

وعند الحاجة إلى التفجير؛ للوصول إلى مستوى الأساس، يجب إزالة أي صخور سائبة، أو متشققة ناتجة عن الكسر الزائد أسفل مستوى التحمل، ويُستبدَل بها الخرسانة، أو المونة على نفقة المقاول.

وعند مواجهة صخور في أي جزء من أجزاء الأساس لعبارة خرساني صندوقي الشكل، سواء كان ذلك في حافة صخرية أو تشكيل جلمود، أو أي مادة صلبة أخرى، ووُجدت مادة مرنة في منطقة مجاورة لحفر الأساس الخاص لنفس العبارة الصندوقي، ويجب إزالة هذه المادة الصلبة لعمق لا يقل عن ٦٠٠ ملم، وردم المساحة بمواد يوافق عليها المهندس.

٢-٤-٥ الأساسات غير المستندة على الصخور:

عندما يجب أن يستقر الأساس على سطح محفور غير صخري، يجب اتخاذ الحيطة والحذر لئلا يضطرب قاع الحفرة. ويجب أن تُزال مواد الأساس النهائية حتى مستوى الأرض قبل وضع القاعدة.

وإذا اضطربت المادة الموجودة تحت المستوى السفلي لقاعدة الأساس التي لا تتكئ على أعمدة، فيجب إزالتها، وملء المساحة بالكامل بالخرسانة، أو أي مادة معتمدة على نفقة المقاول. وتحت القواعد التي تتكئ على أعمدة يجب استبدال أحجام الحفر الزائدة، أو المضطربة، وضغطها بحسب توجيهات المهندس. كما يجب على المقاول أن يحفر في الحُفر المفتوحة في الحالات الآتية:

- ضمان سلامة العُمال.
- إمكانية وضع القواعد في مواد جافة بعيدًا عن المياه المتدفقة.
- عدم تقليل سلامة الهيكل ومحيطه، ويشمل ذلك الرصيف الموجود.

يجب اتخاذ الحيطة والحذر خلال عمليات الحفر؛ لمنع قلقلة الأساس. وإذا صُودِف وجود مياه جوفية في أثناء عملية الحفر، ولم تُستخدَم طبقة لمنع تسرب الخرسانة، فيجب بدء عملية تصريف المياه قبل إجراء مزيد من الحفر، أو مواصلتها بالتزامن مع الحَفر. يجب أن يكون الأساس خاليًا من المياه في وقت وضع الخرسانة للقاعدة، ويجب مواصلة التحكم في المياه -حسب الضرورة-لمنع الإضرار بالعمل.

يجب تنفيذ عمليات تصريف المياه على نفقة المقاول بالكامل، ويجب أن يكون ذلك مشمولًا في سعر(أسعار) وحدة العقد لإنشاء المرفق. ويجب أن تكون جوانب الحفريات مائلة بحسب حالة التربة؛ لتثبيت الجوانب، وتوفير ظروف عمل آمنة. ولن تُقاس كميات الحَفر المتعلقة بالميل المذكور أعلاه للدفع، ويجب إجراء عمليات الردم؛ باستخدام مواد مناسبة اعتمدَها المهندس، على نفقة المقاول.

وإذا تلفت مادة الأساس المناسبة بسبب عمليات المقاول، أو تلفت بسبب المياه، أو أُزيلت لإراحة المقاولين في عملية نزح المياه من الأساس، فيجب استعادة الأساس على نفقة المقاول إلى حالة تعادل -على الأقل- حالة الأساس السليم، تبعًا لتقييم المهندس.

٢-٤-٦ حفر الخوازيق:

في حال استخدام ركائز الأساس، يجب إكمال حفر كل حفرة قبل دفع الخوازيق. يجب تثبيت جميع خوازيق الأساس قبل وضع الخرسانة في أي عمود في الدعامة، أو الدعامة الارتكازية.

وعندما يجب أن تتكئ القواعد على الخوازبق، يجب إكمال الحفريات حتى قاع القواعد قبل ثقب مواضع الخوازيق، أو غرسها فيها. إذا تسبب تثبيت الخوازيق في نتوء الأرض، أو هبوطها، فيجب على المقاول –على نفقته الخاصة– تنفيذ عمليات الحفر، أو ردم المنطقة المتأثرة باستخدام مواد مناسبة؛ لتحقيق مستوى الأساس من الأسفل كما هو موضح في المخططات. وإذا كانت المادة الموضوعة تحت القواعد من شأنها أن تختلط مع الخرسانة أثناء الوضع، أو لا تتحمل وزن الخرسانة السائلة، فيجب على المقاول –على نفقته الخاصة– استبدال مادة مناسبة بها، وتثبيت قوالب السقف الداخلي، أو توفير منصة مناسبة لصب القاعدة عليها.

٢-٤-٧ حفر الأنفاق:

يجب على المقاول استخدام طرق الحفر التي تقلل من الحفر خارج حدود خطوط الحفر المحددة في المخططات. ويتحمل المقاول مسؤولية الحفر (الزائد) خارج حدود خطوط الحفر. ولا يُسمح بتوسيع أي فتحة تحت الأرض؛ لتسهيل عمل المقاول دون موافقة مسبقة مكتوبة من المهندس.

ومع تقدم عملية الحفر، يجب على المقاول التحقق من الجزء العلوي (التاج) والجدران فوق الأطوال غير المدعومة بعد كل تقدم، وإزالة جميع المواد السائبة والمتكسرة. كما يجب على المقاول أن يجري فحوصات مماثلة على الأجزاء التي سبقَ حفرها، ولم تُغطَّ بالخرسانة المقذوفة بنهاية كل وردية عمل حتى يمكن افتراض الاستقرار بنحوٍ معقول في نظر المهندس. ويجب على المقاول أن يوفر للمهندس إمكانية الوصول إلى التاج، والجدران الجانبية في هذه المناطق مرة واحدة على الأقل خلال كل وردية عمل.

ويجب على المقاول أن يحرص على تنظيم ظروف العمل في جميع الأوقات داخل الأنفاق، ويزيل جميع الطين والمواد غير المستخدمة، وأي مواد أخرى غير مطلوبة للعمل. ويجب أن يباشر عمليات الحفر بالتفجير مقاول مؤهل، ومرخص بطريقة تقلل من الضغط الجوي الزائد، والاهتزازات الأرضية عند المنشآت القريبة. ويجب على المقاول استخدام إجراءات التفجير، ووضع الستائر

لقمع الاهتزازات جيدًا، واستخدام تدابير تخفيف أخرى ضرورية؛ لحماية العاملين والجمهور. والامتثال لهذا الجزء لن يُعفي المقاول من مسؤوليته عن الامتثال للقوانين المحلية، واللوائح، والأجزاء الأخرى.

وستحتاج المناطق ذات التكسر الزائد إلى الردم؛ باستخدام الخرسانة المقذوفة، أو الخرسانة المصبوبة في الموقع كما هو مشار إليه هنا أو في المخططات. ويُعَد هذا الدعم الإضافي تصحيحًا، ويجب أن تُردَم المناطق الزائدة؛ باستخدام الخرسانة المقذوفة، أو الخرسانة المصبوبة في الموقع على نفقة المقاول.

٢-٤-٨ الاعتماد:

وبعد الانتهاء من كل عملية حفر يجب على المقاول إبلاغ المهندس، ويجب ألّا يتم وضع الخرسانة، أو أي مواد أخرى للأساس حتى يوافق المهندس على عمق الحفر، وخصائص مواد الأساس.

٢-٤-٩ التصاريح والتراخيص:

يجب أن يتحمل المقاول مسؤولية الحصول على جميع التصاريح والتراخيص اللازمة للتفجير، التي تُطلَب من مسؤولي وزارة الداخلية/الأمن العام، أو أي جهة أخرى لها اختصاص في الإشراف على موقع الإنشاء.

ويتحمل المقاول مسؤولية التحكم في المياه داخل النفق خلال عملية الإنشاء، ويجب عليه اتخاذ جميع الوسائل اللازمة؛ لتحقيق هذا التحكم. ويجب أن يشمل التحكم في المياه، على سبيل المثال لا الحصر، توفير المضخات، والمعدات الأخرى، وتركيبها، وتشغيلها وصيانتها، وبناء المصارف المؤقتة، والحفاظ على الأخاديد خالية؛ لنقل جميع المياه بسرعة إلى حوض الترسيب، أو مناطق التخلص الأخرى، والتخلص من جميع المياه التي صُرفت، أو ضُخَّت من النفق.

ويجب معالجة مياه الصرف الصحي الواردة من النفق وفقًا لمعايير جودة المياه المحلية قبل تصريفها في القنوات، أو المجاري الطبيعية. ويجب إزالة بقايا البترول باستخدام المواد التي تشرب الزيوت على نحوٍ يُرضي المهندس.

يجب أن تُعتمَد من المهندس جميع المنتجات، والمواد المستخدمة للحفر في الصخور، سواء كانت متفجرة أو غير متفجرة. ويجب ألا يُستخدَم سوى المتفجرات، والمكونات الانفجارية، وكبسولات التفجير المصنعة تجاريًّا خلال العامين السابقين، أو العمر الافتراضي للمنتج، بالنظر إلى أيهما أقل.

ينبغي على المقاول في جميع الأوقات الحفاظ على كفاية المواد (مسامير الصخور، الخرسانة المقذوفة، وغيرها) بالقرب من حفرة النفق؛ لتأمين واجهة النفق.

ويجب على المقاول الحرص على تركيب محطات بينية كل ٢٠ مترًا في كل نفق، وتثبيت لافتة تحتوي على أرقام بارتفاع لا يقل عن ٥٠ ملم.

ويجب تنفيذ العمل بطريقة تقلل من المخاطر على العاملين في موقع البناء. ويجب أن يتحمل المقاول مسؤولية السلامة في عمليات الحفر.

٢-٥ مواد الردم:

ينبغي أن تكون المواد المستخدمة للتعبئة خالية من التكتلات المتجمدة، والخشب، وأي مواد قابلة للتحلل أو مواد خطرة، ويجب أن تكون درجة تصنيفها بحيث يمكن الحصول على الدمك المطلوب بشكل متسق باستخدام طرق الدمك التي يختارها المقاول.

يجب أن تكون المواد المستخدمة في الردم الإنشائي من النوع A-2-4 وفقًا للمواصفة القياسية لمواد النقل، وطريقة أخذ العينات في الطبعة السادسة عشرة ١٩٩٣ الجزء الأول: المواصفات، أو أفضل من ذلك، وأن يكون مؤشر اللدونة فيها ٥ أو أقل عند إجراء الاختبار وفقًا لاختبار (AASHTO T90).

ويجب أن تكون مواد الردم خالية من المواد العضوية، ويجب ألا تزيد النسبة المئوية للكبريتات والكربونات من حيث الوزن عن ٠,٥٪ وفقًا لـ (AASHTO T290 و AASHTO T291). ويجب ألا تحتوي مواد الردم على شظايا صخرية تزيد أبعادها عن ٧٥ ملم.

وما لم ينص على خلاف ذلك، يجب أن تفِيَ المواد الحبيبية المتدرجة المستخدمة في الردم الإنشائي للهياكل بحدود التدرج في الجدول (٢-١).

كما يجب أن تتوافق المواد المنفِّذة المستخدَمة تحت المصارف مع مواصفات دليل (AASHTO) لإنشاء الطرق، الجزء (٧٠٤-٠١).

الجدول (٢–١) تدرج المواد المستخدمة في ردم الهياكل الإنشائية.

حجم المنخل، بالمليمتر (رقم المنخل)	النسبة المئوية للمرور بالوزن (%)
٧٥ (٣ بوصة)	١٠٠
١٩ (٤/٣ بوصة)	١٠٠ ـ ٦٠
٢,٣٦ (رقم ٨)	٨٠ ـ ٣٥
٠,٠٧٥ (رقم ٢٠٠)	١٢ ـ ٠

٢-٥-١ المواد المالئة منخفضة المقاومة:

٢-٥-١-١ عام:

يجب أن تُحضَّر المواد المالئة منخفضة المقاومة من مواد (الأسمنت البورتلاندي، الرماد المتطاير (اختياري)، الركام الدقيق، الماء، عامل التجويف (اختياري)) وفقًا لما ورد في الباب (١٣).

يمكن استخدام مصادر محلية من الرماد المتطاير، لكن يجب أن تتوافق هذه المصادر مع متطلبات (ASTM AASHTO M295 C618).

٢-٥-١-٢ تصميم الخليط:

يجب استخدام نِسَب الخليط الواردة في الجدول (٢-٢) بحيث تكون مرجعًا للتوزيع التناسبي للمواد المالئة منخفضة المقاومة. يجب تعديل تصميم الخليط بحيث يراعي الفروق في الكثافات النوعية، ومعدل النزف، لكي تتوافق مع متطلبات الاختبارات. ويلزم استخدام طريقة الحجم المطلق لتصميم الخليط.

الجدول (٢–٢) نموذج تصميم الخليط بالمواد المالئة منخفضة المقاومة.

نوع الردم	الوحدة (كجم/م^3)
الإسمنت	٣٠ ـ ١٢
رماد متطاير (اختياري)	١٥٠ ـ ٩٠
رمل (في ظروف السطح الجاف المشبع)	١,٨٠٠ ـ ١,٧٠٠
الماء	٣٠٠ ـ ١٢٠

٢-٥-١-٣ أخذ العينات، وإجراء الاختبارات:

يجب توفير كمية كافية من المواد المالئة منخفضة المقاومة للاختبارات الميدانية. وطرق الاختبار تُتَّبَع كما يلي في الأقسام الفرعية (٢-٥-١-٤) و (٢-٥-١-٥) و(٢-٥-١-٦).

٢-٥-١-٤ اختبار التدفق:

يجب إجراء اختبارات التدفق وفقًا للمواصفة (ASTM D6103)، ويجب أن يساوي قُطر انتشار المواد المالئة منخفضة المقاومة ٢٠٠ ملم، أو يتجاوزها.

٢-٥-١-٥ وزن الوحدة:

يجب أن تُجرَى اختبارات وزن الوحدة بما يتفق مع (ASTM D6023) سيكون الانحراف بنسبة (٥٪) في وزن الوحدة المُقاسة من قيمة تصميم الخليط المعتمدة سببًا لرفض دفعة المواد المالئة منخفضة المقاومة.

٢-٥-١-٦ اختبار المقاومة:

يجب أن تُجرَى اختبارات مقاومة الانضغاط بما يتفق مع (ASTM D4832)، ويجب أن تُقاس المقاومة عند مرور ٢٨ يومًا. كما ينبغي للمقاول إجراء اختبار مقاومة المواد المالئة منخفضة المقاومة قبل مرور ٢٨ يومًا؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة قد بلغت الحد الأدنى من المقاومة المطلوبة. وحينئذ يقدَّم تقرير عن جميع كسور الأسطوانات. ولقبول المواد، يجب أن تكون مقاومة الانضغاط أكبر من ٠,٧ ميجا باسكال وأقل من ٨ ميجا باسكال. وإذا تجاوزت المقاومة في اليوم الثامن والعشرين ٨ ميجا باسكال، فإنه يجب تعديل تصميم الخليط؛ لتقليل المقاومة.

٢-٥-٢ إعداد الأساس:

إذا أصبح السطح الذي ستوضع القاعدة عليه ناعمًا، أو مُوحلًا، ولن يجف بعد نزح المياه في أثناء الحفر، فيجب على المهندس توجيه استخدام طبقة أساسية من مواد التصريف الحر المصرح بها تحت قاعدة الأساس، كما هو محدد في الجزء (٢-٥).

إذا حدثت هذه الحالة الناعمة، والموحلة دون خطأ، أو إهمال من المقاول، فيجب على المهندس –تبعًا لتقديره– أن يأمر بالدفع على النحو المحدد في الجزء الفرعي (٢-٩-٤).

أما إذا حدث الظرف المذكور أعلاه، ورأى المهندس أنه نتيجةَ إهمال من المقاول، فلن يُدفَع أي مبلغ عن الردم اللازم للأساس. ويجب أن يكون الانضغاط بالطريقة التي يوجه بها المهندس.

٢-٥-٣ حفظ ضفاف الأنهار، والقنوات:

يجب تجنب تعريض الأرض الطبيعية المجاورة للمنشأة للتخريب دون إذن من المهندس. ولا يجب إجراء أي حفر خارج القيسونات، أو الأعمدة الخشبية، أو سدود الإنضاب، أو الخوازيق المعدنية، أو ألواح التصفيح، إلا إذا كان محددًا خلاف ذلك. كما يجب تجنب تعريض قاع المجرى الطبيعي المجاور للمنشأة للتخريب دون إذن من المهندس. وإذا سُمح بأي حفر أو تجريف في موقع الهيكل قبل وضع القيسونات، أو الأعمدة الخشبية، أو سدود الإنضاب، فيجب على المقاول بعد وضع الأساس - دون أي تعويض إضافي-،أن يردم جميع هذه الحفريات بمواد مناسبة، حتى تصل إلى سطح الأرض الأصلي، أو الثابت، أو قاع المجرى. ولا يجب إيداع أي مواد، أو حطام في أي قناة ملاحية مخصصة خلال الإنشاء، إلا بموافقة المهندس. ويجب إزالة هذه المواد أو الحطام إلى عمق قناة الملاحة الطبيعي قبل الانتهاء من العقد وقبوله. ويجب إزالة أي مواد، أو حطام ناتجة عن عمليات المقاول المودعة خارج أي قناة ملاحية مخصصة، أو أي تيارات أخرى خلال الإنشاء، باستثناء الردم الذي يجب أن يكون جزءًا دائمًا من العمل، ويجب إخلاء القناة من جميع العوائق قبل الانتهاء من العمل.

٢-٥-٤ التخلص من المواد الزائدة، وغير المناسبة:

يجب استخدام فائض المواد المحفورة، بعد ردم الركائز، والدعامات بالتربة، للتخلص من نتوءات الإنشاء في موقع الجسر، أو بالقرب منه، وذلك لتسوية الانخفاضات الموجودة في ضفاف الجدول المائي، وبالقرب منه أو كما يوجه المهندس بغير ذلك.

٢-٦ الردم:

٢-٦-١ عام:

يجب أن تتوافق مواد تربة الردم المستخدمة مع أحكام الجزء (٢-٥). وإن لم تُوجد مواد كافية تتوافق مع أحكام الجزء (٢-٥) من الحفر داخل حدود المشروع، يجب على المقاول استيراد مثل هذه المواد كما يوجهه المهندس.

وما لم يُحدَّد خلاف ذلك في مستندات العقد، يجب ردم جميع الفراغات التي حُفِرت، ولم تُشغَل بالدعامات، أو الركائز، أو أي عمل دائم آخر بالتربة وصولًا إلى سطح الأرض المحيطة بها، مع مراعاة التسوية في الحسبان. ويجب دكّ جميع تربة الردم دكًّا جيدًا، ما لم يُحدَّد غير ذلك، حتى تتوافق كثافتها مع كثافة التربة المحيطة بها، وتدرجها بدقة. ويجب وضع تربة الردم الموضوعة حول الركائز على الجانبين بنفس المستوى تقريبًا، وفي الوقت نفسه. ويجب عدم وضع صخور يزيد حجمها عن ٧٥ ملم على الأسطح الخرسانية.

يجب أن يتوافق إنشاء السد الترابي مع متطلبات الجزء (٢-٤٥) في المواصفات العامة لإنشاء الطرق الحضرية. يجب وضع مادة الردم عند الجدران الاستنادية، والدعامات، والجدران الداعمة، وجميع دعامات الجسور في السد الترابي، بطبقات أفقية مدموكة جيدًا بحيث لا يزيد سمكها عن ١٥٠ ملم، ويجب إحضارها بشكل موحد على جميع الجوانب من الهيكل، أو المنشأة. ويجب دكّ مواد الردم داخل السد الترابي أو تحته، أو داخل طريق السير في المناطق المحفورة، أو أمام الدعامات، والجدران الاستنادية، أو الجدران الداعمة بالكثافة المطلوبة نفسها للسد الترابي.

ويجب عدم وضع أي ردم على أي هيكل خرساني؛ حتى يمنح المهندس الإذن بذلك. ويجب أن يتوافق وضع الردم -أيضًا- مع المتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (٢-١٧-١١). يجب وضع الردم أمام الدعامات، والجدران الداعمة أولاً؛ لمنع إمكانية التحرك للأمام. ولن يُسمح بقذف الردم خلف الدعامات، والجدران الداعمة.

وينبغي توفير تدابير كافية؛ لتصريف جميع الردم تصريفًا جيدًا مع مراعاة وضع مصارف الخنادق، التي تتكون من ٠,٠٦ متر مكعب -على الأقل- من مادة منفِّذة ملفوفة في نسيج مرشِّح؛ لمنع الانسداد، وانتقال الركام من تربة الردم، عند فتحات التصريف.

تُردَم العبّارات المعدنية، والخرسانية وفقًا للمتطلبات المذكورة في الباب (١٦) والباب (١٧).

٢-٧ قبول الأعمال:

يجب على المقاول تطبيق ضبط الجودة لأعمال الحفر الإنشائية، والردم من خلال تنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ لضمان أن المواد المستخدمة، وطرق الإكمال والأعمال المكتملة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في المواصفات الخاصة، ومواصفات العميل، أو المواصفات العامة، وغيرها من وثائق العقد.

كما يجب على الجهة المعنية تطبيق ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة التي يتبعها المقاول، سواءً من خلال المراقبة المباشرة، أو من خلال تنفيذ إجراءات ضمان الجودة المحايدة باستخدام الاختبارات على عينات تمثيلية، وبأعداد كافية؛ للحكم على مستوى الجودة، والموافقة على قبول الأعمال المنفذة، أو رفضها وفقًا للمبادئ المفصلة المذكورة في الأجزاء الفرعية (٢-٧-١) و (٢-٧-٢).

٢-٧-١ ضبط الجودة:

٢-٧-١-١. القطع:

يجب على المقاول أن يُجرِي جميع الإجراءات المطلوبة لضبط جودة أعمال الحفر؛ لضمان أن طرق الإنشاء، والأعمال المنفذة تلبي متطلبات الجودة المشار إليها في الجزء (٢-٤).

٢-٧-١-٢. الردم:

يجب على المقاول أن يُجري الإجراءات المطلوبة لضبط جودة أعمال الردم؛ لضمان أن المواد المستخدَمة، وطرق الإنشاء والأعمال المنفذة تلبي متطلبات الجودة المذكورة في الجزء (٢-٥). كما يجب أن تتفق جميع المواد المستخدمة مع حدود اختبار القبول المشار إليها في الجدول (٢-٥).

٢-٧-٢ ضمان الجودة:

٢-٧-٢-١ القطع:

تحتفظ الجهة المعنية في أي وقت بالحق في ضمان جودة أعمال الحفر من خلال تنفيذ الاختبارات، والقياسات للأعمال المنفذة، أو تكليف الآخرين بذلك تحت إشرافها وفقًا للجزء (٢-٤).

٢-٧-٢-٢ الردم:

تحتفظ الجهة المعنية في أي وقت بالحق في ضمان جودة المواد، والأعمال المنفذة من خلال إجراء الاختبارات لمواد أعمال الردم وفحص العمل المُنجَز لكل بند من بنود ضبط الجودة المحددة في الجزء (٢-٦) والاختبارات المخبرية المُدرجة في الجدول (٢-٤)، ويمكنها أيضًا تكليف الآخرين بذلك تحت إشرافها.

٢-٨ القياس والدفع:

٢-٨-١ القياس:

٢-٨-١-١ عام:

يُقاس الحفر للمنشآت بالحجم بوحدة المتر المكعب. ويُحسَب الحجم بناءً على المواد التي أُزيلت فعليًّا من موضعها الأصلي ضمن الحدود المحددة أدناه، أو كما هو موضح في رسومات العقد. وأي حجم إضافي ناتج عن الانزلاقات، أو الانهيارات الأرضية، أو الهبوط، أو الترسب، أو الردم؛ بسبب عوامل الطبيعة، أو اللامبالاة لن يُحسَب بغرض الدفع. ولن تُصنَّف المياه على أنها مواد حفر. كما أن التخلص من المواد الزائدة لن يُقاس وتُدفَع تكلفتها بشكل منفصل، بل ستُعد جزءًا ثانويًّا من مختلف فئات الحفر، والإزالة. أما الخرسانة الإضافية المطلوبة لملء أي حفرة خارج الخطوط الدقيقة الموضحة في رسومات العقد فلن تُقاس كميتها بغرض الدفع.

٢-٨-١-٢ حفر البنى السفلية المدعومة بالخوازيق:

يُقاس حفر البنى السفلية، والركائز، والدعامات المدعومة على خوازيق على أنها حفر إنشائي سفلي شائع. وسوف يُحدَّد حجم الحَفر لكل بنية تحتية عن سطح التربة الحالي، وقعر قاعدة الأساس، والخطوط الرأسية الموازية بمسافة ١ متر خارج الخطوط الدقيقة لقاعدة الأساس على طول عمق الحفر. وإذا نصّت مستندات العقد على حفر قناة، أو كانت بتوجيه من المهندس، فسوف يُعَد سطح التربة الحالي هو قاع حفر القناة.

٢-٨-١-٣ حفر البنى السفلية المدعومة على مواد الأساس الطبيعية:

يُقاس حفر البنى السفلية، والركائز، والدعامات المدعومة على مواد الأساس الطبيعية إما على أنها أعمال حَفر أساسات اعتيادية، أو حفر أساسات صخرية. تُحسَب أحجام الحفر كما هو موضح في القسم الفرعي (٢-٨-١-٢)، باستثناء الكمية الموجودة تحت قمة مواد الأساس المعتمدة، التي ستُحسَب داخل الخطوط الدقيقة لقواعد الأساس كما هو موضح في رسومات العقد، أو كما يوجه المهندس. وتُقاس أحجام حفر الدعامات الارتكازية على أساس الكميات الموضحة في رسومات العقد.

٢-٨-١-٤ حفر العبّارات الصندوقية:

يجب أن يكون الحفر من مستوى الحد الأعلى إلى مستوى تشكيل الأساس محدودًا بمستويات عمودية بقيمة ٣٠٠ ملم خارج أبعاد العبارة في المخطط. كما يجب أن تقتصر أعمال الحفر الخاصة بالجدران الاستنادية المنخفضة على العمق الفعلي للجدران الاستنادية المنخفضة بالإضافة إلى خرسانة التمهيد، وجدران الأسطح العمودية بقيمة ٣٠٠ ملم خارج الأسطح الخارجية للجدران الاستنادية المنخفضة.

٢-٨-١-٥ حفر العبّارات الدائرية:

يجب أن يكون الحفر من أسفل مستوى تراصف الأنبوب إلى أسفل الحفر بمواد غير متناسبة مع الأساس محددًا بحدود عرض خندق الأنبوب بقيمة ٣٠٠ ملم أكبر من القطر الخارجي للأنبوب.

٢-٩ حفر الأنفاق:

يجب قياس حفر الأنفاق بالأمتار المكعبة، ويجب أن تؤخَذ القياسات الحجمية على النحو التالي:

- ويُحسَب الحجم على أساس الخطوط النظرية للحفر، وتشمل تسوية الخرسانة المقذوفة، والتبطين بالخرسانة، وطبقات رصف الطريق، وطبقات القاعدة الترابية، وقنوات الصرف.
- لن يكون حفر مجاري الأنابيب الخدمية تحت قاع منطقة القاعدة الترابية مشمولًا في كمية حفر النفق. وسيُعد جزءًا من بند جدول الكميات.
- أما الحفر وراء خطوط الحفر النظرية (الزائدة) فعلى مسؤولية المقاول.

٢-٩-١ الحفر للتدعيم:

لن تُدفَع تكاليف أعمال الحفر اللازمة لوضع دعائم التأرجح، والتدعيم المؤقت، والحواجز الخشبية على الهياكل الإنشائية الأساسية للأخشاب كعنصر منفصل، ولكنها ستُدمَج في عرض السعر لعناصر الإنشاء هذه.

٢-٩-٢ الردم:

يُقاس الردم، لكل نوع من مواد الردم، بالحجم داخل الخطوط الدقيقة الموضحة في رسومات العقد، أو كما يوجه المهندس.

٢-٩-٣ الظروف الخاصة:

إذا واجه المقاول ظروفًا خاصة، أو غير عادية، يجب عليه إبلاغ المهندس الذي يجب أن يوجه بتحديد حدود الحفر الإنشائية الخاصة متى رآها ضرورية. وإذا أشار المقاول بحفر إضافية بسبب ظروف خاصة دون موافقة مسبقة من المهندس، فيجب أن يتحمل المقاول تكلفتها، ولن يُجرَى أي قياس، أو دفع مستحقات بعد ذلك.

٢-٩-٤ الدفع:

تُدفَع مستحقات الحفر الإنشائي المُقاسة على النحو الموصوف في الجزء الفرعي (٢-٨-١) أعلاه، بالمتر المكعب للنوع والفئة المحددة، مالم يحدد خلاف ذلك

ويجب أن يتضمن الدفع مقابل الحفر الإنشائي تعويضًا كاملًا لجميع الأجور، والمواد، والمعدات، والعناصر الأخرى اللازمة، أو الملائمة لإتمام الحفر بنجاح، والوصول إلى مستوى قاعدة الأساسات، أو قاعدة الهيكل.

ويجب عدّ التعويض الكامل؛ للتحكم في المياه، ونزحها من أعمال الحفر، وتوريد إنشاء جميع سدود الإنضاب، وتركيبها وإنشائها، والتدعيم الخشبي، وجميع المرافق الأخرى اللازمة للعمليات، باستثناء طبقات الختم الخرساني المبينة في المخططات، وإزالتها لاحقًا. كل ذلك يجب أن يكون مشمولًا في سعر العقد للحفر الإنشائي، ما لم ينص العقد على دفعها دفعًا منفصلًا.

ويجب أن يتضمن سعر العقد الخاص بالحفر الإنشائي دفعًا كاملًا لجميع مصاريف المناولة، والمعالجة، والتخزين، أو استبدال المواد المحفورة، التي ستُستخدَم للردم، ويشمل ذلك أي عمليات تجفيف ضرورية، والتخلص من جميع المواد المحفورة الزائدة، أو غير المناسبة، ما لم ينص العقد على خلاف ذلك. وأي عملية تنظيف، أو عزق، أو إزالة إنشائية ضرورية، ولكنها لم يُدفع مقابلها تحت بنود أخرى في العقد، فستُعد مشمولة في السعر المدفوع عن الحفر الإنشائي.

ما لم ينص العقد على دفع منفصل لها، يجب أن يتضمن سعر العقد عن الحفر الإنشائي تعويضًا كاملًا؛ لوضع الردم الإنشائي، ودكّه. وسيُدفَع مقابل توفير مواد الردم من مصادر أخرى غير الحفر بسعر الوحدة المحدد في العقد للمواد المستخدمة، أو بوصفه عملًا إضافيًّا في حالة عدم تحديد سعر الوحدة. سيتم السداد بموجب واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٢-٣).

الجدول (٢–٣) بنود الدفع عن الحفر الإنشائي والردم.

الرقم	نوع العمل	وحدة الدفع
٢-٢-١	الحفر غير المصنف	متر مكعب
٢-٢-٢	الحفر الإنشائي غير المصنف	
٢-٢-٣	حفر الأساسات العام	
٢-٢-٤	الحفر الصخري للأساسات	
٢-٢-٥	الردم غير المصنف، واختيار تربة الردم، والردم الحُبيبي	
٢-٢-٦	ردم المواد المالئة منخفضة المقاومة	

الجدول (٢–٤) متطلبات ضبط الجودة للحفر، والردم.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
التحضيرات الأولية للحفر	مراقبة الارتفاعات، والقياسات المقطعية العرضية	المسح، والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	القسم الفرعي (٢-٤-١-١)
	تركيب جميع المتاريس والحواجز، والممرات المغلقة، وما إلى ذلك.	المسح		حتى تصبح المنطقة آمنة.	القسم الفرعي (٢-٤-١-١)
أثناء الحفر	الثقب، السَّبر، القذف حسب الضرورة	يصل عمق كل ثقب إلى ٦ أمتار كحد أقصى		أربعة ثقوب كحد أقصى لكل قاعدة أساس	القسم الفرعي (٢-٤-١-٣)
بعد الحفر	عُمق الحفر	القياس		مرة واحدة	الجزء الفرعي (٢-٤-٢)

الجدول (٢–٥) المسميات والعناوين لمواصفات AASHTO وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	حد القبول	(AASHTO)	(ASTM)
The plastic limit of a soil is the lowest water content at which the soil remains plastic	حد اللدونة في التربة هو أدنى محتوى مائي تظل فيه التربة لدنة	PI ≤ 5	T90	-------
Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Sulfate Ion Content in Soil	طريقة الاختبار القياسية لتحديد محتوى أيونات الكبريتات القابلة للذوبان في الماء في التربة	نسبة الكربونات ≤ ٠,٥٪ وأبعاد شظايا الصخور ≥ ٧٥ ملم	T290	-------
Standard Method of Test for Determining Water-Soluble Chloride ion Content in Soil	طريقة الاختبار القياسية لتحديد محتوى أيون الكلوريد الذوّاب في الماء في التربة	نسبة أيون كلوريد قابل للذوبان في الماء ≤ ٠,٥٪	T291	-------
Standard Test Method for Flow Consistency of Controlled Low Strength Material (CLSM)	طريقة الاختبار القياسية لتناسق تدفق المواد المالئة منخفضة المقاومة	قُطر انتشار المواد المالئة منخفضة المقاومة ≤ ٢٠٠ ملم	-------	D6103
Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, Cement Content, and Air Content (Gravimetric) of Controlled Low-Strength Material (CLSM)	طريقة الاختبار القياسية لكثافة المواد المالئة منخفضة المقاومة (وزن الوحدة)، وحجمها الفعلي، ومحتواها الخرساني، ومحتوى الهواء فيها (قياس الثقل النوعي))	الانحراف في وزن الوحدة المُقاسة أقل من ٥٪	-------	D6023
Standard Test Method for Preparation and Testing of Controlled Low Strength Material (CLSM) Test Cylinders	طريقة الاختبار القياسية لتحضير واختبار أسطوانات اختبار المواد المالئة منخفضة المقاومة	٠,٧ – ٨ ميجا باسكال عند مرور ٢٨ يومًا	-------	D4832

٣-إزالة الهياكل الإنشائية الحالية:

٣-١ الوصف:

يجب أن يتضمن هذا العمل الإزالة الكلية، أو الجزئية، والتخلص السليم من جميع المباني، والجسور، والعبّارات، والسياجات، والهياكل الإنشائية والأسطح القديمة، وخطوط الأنابيب المهجورة، وأي عوائق أخرى محددة للإزالة. كما يجب أن يتضمن العمل - أيضًا- إنقاذ المواد المحددة وردم الخنادق، والثقوب، والحفريات الناتجة.

كما يجب أن يتضمن هذا العمل أيضًا –في حالة تحديد ذلك– إزالة عناصر إشارات المرور، وإضاءة الطرق المحددة، مثل: أعمدة الإنارة والمصابيح المضيئة، وصناديق السحب، ومصادر الطاقة، ورؤوس الإشارات، والمفاتيح الكهربائية، وغيرها من المعدات الكهربائية المتعلقة. ويجب تسليم هذه العناصر إلى الموقع المحدد في المخططات، وبالطريقة التي يوافق عليها المهندس. كما يجب أن يشمل هذا العمل إزالة العناصر المتروكة، واستعادة الموقع؛ ليلائم الظروف المحيطة.

وفي حالة عدم تضمين بنود الدفع لإزالة الهياكل الإنشائية، والعوائق في العرض كما هو موضح في هذا الجزء، فإنه يجب تضمين تكلفة هذا العمل في بنود أخرى.

٣-٢ رسومات العمل:

يجب إعداد رسومات العمل التي توضح طرق الإزالة، وتسلسلها للحالات التالية:

- في حالة تحديد هيكل، أو أجزاء من الهيكل؛ لإزالته، أو إنقاذها.
- في حالة تنفيذ عمليات الإزالة فوق حركة المرور العامة، أو بالقرب منها، أو منشآت السكك الحديدية.
- عندما تتطلب ذلك المخططاتُ، أو الأحكام الخاصة. يجب تقديم رسومات العمل إلى المهندس للموافقة عليها قبل ١٠ أيام على الأقل من بدء عمليات الإزالة المقترحة.

ويجب ألا تبدأ أعمال الإزالة حتى يُوافق على الرسومات. وهذه الموافقة يجب ألا تُعفِ المقاولَ من أي مسؤولية بموجب العقد لإتمام العمل بنجاح.

وعندما يكون الإنقاذ مطلوبًا، يجب أن يشير الرسم بوضوح إلى علامات التخطيط المقترحة؛ لتعيين القطاعات الفردية من الهيكل.

٣-٣ أعمال الإنشاءات:

٣-٣-١ عام:

يجب على المقاول أن يهدم ويُزيل ويتخلص من كل هيكل أو جزء من الهيكل سبقَ تخصيصه للإزالة؛ باستثناء المرافق والبنود الأخرى التي يجب على المهندس أن يوجه المقاولَ بتركها سليمة ويجب إزالة جميع الخرسانة، والأساسات الأخرى إلى عمق لا يقل عن ٠,٦ متر تحت ارتفاع الأرض أو ٠,٩ متر تحت منسوب القاعدة الترابية، بالنظر إلى أيهما أقل. وما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، فإن المقاول يكون بالخيار؛ إما سحب الخوازيق، أو قطعها عند نقطة لا تقل عن ٠,٦ متر تحت خط الأرض. ويجب ردم التجاويف المتبقية من إزالة الهيكل إلى مستوى الأرض المحيطة، وإذا كانت داخل منطقة إنشاء الطريق، فيجب دكُّها؛ لتلبية متطلبات عقد الردميات.

كما يجب عدم استخدام المتفجرات إلا في المواقع، وبالشروط المذكورة في مواصفات المشروع. ويجب أن يُنتهَى من جميع أعمال التفجير قبل مباشرة العمل الجديد.

٣-٣-٢ الإزالة الجزئية للهياكل الإنشائية:

في حالة توسيع الهياكل الإنشائية، أو تعديلها، وتخصيص أجزاء فقط من الهيكل الحالي للإزالة، يجب إزالة هذه الأجزاء بطريقة تترك الهيكل المتبقي غير تالف، وفي حالة مناسبة للاستخدام المقصود. ويجب عدم استخدام الطرق التي تتضمن استخدام كرات التفجير، أو التحطيم داخل أي امتداد، أو رصيف ما لم يُزَل هذا الامتداد، أو الرصيف بالكامل. ويجب إصلاح أي ضرر يلحق بالأجزاء المتبقية في الخدمة على نفقة المقاول.

وقبل البدء في عملية إزالة الخرسانة التي تنطوي على إزالة جزء من عنصر خرساني مترابط، يجب القطع بالمنشار بعمق ٢٦ ملم تقريبًا إلى خط حقيقي على طول حدود الإزالة على جميع أوجه العنصر التي ستكون مرئية في العمل المُنجَز.

كما يجب إزالة الخرسانة القديمة بعناية إلى الخطوط المحددة بالثقب، أو التقطيع أو بطرق أخرى يعتمدها المهندس. ويجب أن تكون الأسطح التي تنتج عن هذه الإزالة صحيحة، ومستوية بشكل معقول، بزوايا مستقيمة حادة تسمح بربط جيد وعملي مع الإنشاء الجديد،

أو تكون مُرضية للغرض المقصود. وفي حالة تمديد قضبان التسليح الحالية من الهيكل الحالي إلى إنشاء جديد، يجب إزالة الخرسانة بحيث تترك القضبان البارزة نظيفة، وغير تالفة. أما في حالة عدم تمديد القضبان البارزة إلى الإنشاء الجديد، فيجب قطعها، بحيث تتساوى مع سطح الخرسانة القديمة.

وفي أثناء الإزالة الكاملة لخرسانة السطح فوق الكمرات أو العوارض الحديدية، ينبغي أن تظل في مكانها، يجب على المقاول توخي الحذر حتى لا تتشوه الشفاه العلوية، أو تتجوف، أو تتشوه باستخدام آلات ثقب الصخور، أو غيرها من الأدوات. وأي ضرر يحدث يجب إصلاحه على نفقة المقاول. تُجرَى الإصلاحات -حسب توجيهات المهندس- ويجب أن تشمل الصقل، واللحام، والتسوية بالحرارة، أو استبدال العناصر، بحسب موقع الضرر، وشدته.

٣-٣-٣ الهدم:

إذا كان العقد يتطلب الهدم، فيجب إزالة الهياكل الإنشائية الحالية، وإعادة السطح الحالي إلى حالته الأصلية.

يجب على المقاول قبل البدء في الهدم تنسيق فصل خدمات المرافق مع مالك المرافق المَعنيّ.

يجب إصلاح المرافق المكسورة، أو التالفة مباشرة، دون أي دفع إضافي للمقاول.

٣-٣-٤ إزالة الجسور، والعبّارات، والهياكل الإنشائية الحالية الأخرى:

يجب عدم إزالة الجسور، والعبّارات المستخدمة في حركة المرور؛ حتى تُجرَى ترتيبات بديلة؛ لاستيعاب المرور.

وعندما تظل الهياكل الإنشائية ملكًا للمالك، يجب أن تتجنب طريقة تفكيك المنشآت المعدنية، والجسور الخشبية إلحاق أي ضرر بالمواد. وقبل البدء في عملية التفكيك يجب وضع علامات على المكونات المعدنية لسهولة إعادة تركيبها، وذلك بدهانها، واستخدام القوالب المعدنية بطريقة يوافق عليها المهندس. ويجب فك المكونات المعدنية في الوصلات الميدانية الأصلية، ودعمها على هياكل مؤقتة خلال عملية التفكيك، أو بطريقة يوافق عليها المهندس.

ملاحظة: يجب على المقاول أن يستبدل أي فولاذ تالف، أو يُصلحه إصلاحًا مُرضيًا دون تعويض.

يجب قطع الركائز، والدعامات، والخوازيق عند خط الأرض، أو في حالة تغيير القناة، عند ارتفاع حفر القناة كما هو موضح في المخططات.

يجب تكديس الأخشاب المنشورة، والصلب الإنشائي، وما إلى ذلك على حرم الطريق خارج خط الخندق بطريقة أنيقة، ومتقنة.

يجب تكسير الخرسانة القديمة، والمواد المماثلة الأخرى، ووضعها في الردم كما هو محدد لوضع الصخور الصلبة في الردم، أو التخلص منها بأي طريقة أخرى- حسب توجيهات المهندس-.

وعندما تقع هذه الأجزاء من الهياكل الإنشائية القائمة كليًا أو جزئيًا ضمن حدود الهيكل الجديد، يجب إزالتها -حسب الضرورة-؛ لاستيعاب إنشاء الهيكل المقترح.

ملاحظة: يجب عدم ترك أي مواد في القناة بأي حال من الأحوال.

عند إجراء عمليات التفجير، أو غيرها من العمليات اللازمة لإزالة هيكل أو عائق قائم، والتي من شأنها أن تُلحق الضرر بالإنشاء الجديد، يجب إكمال هذه العمليات قبل وضع العمل الجديد.

وعندما تصبح الهياكل الإنشائية، أو المواد الموجودة في الهياكل الإنشائية ملكًا للمقاول، يجب على المقاول إزالة المواد، والتخلص منها وفقًا لهذا الكود. كما يجب إزالة الركائز، والدعامات، والخوازيق، والبنى السفلية كما هو محدد في هذا الجزء.

٣-٣-٥ إزالة أنابيب المجاري:

يجب إزالة جميع العبّارات وأنابيب الصرف الصحي القابلة للإصلاح مع اتخاذ جميع الاحتياطات لتجنب كسر الأنابيب وإتلافها – ما لم يُنَص على خلاف ذلك. وفي حالة إعادة مد الأنابيب، يجب إزالتها، وتخزينها حتى لا يكون هناك خسارة، أو تلف قبل إعادة وضعها.

وسيُطلب من المقاول أن يستبدل الأجزاء المفقودة من التخزين، أو التالفة بسبب الإهمال، أو باستخدام طرق غير مناسبة.

٣-٣-٦ إزالة الرصف، أرصفة المشاة، البردورات... إلخ:

يجب تكسير جميع الرصف الخرساني، وطبقة الأساس، وأرصفة المشاة، والبردورات والمزاريب وما إلى ذلك المخصصة للإزالة، ويكون التكسير إلى قطع لا يزيد وزنها عن ٠,٧ كيلو نيوتن؛ ويجب تخزينها في الأماكن المحددة الموضحة في المخططات، أو بالطريقة التي يعتمدها المهندس.

ولن يكون هناك مدفوعات منفصلة للحفر، أو إزالة الهياكل الإنشائية والعوائق، أو لردم التجويف المتبقي، ودّكه.

وفي حالة تحديد إزالة الخرسانة الإسفلتية أو الرصف الخرساني بالأسمنت البورتلاندي، يجب قطع الوصلة بالنشر بالطريقة التي يعتمدها المهندس. ويجب أن يُقطع بشكل معقول ومستوٍ تقريبًا، ويجب أن يكون عمق القطع بحيث لا يحدث عند إزالة المواد المحيطة أي تلف زائد، أو تشقق في المنطقة المجاورة.

٣-٣-٧ الإنقاذ:

إن المواد المحددة والمُراد إنقاذها بموجب العقد، بغرض إعادة استخدامها في المشروع، أو للاستخدام المستقبلي من قبل المالك، يجب أن تظل ملكًا للمالك، ويجب إزالتها بعناية بأجزاء قابلة للنقل، وتخزينها بالقرب من الموقع في مكان يحدده المهندس. ويجب على المقاول أن يستعيد المواد التالفة، أو المدمرة، أو يستبدل بها غيرها دون تعويض إضافي.

يجب إزالة المسامير، والبراغي من المنشآت المعدنية المراد إنقاذها عن طريق قطع الرؤوس بإزميل، ثم تثقيبها، أو ثقبها من الفتحة، أو بطريقة لا تُلحق الضرر بالمكونات؛ لإعادة استخدامها، ويجب أن يعتمدها المهندس. كما يجب تمييز جميع عناصر المنشآت المعدنية، أو أجزاءها بالطلاء وفقًا للمخطط، أو المخطط المعتمد من قبل المهندس قبل التفكيك.

ويجب أن تُزال جميع البراغي والمسامير من الخشب الذي يعده المهندس قابلًا للإصلاح كجزء من عملية إنقاذ الهياكل الإنشائية الخشبية.

٣-٣-٨ الهياكل الإنشائية المهجورة:

يجب كسر جميع الهياكل الإنشائية القائمة المهجورة، وإزالتها على عمق لا يقل عن ١٥٠ ملم تحت مستوى الأساس للهيكل الجديد. وعند التخلي عن خطوط الصرف الصحي، وخطوط المياه وما إلى ذلك، يجب أن تُربَط بإحكام عند كل طرف بالخرسانة بالطريقة التي يعتمدها المهندس.

كما يجب إزالة غرف التفتيش، والمنشآت المماثلة التي سيُتخلى عنها إلى العمق المحدد، ويجب ردمها، ودكّها بمادة مناسبة. وإذا كان الهيكل مهجورًا، وكان ردمه على هذا النحو تحت رصف أو أي هيكل آخر، فيجب وضع مادة الردم، ودكها في طبقات موحدة لا يزيد سمكها عن ١٥٠ ملم.

وإن لم يكن الهيكل الإنشائي تحت رصف أو أي منشآت أخرى، فيجب إجراء عمليات التسوية عن طريق الغمر الكامل بالمياه أثناء عمليات الردم.

٣-٣-٩ التخلص من المواد المهجورة:

يجب أن تعود ملكية أي قاعدة خرسانية مهجورة، ومئزر خرساني، وقناة، ومواد أخرى متنوعة إلى المقاول، ويجب إزالتها، والتخلص منها بطريقة يوافق عليها المهندس. وكذلك المواد مثل: المداخل الشبكية، وإطارات الدخول، وأغطية وإطارات غرف التفتيش، والأنابيب الخرسانية، أو الفخارية، وأنابيب المياه، الأنابيب المثنية، والصمامات، والتقاطعات، وصناديق الصمامات، أو أي مادة ذات قيمة يجب أن تصبح ملكيتها للمقاول، ما لم تكن المخططات، أو الأحكام الخاصة تنص على خلاف ذلك؛ للتخلص منها.

وباستثناء ما هو منصوص عليه هنا، يجب على المقاول تخزين هذه المواد، أو التخلص منها خارج حرم الطريق. وإذا تُخلّص منها في ملكية خاصة، فيجب على المقاول أن يحصل على إذن كتابي من مالك العقار، ويجب تقديم نسخة من كل اتفاقية إلى المهندس. كما يجب التخلص من النفايات في المواقع المملوكة الموضحة في الأحكام الخاصة.

ويجب دفن الخرسانة المُزالة في السدود الترابية المجاورة، ما لم ينص على خلاف ذلك في الأحكام الخاصة، شريطة أن تُكسر ليمكن التعامل معها بسهولة، وتُدمج في السدود الترابية، وتوضع على عمق لا يقل عن متر واحد تحت الدرجة النهائية، وخطوط الانحدار. ويجب عدم دفن الخرسانة المزالة في المناطق التي توضع فيها الأساسات أو على بعد ٣ أمتار من الأشجار، أو خطوط الأنابيب، أو الأعمدة، أو المباني، أو غيرها من الأشياء، أو الهياكل الإنشائية الدائمة، ما لم يسمح المهندس بذلك.

٣-٤ قبول الأعمال:

يجب على المقاول تطبيق ضبط الجودة؛ لإزالة أعمال الهيكل الحالي من خلال تنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة، وذلك للتأكد من أن طرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذا الجزء.

٣-٤-١ ضبط الجودة:

ويجب على المقاول أن يُجري جميع الإجراءات المطلوبة فيما يتعلق بإزالة أعمال الهيكل الحالية، وتنفيذ ضبط الجودة؛ للتأكد من أن طرق الإنشاء وتنفيذ الأعمال تفي بمتطلبات الجودة.

٣-٤-٢ ضمان الجودة:

تحتفظ الجهة المعنية بالحق في ضمان جودة أعمال إزالة الهياكل الإنشائية الحالية من خلال تنفيذ الاختبارات، والقياسات للأعمال المنفذة، أو تكليف الآخرين بذلك تحت إشرافها.

٣-٥ القياس، والدفع:

يجب قياس العمل على النحو المنصوص عليه في هذا البند على أنه كل هيكل فردي، أو جزء من هيكل، يجب إزالته. وسيُدفع على أساس سعر العطاء الكلي لإزالة كل هيكل، أو جزء من الهيكل، كما هو محدد.

وينبغي أن تشمل الأسعار، والدفع التعويض الكامل عن جميع الأعمال، والعمالة، والأدوات، والمعدات، والحفر، والردم، والمواد والنفقات اللازمة لإكمال العمل، ومنها مواد الإنقاذ التي لا يُعاد استخدامها في المشروع عند تحديد هذا الإنقاذ، ولم تُدفَع من قبل بطريقة أخرى.

ويجب أن يُعد التعويض الكامل لإزالة المواد التي سيُعاد استخدامها وإنقاذها في المشروع كجزء من أسعار العقد المدفوعة لإعادة بناء، أو إعادة توضيب العناصر التي يجب أن تُعيّن في العقد، ولن يسمح بأي تعويض إضافي لذلك.

سيُسدد بموجب واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٣-١) والجدول (٣-٢) التي توضح متطلبات ضبط الجودة؛ لإزالة الهياكل الإنشائية القائمة.

الجدول (٣–١) بنود الدفع عن إزالة الهياكل الإنشائية القائمة.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٣-٣-٢	الإزالة الجزئية للهياكل الإنشائية	الإجمالي
٣-٣-٣	الهدم	مبلغ الطوارئ
٣-٣-٤	الجسور، والعبّارات، والهياكل الإنشائية الحالية الأخرى	الإجمالي
٣-٣-٥	أنابيب المجاري	المتر الطولي
٣-٣-٦	الرصف، أرصفة المشاة، البردورات، إلخ	متر مربع
٣-٣-٧	الإنقاذ	مشمول
٣-٣-٨	الهياكل الإنشائية المهجورة	الإجمالي
٣-٣-٩	التخلص من المواد المهجورة	الإجمالي

الجدول (٣–٢) متطلبات ضبط الجودة لإزالة الهياكل الإنشائية القائمة.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
إزالة الخرسانة والأساسات الأخرى	يجب أن يكون عمق الإزالة ٠,٦ متر تحت ارتفاع الأرض أو ٠,٩ متر تحت ارتفاع الطبقة السفلية	المسح والقياس	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (٣-٣-١)
	ردم التجاويف المتبقية من إزالة الهيكل	المسح	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (٣-٣-١)
التفجير	يجب أن يُنتهَى من جميع أعمال التفجير قبل مباشرة العمل الجديد	المسح	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	حتى تصبح المناطق آمنةً	الجزء الفرعي (٣-٣-١)

٤- الأعمال المؤقتة:

٤-١ عام:

٤-١-١ الوصف:

تتكون هذه الأعمال من بناء، وإزالة المرافق المؤقتة المصممة، والمستخدمة بشكل عام من جانب المقاول، لتنفيذ الأعمال التي قد يؤثر توقفها، أو تعطلها تأثيرًا سلبيًا في أعمال العقد أو قد يُعرض سلامة المرافق أو الملكيات المجاورة أو العامة للخطر. تتضمن هذه المرافق: السقالات المؤقتة، والقوالب، ورافعات القوالب، والسدود المؤقتة، والتدعيم الخشبي، ونظام التحكم في المياه، والجسور المؤقتة.

وتعرّف قوالب صب الخرسانة هي الألواح أو الحاويات، التي تحتوي على الخرسانة السائلة، وتقاوم القوى بسبب وزنها، وموضعها، وتماسكها. ويجب أن تُسند بدورها على السقالات المؤقتة.

وتمثل السقالات المؤقتة أي هياكل مؤقتة تسند العناصر الإنشائية للبلاطات الخرسانية، أو العوارض، أو الفولاذ، أو المباني، أو غيرها من العناصر الإنشائية أثناء بنائها حتى الانتهاء من الهيكل الإنشائي بالشكل الذي يمكنه به سند نفسه.

٤-١-٢ رسومات العمل:

يجب إعداد رسومات تصميم السقالات المؤقتة المطلوبة، وتقديمها وفقًا لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). يجب أن تتضمن الرسومات ما يلي -حسب الضرورة- ووفقًا لما هو محدد في الأقسام الفرعية من (٤-١-٢-١) إلى (٤-١-٢-٨).

٤-١-٢-١ عام:

يجب على المقاول تصميم، وعرض التفاصيل الخاصة بأعمال بناء السقالات المؤقتة التي توفر الصلابة اللازمة، وتسند الأحمال المفروضة، وتنتج الخطوط، ومستويات الارتفاع المطلوبة في الهيكل النهائي. كما يجب الاستعانة بمهندس مختص في التصميم الإنشائي من أجل تصميم الرسومات، والتوقيع عليها، وختمها. ويجب أن تُظهر حسابات التصميم الإجهادات، والانحرافات في عناصر سند الأحمال.

٤-١-٢-٢ المجموعات المقدمة:

يجب على المقاول تقديم ثلاث مجموعات من رسومات السقالات المؤقتة، ومجموعة واحدة من حسابات التصميم؛ لاعتمادها.

٤-١-٢-٣ تفاصيل التصميم:

يجب على المقاول تضمين المعلومات والتفاصيل اللازمة للمساعدة في بناء السقالات المؤقتة دون الإشارة إلى أي رسومات تكميلية، أو أوراق حسابات، أو مواصفات تصميم، أو غيرها من الوثائق الأصلية. ويجب عليه توضيح كل أبعاد التحكم في التصميم، ومنها طول العارضة ومسافة تباعدها، وموقع الركيزة ومسافة تباعدها، والمسافة الرأسية بين الوصلات في عنصر التدعيم القطري، وارتفاع حوامل السقالات المؤقتة، والأبعاد المماثلة التي تتحكم في تصميم السقالات المؤقتة، وتركيبها.

٤-١-٢-٤ أحمال الأساسات:

يجب على المقاول توضيح الحد الأقصى للحمل الإنشائي المُحمل على مواد الأساسات، بما في ذلك مخطط الصرف، أو وصف كيفية حماية الأساسات من التشبع، أو التآكل، أو التعرية.

٤-١-٢-٥ مواصفات المواد:

يجب على المقاول أن يصف بدقة كل مواد السقالات المؤقتة المقترحة. ويجب عليه -أيضًا- وصف المواد غير المحددة في قائمة المصطلحات والمسميات الموحدة (مثل: مواصفات AASHTO أو ASTM) بناءً على اختبارات الشركة الصانعة، وأحمال العمل الموصى بها. ويجب على المقاول تقييم مواد السقالات المؤقتة، والتأكد مما إذا كانت خواصها الفيزيائية، وحالتها تساعدها على سند الأحمال المفترضة في التصميم.

٤-١-٢-٦ صب الخرسانة:

يجب على المقاول توفير مخطط لعملية صب الخرسانة المقترحة يتضمن قائمة بالمعدات، والعمالة، والإجراءات التي من المقرر استخدامها طوال كل عملية، وإدراج معدلات الصب المقترحة، وضغوط التصميم الخاصة بكل صب. ويجب عليه إدراج رسم تخطيطي لصب الهياكل الإنشائية العلوية يُظهر تسلسل صب الخرسانة، ومواقع الفواصل الإنشائية.

٤-١-٢-٧ حالات الهبوط:

يجب على المقاول عرض حالات الهبوط الكلية المتوقعة الخاصة بالسقالات المؤقتة والقوالب، بما في ذلك هبوط أساسات السقالات المؤقتة وسد فواصلها. ويجب عليه إعداد تصميم لحالات الهبوط المتوقعة بما لا يتجاوز ٢٥ ملم. يجب تصميم السقالات المؤقتة، وبناؤها وفقًا للارتفاعات التي تشمل الهبوط المتوقع اثناء صب الخرسانة، والتحدب اللازم؛ لتعويض انحرافات العناصر أثناء أعمال الإنشاء.

٤-١-٢-٨ المرور:

في الحالات التي تقتضي وجود فتحات في السقالات المؤقتة؛ للسماح بمرور حركة المرور العامة، كما يجب توضيح موقع كل هذه الفتحات، بما في ذلك الخلوصات الأفقية والرأسية، وموقع الدرابزينات المؤقتة. بالنسبة إلى السقالات المؤقتة في مسار حركة المرور، يجب توضيح تسلسل أعمال تركيبها، وإزالتها.

ويجب تقديم رسومات السقالات المؤقتة المنفصلة لكل هيكل إنشائي فيما عدا الهياكل الإنشائية المتشابهة التي لها تصميم السقالات المؤقتة نفسه، وتفاصيله ا. كما يجب مراجعة رسومات أي وحدة من وحدات السقالات المؤقتة، واعتمادها قبل البدء في إنشائها.

٤-١-٣ المتطلبات:

يجب تصميم الأعمال المؤقتة؛ بحيث تسند كل الأحمال المفروضة، وتوفر الصلابة اللازمة؛ للمساعدة في إنتاج الهيكل الإنشائي النهائي.

يجب أن يتوافق تصميم الأعمال المؤقتة مع مواصفات كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)، أو مواصفات التصميم الإرشادية لأعمال الجسور المؤقتة.

وعند استخدام الأجهزة المُصنعة، يجب ألا ينتج عن التصميم أحمال على هذه الأجهزة تتجاوز حِمل المقاومة الموصى به من الشركة الصانعة لها.

بالنسبة إلى المعدات التي يحدد فيها اختبار الحِمل السعة المقدرة، يجب أن يكون الحِمل التصميمي بالشكل المذكور في كود التصميم المقبول عمومًا، أو المواصفات الخاصة بهذه الأعمال.

ويجب أن تختص اللوائح المحلية بتحديد معدل الحِمل المستخدم في المعدات الخاصة مثل: سقالات الوصول. ومع ذلك، يجب عدم - بأي حال من الأحوال- أن يتجاوز هذا المعدل ٨٠٪ من الحِمل الأقصى، الذي يجري تحمله أثناء إجراء اختبار الحِمل للمعدات.

ويجب أن يتولى مهندس مختص إعداد التصميم والرسومات والتوقيع عليها إذا ما اقتضت أو نصت وثائق العقد على ذلك.

يجب بناء الأعمال المؤقتة وفقًا لرسومات الأعمال المعتمدة، ويجب على المقاول التأكد من أن جودة الأعمال، والمواد المستخدمة متوافقة مع تلك المفترضة في التصميم.

٤-٢ القوالب، والسقالات المؤقتة:

٤-٢-١ مواد السقالات المؤقتة:

٤-٢-١-١ عام:

يجب أن تكون المواد التي سيجري استخدامها مواد جديدة، أو مستعملة، أو مكونات مُصنعة، أو مزيجًا منها في بناء السقالات المؤقتة. ويجب أن يكون حديد التسليح، والمعدن الإنشائي، والخرسانة التي سيجري استخدامها يجب أن تكون متوافقة مع الفصول التالية:

- الباب (١١).
- الباب (١٢).
- الباب (١٥).

يجب تقديم شهادات المواد الخاصة بالمواد الجديدة إذا طُلب ذلك. وينبغي أن تُجرى اختبارات الخرسانة بالشكل الموضح في الباب (١١). يجب اعتماد كل المواد معادة التدوير، والمستعملة، والمكونات المُصنعة.

٤-٢-١-٢ الفولاذ المُنقَذ:

يجب استخدام المعدن الإنشائي المستعمل، والمستوفي لمواصفات (ASTM A6) الخاصة بعيوب السطح في إنشاء السقالات المؤقتة بإجهادات العمل المسموح بها للمواد الجديدة إذا كان من الممكن تحديد درجة الفولاذ. ويجب عدم استخدام الفولاذ غير محدد الدرجة.

٤-٢-١-٣ الأخشاب:

تعد كل أنواع الأخشاب ذات الإجهادات المسموح بها الواردة في المواصفات القياسية الخاصة بالهيئة السعودية للمواصفات، والمقاييس والجودة (SASO)، أو في مواصفات التصميم الوطنية الخاصة بالإنشاء الخشبي (NDS ANSI/AF&PA NDS-2005) المنشورة من جانب الرابطة الوطنية للمنتجات الحرجية في الولايات المتحدة مقبولة للاستخدام في إنشاء السقالات المؤقتة.

٤-٢-١-٤ الأخشاب المستعملة:

يجب استخدام الأخشاب المستعملة معروفة النوع في بناء السقالات المؤقتة بالشروط التالية:

- إذا كانت درجة الأخشاب معروفة، وكانت الأخشاب بحالة جيدة، فيجب ألا تتجاوز الإجهادات المسموح بها تلك المحددة للأخشاب الجديدة من الدرجة نفسها.
- إذا كانت درجة الأخشاب غير معروفة، فيجب عدم استخدامها ما لم تُحدد درجتها عن طريق إجراء اختبارات قياسية مناسبة.

٤-٢-١-٥ المكونات المُصنعة:

يجب استخدام فئات المنتجات مسجلة الملكية التالية من المكونات المُصنعة:

- أنظمة التدعيم الرأسية، ومنها دعامات الإطارات الأنبوبية الملحومة، ودعامات الأنابيب والمقرنات، ومكوناتها.
- المجموعات المُصنعة، ومنها الدعامات أحادية الركيزة، والأكتاف، والرافعات، والروافد، والمشابك، وما شابه من الأجهزة المُصنعة للاستخدام التجاري.

٤-٢-٢ مواد القوالب:

٤-٢-٢-١ عام:

يجب أن تكون القوالب المستخدمة في الخرسانة مانعة لتسرب المونة، ومناسبة لأبعاد الهيكل الإنشائي، وخطوطه، ومستويات ارتفاعه، وأن تكون ذات قوة كافية؛ لمنع حدوث انحراف ملحوظ أثناء صب الخرسانة. ما لم يُحدد خلاف ذلك، يجب أن يكون الاختلاف المسموح به عن المخطط متوافقًا مع القيم الواردة في الجدول (٤-١).

الجدول (٤–١) الحد الأقصى لتفاوت أبعاد قوالب الخرسانة المصبوبة في الموقع [١].

البند	التفاوت (ملم)
الانحراف عن استقامات المخطط [٢]	± ٢٥
الأبعاد العرضية للأعمدة، والركائز، والكمرات، والبلاطات، والجدران	+ ٢٥ - ١٢
سُمك سطح الجسور	+ ١٢ - ٦
ملاحظات: ١. يجب مقارنة الاختلافات بالأبعاد الموضحة في المخططات، أو المحددة من جانب المهندس.	

٢. قياس التفاوت عمودي على خط المخطط أو السطح. يشمل هذا التفاوت قياس المحاذاة، والشاقول، والارتفاع، والمستوى. سيُفحص شاقول (أو ميل) الجدران الاستنادية قبل الردم، وبعده.

٤-٢-٢-٢ الألواح الخشبية:

بالنسبة إلى الأسطح الخرسانية المكشوفة، يجب استخدام المواد التي تستوفي مواصفات (SASO) الواردة في مواصفات الخشب الرقائقي، أو المنتجات الأمريكية PS 1 للفئة الأولى من (قوالب صب الخرسانة) الخارجية ب-ب الخاصة بالخشب الرقائقي، التي تُنتج سطحًا خرسانيًا ناعمًا، ومتماثلًا. يجب أن تكون ألواح القوالب التي ستستخدم بحالة جيدة، وخالية من العيوب في الأسطح المكشوفة. أما في حالة استخدام مادة غير الخشب الرقائقي مع ألواح القوالب، فيجب أن تكون ذات مقاومة انثناء، ومعامل مرونة، وخواص فيزيائية أخرى مساوية أو أكبر من الخواص الفيزيائية لنوع الخشب الرقائقي المحدد.

٤-٢-٢-٣ الدعم الإنشائي:

يجب أن تتوافق مواد الدعم الإنشائي للقوالب مع متطلبات المواد الخاصة بالسقالات المؤقتة. وتُعدّ القوالب الجانبية الرأسية، وقوالب الجدران، وقوالب الأعمدة، والأوتاد ذات الصلة، والدعامات الأفقية، وما إلى ذلك، من قوالب الصب، أو دعم إنشائي لقوالب الصب.

٤-٢-٢-٤ قوالب الصب الجاهزة:

في حالة استخدام قوالب الصب الجاهزة، فيجب تقديم الرسومات التنفيذية المذكورة في الجزء الفرعي (٤-١-٢) والبيانات الفنية التي تثبت السعة الاستيعابية، وتعليمات التطبيق التفصيلية، وقيود الاستخدام. كما يجب استخدام المنتجات الجاهزة وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة.

٤-٢-٢-٥ قوالب الأرضيات المعدنية المتروكة في الموقع (الدائمة):

يجب ألا تُستخدم قوالب صب السطح المعدنية الباقية في الموقع إلا عندما تسمح بذلك وثائق العقد، أو بعد الحصول على موافقة المهندس.

وعند استخدامها، يجب الوفاء بمتطلبات قوالب الصب الجاهزة. مع ضرورة تقديم حسابات التصميم مع الرسومات التنفيذية. كما يلزم تصنيع قوالب صب السطح المعدنية الباقية في الموقع، والمساند من الفولاذ المطابق لمواصفات (SASO أو ASTM A653، أو Grades 275 و٣٤٠، من فئة الطلاء G165) وفقًا لمواصفات (ASTM A525).

٤-٢-٢-٦ قوالب صب السطح الخرسانية سابقة الإجهاد المتروكة في الموقع (الدائمة):

يجب ألا تُستخدم قوالب صب السطح الخرسانية سابقة الإجهاد الباقية في الموقع إلا عندما تسمح بذلك وثائق العقد، أو بعد الحصول على موافقة المهندس.

وعند استخدامها، يجب الوفاء بمتطلبات قوالب الصب الجاهزة. ويلزم تقديم حسابات تصميم السطح الكاملة مع الرسومات التنفيذية. يلزم تصنيع قوالب صب السطح الباقية في الموقع وفقًا للباب (١٤).

٤-٢-٣ تصميم السقالات المؤقتة، وإنشاؤها:

٤-٢-٣-١ الأحمال التصميمية:

يجب أن يتكون الحمل التصميمي للسقالات المؤقتة من مجموع الحِمل الرأسي الساكن، والحي، وأي أحمال أفقية.

٤-٢-٣-١-١ الأحمال الرأسية:

الحمل الساكن: كحد أدنى، يجب أن يشمل الحمل الساكن وزن السقالات المؤقتة، وكل مواد الإنشاء المراد سندها. ويجب أن يُفترض ألا يقل الوزن الحجمي المجمع للخرسانة، وحديد التسليح، وسابق الإجهاد، والقوالب عن ٢٦ كيلو نيوتن/ م^3 للخرسانة ذات الوزن الطبيعي أو ٢١ كيلو نيوتن/ م^3 للخرسانة خفيفة الوزن التي يجري سندها.

الحمل الحي: يجب أن يتكون الحمل الحي من الوزن الفعلي لأي معدات سيجري سندها ومُحملة كأحمال مركزة في نقاط التماس، وحِمل موحد لا يقل عن ١ كيلو نيوتن/ م ٢ مُحمل فوق المنطقة المسنودة، بالإضافة إلى حِمل ١,١ كيلو نيوتن/ م مُحمل في الحافة الخارجية من النتوءات السطحية.

حِمل الإجهاد المسبق معاد التوزيع: بالنسبة إلى الهياكل الإنشائية لاحقة الشد، يجب -أيضًا- تصميم السقالات المؤقتة؛ لسند أي زيادة أو توزيع للأحمال الناتجة عن الإجهاد المسبق للهيكل الإنشائي.

التأثير: عندما يكون من الممكن حدوث تأثير، يجب زيادة الحِمل التصميمي المتسبب في التأثير في العناصر المعدنية، والمكونات المُصنعة بنسبة ٣٠٪ على الأقل.

الحد الأدنى للحِمل الرأسي: يجب ألا يقل إجمالي الحِمل التصميمي الرأسي، الذي سيجري استخدامه عن ٥ كيلو نيوتن/ م٢. إجمالي الحِمل التصميمي الرأسي الخاص بالسقالات المؤقتة هو مجموع الأحمال الرأسية الساكنة، والحية.

٤-٢-٣-١-٢ الأحمال الأفقية:

يجب استخدام الحِمل التصميمي الأفقي المفترض على هياكل السقالات المؤقتة؛ للتحقق من الثبات الجانبي. الحِمل الأفقي المفترض يجب أن يكون مجموع الأحمال الأفقية الناتجة عن المعدات، وتسلسل الإنشاء، بما في ذلك القوى الهيدروستاتيكية غير المتوازنة من الخرسانة السائلة، وتدفق المجرى المائي -عند الضرورة-، وتفاوت الرياح.

يجب تصميم السقالات المؤقتة بصلابة كافية لمقاومة الحِمل الأفقي المفترض بدون حِمل ساكن رأسي.

٤-٢-٣-١-٣ حِمل الرياح:

يجب استخدام الحد الأدنى من متطلبات أحمال الرياح إذا لم تكن هناك دراسة رياح خاصة بالموقع بالشكل المبين في الجدول (٤-٢). ومع ذلك، في حالة وجود مثل هذه الدراسة، فيجب استخدام أحمال الرياح التي تُنتج تأثيرات أكثر حدة؛ إما لدراسة الرياح الخاصة بالموقع، أو الحد الأدنى من المتطلبات.

الجدول (٤–٢) ضغط رياح التصميم - الدعامات المعدنية شديد التحمل.

منطقة الارتفاع فوق الأرض (بالمتر)	قيمة ضغط الرياح (كيلو نيوتن/م٢)	
	مجاور للمرور	في مواقع أخرى
٠	٠,٩٦	٠,٧٢
٩ - ١٥	١,٢	٠,٩٦
١٥ - ٣٠	١,٤٥	١,٢
أعلى من ٣٠	١,٦٧٥	١,٤٥

إن الحد الأدنى لتفاوت الرياح على كل الأنواع الأخرى من السقالات المؤقتة، بما في ذلك السقالات المؤقتة المسنودة على الدعامات شديدة التحمل، هو مجموع منتجات منطقة تأثير الرياح، وقيمة ضغط الرياح المطبقة الخاصة بكل منطقة ارتفاع. منطقة تأثير الرياح هي المساحة الإجمالية المسقطة للسقالات المؤقتة، والجزء الحر من الهيكل الدائم، باستثناء المناطق الواقعة بين ركائز أو أبراج السقالات المؤقتة حيث لا تُستخدم دعامات قطرية. وما لم يُحدد خلاف ذلك، يجب استخدام ضغوط رياح التصميم الواردة في الجدول (٤-٣).

الجدول (٤–٣) ضغط رياح التصميم - الأنواع الأخرى من السقالات المؤقتة.

منطقة الارتفاع فوق الأرض (بالمتر)	قيمة ضغط الرياح (كيلو نيوتن/م٢) للعناصر العلوية والحوامل	
	مجاور لفتحات حركة المرور	في مواقع أخرى
٠	Q ٠,٣٢٠ (١)	Q ٠,٢٤٠
٩ - ١٥	Q ٠,٤٠٠	Q ٠,٣٢٠
١٥ - ٣٠	Q ٠,٤٨٠	Q ٠,٤٠٠
أعلى من ٣٠	Q ٠,٥٦٠	Q ٠,٤٨٠
ملاحظة (١): Q = 0.3 + 0.2W، لكن ليس أكثر من ٣. حيث أن W هو عرض نظام السقالات المؤقتة بالأمتار المقاسة في اتجاه قوة الرياح المعنية.		

٤-٢-٣-١-٤ تدفق المجرى المائي:

عند وضع مساند السقالات المؤقتة في مجرى المياه المتدفقة، يجب تحديد ضغط الماء عن طريق المعادلة التالية.

المعادلة (٤-١) $$P_W = 514 \times C_D \times V^2$$

حيث إن:

P_W= ضغط الماء المتدفق (بالنيوتن/م٢)

V= = سرعة الماء (بالمتر/ث)

C_D= = معامل السحب ذو القيم التالية:

- ٠,٧ للدعامة البارزة شبه الدائرية.
- ١,٤ للدعامة مربعة الطرف.
- ١,٤ للحطام المستقر على الدعامة.
- ٠,٨ للدعامة البارزة إسفينية الشكل ذات زاوية بروز 90° أو أقل.

يجب فحص أعماق التعرية إذا وجه المهندس بذلك.

٤-٢-٣-١-٥ ضغط السائل الجانبي:

بالنسبة إلى الخرسانة ذات المواد المضافة المثبطة، أو الرماد المتطاير، أو بدائل البوزولان الأخرى الخاصة بالإسمنت، يجب تصميم القوالب، وأربطة القوالب، والدعامات بما يناسب ضغط السائل الجانبي بناءً على خرسانة تبلغ كثافتها ٢٤ كيلو نيوتن/ م٣. بالنسبة إلى الخرسانة التي لا تحتوي على بوزولان أو مواد مضافة، والتي لا تؤثر في وقت الشك الأولي، كما يجب تحديد ضغط السائل الجانبي بناءً على درجة حرارة الخرسانة، ومعدل الصب وفقًا لدليل (ACI 347R).

٤-٢-٣-١-٦ الحد الأدنى للحِمل الأفقي:

يجب ألّا -بأي حال من الأحوال- يكون الحِمل الأفقي المراد مقاومته في أي اتجاه أقل من ٢٪ من الحِمل الساكن الإجمالي.

٤-٢-٣-١-٧ مجموعات الأحمال:

يجب تصميم السقالات المؤقتة بما يناسب مجموعات الأحمال المبينة في الجدول (٤-٤).

الجدول (٤–٤) مجموعات الأحمال.

مجموعات الأحمال	الإجهاد أو الحِمل الأساسي المسموح به (%)
DL+DP+LL+I+H	١٠٠
DL+DP+PS+H	١٠٠
DL+DP+LL+I+W+SF	١٣٣
DL+DP+LL+PD+W+SF	١٣٣

حيث إن:

DL = حِمل التصميم الساكن.

DP = الحِمل الساكن لهيكل السند الدائم.

LL = حِمل الإنشاء الحي.

I = حِمل التأثير.

H = الحد الأدنى للحِمل التصميمي الأفقي.

PS = حِمل الإجهاد المسبق معاد التوزيع.

W = حِمل الرياح.

SF = حِمل تدفق المجرى المائي.

٤-٢-٣-١-٨ النحافة:

بالنسبة إلى عناصر الانضغاط، يجب أن تقتصر نسبة النحافة، L/r, (L = الطول غير المسنود، r = نصف قطر تدويم العنصر) على القيم التالية:

- عناصر الحمل الرئيسية:
  - ١٤٥ للفولاذ.
  - ٨٠ للألومنيوم.
- عناصر التدعيم:
  - ١٦٠ للفولاذ.
  - ١٥٠ للألومنيوم.

بالنسبة أيضًا إلى عناصر الشد، استخدم ١٩٠ و٢٤٠ للتدعيم الرئيسي على التوالي.

٤-٢-٣-٢ إجهادات التصميم المسموح بها:

يجب أن تقبل الجهة المختصة البيانات المعتمدة بعد مراجعتها، واعتمادها من المهندس.

يعتمد الحد الأقصى لإجهادات التصميم المسموح بها الواردة في هذا الجزء على استخدام مواد غير تالفة، وعالية الجودة. عند استخدام مواد أقل جودة، فيجب تقليل الإجهادات المسموح بها بشكل كبير.

يجب أن يكون الحد الأقصى للإجهادات المسموح بها في تصميم السقالات المؤقتة على النحو التالي:

٤-٢-٣-٢-١ الأخشاب:

يتضمن الجدول (٤-٥) الإجهادات المختلفة المسموح بها في الأخشاب.

الجدول (٤–٥) قيود التصميم المسموح بها في الأخشاب.

نوع الإجهاد أو الخاصية	القيمة
الضغط العمودي على الحبيبة	٣,١ ميجاباسكال
الضغط الموازي للحبيبة (١)	$3{,}309/(L/d)^2$ ميجاباسكال
إجهاد الانثناء (٢)	١٢,٤ ميجاباسكال
القص الأفقي	١,٣ ميجاباسكال
الشد المحوري	٨,٣ ميجاباسكال
عامل المرونة (E)	١١,٧ جيجاباسكال
الحد الأقصى للتحميل المحوري على الخوازيق الخشبية	400kN

ملاحظات:

١. يجب ألا يتجاوز ١١ ميجاباسكال إذ إنّ:

L = الطول غير المسنود.

d = أقل بُعد لمربع أو عمود مستطيل الشكل، أو عرض مربع تعادل مساحة قطاعه العرضي الأعمدة المستديرة.

٢. يقل إلى ١٠ ميجاباسكال للعناصر التي يبلغ عمقها الاسمي ٢٠٠ ملم أو أقل.

يجب تصميم الوصلات الخشبية وفقًا للإجهادات المسموح بها في كود التصميم المقبول عمومًا، أو مواصفات هذه الأعمال باستثناء ما يلي:

١- لا تنطبق التخفيضات في الأحمال المسموح بها اللازمة في ظل ظروف الرطوبة العالية للأخشاب، وشروط الخدمة.
٢- يجب استخدام قيمة ٧٥٪ من قيمة التصميم المحددة في جدول؛ كقيمة تصميم للبراغي في الوصلات ثنائية العناصر (القص الفردي).

٤-٢-٣-٢-٢ الفولاذ:

يجب ألا تتجاوز إجهادات التصميم، لدرجات الفولاذ المحددة، القيم المحددة في مواصفات SASO أو دليل الإنشاء الفولاذي الصادر عن AISC. أو الجهة الوطنية المختصة من بلد المُنتج أو المورد.

بالنسبة إلى كل درجات الفولاذ، يجب ألا تتجاوز قيمة إجهادات التصميم القيمة المذكورة في الجدول (٤-٦).

الجدول (٤–٦) الإجهادات المسموح بها في الفولاذ.

نوع الإجهاد أو الخاصية	القيمة
الشد المحوري والانثناني	١٥٠ ميجاباسكال
الضغط المحوري (١)	$[110 - 0.0026(L/R)^2]$ ميجاباسكال
الانحناء الشبكي للأشكال الملفوفة	١٨٥ ميجاباسكال

نوع الإجهاد أو الخاصية	القيمة
القص في القطاع الشبكي الإجمالي للأشكال الملفوفة	١٠٠ ميجاباسكال
انضغاط الانثناء [٢] (لكل درجات الفولاذ)	$(82{,}750/[(L \times d)/(b \times t)])$ ميجاباسكال
عامل المرونة (E)	٢١٠ جيجاباسكال

ملاحظات:

١. يجب ألا يتجاوز 120 (L/r).

L = الطول غير المسنود.

r = نصف قطر التفاف العنصر.

٢. يجب ألا يتجاوز ١٥٠ ميجاباسكال للفولاذ غير المعروف، أو الفولاذ المطابقة للمواصفات .ASTM A36 يجب ألا يتجاوز $(0.6 \times f_y)$ للفولاذ الآخر المعروف.

حيث إن:

L = الطول غير المسنود.

d = أقل بُعد لمربع، أو عمود مستطيل الشكل، أو عرض مربع تعادل مساحة قطاعه العرضي الأعمدة المستديرة، أو عمق الكمرات.

b = عرض شفة الانضغاط.

t = سُمك شفة الانضغاط.

F_y = = الحد الأدنى المحدد لإجهاد الخضوع الخاص بدرجة الفولاذ المستخدم.

٤-٢-٣-٢-٣ المتطلبات الأخرى:

يجب أن تبين حسابات تصميم السقالات المؤقتة ما يلي:

١- الإجهادات، والانحرافات في عناصر سند الأحمال.
٢- حالات الهبوط الكلية المتوقعة للسقالات المؤقتة والقوالب، التي يجب ألّا تتجاوز ٢٥ ملم، بما في ذلك هبوط أساسات السقالات المؤقتة، وسد فواصلها.
٣- تفاصيل بلاطات السطح الساندة للسقالات المؤقتة، والنتوءات في الجسور ذات العوارض، لذلك لا يوجد هبوط تفاضلي بين العوارض، وقوالب صب السطح أثناء صب خرسانة السطح.
٤- ارتفاعات السقالات المؤقتة، بما في ذلك الهبوط المتوقع أثناء صب الخرسانة، والتحدب اللازم؛ لتعويض انحرافات العناصر أثناء البناء.
٥- تفاصيل تقوية، وحماية السقالات المؤقتة المُركبة على الطرق، أو بجوارها والسكك الحديدية أثناء كل مرحلة من مراحل التركيب، والإزالة.
٦- إجراءات تركيب الحديد المقررة بالإضافة إلى الحسابات التفصيلية؛ لإثبات صحة هندسة العوارض.

يجب أن تقتصر امتدادات السقالات المؤقتة الساندة للجسور ذات العوارض على شكل حرف T على ٤,٣ أمتار بالإضافة إلى ٨,٥ أضعاف العمق الكلي للعارضة على شكل حرف T.

٤-٢-٣-٢-٤ المجموعات المُصنعة:

يجب ألا تتجاوز السعة التحميلية القصوى لمجموعة الرافعات ، والأكتاف، والأعمدة، والروافد، وغيرها من الأجهزة المُصنعة، توصيات الشركة الصانعة، أو ٤٠٪ من السعة التحميلية القصوى، التي حددت عن طريق الاختبار الفعلي.

يجب على المقاول تقديم كتالوج، أو بيانات معادلة تبين توصيات الشركة الصانعة، أو إجراء الاختبارات -حسب الضرورة-لإثبات مدى كفاءة أي جهاز مُصنع مقترح للاستخدام. ويجب ألا يستبدل المكونات الأخرى للشركة الصانعة ما لم تتضمن بيانات الشركة مثل هذه الاستبدالات، أو الاختبارات الميدانية التي تؤكد سلامة النظام.

وإذا كان أحد مكونات نظام السقالات المؤقتة مكونًا من برج إطار فولاذي يزيد ارتفاعه عن مستويَين أو أكثر، فيجب ألا يتجاوز حِمل الساق التفاضلي داخل وحدة البرج الفولاذي ٤ إلى ١. يجب الموافقة على استثناء إذا شهدت الشركة الصانعة للإطار الفولاذي، بناءً على اختبارات الشركة الصانعة، أن الأحمال التفاضلية المقترحة لا تضر بالسعة التحميلية الآمنة للإطار الفولاذي.

٤-٢-٣-٣ الأساسات:

يجب تأسيس السقالات المؤقتة على أساس صلب آمن من الهدم، ومحمي من التليين، وقادر على سند الأحمال المفروضة عليه. بناءً على طلب المهندس، ويلزم المقاول أن يثبت عن طريق اختبارات الأحمال المناسبة أن قيم ارتكاز التربة المفترضة لتصميم أساس السقالات المؤقتة يجب ألا تتجاوز سعة سند التربة (الحد الأقصى للسعة التحميلية المسموح بها لمواد الأساسات، بخلاف الصخور، ١٩٠ كيلو نيوتن/م^{٢}.

يجب على المقاول أن يُدرج في الرسم التنفيذي مخطط صرف، أو وصفًا لكيفية حماية الأساسات من التشبع، أو التآكل، أو التعرية.

يجب سند السقالات المؤقتة التي لا يمكن تأسيسها على أساسات مناسبة على خوازيق، كما يجب أن تكون متباعدة، ويجب دقها وإزالتها بطريقة معتمدة.

يجب على المقاول التحقق ميدانيًا من كل الارتفاعات الأرضية في مواقع الأساسات المقترحة قبل التصميم.

يجب ألا تكون حافة الأساسات أقرب من ٣٠٠ ملم من تقاطع المصطبة، أو قمة المنحدر. ما لم تكن حفريات الأساسات مسنودة بشكل كاف بواسطة دعامات، فيجب ألا تكون حافة الأساسات أقرب من ١,٢ م أو عمق الحفر، بالنظر إلى أيهما أكبر، من حافة الحفريات.

عند سند السقالات المؤقتة باستخدام أساسات موضوعة على منحدرات مرصوفة، ومدموكة جيدًا لحشوات الحاجز الترابي، فيجب عدم تدعيم السقالات المؤقتة بأعمدة ما لم يكن العمود مؤسسًا على صخور، أو مسنودًا بخوازيق.

عندما يتجاوز الحد الأقصى لأحمال سيقان الأبراج المعدنية الفردية ١٣٠ كيلو نيوتن، يجب توفير هبوط موحد تحت كل السيقان، أو كل برج تحت كل ظروف التحميل.

يجب حماية الأساس من الآثار الجانبية طول مدة استخدامه.

أبلغ المقاول بالإجراءات التي سيجري اتخاذها لحماية الأساس.

٤-٢-٣-٤ الانحراف:

بالنسبة إلى الهياكل الإنشائية الخرسانية المصبوبة في الموقع، يجب الحد من الانحرافات المحسوبة لعناصر السقالات المؤقتة، وقوالب الصب على النحو التالي:

- الانحراف الرأسي لعناصر السقالات المؤقتة: ١/٣٦٠ من الامتداد تحت الحمل الساكن للخرسانة فقط، بغض النظر عن حقيقة أنه يجب تعويض الانحراف بألواح محدبة.
- قوالب الصب (بخلاف التغطية): ١/٣٦٠ من الامتداد تحت الحمل الساكن للخرسانة فقط ،أو الضغط الجانبي للخرسانة السائلة فقط.
- قوالب الصب (التغطية): ١/٢٧٠ من المسافة من المركز إلى المركز بين الأوتاد، أو الروافد، أو مقويات القوالب، أو مثبتات القوالب، أو الدعامات الأفقية.

٤-٢-٣-٥ الخلوص:

يجب أن يكون الحد الأدنى لأبعاد الفتحة الأفقية الخاصة بالطرق التي يجب أن تظل مفتوحة أمام حركة المرور أثناء أعمال الإنشاء أكبر بمقدار ١,٥ م على الأقل من عرض طريق المرور، وبين الحواجز، وارتفاع ٥,٥٠ م، باعتباره الحد الأدنى للخلوص الرأسي فوق الطرق الرئيسية، والفرعية، والمغذية.

٤-٢-٣-٦ أعمال الإنشاءات:

يجب إنشاء السقالات المؤقتة، وتركيبها بمستويات تسمح بهبوطها، وانحرافها المتوقعّين، وبالمحاذاة الرأسية، والتحدب المشار إليهما في المخططات، أو المطلوبَين من المهندس للهيكل الإنشائي الدائم. يجب توفير التحدب للسقالات المؤقتة لحساب انحرافها، وانحراف الهيكل المتوقع. ويجب استخدام ألواح محدبة متغيرة العمق بين كمرات السقالات المؤقتة، والقوالب السفلية؛ لتحقيق ذلك متى طلبه المهندس.

يجب استخدام الرافعات اللولبية المناسبة، أو أزواج الأوتاد، أو غيرها من الأجهزة في كل ركيزة؛ لتعديل السقالات المؤقتة إلى مستوى الارتفاع المطلوب، وللسماح بإجراء تعديلات طفيفة أثناء صب الخرسانة، أو المعدن الإنشائي يجب ملاحظة انحراف الهبوط

عن ذلك المتوقع، وللسماح بالفك التدريجي للسقالات المؤقتة. يجب على المقاول توفير أجهزة مسح تُثبت بالقوالب، وتمتد إلى الأرض، أو أي وسائل أخرى، لقياس هبوط السقالات المؤقتة بدقة أثناء صب الخرسانة، ومعالجتها.

يجب سند السقالات المؤقتة، أو قوالب الصب الخاصة ببلاطات السطح الموجودة في الجسور ذات العوارض مباشرةً على العوارض بحيث لا يكون هناك هبوط تفاضلي ملحوظ أثناء صب الخرسانة. كما يلزم تدعيم العوارض، وربطها؛ لمقاومة أي قوى من شأنها أن تتسبب في دوران، أو التواء العوارض بسبب صب الخرسانة للحواجز الفاصلة، أو السطح. يجب ألا يُسمح بلحام أكتاف، أو دعامات السقالات المؤقتة بعناصر المعدن الإنشائي، أو حديد التسليح ما لم يُسمح بذلك على وجه التحديد.

يجب تركيب أجهزة المسح بالقوالب السفلية في مواقع موضوعة بشكل ممنهج حتى تكون قادرة على تحديد الهبوط الكلي للهيكل الإنشائي من الأرض أثناء صب الخرسانة.

يجب عدم تحميل الأحمال الساكنة، بخلاف القوالب، وحديد التسليح، على أي سقالات مؤقتة إلا بعد الحصول على تصريح بذلك.

في حالة وقوع أحداث غير متوقعة، يجب التوقف عن صب الخرسانة، ويجب اتخاذ الإجراءات التصحيحية لحالات الهبوط التي تسبب انحرافًا أكبر من ١٠ ملم عن تلك المبينة في رسومات السقالات المؤقتة. يجب إزالة كل الخرسانة غير المقبولة في حالة عدم اتخاذ إجراء تصحيحي قبل الشك الأولي.

٤-٢-٣-٦-١ السقالات المؤقتة فوق، أو بجوار الطرق، والسكك الحديدية:

يجب تصميم السقالات المؤقتة، وبنائها بالشكل الذي يضمن حمايتها من اصطدامات المركبات. وهذا يشمل ركائز السقالات المؤقتة وقوالب الصب الساندة للعناصر العابرة فوق الطرق، أو السكك الحديدية، وغيرها من ركائز السقالات المؤقتة إذا كانت واقعة في صف ركائز السقالات المؤقتة الأقرب للطريق، أو السكة الحديدية، وإذا كانت المسافة الأفقية من جانب حركة المرور الخاصة بالسقالات المؤقتة إلى حافة الرصيف، أو إلى نقطة ٣ أمتار من خط منتصف المسار، أقل من الارتفاع الكلي للسقالات المؤقتة.

يجب توفير ميزات إضافية؛ لضمان بقاء هذه السقالات المؤقتة مستقرة، وثابتة إذا اصطدمت بها المركبات. كما يجب استخدام الأحمال التصميمية الرأسية لهذه الركائز، والأعمدة، والأبراج الخاصة بالسقالات المؤقتة (لا الأساسات)، التي تكون أكبر من، أو مساوية لأيٍ مما يلي:

- ١٥٠٪ من الحمل التصميمي المحسوب دون أن يشمل ذلك أي أحمال زائدة، أو معاد تعديلها بسبب قوى الإجهاد المسبق.
- الأحمال الزائدة، أو المعاد تعديلها الناتجة عن قوة الإجهاد المسبق.

يجب تركيز الحواجز المرورية المؤقتة قبل تركيب أبراج السقالات المؤقتة، أو أعمدتها المجاورة لطريق عام مفتوح. وينبغي تحديد موقع الحواجز؛ بحيث تكون أساسات السقالات المؤقتة، أو قبعات خوازيقها يجب أن تكون بعيدة مسافة ٧٥ ملم -على الأقل- عن الحواجز المرورية الخرسانية، وأن تكون كل عناصر السقالات المؤقتة الأخرى بعيدة مسافة ٣٠٠ ملم -على الأقل-. ويجب عدم إزالة هذه الحواجز إلا بعد أن يعتمدها المهندس.

يجب أن يكون الحد الأدنى لمعامل القطاع لكل محور من محاور الأعمدة المستخدمة في السقالات المؤقتة ١٥٦ × ١٠٣ ملم ^{٣} للأعمدة المعدنية و٤ × ١٠٣ ملم ^{٣} للأخشاب.

يجب توصيل قاعدة كل عمود، أو إطار برج يسند السقالات المؤقتة فوق أو مباشرةً بجوار طريق عام مفتوح ميكانيكيًا بالأساس الساند المقيد بشكل جانبي؛ لمقاومة قوة لا تقل عن ٩ كيلو نيوتن مُحملة على قاعدة العمود في أي اتجاه.

يجب توصيل هذه الأعمدة، أو الإطارات ميكانيكيًا بالقبعة، أو العارضة الطويلة الخاصة بالسقالات المؤقتة؛ لمقاومة قوة أفقية لا تقل عن ٤,٥ كيلو نيوتن في أي اتجاه.

يجب تجاهل تأثيرات مقاومة الاحتكاك.

يجب تدعيم، أو ربط العوارض الخارجية، التي تُعلق فيها أكتاف السقالات المؤقتة لسطح الجسر المتدلية، بالعوارض الداخلية المجاورة -حسب الضرورة-، لمنع دوران العوارض الخارجية، أو الإجهاد الزائد عن الحد لشبكة العوارض الخارجية.

ويجب توصيل كل العوارض الخارجية للسقالات المؤقتة، والعوارض المجاورة لنهاية القبعات غير المتصلة، ميكانيكيًا (العارضة، أو العوارض الموجودة فوق نقاط الحد الأدنى للخلوص الرأسي وكل عارضة خامسة متبقية) بقبعة أو إطار السقالات المؤقتة.

يجب تركيب الوصلات قبل السماح لحركة المرور بالمرور تحت الامتداد. ويجب أن تكون قادرة على مقاومة الحمل في أي اتجاه، بما في ذلك التعلية فوق العارضة، بما لا يقل عن ٢,٢ كيلو نيوتن.

يجب تغطية حوامل السقالات المؤقتة على بُعد ٦ أمتار من خط منتصف جانب مسار السكة الحديدية في المنطقة التي تتراوح بين متر واحد، و٥ أمتار فوق المسار على الجانب المواجه للمسار. يجب بناء غطاء من الخشب الرقائقي (لا يقل سمكه عن ١٦ ملم)، أو من الخشب اللوحي (لا يقل سمكه الاسمي عن ٢٥ ملم).

يجب تدعيم هذه الحوامل بشكل كاف؛ بحيث يقاوم الحامل الحِمل الأفقي المفترض اللازم، أو ٢٢ كيلو نيوتن، بالنظر إلى أيهما أكبر، بدون اللجوء إلى التغطية.

يجب توفير الحد الأدنى من الخلوصات الرأسية، والأفقية اللازمة من خلال السقالات المؤقتة للطرق، والسكك الحديدية، والمشاة، والقوارب.

٤-٢-٣-٦-٢ السقالات المؤقتة للهياكل المعدنية:

- يجب أن تتكون الأحمال التصميمية للسقالات المؤقتة من كتلة المعدن الإنشائي، وحِمل معدات التركيب المسنودة، وكل الأحمال الأخرى المسنودة بواسطة السقالات المؤقتة.
- ويجب أن تُصمم السقالات المؤقتة، وقوالب صب الخرسانة المسنودة على المنشآت المعدنية بحيث تُحمّل الأحمال على جذوع العوارض في حدود ١٥٠ ملم من الشفة، أو عضو التقوية. ويجب توزيع الأحمال بشكل لا يتسبب في التشوه الموضعي للشبكة. ويجب عدم استخدام قوالب صب السطح المتدلية التي تتطلب حفر ثقوب في شبكات العوارض.
- يجب تدعيم العوارض الخارجية الساندة لأكتاف السقالات المؤقتة لسطح الجسر المتدلية، وربطها بالعوارض الداخلية المجاورة؛ لمنع تشوه شبكة العوارض الخارجية، وإجهادها الزائد.
- يجب ألا تتجاوز الأحمال التي سيجري تحميلها على الهياكل الإنشائية الجديدة، أو شبه المكتملة السعة التحميلية لأي جزء من الهيكل.
- يجب بناء السقالات المؤقتة الساندة الملائمة لطريقة التركيب المقترحة بدون الإجهاد الزائد للحديد الهيكلي، -حسب الضرورة- ، وستُنتج الهندسة الإنشائية النهائية المطلوبة، والاستمرار المستهدفة، والعمل الإنشائي.

٤-٢-٤ تصميم قوالب الصب، وإنشاءها:

٤-٢-٤-١ عام:

يجب أن تتكون قوالب الصب من الخشب، أو الفولاذ، أو أي مادة أخرى معتمدة، ويجب أن تكون مانعة لتسرب المونة وصلبة بما يكفي لمنع التشوه غير المرغوب فيه لسطح القوالب الخرسانية بسبب ضغط الخرسانة، والأحمال الأخرى المصاحبة لأعمال الإنشاء.

كما يلزم أن تُنتج قوالب الأسطح الخرسانية المكشوفة للعرض سطحًا أملسًا من نسيج ولون موحدَين مساوٍ بدرجة كبيرة لذلك الذي يجب الحصول عليه باستخدام الخشب الرقائقي المطابق لمواصفات منتجات المعهد الوطني للمعايير والتقنية PSI الخاصة بالخشب الرقائقي من الدرجة B-B والفئة الأولى (الخارجي). ويجب ترتيب الألواح المُبطنة لهذه القوالب بحيث تشكل الخطوط الفاصلة شكلًا متماثلًا مطابق للخطوط العامة للهيكل. ويجب استخدام النوع نفسه من مواد تبطين القوالب في كل عنصر من عناصر الهيكل. ولابد أن تكون هذه القوالب صلبة بالقدر الكافي بحيث يجب ألّا يتجاوز تموج السطح الخرساني ٣ ملم عند فحصه باستخدام مسطرة، أو قالب طوله ١,٥ متر. يجب ملء كل الزوايا الحادة باستخدام ألواح شطب طولها ٢٠ ملم تقريبًا.

ويجب ألّا تترسب الخرسانة في القالب حتى الانتهاء من كل الأعمال المرتبطة ببناء القوالب، وإزالة كل الحطام، ووضع كل المواد التي ستُدمج بالخرسانة لصب الوحدة، وفحص القوالب، والمواد، واعتمادها من جانب المهندس.

٤-٢-٤-٢ التصميم:

يجب أن يتوافق التصميم الإنشائي لقوالب الصب مع (ACI 347-78) أو بعض المواصفات الأخرى المقبولة، والمسموح بها عمومًا. وعند تحديد الضغط الهيدروستاتيكي الذي سيستخدم في تصميم قوالب الصب، يجب مراعاة الحد الأقصى لمعدل صب الخرسانة الذي سيستخدم ، وتأثيرات الاهتزاز، ودرجة حرارة الخرسانة، وأي استخدام متوقع للمواد المضافة المؤخرة للشك، أو المواد البوزولانية في الخلطة الخرسانية.

٤-٢-٤-٣ أعمال الإنشاءات:

يجب إعداد القوالب وفقًا للأبعاد، والخطوط، ومستويات الارتفاع الخاصة بالهيكل الإنشائي قبل صب الخرسانة وأثنائه. يجب تزويد القوالب بتركيبات مشطوبة، أو مائلة عند الإسقاطات، مثل: الإفريزات المائلة، لضمان إزالتها بسهولة. وقبل إعادة استخدامها، كما يجب تنظيف القوالب، وفحصها بحثًا عن أي تلفيات، وإصلاحها إذا لزم الأمر. وفي حالة ظهور عيوب بأي شكل من الأشكال على القوالب، سواء قبل صب الخرسانة، أم أثنائه، فيجب على المهندس أن يأمر بوقف العمل حتى إصلاح هذه العيوب.

ويلزم معالجة القوالب بزيت القوالب، أو غيره من المواد المانعة للالتصاق المعتمدة قبل وضع حديد التسليح. ويجب عدم استخدام المواد التي تلصق بالخرسانة، أو تغير لونها.

باستثناء ما نُصَّ عليه هنا، يجب إنشاء الأربطة، أو المثبتات المعدنية داخل القالب بما يسمح بإزالتها حتى عمق ٢٥ ملم على الأقل من الواجهة بدون إصابة الخرسانة فيما عدا المنصوص عليه في هذه الوثيقة. كما يجب ألا تُستخدم الأربطة السلكية العادية إلا في حالة عدم كشف الخرسانة لعرضها، وفي الحالات التي تتلامس فيها الخرسانة مع الأملاح، أو الكبريتات. عند إزالة القوالب، يجب قطع هذه الأربطة بمقدار ٦ ملم -على الأقل- من واجهة الخرسانة باستخدام أزاميل، أو مقاريض؛ بالنسبة إلى الخرسانة السائلة، يجب استخدام مقاريض. وينبغي أن تكون لوازم الأربطة المعدنية ذات تصميم يسمح عند إزالتها ويجب ملء التجاويف بالمونة الإسمنتي، والحفاظ على سلامة السطح، ونعومته، واستوائه، ووحدة لونه.

وعند الحاجة إلى حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي، يجب أن تكون كل الأربطة، أو المثبتات، أو الموزعات المعدنية التي ستبقى في الخرسانة من مادة مقاومة للتآكل، أو مطلية بمادة عازلة للكهرباء.

أما الجدران والأعمدة الضيقة، فيتعذر فيها الوصول إلى الجزء السفلي من قالب الصب، ولذلك يجب توفير فتحة وصول في القوالب؛ لتنظيفها من المواد الغريبة مباشرةً قبل صب الخرسانة.

٤-٢-٤-٤ قوالب الصب الأنبوبية:

يجب تصميم الأنابيب المستخدمة كقوالب لإنتاج فراغات في البلاطات الخرسانية، وتصنيعها بشكل مناسب، أو معالجتها بطريقة أخرى من أجل جعل السطح الخارجي مقاومًا للماء. قبل صب الخرسانة، كما يجب حماية هذه الأنابيب من الماء، وتخزينها، وتركيبها بطرق تمنع تشوهها، أو تلفها. وينبغي تغطية أطراف القوالب الأنبوبية بقبعة يجب أن تجعلها مانعة لتسرب المونة، ومقاومة للماء. وعند استخدام الخشب، أو أي مادة أخرى تتمدد عند استخدام الترطيب المائي لتغطية الأنابيب، فيجب استخدام حشوة فاصلة مطاطية سابقة الصب سُمكها ٦ ملم حول محيط القبعة؛ للسماح بالتمدد. يجب تركيب أنبوب تهوية مصنوع من بلاستيك PVC بالقرب من كل طرف من طرفي كل أنبوب. كما يلزم بناء فتحات التهوية هذه؛ لتوفير تهوية إيجابية للفراغات. وبعد إزالة القالب الخارجي، يجب قص أنبوب التهوية بمقدار ١٥ ملم من السطح السفلي من الخرسانة الجاهزة.

ويجب أن تكون المثبتات والأربطة الخاصة بالقوالب الأنبوبية كافية لمنع إزاحة الأنابيب أثناء أعمال صب الخرسانة.

٤-٢-٤-٥ قوالب الصب الباقية في الموقع:

يجب استخدام قوالب صب السطح السفلية الباقية في الموقع، مثل: الألواح المعدنية المموجة، أو الألواح الخرسانية سابقة الصب، إذا تضمنتها المخططات، أو وافق عليها المهندس. وقبل استخدام هذه القوالب، يجب على المقاول تزويد المهندس بالتفاصيل الكاملة للاطلاع، والموافقة عليها. كما يجب تصميم المخططات التفصيلية للهياكل الإنشائية، ما لم يرد خلاف ذلك، بما يسمح باستخدام القوالب القابلة للإزالة، ويجب أن يتحمل المقاول تكلفة أي تغييرات ضرورية؛ لاستيعاب القوالب الباقية في الموقع عند الموافقة عليها.

٤-٢-٥ إزالة السقالات المؤقتة، وقوالب صب الخرسانة:

٤-٢-٥-١ عام:

يجب عدم إزالة السقالات المؤقتة، أو قوالب صب الخرسانة إلا بموافقة المهندس. وعند تحديد وقت إزالة السقالات المؤقتة، وقوالب صب الخرسانة، يجب مراعاة موقع الهيكل الإنشائي وطبيعته، والطقس، والمواد المستخدمة في الخلطة، وغيرها من الظروف التي تؤثر في المقاومة المبكرة للخرسانة.

يجب عدم استخدام طرق الإزالة التي من المحتمل أن تسبب إجهادًا زائدًا للخرسانة، أو تلفًا لسطحها. كما يجب إزالة المساند بطريقة تسمح للهيكل بتحمل الإجهادات بشكل موحد، وتدريجي؛ بسبب وزنه.

ويجب الاتفاق مع المهندس على أي معالجة إصلاحية للأسطح بعد الفحص بعد إزالة قوالب صب الخرسانة، ويجب أن تُنفذ هذه المعالجة دون تأخير. ويُحتمل رفض أي سطح خرساني جرت معالجته قبل أن يفحصه المهندس.

ويجب أن تشمل -أيضًا- العيوب التي يجب إصلاحها، إذا لم يوجّه المهندس بإزالة الأجزاء المعيبة بالكامل، التشقق، والشروخ، والتشظي، والفقاعات العادية، والفقاعات الهوائية، والتعشيش، والحُفر المتبقية من القضبان، والبراغي، وغيرها من العيوب السطحية التي تخترق حديد التسليح، والزعانف وغيرها من النتوءات في السطح التي يحددها المهندس، والبقع والتغيرات اللونية التي لا يمكن إزالتها بالتنظيف.

يجب إزالة السقالات المؤقتة الخاصة بالجسور القوسية بشكل موحد، وتدريجي. ويجب أن تبدأ أعمال الإزالة من التاج، والعمل باتجاه الارتكاز. ويجب إزالة السقالات المؤقتة الخاصة بامتدادات الأقواس المجاورة في وقت واحد.

يجب أن تبقى قوالب صب الخرسانة المستخدمة في سند سطح العوارض الصندوقية، والقوالب الموجودة في المتكآت، أو القطع المجوفة في مكانها عندما لا يكون الوصول الدائم إلى الخلايا متوفرًا. يجب تنظيف قوالب صب الخرسانة، وتجهيزها جيدًا على نحوٍ مُرض للمهندس قبل إعادة استخدامها، وذلك في الحالات التي يُعتزم فيها إعادة استخدامها.

ويجب إزالة القوالب غير الساندة للحمل الساكن الخاص بالعناصر الخرسانية، والقوالب الخاصة بالدرابزينات والحواجز بعد ٢٤ ساعة من صب الخرسانة. كما يجب حماية الأسطح الخرسانية المكشوفة من التلف.

يلزم إزالة قوالب صب الخرسانة، والسقالات المؤقتة، ويجب أن تظل ملكًا للمقاول عند الانتهاء من استخدامها. كما يجب إعادة المنطقة إلى حالتها الأصلية، أو المخطط لها، وتنظيفها من كل الحطام.

٤-٢-٥-٢ وقت الإزالة:

يجب عدم البدء في إزالة قوالب صب الخرسانة، والمساند قبل الفترات المذكورة في الجدول (٤-٧) على النحو التالي.

الجدول (٤–٧) وقت الإزالة.

العنصر الإنشائي	وقت الإزالة
سند قوالب صب الخرسانة، والسقالات المؤقتة	
امتدادات لأكثر من ٤٫٣ م (امتدادات البلاطات، العارضة المعدنية، أسطح صناديق الخرسانة المسلحة، قبعات الدعامات)	١٤ يومًا
امتدادات بمقدار ٤٫٣ م أو أقل (أسطح الجسور على العوارض، أسطح صناديق الخرسانة المسلحة، الحواجز الفاصلة، حوامل الخوازيق، قبعات الدعامات)	١٠ يومًا
قوالب صب الخرسانة (غير الساندة للوزن الساكن للخرسانة)	
الأعمدة، والجدران، والقوالب الجانبية للمتكآت، وقبعات الدعامات	٢٤ ساعة
الدرابزينات، والحواجز	١٠ ساعة

يجب أن تُعطى الأولوية إلى الملاحظات الخاصة على المخططات، المتعلقة بإزالة قوالب صب الخرسانة، والسقالات المؤقتة تحت الأقواس، والامتدادات المتصلة، وغيرها من الهياكل الإنشائية الخاصة عن الحدود الزمنية المذكورة أعلاه الخاصة بإزالة قوالب صب الخرسانة، والسقالات المؤقتة.

يجب تقليل مدة إزالة قوالب صب الخرسانة، أو السقالات المؤقتة الساندة (باستثناء تلك الخاصة بالأعمدة، والجدران، والقوالب الجانبية الخاصة بالمتكآت، وقبعات الدعامات، والدرابزينات، والحواجز) وفقًا لتقدير المهندس إذا وصلت الخرسانة إلى ٨٠٪ من المقاومة المحددة.

بالإضافة إلى المتطلبات المذكورة أعلاه لابد من مراعاة ما يلي:

- يجب عدم إزالة قوالب صب الخرسانة إلى أن تصل الخرسانة إلى المقاومة الكافية؛ لمنع تلف السطح.
- يجب عدم فك السقالات المؤقتة الخاصة بالأجزاء لاحقة الشد من الهياكل الإنشائية؛ حتى يُشد الفولاذ سابق الإجهاد.
- يجب عدم فك السقالات المؤقتة الساندة لأي امتداد لأي جسر ذي إطار متصل، أو صلب إلا بعد الوفاء بالمتطلبات المذكورة أعلاه لكل الخرسانة الإنشائية الموجودة في هذا الامتداد، وفي الأجزاء المجاورة لكل امتداد مجاور بطول يساوي نصف طول الامتداد الذي ستُفكُّ فيه السقالات المؤقتة -على الأقل-.
- وما لم يُقرر، أو تجري الموافقة على غير ذلك، يجب فك السقالات المؤقتة قبل صب الدرابزينات، أو الإفريزات المائلة، أو الحواجز لكل أنواع الجسور. بالنسبة إلى الجسور القوسية، يجب أن يكون وقت فك السقالات المؤقتة المتعلق ببناء عناصر الجسر فوق القوس بالشكل المبين في المخططات، أو حسب توجيهات المهندس.

٤-٢-٥-٣ مدى الإزالة:

يجب إزالة كل السقالات المؤقتة، وقوالب صب الخرسانة باستثناء:

- الجزء من خوازيق السقالات المؤقتة المدقوقة الذي يتجاوز ارتفاعه ٣٠٠ ملم أسفل القاعدة الترابية الموجودة داخل الأساس، أو ٦٠٠ ملم أسفل الأرض الأصلية، أو القاعدة المبنية خارج الأساس، أو ٦٠٠ ملم أسفل الحدود المحددة لأي قناة ملاحة.
- قوالب الأساسات في الحالات التي ستؤدي إزالتها فيها إلى تعريض سلامة السدود المؤقتة، أو غيرها من الأعمال للخطر.
- القوالب من الخلية المغلقة حيث لا يكون فيها الوصول متوفرًا.
- قوالب صب السطح في خلايا الجسور الصندوقية التي لا تتداخل مع تركيب المرافق في المستقبل.

٤-٣ السدود المؤقتة، والدعامات:

٤-٣-١ عام:

السدود المؤقتة هي هياكل مؤقتة يجري بناؤها من أجل:

١- إبعاد المياه والتربة عن الحفريات التي ستُبنى فيها ركائز الجسور، أو غيرها من البنى السفلية.
٢- حماية الملكيات، والمرافق المجاورة أثناء بناء الأعمال الدائمة.

تُجفف السدود المؤقتة من المياه -عادة- بحيث يمكن بناء الهياكل الإنشائية التحتية في ظروف جافة. وبعد الانتهاء من الهياكل الإنشائية التحتية، يجب إزالة السدود المؤقتة.

ينبغي بناء السدود المؤقتة على أعماق كافية، أسفل قاع الحفريات بشكل عام، وعلى ارتفاعات كافية؛ لمنع تسرب كل المياه. ويجب تصميمها، وبناؤها بأمان، وأن تكون مانعة لتسرب المياه بالقدر اللازم للأداء السليم للأعمال، التي يجب تنفيذها داخلها. وبشكل عام، يجب أن تكون الأبعاد الداخلية للسدود المؤقتة بالشكل الذي يوفر خلوصًا كافيًا لإنشاء قوالب صب الخرسانة، وفحص أجزائها الخارجية، والذي يسمح بالضخ من خارج هذه القوالب. كما يجب تصحيح السدود المؤقتة المائلة، أو المُحركة بشكل جانبي أثناء عملية الحفر، والتغطيس، أو إعادة ضبطها، أو تكبيرها؛ لتوفير الخلوص اللازم. ويجب أن يتحمل المقاول وحده تكلفة ذلك.

يجب على المقاول منع تغلغل المياه بحيث يمكن صب خرسانة الأساسات في مكان جاف. وإذا كانت هناك حاجة إلى سدادة، فيجب على المقاول تحديد عمق السدادة، ووقت المعالجة اللازم. وبعد معالجة السدادة، يجب تفريغ السدود المؤقتة، ووضع ميزان الإنشاء في المنطقة الجافة. عند استخدام سدود مؤقتة موزونة، واستخدام الوزن؛ للتغلب جزئيًا على الضغط الهيدروستاتيكي، الذي يعمل ضد الجزء السفلي من سدادة الأساسات، كما يجب توفير شدادات خاصة، مثل: المسامير، أو المفاتيح؛ لنقل الوزن الكامل للسدود المؤقتة إلى سدادة الأساسات. وأثناء صب سدادة الأساسات، ومعالجتها، فيجب التحكم في ارتفاع المياه داخل السدود المؤقتة؛ لمنع أي تدفق عبر السدادة، وإذا ظل السد المؤقت في مكانه، فيجب عمل فتحات تصريف، أو منافذ فيه عند منسوب مياه منخفض، أو أسفله.

يجب أن تكون الدعامات كافية؛ لسند كل الأحمال المفروضة، ويجب أن تكون متوافقة مع أيٍ من لوائح الأمان المعمول بها.

٤-٣-٢ حماية الخرسانة:

يجب بناء السدود المؤقتة؛ لحماية الخرسانة السائلة من التلف الناتج عن الارتفاع المفاجئ في التيار، ولمنع تلف الأساسات بسبب التآكل. علمًا بأنه يجب عدم استخدام دعامات من أي نوع في السدود المؤقتة، أو نظام التدعيم بطريقة تمتد إلى، أو عبر الأعمال الدائمة بدون إذن كتابي من المهندس.

٤-٣-٣ الإزالة:

يجب إزالة السدود المؤقتة والدعامات بكل أغطيتها، ودعاماتها بعد الانتهاء من الهيكل التحتي، مع الحرص على عدم المساس، أو الإضرار بالأعمال المنجزة ما لم يرد، أو تجري الموافقة على خلاف ذلك.

٤-٤ أنظمة التحكم في المياه المؤقتة:

٤-٤-١ عام:

تتكون هذه الأعمال من السدود، والخنادق، وقنوات التحويل الالتفافية، والمجاري، وغيرها من أعمال تقسيم المياه السطحية، والجدران الفاصلة، ونظام الضخ، بما في ذلك شبكة الآبار المرتكزة، والعميقة، المستخدمة جميعًا في منع المياه من دخول الحفريات الخاصة بالهياكل الإنشائية.

٤-٤-٢ رسومات العمل:

يجب أن يتضمن الرسم التنفيذي الخاص بأنظمة التحكم في المياه المؤقتة، -عند الضرورة- ، تفاصيل التصميم، والمعدات، وإجراءات التشغيل، على أن تتضمن التفاصيل ذكر موقع النقطة، أو النقاط. كما يجب أن يتوافق التصميم والتشغيل مع كل متطلبات مكافحة تلوث المياه المعمول بها.

٤-٤-٣ التشغيل:

يجب الضخ من داخل أي حاوية أساسات بالشكل الذي يمنع إمكانية انتقال المياه عبر أي خرسانة جديدة. ولن يُسمح بالضخ أثناء صب الخرسانة، أو لمدة ٢٤ ساعة بعده -على الأقل- ما لم يُنفذ ذلك من حوض صرف مناسب مفصول عن الأعمال الخرسانية بواسطة جدار مانع لتسرب المياه، أو أي وسيلة فعالة أخرى يوافق عليها المهندس.

يجب ألا يبدأ الضخ لإفراغ المياه من سد مؤقت مُحكم الغلق حتى تكون السدادة جاهزة بالقدر الكافي؛ لتحمل الضغط الهيدروستاتيكي.

يجب تنظيم الضخ من شبكات الآبار المرتكزة، أو العميقة؛ لتجنب التلف الناتج عن الهبوط إلى مستوى الملكيات المجاورة.

٤-٥ الجسور المؤقتة:

٤-٥-١ عام:

تشمل الجسور المؤقتة الجسور الالتفافية التي يستخدمها العامة، وجسور طرق النقل، وغيرها من الهياكل الإنشائية، مثل: جسور النقل، التي يستخدمها المقاول. يجب بناء الجسور المؤقتة، وصيانتها، وإزالتها بالشكل الذي لا يُعرض الأعمال أو العامة للخطر.

٤-٥-٢ الجسور الالتفافية:

يجب أن يوفر التصميم الخلوصات، والمحاذاة، والسعة التحميلية، وغيرها من معلمات التصميم المحددة، أو المعتمدة في وثائق العقد، ويجب أن يتوافق مع المواصفات القياسية لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). وإذا لم تُحدد الأحمال التصميمية الحية في وثائق العقد، فيجب استخدام الحمل التصميمي الخاص بالجسور الدائمة. ويجب أن يوقع أحد المهندسين المختصين على الرسومات التنفيذية، وحسابات التصميم.

٤-٥-٣ جسور طرق النقل:

عند اقتراح بناء جسور طرق النقل، أو غيرها من الجسور التي لا يستخدمها العامة فوق أي حرم طريق مفتوح للعامة، أو فوق أي خط سكة حديد، فيجب تقديم الرسومات التنفيذية التي تعرض التصميم الكامل، والتفاصيل الكاملة، بما في ذلك الحد الأقصى من الأحمال إلى المهندس لاعتمادها، يجب أن يوقع المهندس المختص عليها ويجب أن يتوافق التصميم مع المواصفات القياسية لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) عند الضرورة أو غيرها من المواصفات المناسبة.

٤-٥-٤ الصيانة:

يجب أن تشمل صيانة الجسور المؤقتة، التي تتطلب رسومات تنفيذية استبدالها في حالة الفشل الجزئي، أو الكامل. تحتفظ الهيئة بكامل الحقوق في توفير العمال ، والمواد، والإشراف على الأعمال؛ يجب إعادة الهيكل الإنشائي إلى حالة جيدة تناسب حركة المرور إذا تأخر المقاول في تنفيذ أعمال الإصلاح والاستبدال، أو لم يُحرز القدر الكافي من التقدم فيها. ويجب عد كامل تكاليف أعمال الترميم والإصلاح المذكورة جزءًا من تكلفة الهيكل الإنشائي المؤقت، وفي حالة تحمل الهيئة ذات الصلة لمثل هذه النفقات، فيجب تحميلها على المقاول.

٤-٦ قبول الأعمال:

يجب مراقبة كل المواد، والأعمال وفقًا لمتطلبات المواصفات القياسية لكود الطرق السعودي ٣٠٩ المعنونة (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية)، وبالنسبة إلى قبول الأعمال، يجب على المقاول تنفيذ أعمال مراقبة جودة أعمال الهياكل الإنشائية المؤقتة من خلال تنفيذ كل الإجراءات اللازمة؛ لضمان استيفاء المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة لمتطلبات الجودة المنصوص عليها في المواصفات الخاصة، ومواصفات العميل، أو المواصفات العامة، وغيرها من وثائق العقد.

يجب على وكالة جسور الطرق تنفيذ أعمال ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة الخاصة بالمقاول؛ إما عن طريق الإشراف المباشر، أو بتنفيذ إجراءات ضمان الجودة المحايدة من خلال استخدام اختبارات على عينات تمثيلية، وبأعداد كافية؛ للحكم على مستوى الجودة، ولقبول أو رفض الأعمال المنفذة؛ وفقًا للمبادئ المُفصلة، والاختبار المتعلق بكل عنصر.

٤-٦-١ ضبط الجودة:

بالنسبة إلى قبول أعمال الهياكل الإنشائية المؤقتة، يجب فحص التصميم، وكل المخططات، وضمان تلبية جودة المواد لمتطلبات الجودة المذكورة في الأجزاء (٤-٢) و(٤-٣) و(٤-٤) و(٤-٥).

٤-٦-٢ ضمان الجودة:

يحق للهيئة -في أي وقت- أن تطلب التصميم والمخططات؛ لضمان جودة الأعمال، وتلبية المواد للمواصفات القياسية، والاختبار المذكورَين في الجزء (٤-٢) الخاص بقوالب صب الخرسانة، والسقالات المؤقتة، والجزء (٤-٣) الخاص بالسدود المؤقتة، والدعامات، والجزء (٤-٤) الخاص بأنظمة التحكم في المياه المؤقتة، والجسور المؤقتة، والجزء (٤-٥) الخاص بالجسور المؤقتة.

٤-٧ القياس، والدفع:

يجب أن يشمل دفع قيمة مختلف بنود الأعمال دفع قيمة الأعمال المؤقتة، ولا يجوز الدفع بشكل منفصل ما لم يُنص على خلاف ذلك.

وإذا تضمن جدول العطاء بندًا خاصًا بالسدادات الخرسانية للسدود المؤقتة، فيجب قياس هذه الخرسانة، ودفع قيمتها المذكورة في الباب (٧).

إذا تضمن جدول العطاء بندًا أو بنودًا خاصة بالجسور المؤقتة، أو السدود المؤقتة، أو أنظمة التدعيم، أو أنظمة التحكم في المياه، فيجب أن يكون الدفع عرض المبلغ المقطوع الخاص بكل هيكل، أو نظام مُدرج في جدول العطاء، ويُبنى ويُزال وفقًا لمتطلبات المقاول. يشمل هذا الدفع تعويضًا كاملًا عن كل التكاليف الخاصة بتوفير كل المواد، وبناء هذه الأعمال المؤقتة، وصيانتها، وإزالتها.

يجب الدفع بموجب بند واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٤-٨) والجدول (٤-٩) اللذَين يوضحان متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالهياكل الإنشائية المؤقتة.

الجدول (٤–٨) بنود الدفع الخاصة بالأعمال المؤقتة.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٦-١	كل الأعمال المؤقتة	المدرجة في جدول العطاءات

الجدول (٤–٩) متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالهياكل الإنشائية المؤقتة.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
السقالات المؤقتة	السقالات المؤقتة فوق الطرق، أو بجوارها	المسح، والقياس	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٤-٢-٣-٦-١)
	السقالات المؤقتة للهياكل المعدنية	المسح، والقياس	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٤-٢-٣-٦-٢)
	وقت الإزالة	عدد الأيام	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	--------	الجدول (٤-٧)
السدود المؤقتة والدعامات	يجب أن تكون الدعامات كافية لسند كل الأحمال المفروضة، ويجب أن تكون متوافقة مع أيٍ من لوائح الأمان المعمول بها.	الفحص البصري والقياس والتوافق	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	الجزء الفرعي (٤-٣-١)
أنظمة التحكم في المياه المؤقتة	التشغيل	الملاحظة، والتوقيت	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	الجزء الفرعي (٤-٤-٣)

٥- خوازيق الأساسات المدقوقة:

٥-١ الوصف:

يجب أن تتكون هذه الأعمال مما يلي:

- توفير ودق خوازيق الأساسات ذات النوع والأبعاد المحددة في وثائق العقد، بما في ذلك قص، أو بناء هذه الخوازيق عند الضرورة .
- توفير خوازيق الاختبار، وإجراء اختبارات التحميل المطلوبة عند الضرورة . يجب أن تتوافق الخوازيق مع هذا المجلد، وأن يجري تركيبها وفقًا له. وعلاوةً على ذلك، يجب تركيبها، وأن تكون متوافقة مع الموقع، والارتفاع، والاختراق، والمقاومة الاسمية اللازمة المبينة في وثائق العقد، أو الموجه بها من جانب المهندس.

يجب على المقاول توفير الخوازيق وفقًا للأبعاد المذكورة في وثائق العقد باستثناء الحالات التي تقتضي اختبار الخوازيق المدقوقة. في الحالات التي تقتضي استخدام خوازيق الاختبار، يجب استخدام أطوال خوازيق الإنتاج، التي ستصبح جزءًا من الأساسات الدائمة المذكورة في وثائق العقد للأغراض التقديرية فقط، ويجب أن يتولى المهندس تحديد الأطوال الفعلية التي ستُوفّر لهذه الخوازيق بعد تنفيذ أعمال دق، واختبار خوازيق الاختبار. ويجب ألا تشمل الأطوال المذكورة في قائمة الطلبات المقدمة من المهندس إلا الأطوال المتوقعة للاستخدام في الهيكل الإنشائي المكتمل.

٥-٢ مواد التقديم:

٥-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات:

تتمثل مؤهلات المقاول المطلوبة فيما يلي:

- يجب أن يتمتع المقاول بخبرة لا تقل عن ٣ سنوات في بناء خوازيق الأساسات المدقوقة المتشابهة في الحجم، والعمق، وظروف الموقع خلال السنوات الخمس الماضية. ويلزم قبل بناء الخوازيق المدقوقة، أن يقدم المقاول الوثائق الكتابية الخاصة بخبرة الثلاث سنوات إلى المهندس؛ للتحقق من صحتها، وقبولها. كما يجب أن تتضمن الوثائق المقدمة ثلاثة مشروعات - على الأقل- عمل فيها المقاول على بناء خوازيق مدقوقة، وحقق نتائج مُرضية. يجب تضمين وصف موجز لكل مشروع، واسم مسؤول الاتصال التابع للمالك، ورقم هاتفه الحالي، وذلك لكل مشروع مذكور في وثائق الخبرة.
- يجب أن يتمتع المشرفون في الموقع بخبرة لا تقل عن سنتَين في بناء خوازيق الأساسات المدقوقة، ويجب أن يتمتع مشغلو معدات الحفر، والدق بخبرة لا تقل عن سنة واحدة. قبل البدء في العمل، كما يجب على المقاول تقديم قائمة تحدد المشرفين، والمشغلين في الموقع الذين سيعملون في المشروع، ويجب أن تحتوي القائمة على ملخص بخبرة كل فرد.
- سيتولى المهندس الموافقة على أو رفض مؤهلات المقاول، والموظفين الميدانيين في غضون ١٠ أيام من استلام الوثائق المقدمة. ويجب عدم البدء في العمل إلا بعد موافقة المهندس على مؤهلات المقاول. ويجب على المهندس تعليق أعمال الإنشاء إذا استعان المقاول بموظفين غير مؤهلين. ويجب أن يتحمل المقاول المسؤولية الكاملة عن التكاليف الإضافية الناتجة عن تعليق الأعمال، ولن يُسمح بإجراء أي تعديلات على وقت العقد؛ بسبب تعليقها.

٥-٢-٢ رسومات العمل:

يجب على المقاول أن يقدم للمهندس خطة تركيب خاصة ببناء الخوازيق المدقوقة؛ لمراجعتها، واعتمادها. ويجب أن تتضمن الوثيقة المقدمة ما يلي:

- قائمة بالمعدات المقترح استخدامها، ومنها: معدات الدق، والرافعات، والمثاقب، والخرامات، ونازحات المياه، ومعدات التنظيف النهائي، ومعدات إزالة الرمل، ومضخات المونة، ومعدات أخذ العينات، ومضخات الخرسانة تحت الماء أو العادية، وأنابيب التبطين (بما في ذلك، أبعاد الأنابيب، وتفاصيل المواد والوصلات)، وما إلى ذلك.
- يجب تقديم التفاصيل الخاصة بالطريقة المقترحة لخط المونة، وتدويره، وإزالة الرمل منه، والتخلص منه عندما يكون المونة المعدني مطلوبًا.
- تفاصيل صب حديد التسليح، بما في ذلك طرق السند، والمَركزة، والمحاذاة.
- تفاصيل صب الخرسانة، ومعالجتها، وحمايتها، التي تُثبت قدرة المقاول على تنفيذ أعمال صب الخرسانة في الوقت المطلوب.
- المعلومات الأخرى الموضحة في المخططات، أو التي يطلبها المهندس.
- الخلطات الخرسانية، والتخفيف من المعدل المحتمل لفقدان الهبوط أثناء الصب في الموقع.
- أبعاد الخوازيق، والمواد، وترتيب الأوتار، وقوى الإجهاد المسبق المقترح استخدامها، وأي إضافة أو إعادة ترتيب لحديد التسليح مما هو مبين في وثائق العقد. يجب ألا تبدأ أعمال بناء الخوازيق إلا بعد اعتماد المهندس للرسومات.

لا يعفي قبول خطة المقاول، والموظفين، والخوازيق التجريبية المدقوقة المقاول من مسؤوليته عن نتائج استخدام هذه الرسومات، أو أيٍ من المسؤوليات الأخرى للمقاول بموجب وثائق العقد.

٥-٣ المواد:

٥-٣-١ الخوازيق المدقوقة:

يجب أن يكون إنتاج الخوازيق وفقًا لدليل مراقبة جودة المصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية الإنشائية سابقة الصب الصادر عن معهد الخرسانة سابقة الإجهاد (PCI) (MNL-116).

٥-٣-١-١ قوالب صب الخرسانة:

يجب أن تتوافق قوالب صب الخرسانة الخاصة بالخوازيق الخرسانية سابقة الإجهاد مع متطلبات قوالب صب الخرسانة المذكورة في دليل مراقبة جودة المصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية الإنشائية سابقة الصب الصادر عن معهد الخرسانة سابقة الإجهاد (PCI) (MNL-116).

٥-٣-١-٢ الصب:

يجب صب الخرسانة بشكل مستمر في غضون ثلاثة أيام من الفولاذ سابق الشد، إلا أنه يجب عدم صب الخرسانة في قوالب حتى يفحص مندوب ضبط الجودة التابع للشركة الصانعة للخوازيق، ويعتمد صب حديد التسليح، والمثبتات. كما يجب أن يكون كل خازوق كثيف الخرسانة، وذا أسطح مستقيمة ملساء، وحديد تسليح مصبوب في موضعه الصحيح أثناء التصنيع. وما لم يُستخدم خرسانة ذاتية الدمج، يجب دمك الخرسانة؛ عن طريق هزها باستخدام رأس هزاز أصغر من المسافة الدنيا بين الفولاذ سابق الشد. تأكد من أن أسطح الخازوق الطرفية متعامدة على محوره الطولي.

٥-٣-١-٣ التشطيب:

يجب أن يكون تشطيب الخوازيق وفقًا لدليل مراقبة جودة المصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية سابقة الصب والإجهاد الصادر عن معهد الخرسانة سابقة الإجهاد (PCI) (MNL-116). يجب أن يشمل التشطيب القياسي تنعيم جوانب القوالب بدرجة معقولة من الصب مقارنةً بالقوالب المعتمدة. يجب إجراء التشطيب القياسي للجزء العلوي باستخدام مسطرين مع زخرفة الحواف.

٥-٣-١-٤ المعالجة والحماية:

يجب أن تكون معالجة الخوازيق وفقًا لدليل مراقبة جودة المصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية سابقة الصب والإجهاد الصادر عن معهد الخرسانة سابقة الإجهاد (PCI) (MNL-116). يجب معالجة الخوازيق باستخدام المعالجة الرطبة، أو المعالجة البخارية السريعة.

يجب غدم دق الخوازيق إلا بعد معالجتها بالقدر الكافي؛ بحيث تقاوم ضغوط المناولة، والدق دون حدوث تلف.

وفي الطقس البارد، ويجب تمديد فترة المعالجة بالشكل المحدد في وثائق العقد. ويجب حماية الخرسانة من التجمد حتى تصل مقاومة الانضغاط ٠,٨ على الأقل f_c'.

٥-٣-١-٥ الإجهاد السابق:

يجب أن يكون الإجهاد السابق للخوازيق وفقًا لدليل مراقبة جودة المصانع، وإنتاج المنتجات الخرسانية سابقة الصب والإجهاد الصادر عن معهد الخرسانة سابقة الإجهاد (PCI) (MNL-116).

٥-٣-١-٦ التخزين والمناولة:

يجب إجراء أعمال المناولة، والتخزين، والنقل الخاصة بالخوازيق الخرسانية سابقة الإجهاد بالطريقة التي تضمن تجنب إجهادات الانحناء الزائدة، أو الشروخ، أو التشققات، أو غيرها من الأضرار.

٥-٤ إنشاء الخوازيق المدقوقة:

٥-٤-١ التجهيز للدق:

٥-٤-١-١ موقع العمل:

٥-٤-١-١-١ الحفر:

يجب عدم دق الخوازيق إلا بعد الانتهاء من أعمال الحفر إذا كان ذلك مناسبًا من الناحية العملية. ويجب إزالة أي مواد بين الخوازيق إلى الارتفاع الصحيح قبل صب خرسانة الأساسات.

يجب عدم دق الخوازيق عند أطراف الجسور إلا بعد صب حواجز الطريق الترابية ما لم يوافق المهندس على خلاف ذلك.

٥-٤-١-١-٢ الحفر المسبق لتسهيل الدق:

يجب على المقاول الحفر المسبق لفتحات بالحجم، وفي مواقع الخوازيق، وبالأعماق المحددة في وثائق العقد، أو المعتمدة كتابةً من المهندس إذا اقتضت وثائق العقد ذلك. ويجب ردم أي مساحة فارغة متبقية حول الخازوق بعد الانتهاء من أعمال الدق بالرمل، أو أي مواد أخرى معتمدة. يجب استخدام أعمدة الحفر المعدنية بدلًا من الحفر المسبق ما لم تنص وثائق العقد على ذلك، أو يوافق المهندس على ذلك كتابةً. يجب التخلص من المواد الناتجة عن حفر الفتحات بالشكل الذي يوافق عليه المهندس.

٥-٤-١-١-٣ المتطلبات الإضافية الخاصة بالفتحات سابقة الحفر في الحواجز الترابية:

يجب دق الخوازيق التي ستُدقّ من خلال الردم المدموك أو الحاجز الترابي الذي يتجاوز عمقه ١,٥ م، في الفتحات سابقة الحفر في الأرض الطبيعية إذا اقتضت وثائق العقد ذلك. وبعد دق الخازوق، يجب ردم المساحة الفارغة حول الخازوق حتى مستوى سطح الأرض بالرمل، أو أي مواد أخرى معتمدة. كما يجب التخلص من المواد الناتجة عن الفتحات سابقة الحفر بالشكل الذي يوافق عليه المهندس.

٥-٤-١-٢ تجهيز الخوازيق:

٥-٤-١-٢-١ رؤوس الخوازيق:

بالنسبة إلى الخوازيق المعدنية، يجب قص رؤوس الخوازيق، والحفاظ على شكلها المربع مع المحور الطولي للخازوق. كما يجب أن تكون رؤوس الخوازيق الخرسانية سابقة الصب مسطحة، وناعمة، ومتعامدة على المحور الطولي للخازوق؛ لمنع الصدمات غير المركزية من الخوذة. ويجب قص الجدائل سابقة الإجهاد أسفل سطح طرف الخازوق. بالنسبة إلى الخوازيق الخرسانية، أو الخشبية، يجب شطف رأس الخازوق من كل الجوانب.

٥-٤-١-٢-٢ الحلقات (الأطواق المعدنية):

عند الحاجة إلى دق الخوازيق الخشبية بأكبر مقاومة اسمية تبلغ ٩٨١ كيلو نيوتن، أو عندما تقتضي ظروف الحفر ذلك، يجب استخدام حلقات أو غيرها من المواد، مثل: الحلقات المعدنية لحماية الخوازيق من انقسام، وتفتت، أو انفصال الألياف الخشبية في طرف الخوازيق.

٥-٤-١-٢-٣ نعال الخوازيق، وصفائحها الطرفية:

يجب أن تُستخدم نعال الخوازيق عندما يقرر المهندس ذلك، أو عندما تتضمن وثائق العقد ذلك؛ لحماية كل أنواع الخوازيق عند توقع وجود صعوبة في الدق، أو عوائق.

يجب تصنيع نعال الخوازيق المعدنية من الفولاذ المصبوب المطابق للمواصفة القياسية (ASTM A148/A148M) (الدرجة ٩٠-٦٠).

ويجب تصنيع الصفائح الطرفية المستخدمة في الخوازيق الأنبوبية مغلقة الأطراف من الفولاذ المطابقة للمواصفة القياسية (ASTM A36/A36M) أو مما هو أفضل منه. ويجب أن يتولى المهندس تحديد القطر، والسُمك.

٥-٤-٢ معدات دق الخوازيق:

يجب على المهندس الموافقة على كل معدات دق الخوازيق، ومنها: مطرقة دق الخوازيق، ووسادة المطرقة، والخوذة، ووسادة الخازوق، وغيرها من الملحقات التي يوفرها المقاول مسبقًا قبل تنفيذ أعمال الدق. وبموجب الحصول على هذه الموافقة، يجب على المقاول تقديم وصفٍ لمعدات دق الخوازيق إلى المهندس قبل أسبوعَين -على الأقل- من البدء في دق الخوازيق، يجب أن يتضمن الوصف تفاصيل كافية؛ بحيث يكون من الممكن تقييم نظام الدق المقترح عن طريق تحليل المعادلة الموجية.

عند تحديد المقاومة الاسمية عن طريق اختبار الحِمل الساكن، أو الاختبار الديناميكي، أو اختبار الحِمل الساكن السريع، أو تحليل المعادلة الموجية، فيجب على المقاول أن يقدم إلى المهندس نتائج تحليل المعادلة الموجية؛ لبيان إمكانية دق الخوازيق.

لا يلزم تحليل المعادلة الموجية في حالة تحديد المقاومة الاسمية عن طريق المعادلة الديناميكية. ويجب ألا يتجاوز عدد الدقات الذي تتطلبه المعادلة الديناميكية ١٠ دقات لكل ٢٥ ملم.

يلزم استخدام نسب كفاءة المطرقة التالية في تحليل المعادلة الموجية للخوازيق الرأسية ما لم تتوافر معلومات أفضل (AASHTO 2008) على النحو المعروض في الجدول (٥-١).

الجدول (٥–١) نسب كفاءة المطرقة (%).

نوع المطرقة	الكفاءة (%)
هوائية/ بخارية أحادية المرحلة	٦٧
هوائية/ بخارية مزدوجة المراحل	٥٠
ديزل	٨٠
هيدروليكية أو ديزل ذات قياس مدمج للطاقة	٩٥

يجب تعديل نسب كفاءة المطرقة؛ لتحسين دق الخوازيق.

بالإضافة إلى المتطلبات الأخرى المنصوص عليها في هذا المجلد، يجب أن يتكون المعيار الذي سيستخدمه المقاول، والمهندس في تقييم معدات الدق من كلٍ من العدد المطلوب لدقات المطرقة لكل ٢٥ ملم بالمقاومة الاسمية اللازمة، وإجهادات دق الخوازيق خلال عملية الدق بأكملها. يجب أن يتراوح العدد المطلوب من دقات المطرقة المشار إليه في تحليل المعادلة الموجية بالمقاومة الاسمية اللازمة بين دقتَين، و١٠ دقات لكل ٢٥ ملم؛ لكي تعد معدات الدق مقبولة.

بالإضافة إلى ذلك، حتى تعد معدات الدق مقبولة، يجب ألا تتجاوز إجهادات الخوازيق المحددة بواسطة تحليل المعادلة الموجية لعملية الدق بأكملها، القيم التالية:

$$\boldsymbol{Tensile\ Stresses} \leq \mathbf{0.63} \times \left(\sqrt{f'_c}\right) + \boldsymbol{EPV}$$ **المعادلة (٥-١)**

$$\boldsymbol{Compressive\ Stresses} \leq \mathbf{0.85} \times \left(\sqrt{f'_c}\right) - \boldsymbol{EPV}$$ **المعادلة (٥-٢)**

حيث إن:

f'_c = مقاومة انضغاط الخرسانة بالميجاباسكال.

EPV = قيمة الإجهاد المسبق الفعالة.

قيمة الإجهاد المسبق الفعالة = قيمة الإجهاد المسبق بعد كل الخسائر (ميجاباسكال).

وأثناء عمليات دق الخوازيق، يجب على المقاول استخدام النظام المعتمد. ويجب ألّا يُنظر في إجراء أي تغيير في نظام الدق إلا بعد أن يقدم المقاول البيانات المعدلة لمعدات دق الخوازيق، وتحليل المعادلة الموجية. كما يجب إخطار المقاول بقبول التغييرات الخاصة بنظام الدق، أو رفضها في غضون يومَي عمل من استلام المهندس للتغييرات المطلوبة. ليجب ألّا يُشكل الوقت المطلوب لتقديم نظام الدق المعدل، ومراجعته، والموافقة عليه أساسًا؛ لتمديد وقت العقد للمقاول.

يجب ألّا تعفي الموافقة على معدات دق الخوازيق المقاول من مسؤوليته بموجب وثائق العقد عن دق خوازيق خالية من أي أضرار، وبالمقاومة الاسمية اللازمة، وبالحد الأدنى للاختراق في حالة تحديده.

٥-٤-٢-١ المطارق:

٥-٤-٢-١-١ عام:

يجب دق الخوازيق؛ باستخدام مطرقة تصادمية، أو اهتزازية متوافقة مع هذا المجلد. ويجب أن تكون مطارق دق الخوازيق بالحجم اللازم لإنتاج الطاقة اللازمة، ولدق الخوازيق بعدد دقات لا يتجاوز ١٠ دقات لكل ٢٥ ملم بالمقاومة الاسمية اللازمة.

٥-٤-٢-١-٢ المطارق الآلية الساقطة:

يجب ألا تُستخدم المطارق الآلية الساقطة في دق الخوازيق الخرسانية، أو الخوازيق، التي تتجاوز مقاومتها الاسمية المطلوبة ٥٨٨ كيلو نيوتن.

وفي الحالات التي يُسمح فيها باستخدام المطارق الآلية الساقطة، يجب ألا يقل وزن المِدق عن ١٠ كيلو نيوتن، ويجب ألا يتجاوز ارتفاع السقوط ٣,٧ م. يجب ألّا -بأي حال من الأحوال- يقل وزن مِدق المطارق الآلية الساقطة عن وزن الخوذة، والخازوق. يجب أن تكون كل المطارق الآلية الساقطة مزودة بموجهات مطرقة، وخوذة لضمان التصادم المُركز.

٥-٤-٢-١-٣ المطارق الهوائية:

في حالة استخدام معادلة ديناميكية لتحديد عدد الدقات المطلوب، فيجب ألا يقل وزن أجزاء الطرق من المطارق الهوائية المستخدمة عن ثلث وزن الخازوق، وقبعة الدق، ويجب ألا يقل وزن جزء الطرق بأي حال من الأحوال عن ١٤ كيلو نيوتن. في حالة استخدام تحليل المعادلة الموجية؛ لتحديد عدد الدقات المطلوب، وإجهادات الدق، فيجب ألّا ينطبق هذا التحديد لوزن المِدق.

يجب أن تتمتع الآليات، والمعدات الملحقة بالمطارق الهوائية بالسعة الكافية؛ للحفاظ على ضغط المطرقة المحدد من جانب الشركة الصانعة في ظل ظروف العمل ويجب ألا يقل حجم الخرطوم المتصل بضاغط المطرقة عن الحد الأدنى الموصى به من جانب الشركة الصانعة.

يُقيم أداء المطرقة في نهاية أعمال الدق عن طريق قياس عدد الدقات في الدقيقة، ومقارنة هذه الدقات بتوصيات الشركة الصانعة.

٥-٤-٢-١-٤ مطارق الديزل:

إذا لم تكن مطارق الديزل المفتوحة (أحادية المرحلة) مجهزة بجهاز يقيس سرعة الاصطدام في كل الأوقات أثناء أعمال دق الخوازيق، فيجب الحصول على الشوط عن طريق قياس سرعة التشغيل؛ إما يدويًا، أو بجهاز قياس أوتوماتيكي.

يجب أن تكون مطارق الديزل المغلقة (مزدوجة المراحل) مجهزة بمقياس لضغط الغرفة الارتدادي يكون بحالة جيدة، ومُركبًا بالقرب من مستوى الأرض؛ حتى يسهل على المهندس قراءته. ويجب أن يُقدم المقاول مخطط ارتباط لضغط الغرفة الارتدادي، والطاقة المحتملة.

٥-٤-٢-١-٥ المطارق الهيدروليكية:

يجب أن تكون المطارق الهيدروليكية مجهزة بنظام لقياس طاقة المِدق، ويجب أن يكون النظام بحالة جيدة، ويجب أن النتائج متاحة بسهولة وعلى الفور للمهندس.

٥-٤-٢-١-٦ المطارق الاهتزازية:

يجب ألا تُستخدم طريقة دق الخوازيق الاهتزازية، أو غيرها من طرق دق الخوازيق إلا إذا نصت وثائق العقد على ذلك، أو قرر المهندس ذلك كتابةً. باستثناء الحالات التي تُقيم فيها أطوال الخوازيق عن طريق اختبار الحِمل الساكن للخوازيق، كما يجب التحقق من المقاومة الاسمية للخوازيق المدقوقة باستخدام المطارق الاهتزازية عن طريق الدق الإضافي للخازوق الأول المدقوق في كل مجموعة من ١٠ خوازيق باستخدام مطرقة تصادمية ذات طاقة مناسبة لقياس المقاومة الاسمية قبل دق باقي الخوازيق في المجموعة. في حالة التربة المتغيرة، يجب التحقق من المزيد من الخوازيق؛ باستخدام مطرقة تصادمية حسب توجيهات المهندس. ويجب إعادة دق كل الخوازيق التي تعتمد في المقام الأول على السعة التحميلية للنقاط باستخدام مطرقة تصادمية.

يجب عدم استخدام المطارق الاهتزازية في دق الخوازيق الخرسانية.

٥-٤-٢-١-٧ المعدات أو الطرق الإضافية:

عند تعذر الحصول على الاختراق المطلوب عن طريق استخدام مطرقة متوافقة مع الحد الأدنى من المتطلبات المذكورة أعلاه، فيجب على المقاول توفير مطرقة ذات طاقة أكبر، أو عند السماح بذلك، اللجوء إلى طرق تكميلية، مثل: الجرف الهيدرولي، أو الحفر المسبق.

٥-٤-٢-٢ ملحقات الدق:

٥-٤-٢-٢-١ وسادة المطرقة:

يجب أن تكون كل معدات دق الخوازيق التصادمية باستثناء المطارق الآلية الساقطة مزودة بسُمك مناسب من مادة وسادة المطرقة لمنع تلف المطرقة، أو الخازوق. ويجب أن تُستثنى المطارق المصممة بحيث لا تكون هناك حاجة إلى وسادة المطرقة من هذا المتطلب.

، يجب أن تكون وسائد المطارق مصنوعة من مواد مُصنعة متينة تضمن الحفاظ على وجود خواص موحدة أثناء الدق. يجب عدم استخدام وسائد المطارق المصنوعة من الخشب، أو الأسلاك، أو الأسبستوس. كما يجب وضع لوح واق على وسادة المطرقة؛ لضمان الانضغاط المنتظم لمادة الوسادة. ويجب على المقاول أن يستبدل وسادة المطرقة قبل السماح بمواصلة الدق كلما كان هناك انخفاض في سُمك وسادة المطرقة يتجاوز ٢٥٪ من السُمك الأصلي، أو بالنسبة إلى المطارق الهوائية، عندما يتجاوز الانخفاض في السُمك توصيات الشركة الصانعة.

٥-٤-٢-٢-٢ الخوذة:

يجب أن تكون الخوازيق المدقوقة باستخدام مطارق تصادمية مجهزة بخوذة؛ لتوزيع دقات المطرقة بشكل موحد، ومُركز على رأس الخازوق. يجب أن يكون سطح الخوذة الملامس للخازوق مستويًا، وأملسًا، ويجب أن يكون محاذيًا، لقاعدة المطرقة والجزء العلوي من الخازوق. ويجب توجيهه باستخدام الموجهات، وألا يكون حر التأرجح. يجب أن تكون الخوذة ملائمة من حيث المقاس لرأس الخازوق بالشكل الذي يحافظ على المحاذة المُركزة للمطرقة، والخازوق.

بالنسبة إلى الأنواع الخاصة من الخوازيق، يجب توفير رؤوس دق مناسبة، أو شياقات، أو غيرها من الأجهزة بحيث يجب أن تُدق الخوازيق دون تلف.

٥-٤-٢-٢-٣ وسادة الخازوق:

يجب أن تحمي وسادة الخازوق رؤوس الخوازيق الخرسانية. ويجب أن يُحدد سُمك الوسادة الموضوعة على رأس الخازوق قبل الدق عن طريق تحليل المعادلة الموجية؛ بحيث لا تُتجاوز إجهادات الدق المحددة. في حالة تحديد عدد الدقات المطلوب عن طريق معادلة ديناميكية، فيجب ألا يقل سُمك الوسادة عن ١٠٢ ملم.

في حال بدأ خروج دخان من الوسادة، أو حدث انضغاط زائد أثناء الدق، فيجب توفير وسادة خازوق جديدة. كما يجب أن تكون أبعاد وسادة الخازوق بالشكل الذي يسمح بتوزيع دقات المطرقة بشكل موحد على كامل القطاع العرضي للخازوق.

ويجب حماية وسائد الخوازيق من الظروف الجوية، والحفاظ على جفافها قبل الاستخدام. يجب عدم نقع وسادة الخازوق في أي سائل إلا بموافقة المهندس. يجب أن يُقيم استخدام المواد المُصنعة لوسائد الخوازيق بدلًا عن وسائد الخوازيق الخشبية على أساس كل حالة على حدة.

يجب استخدام وسادة خازوق مستعملة، وبحالة جيدة في اختبارات إعادة الدق.

٥-٤-٢-٢-٤ الموجهات:

يجب استخدام موجهات دق الخوازيق التي تعمل على محاذاة الخازوق، والمطرقة في المواضع الصحيحة طوال عملية الدق. كما يجب بناء الموجهات بالشكل الذي يسمح بحرية حركة المطرقة، مع الحفاظ على المحاذاة بين المطرقة والخازوق؛ لضمان التصادم المُركز لكل دقة.

ويجب تصميمها بما يسمح بالمحاذاة الصحيحة للخوازيق المائلة عند الضرورة.

يجب أن تكون الموجهات إما ثابتة، أو متأرجحة.

ويجب أن تكون الموجهات المتأرجحة -عند استخدامها-، مجهزة ببوابة خازوق في الجزء السفلي منها. ويلزم تثبيت الموجهات بشكل مناسب في الأرض، أو في الخازوق المثبت في إطار هيكلي كقالب؛ للحفاظ على المحاذاة.

٥-٤-٢-٢-٥ ناقلات الدقات:

يجب ألا تُستخدم ناقلات الدقات إلا بموافقة المهندس الكتابية، أو إذا نصت وثائق العقد على ذلك.

أما الخوازيق الخرسانية، فيجب أن تُستخدم وسادة الخازوق في الجزء العلوي من الخازوق، ويجب التحقق من مدى ملاءمة ناقل الدقات عن طريق تحليل المعادلة الموجية؛ للتحقق من عدد الدقات، وإجهادات الدق، والمقاومة الاسمية.

بالنسبة إلى الخوازيق المعدنية، في حالة عدم إجراء تحليل المعادلة الموجية، فيجب أن تتراوح مقاومة ناقل الدقات بين ٥٠ و٢٠٠٪ من مقاومة الخازوق.

ينبغي -أثناء الدقّ- الحفاظ على المحاذاة الصحيحة بين ناقل الدقات والخازوق. يجب أن يكون ناقل الدقات مصنوعًا من المواد وبالأبعاد، التي تسمح بدق الخوازيق بعدد الدقات اللازم.

٥-٤-٢-٢-٦ الجرف الهيدرولي:

يجب ألا تُستخدم طريقة الجرف الهيدرولي إلا إذا نصت وثائق العقد على ذلك، أو وافق المهندس على ذلك كتابةً.

يجب أن يتولى المقاول تحديد عدد المرشات، وحجم المياه، وضغطها في فوهات المرشات اللازمة لجرف المواد المجاورة للخازوق بحرية،

ويجب عليه التحكم في كل مياه المرشات، والتخلص منها بالشكل المُرضي للمهندس، أو المحدد في وثائق العقد. وإذا قرر المهندس، ووافق على استخدام طريقة الجرف الهيدرولي، وتنفيذه وفقًا للمواصفات، أو بالشكل الذي يوافق عليه المهندس، فيجب ألّا يكون المقاول مسؤولًا عن أي أضرار تلحق بالموقع؛ بسبب أعمال الجرف الهيدرولي. وفي حالة استخدامها بناءً على طلب المقاول، فيجب أن يكون مسؤولًا عن كل الأضرار، التي تلحق بالموقع بسببها.

ما لم يوجه المهندس، أو تنص وثائق العقد على خلاف ذلك، يجب إزالة أنابيب الجرف قبل أو عندما يتجاوز طرف الخازوق الحد الأدنى، أو الارتفاع النهائي للطرف بمقدار ١,٥ م، ويجب حينها دق الخازوق بدون استخدام طريقة الجرف الهيدرولي حسب الارتفاع النهائي للطرف، أو المقاومة الاسمية اللازمة؛ باستخدام مطرقة تصادمية. وعند تعذر الوصول إلى المقاومة الاسمية اللازمة عند الارتفاع النهائي للطرف، فيجب السماح بوضع الخازوق، ثم ستُحدد المقاومة الاسمية اللازمة بإعادة دق الخازوق.

٥-٤-٣ الدق:

ما لم يوافق المهندس، يجب دق الخازوق حسب إحدى الحالات التالية:

- المقاومة الاسمية اللازمة.
- المقاومة الاسمية اللازمة، والحد الأدنى لارتفاع الطرف عند تحديد ذلك.
- الارتفاع المحدد للطرف.

يجب دائمًا قياس عدد الدقات، إما أثناء الدق الأولي، أو عن طريق إعادة الدق؛ باستخدام مطرقة دافئة بعد فترة انتظار، وفقًا لما يحدده المهندس.

بالنسبة إلى مطارق الديزل، يجب تسجيل الشوط. أما المطارق الهيدروليكية، فيجب تسجيل إما الطاقة، أو سرعة التصادم.

وإذا استُخدمت مرشات المياه أثناء الدق، فيجب تحديد المقاومة الاسمية من نتائج الدق بعد سحب المرشات.

يجب ألا يؤدي الإجراء المستخدم في دق الخوازيق إلى تعريضها لسوء استخدام زائد، وغير مبرر يؤدي إلى تكسير، وتشظي الخرسانة، أو التشقق الضار، أو تشقق الخشب وتفسخه، أو التشوه الزائد للفولاذ.

٥-٤-٣-١ الخوازيق المرتفعة:

عند ملاحظة ارتفاع الخازوق، فيجب على المهندس أخذ قراءات المستوى المحددة؛ باستخدام مِسند مقارنة ثابت لكل الخوازيق مباشرةً بعد التركيب، وبشكل دوري بعد ذلك عند دق الخوازيق المجاورة؛ لتحديد نطاق ارتفاع الخازوق.

أثناء عملية دق الخوازيق المجاورة، يجب إعادة دق الخوازيق:

- إذا تجاوز ارتفاعها ١٢,٧ ملم، وكان الارتكاز سائدًا.
- إذا تجاوز ارتفاعها ٣٨ ملم، وكان احتكاك الخازوق سائدًا.

عند الكشف عن ارتفاع الخازوق للأنبوب، أو الخوازيق القشرية المملوءة بالخرسانة، فيجب إعادة دق الخوازيق إلى موضعها الأصلي بعد بلوغ الخرسانة المقاومة الكافية، واستخدام نظام مناسب من وسائد المطارق-الخوازيق مُرضٍ للمهندس. ويجب أن يتولى المقاول

دفع قيمة كل الأعمال المنجزة بالاقتران مع أعمال إعادة دق الخوازيق؛ بسبب ارتفاع الخوازيق، وذلك شريطة تنفيذ الدق الأولي وفقًا لتسلسل التركيب المحدد.

٥-٤-٣-٢ العوائق:

إذا اعترض الخوازيق عوائق منعزلة، وغير متوقعة، فيجب على المقاول دفع تكلفة إزالة العوائق، وكل أعمال التصميم، أو الإنشاء الإصلاحية الناتجة عن العوائق.

٥-٤-٣-٣ تسلسل التركيب:

يجب أن يكون ترتيب تركيب الخوازيق في مجموعات الخوازيق؛ إما بالبدء من مركز المجموعة وصولًا إلى الخارج في كلا الاتجاهَين، أو بالبدء من الصف الخارجي وصولًا إلى داخل المجموعة بشكل تدريجي.

٥-٤-٣-٤ إجهادات الدق المحددة:

يجب ألا تتجاوز الإجهادات التي تحدث أثناء الدق الحدود المذكورة في الجزء الفرعي (٥-٤-١) ما لم تنص وثائق العقد أو يقرر المهندس خلاف ذلك.

٥-٤-٣-٥ دق الخوازيق المسبارية:

في الحالات التي تقتضي وثائق العقد فيها ذلك، يجب توفير الخوازيق المسبارية بالأطوال المحددة، ودقها في المواقع، حسب الارتفاعات، أو المقاومات الاسمية، أو عدد الدقات التي يوجه بها المهندس قبل طلب الخوازيق الأخرى. ويجب دق كل الخوازيق باستخدام المطارق التصادمية المعتمدة ما لم تنص وثائق العقد تحديدًا على خلاف ذلك، ويجب أن تُستخدم المطرقة من النوع، والحجم نفسهما مع خوازيق الإنتاج التي ستصبح جزءًا من الأساسات الدائمة.

يجب أن تستوفي الموافقة على معدات الدق متطلبات هذا المجلد، ويجب أن يتولى المقاول حفر الأرض عند كل خازوق مسباري حسب ارتفاع الجزء السفلي من الأساس قبل دق الخازوق (انظر القسم ٥-٤-١-١-١) وما لم يوافق المهندس على خلاف ذلك. ويجب دق الخوازيق المسبارية الإضافية في المواقع، التي يحددها المهندس؛ لاستكشاف التغيرات الجوفية المحتملة.

بناءً على طلب المهندس، يجب توصيل الخوازيق المسبارية المدقوقة وفقًا لمستوى الارتفاع المحدد في المخطط، والتي لا تتمتع بالمقاومة الاسمية اللازمة، ودقها حتى الحصول على الارتكاز المطلوب.

٥-٤-٣-٦ دقة الدق:

يجب دق الخوازيق باختلاف لا يتجاوز ١:٥٠ من الوضع الرأسي، أو ١:٢٥ من الوضع المائل المبين في وثائق العقد، باستثناء أنه يجب دق خوازيق الحوامل الملتوية بحيث يجب أن توضع القبعة في موقعها الصحيح دون التأثير بالسلب في مقاومة الخوازيق.

بعد الدق، يجب أن يكون رأس الخازوق في حدود ١٥٠ ملم من مواقع المخطط لكل الخوازيق المغطاة أسفل مستوى الارتفاع النهائي ويجب أن يكون في حدود ٧٥ ملم من مواقع المخطط لقبعات الحوامل المسنودة بواسطة الخوازيق.

يجب ألا يكون الخازوق أقرب بمقدار ١٠٠ ملم من أي حافة من حواف القبعة. ويجب أن يتحمل المقاول تكلفة أي زيادة في أبعاد قبعة الخازوق أو حديد التسليح؛ بسبب الخوازيق المدقوقة في غير أماكنها الصحيحة.

٥-٤-٤ تحديد المقاومة الاسمية:

٥-٤-٤-١ عام:

يتولى المهندس تحديد المقاومة الاسمية للخوازيق؛ باستخدام الطريقة المحددة في وثائق العقد. كما يجب أن تكون الطريقة المستخدمة في تحديد مقاومة الخوازيق أثناء التركيب أو بعده متوافقة مع طريقة التحقق من مقاومة الخازوق المفترضة أثناء مرحلة تصميم المشروع وفقًا للمواصفات القياسية لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور، والأنفاق).

٥-٤-٤-٢ اختبارات الأحمال الساكنة:

عند استخدام اختبار الحِمل الساكن لتحديد المقاومة المحورية للخازوق، فيجب ألا يُجرى الاختبار بعد أقل من خمسة أيام من دق خازوق الاختبار إلا بموافقة المهندس، أو ما لم تنص وثائق العقد على خلاف ذلك. يجب أن يتبع اختبار الحِمل الساكن الإجراءات المحددة في طريقة الاختبار (ASTM D1143/D1143M)، وأن يتبع إجراء التحميل طريقة اختبار الحِمل السريع، وذلك ما لم تكن هناك حاجة إلى بيانات تفصيلية طويلة المدى عن الحِمل-الهبوط، وفي هذه الحالة يجب استخدام إجراء التحميل القياسي. ويجب أن تتوافق معدات الاختبار، وأنظمة القياس مع طريقة الاختبار (ASTM D1143/D1143M). ويجب أن تتولى الجهة المحددة في وثائق العقد توفير المعدات اللازمة لإجراء اختبار الحِمل الساكن، ويجب أن يجري المهندس، أو معمل اختبار نزيه الاختبار.

يجب على المقاول تقديم وثائق العقد التفصيلية الخاصة بجهاز التحميل المقترح، المُعدة بواسطة مهندس مختص، إلى المهندس لاعتمادها. يجب أن تتضمن الوثائق المقدمة المعايرات الخاصة بالرافعة الهيدروليكية، وخلية الحِمل، ومقياس الضغط، المنفذة قبل ٣٠ يومًا من الانتقال إلى موقع العمل. وعندما تقتضي الطريقة المعتمدة استخدام خوازيق الشد (المثبتات) التي ستستخدم لاحقًا كخوازيق دائمة في الأعمال، فيجب أن تكون خوازيق الشد هذه من نفس نوع، وحجم خوازيق الإنتاج، التي ستصبح جزءًا من الأساسات الدائمة، ويجب دقها في موقع الخوازيق الدائمة حيثما أمكن ذلك.

يجب على المقاول -عند إجراء اختبار الحِمل الساكن- توفير معدات الأمان، واستخدام إجراءات الأمان المناسبة. كما يجب توفير سند كاف لألواح اختبار الحِمل الساكن، والرافعة، والأجهزة الملحقة؛ لحمايتها من السقوط في حالة تحرير الحِمل؛ بسبب عطل هيدروليكي، أو تعطل خازوق الاختبار، أو غيرها من الأسباب.

يجب أن تكون طريقة تحديد فشل اختبار الحِمل الساكن بالشكل المحدد في وثائق العقد، أو من جانب المهندس. وبناءً على نتائج اختبار الحِمل الساكن، يجب على المهندس توفير معايير الدق الخاصة بقبول خوازيق الإنتاج، التي ستصبح جزءًا من الأساسات الدائمة.

وعند تحديدها، يجب إجراء اختبارات الأحمال الساكنة الخاصة بالشد وفقًا لمواصفات (ASTM D3689). ويجب إجراء اختبارات الأحمال الجانبية؛ وفقًا لمواصفات (ASTM D3966)، وذلك عند تحديدها -أيضًا-.

٥-٤-٤-٣ الاختبار الديناميكي:

يجب إجراء الاختبار الديناميكي وفقًا لمواصفات (ASTM D4945). ويجب أن يتولى المقاول تجهيز الأجهزة، أو الملحقات المطلوبة -حسب توجيهات المهندس-.

يجب على المقاول دق الخازوق -حسب توجيهات المهندس-، ويجب عليه تقليل طاقة الدق المنقولة إلى الخازوق؛ باستخدام وسادة إضافية أو بتقليل خرج طاقة المطرقة؛ للحفاظ على الإجهادات المقبولة في الخوازيق، وذلك إذا وجه المهندس بذلك. أما إذا أظهرت القياسات الديناميكية وجود دق غير محوري، فيجب على المقاول إعادة محاذاة نظام الدق مباشرة .

عند تعذر تحقيق المقاومة الاسمية اللازمة في نهاية الدق، فيجب على المقاول إعادة دق خازوق الاختبار الديناميكي بعد فترة الانتظار المحددة في وثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس. وفور انتهاء فترة الانتظار، يجب إعادة تركيب أجهزة الاختبار الديناميكي، ويجب إعادة دق الخازوق، ويجب إعادة إجراء الاختبار الديناميكي. قبل البدء في إعادة الدق، كما يجب تسخين المطرقة. ويجب أن يكون الحد الأقصى للاختراق المطلوب أثناء إعادة الدق ٧٥ ملم، أو يجب الحصول على ٢٠ دقة كحد أقصى، بالنظر إلى أيهما يحدث أولًا.

٥-٤-٤-٤ تحليل المعادلة الموجية:

يجب أن يتولى المهندس، باستخدام تحليل المعادلة الموجية، تحديد معيار الدق اللازم للوصول إلى المقاومة الاسمية اللازمة للخازوق، وذلك في الحالات التي تنص وثائق العقد فيها على ذلك. ويجب أن تكون خواص التربة والخازوق الذي سيستخدم في هذا التحليل بالشكل المبين في وثائق العقد، أو وفقًا لما يحدده المهندس. وينبغي على المقاول تزويد المهندس بالمعلومات الضرورية عن معدات الدق المقترحة؛ لإجراء تحليل المعادلة الموجية.

٥-٤-٤-٥ المعادلة الديناميكية:

عند استخدام معادلة ديناميكية، يجب تحديد المعادلة في وثائق العقد. ويجب ألا تُستخدم معادلة ديناميكية إذا كانت المقاومة الاسمية اللازمة أكبر من ٤١٣٧ ميجاباسكال.

لا تعد المعادلات قابلة للتطبيق إلا في الحالات التالية:

- عدم تعرض رأس الخازوق للتشقق، أو الكسر، أو التلف.
- عدم استخدام ناقل دقات.

عند استخدام معادلة ديناميكية لتحديد معيار الدق، فيجب استخدام معادلة البوابات الخاصة بإدارة الطرق السريعة الفيدرالية المحددة في هذا المجلد. كما يجب مراعاة مقاومة الخازوق الاسمية المقاسة أثناء الدق باستخدام هذه الطريقة على النحو التالي:

$$R_{ndr} = 10.4 \times \left(\sqrt{E_d}\right) \times \log_{10}(10N_b) - 689.5$$ **المعادلة (٥-٣)**

حيث إن:

R_{ndr}= مقاومة الخازوق الاسمية المقاسة أثناء دق الخازوق بالميجاباسكال.

E_d= طاقة المطرقة المنبعثة. هذه هي: الطاقة الحركية في المِدق عند التصادم لعدد دقات معين وعند تعذر قياس سرعة المِدق، فيجب أن يُفترض أن تساوي الطاقة المحتملة للمِدق عند ارتفاع الشوط، وتمثل حاصل ضرب وزن المِدق في الشوط بالنيوتن ملم.

N_b = عدد دقات المطرقة لكل ٢٥ ملم من الخازوق الدائم.

أما عند استخدام معادلة ديناميكية بخلاف تلك المنصوص عليها في هذا المجلد، فيجب معايرتها بناءً على نتائج اختبار الحِمل الساكن المقاسة؛ للحصول على عامل مقاومة مناسب.

٥-٤-٥ وصلات الخوازيق:

في الحالات التي لا يمكن فيها الاستغناء عن الوصلات للخوازيق المعدنية، أو الخرسانية، فيجب أن يوافق المهندس على عددها، ومواقعها، وتفاصيلها. كما يجب أن تكون تفاصيل الوصلات كافية لتحمل إجهادات الدق، والأداء بشكل مناسب تحت الأحمال الإنشائية المُحملة على الخازوق لمختلف الحالات الحدية، ومجموعات الأحمال.

٥-٤-٥-١ الخوازيق الخرسانية:

يجب استخدام الخوازيق كاملة الطول حيثما كان ذلك عمليًا. في حالة السماح باستخدام الوصلات، يجب أن تتوافق تفاصيل وصلات الخوازيق مع وثائق العقد، أو حسب موافقة المهندس. كما يجب استخدام الوصلات الميكانيكية بما في ذلك الوصلات الملاءمة للدق.

٥-٤-٦ الخوازيق المعيبة:

يجب عدم السماح بمعالجة الخوازيق التي يعدها المهندس زائدة؛ لدقها بالقوة في الموضع الصحيح. ويجب أن تتسبب المعالجات غير الصحيحة في حدوث أضرار زائدة تؤثر سلبًا في أداء الخازوق تحت مختلف الأحمال المُحملة على الخازوق.

ينبغي إصلاح أي خازوق متضرر بسبب العيوب الداخلية، أو الدق غير الصحيح على حساب المقاول؛ باستخدام إحدى الطرق التالية المعتمدة من المهندس للخازوق المعني:

- سحب الخازوق -إذا أمكن- واستبداله بآخر جديد، وأطول -إذا لزم الأمر-.
- دق خازوق بديل، أو أكثر بجوار الخازوق المعيب.

يجب تصحيح الخازوق المدقوق دون الارتفاع المحدد عن طريق إحدى الطرق التالية المعتمدة من المهندس للخازوق المعني:

- ربط الخازوق، أو بناؤه بالشكل المحدد في هذا المجلد.
- تمديد جزء كاف من الأساس؛ لتركيب الخازوق بشكل صحيح.

يجب تصحيح الخازوق المدقوق في غير مكانه الصحيح المحدد في وثائق العقد، أو من جانب المهندس، عن طريق إحدى الطرق التالية المعتمدة من المهندس للخازوق المعني:

- دق خازوق بديل واحد، أو أكثر بجوار الخوازيق المدقوقة في غير أماكنها.
- تمديد الأساس بشكل جانبي؛ لتركيب الخازوق المدقوق في غير مكانه.
- إضافة المزيد من حديد التسليح.

يجب أن يتحمل المقاول تكلفة توفير كل المواد، والأعمال الإصلاحية.

٥-٤-٧ قص الخوازيق:

يجب قص كل الخوازيق إلى مستوى حقيقي عند الارتفاعات اللازمة، وتثبيته بالهيكل الإنشائي بالشكل المبين في وثائق العقد. ويجب أن تظل كل الأطوال المقصوصة من الخوازيق ملكًا للمقاول، ويجب التخلص منها بشكل صحيح.

٥-٥ قبول الأعمال:

يجب مراقبة كل المواد، والأعمال وفقًا لمتطلبات المواصفات القياسية لكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية)، وبالنسبة إلى قبول الأعمال، يجب على المقاول تنفيذ أعمال مراقبة جودة أعمال الخوازيق من خلال تنفيذ كل الإجراءات اللازمة؛ لضمان استيفاء المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة لمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة، وغيرها من وثائق العقد.

ويجب على الهيئة تنفيذ أعمال ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة الخاصة بالمقاول؛ إما عن طريق الإشراف المباشر، أو بتنفيذ إجراءات ضمان الجودة المحايدة من خلال استخدام اختبارات على عينات تمثيلية، وبأعداد كافية؛ للحكم على مستوى الجودة، ولقبول أو رفض الأعمال المنفذة؛ وفقًا للمبادئ المُفصلة الواردة أدناه في الجزئَين الفرعيين (٥-٥-١) و(٥-٥-٢).

٥-٥-١ ضبط الجودة:

٥-٥-١-١ الخوازيق المدقوقة:

يجب فحص كل المواد المستخدمة في تصنيع الخوازيق، والتأكد من مطابقتها للمواصفات المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تستوفي عملية الصب، وإجراءات التصنيع متطلبات الجزء الفرعي (٥-٣-١)، ويجب -أيضًا- فحص عملية بناء الخوازيق المدقوقة، والمعدات المستخدمة خطوة بخطوة؛ للتأكد من استيفاء طرق الإنشاء، والمعدات المستخدمة لمتطلبات الجودة المنصوص عليها في الجزء (٥-٤)، وإجراء اختبار الحِمل لتحديد المقاومة الاسمية للخوازيق وفقًا للجزء الفرعي (٥-٤-٤).

٥-٥-٢ ضمان الجودة:

يحق لجهة جسور الطرق،- في أي وقت- ، ضمان جودة المواد، والأعمال المبنية من خلال إجراء، أو توجيه الآخرين، تحت إشرافها، بإجراء الاختبارات للخوازيق والقياسات لأعمال الخوازيق؛ وفقًا لمتطلبات الجودة المنصوص عليها في الجزء (٥-٣)، والجزء (٥-٤)، والاختبار المنصوص عليه في الجدول (٥-٥).

٥-٦ القياس، والدفع:

٥-٦-١ القياس:

يمكن قياس الخوازيق باستخدام متر طولي للأطوال المحددة في وثائق العقد، أو يمكن تفصيله على النحو التالي:

٥-٦-١-١ الخوازيق المدقوقة:

٥-٦-١-١-١ الخوازيق الموردة:

يجب أن تكون كميات الخوازيق التي ستُدفع قيمتها مجموع الأطوال بالأمتار. ويجب أن تكون الخوازيق من الأنواع، والأطوال المحددة في وثائق العقد، أو المطلوبة كتابةً من جانب المهندس، والموردة وفقًا لمتطلبات المواد المنصوص عليها في هذا المجلد، والمخزنة أو المُركبة بحالة جيدة في موقع العمل بواسطة المقاول، والمقبولة من جانب المهندس.

في الحالات التي تكون فيها تمديدات الخوازيق مطلوبة، يجب تضمين طول التمديد المطلوب كتابةً من جانب المهندس في الطول الإجمالي للخوازيق الموردة.

٥-٦-١-١-٢ الخوازيق المدقوقة:

يجب أن تكون كميات الخوازيق المدقوقة من كل نوع التي ستُدفع قيمتها كميات الخوازيق المقبولة من كل نوع التي جرى دقها.

٥-٦-١-٢ وصلات الخوازيق، ونعالها:

في الحالات التي تنص وثائق العقد فيها على وصلات الخوازيق، أو نعال أطراف الخوازيق الواقية، يجب أن يكون عدد وصلات، أو نعال الخوازيق المقاسة للدفع تلك المحددة في وثائق العقد، أو المطلوبة كتابةً من جانب المهندس، والمُركبة بالفعل بالخوازيق المستخدمة في الأعمال. يجب عدم دفع قيمة أي وصلات، أو نعال مستخدمة بقرار من المقاول. يجب دفع قيمة وصلات، أو نعال الخوازيق المطلوبة من المهندس بصفتها أعمالًا إضافية، وذلك في حال لم تنص عليها وثائق العقد.

٥-٦-١-٣ اختبارات الأحمال:

تُقاس اختبارات الأحمال عن طريق عدد اختبارات الأحمال التي أُجريت لكل سعة تحميلية محددة للخازوق.

يجب أن تُقاس خوازيق الاختبار المستخدمة في اختبارات الأحمال الساكنة، سواء أكانت مُركبة في الهيكل الإنشائي الدائم أم لا، بالشكل المحدد لخوازيق الاختبار الموردة، وخوازيق الاختبار المدقوقة، ويجب دفع قيمتها بموجب بند الدفع ذي الصلة.

٥-٦-٢ الدفع:

يجب أن يشمل دفع قيمة الخوازيق التعويض الكامل عن كل التكاليف المتكبدة، أو على النحو المُفصل في الأجزاء المذكورة أدناه. ويجب دفع قيمة أي أعمال إضافية معتمدة من جانب المهندس بشكل منفصل.

٥-٦-٢-١ الخوازيق المدقوقة:

٥-٦-٢-١-١ عقود تكاليف الوحدة:

يجب دفع قيمة الكميات المحددة بالسعر المحدد في وثائق العقد لكل وحدة قياس، وعلى التوالي، لكل بند من بنود الدفع العامة المدرجة أدناه، ولكل حجم، ونوع من أحجام وأنواع الخوازيق المحددة في وثائق العقد بالشكل المبين في الجدول (٥-٢).

الجدول (٥–٢) وحدة قياس الخوازيق المدقوقة.

بند الدفع	وحدة الدفع
التوريد، والإخلاء	الإجمالي
الخوازيق الموردة	متر طولي أو بالقطعة
الخوازيق المدقوقة	متر طولي أو بالقطعة
خوازيق الاختبار الموردة	متر طولي أو بالقطعة
خوازيق الاختبار المدقوقة	متر طولي أو بالقطعة
بند الدفع	وحدة الدفع
اختبار حِمل الخازوق الساكن	بالقطعة
اختبار الخازوق الديناميكي (أثناء الدق)	بالقطعة
اختبار الخازوق الديناميكي (أثناء إعادة الدق)	بالقطعة
الوصلات	بالقطعة
نعال الخازوق	بالقطعة
الحفر، أو الثقب المسبق	متر طولي أو بالقطعة
الجرف الهيدرولي	متر طولي أو بالقطعة
القص (أطوال أكثر من ٥,٠ أقدام فقط)	بالقطعة
الحفر بالدق (التثقيب)	لكل ساعة

بند الدفع	وحدة الدفع
التأخيرات، أو وقت التوقف عن العمل، أو التحركات خارج التسلسل	لكل ساعة
ملاحظة: LM = متر طولي	

يجب أن يشمل دفع قيمة الخوازيق الموردة التعويض الكامل عن كل التكاليف المتكبدة في توريد، وتسليم كل الخوازيق إلى موقع المشروع.

يجب أن يشمل دفع قيمة الخوازيق المدقوقة التعويض الكامل عن كل التكاليف المتكبدة في أعمال الدق الفعلية، وكل التكاليف التي لا يُعوض عنها بموجب بنود الدفع المحددة الأخرى المتعلقة بتوريد العمالة، والمعدات، والمواد المستخدمة في تركيب الخوازيق.

يجب أن يشمل دفع قيمة الاختبارات الساكنة، أو الديناميكية التعويض الكامل عن توفير العمالة، والمعدات، والمواد اللازمة لإجراء اختبارات الأحمال على النحو المحدد. وإذا تطلب اختبار الخازوق الديناميكي تغيير موضع كبير، أو وقت توقف للرافعة، فيجب دفع تعويض إضافي عن التحركات خارج التسلسل بسعر العطاء الخاص بهذا البند.

يجب أن يشمل دفع قيمة وصلات الخوازيق، أو نعالها، أو عرواتها التعويض الكامل عن كل التكاليف المتعلقة بتوريد كل المواد، وأداء الأعمال المتعلقة بتوصيل، أو تركيب الوصلات، أو النعال، أو العروات بالخوازيق.

يجب أن يشمل دفع قيمة الحفر المسبق، أو الجرف الهيدرولي، أو الحفر بالدق التعويض الكامل عن توفير العمالة، والمعدات، والمواد اللازمة لتنفيذ إجراءات المساعدة في تركيب الخوازيق المذكورة.

يجب أن يشمل دفع قيمة أعمال قص الخوازيق التعويض الكامل عن توفير العمالة، والمعدات اللازمة؛ لتكييف الجزء العلوي من الخازوق مع ارتفاع القص المحدد، والتخلص بشكل صحيح من المواد المزالة.

يجب أن يشمل دفع قيمة التأخيرات، أو حالات التوقف عن العمل التعويض الكامل عن الوقت المهدر بسبب المالك، أو وكيله، أو المقاول من الباطن التابع له.

٥-٦-٢-١-٢ عقود المبلغ المقطوع:

يجب أن يكون الدفع مبلغًا مقطوعًا للخوازيق على النحو المحدد في وثائق العقد.

يجب عدم تغيير سعر العقد في حالة عدم دق الخازوق المحدد إلى ارتفاع طرف الخازوق المحدد في المخطط؛ بسبب الرفض الناشئ عن طبقات التربة، أو العوائق.

يجب أن يتضمن نموذج العطاء البنود التالية؛ لاستيعاب التغيرات في كميات الخوازيق. إذا قرر المهندس تغيير أطوال الخوازيق، أو عددها، فيجب تعديل المبلغ المقطوع على النحو المذكور أدناه في الجدول (٥-٣).

الجدول (٥–٣) وحدة القياس المعدلة للخوازيق المدقوقة.

بند الدفع	وحدة الدفع
زيادة (إضافة)	
خوازيق أطول، حتى ١,٥ م	متر طولي
خوازيق أطول، بين ١,٨ و٣ م	متر طولي
تقليل (اقتطاع)	
خوازيق أقصر، حتى ١,٥ م	متر طولي
خوازيق أقصر، بين ١,٨ و٣ م	متر طولي
زيادة (إضافة)	

بند الدفع	وحدة الدفع
خوازيق مضافة	بالقطعة
تقليل (اقتطاع)	
خوازيق محذوفة	بالقطعة

لا تنطبق الخوازيق المضافة، أو المحذوفة إلا بنسبة تصل إلى ١٠٪ من الكمية الأصلية. يجب أن تتطلب التغييرات الأكبر من ذلك تغيير أسعار الوحدات. يجب أن تتطلب التغييرات في أطوال الخوازيق التي تزيد عن ٣ م إعادة التفاوض على العقد.

وإذا حدثت تغييرات أثناء الدق، فيجب دفع قيمة الأعمال غير المتوقعة بصفتها أعمالًا إضافية.

سيتم السداد بموجب واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٥-٤). يتضمن الجدول (٥-٥) متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالخوازيق.

الجدول (٥–٤) بنود دفع قيمة الخوازيق.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٥-٤-١	الخازوق المدقوق	متر طولي، أو بالقطعة
٥-٤-٢	اختبار حِمل الخازوق الساكن	بالقطعة
٥-٤-٣	اختبار الخازوق الديناميكي (أثناء الدق)	بالقطعة

الجدول (٥–٥) متطلبات ضبط الجودة الخاصة بالخوازيق.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
دق الخوازيق المرتفعة	يعتمد على الارتكاز، أو الاحتكاك السائد	القياس	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٥-٤-١-٣)
دقة الدق	اختلاف لا يتجاوز (١:٥٠) من الوضع الرأسي	القياس	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٥-٤-٣-٦)
اختبارات الأحمال الساكنة	تحديد المقاومة الاسمية	القياس الساكن	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٥-٤-٤-٢)
الاختبار الديناميكي	تحديد المقاومة الاسمية	القياس الديناميكي	في موضعه الأصلي، أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٥-٤-٤-٣)

٦- الفتحات العمودية المثقوبة:

٦-١ الوصف:

يجب أن تتكون هذه الأعمال مما يلي:

- توريد كل العمالة، والمواد، والمعدات، والخدمات اللازمة لإجراء كل العمليات؛ لاستكمال تركيب الأعمدة المحفورة وفقًا لهذا الكود، والتفاصيل والأبعاد المحددة في المخططات.
- بناء الأعمدة المحفورة، بما في ذلك توريد، وصب حديد التسليح، والخرسانة وفقًا لوثائق العقد.
- توفير ودق خوازيق الأساسات ذات النوع والأبعاد المحددة في وثائق العقد، بما في ذلك قص، أو بناء هذه الخوازيق عند الضرورة مع توفير خوازيق الاختبار، وإجراء اختبارات التحميل المطلوبة عند الحاجة لذلك

يجب أن تتوافق الخوازيق مع هذه المواصفات، وأن يجري تركيبها وفقًا لها. علاوةً على ذلك، يجب تركيبها بحيث تكون متوافقة مع الموقع، والارتفاع، والاختراق، والمقاومة الاسمية اللازمة المبينة في وثائق الع قد، أو الموجه بها من جانب المهندس.

يجب على المقاول توفير الخوازيق وفقًا للأبعاد المذكورة في وثائق العقد باستثناء الحالات التي تقتضي اختبار الخوازيق المدقوقة. في الحالات التي تقتضي استخدام خوازيق الاختبار، يجب استخدام أطوال خوازيق الإنتاج التي ستصبح جزءًا من الأساسات الدائمة المذكورة في وثائق العقد للأغراض التقديرية فقط، على أن يتولى المهندس تحديد الأطوال الفعلية التي ستُوفّر لهذه الخوازيق بعد تنفيذ أعمال دق، واختبار خوازيق الاختبار. ويجب ألا تشمل الأطوال المذكورة في قائمة الطلبات المقدمة من المهندس إلا الأطوال المتوقعة للاستخدام في الهيكل الإنشائي المكتمل.

٦-٢ مواد التقديم:

٦-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات:

تتمثل مؤهلات المقاول المطلوبة فيما يلي:

- يجب أن يتمتع المقاول بخبرة لا تقل عن ٣ سنوات في بناء أساسات الأعمدة المتشابهة في الحجم، والعمق، وظروف الموقع خلال السنوات الخمس الماضية. قبل بناء الأعمدة، يجب على المقاول تقديم الوثائق الكتابية الخاصة بخبرة الثلاث سنوات إلى المهندس؛ للتحقق من صحتها وقبولها. ويجب أن تتضمن الوثائق المقدمة ثلاثة مشروعات -على الأقل- عمل فيها المقاول على بناء الأعمدة، وحقق نتائج مُرضية. يجب تضمين وصف موجز لكل مشروع، واسم مسؤول الاتصال التابع للمالك، ورقم هاتفه الحالي، وذلك لكل مشروع مذكور في وثائق الخبرة.
- يجب أن يتمتع المشرفون في الموقع بخبرة لا تقل عن سنتَين في بناء أساسات الأعمدة. ويجب أن يتمتع مشغلو معدات الحفر والدق بخبرة لا تقل عن سنة واحدة. وقبل البدء في العمل، يجب على المقاول تقديم قائمة تحدد المشرفين، والمشغلين في الموقع الذين سيجري تعيينهم في المشروع، ويجب أن تحتوي القائمة على ملخص بخبرة كل فرد.
- سيتولى المهندس الموافقة أو رفض مؤهلات المقاول والموظفين الميدانيين في غضون ١٠ أيام من استلام الوثائق المقدمة. يجب عدم البدء في العمل إلا بعد موافقة المهندس على مؤهلات المقاول. ويجب على المهندس تعليق أعمال الإنشاء إذا استعان المقاول بموظفين غير مؤهلين. ويجب أن يتحمل المقاول المسؤولية الكاملة عن التكاليف الإضافية الناتجة عن تعليق الأعمال، ولن يُسمح بإجراء أي تعديلات على وقت العقد؛ بسبب تعليقها.
- يجب عقد اجتماع ما قبل الإنشاء مع المقاول، والمقاول من الباطن (إن وُجد) قبل البدء في بناء الأعمدة لمناقشة إجراءات البناء، والتفتيش ذات الصلة. يتولى المهندس تحديد موعد هذا الاجتماع بعد موافقته على الوثائق المقدمة من المقاول.

٦-٢-٢ رسومات العمل:

يجب على المقاول أن يقدم للمهندس خطة تركيب خاصة ببناء الأعمدة المحفورة؛ لمراجعتها، واعتمادها. يجب أن تتضمن الوثيقة المقدمة ما يلي:

- قائمة بالمعدات المقترح استخدامها، ومنها معدات الدق، والرافعات، والمثاقب، والخرامات، ونازحات المياه، ومعدات التنظيف النهائي، ومعدات إزالة الرمل، ومضخات المونة، ومعدات أخذ العينات، ومضخات الخرسانة تحت الماء، أو العادية، وأنابيب التبطين (بما في ذلك، أبعاد الأنابيب، وتفاصيل المواد، والوصلات)، وما إلى ذلك.
- التفاصيل الخاصة بالتسلسل العام لعملية البناء، وتسلسل بناء الأعمدة في الأساسات، أو المجموعات.
- التفاصيل الخاصة بطرق، وإجراءات حفر الأعمدة؛ للحفاظ على المحاذاة الأفقية، والرأسية الصحيحة الخاصة بالحفر.
- يجب تقديم التفاصيل الخاصة بالطريقة المقترحة لخط المونة، وتدويره، وإزالة الرمل منه، والتخلص منه عندما يكون المونة المعدني مطلوبًا.
- التفاصيل الخاصة بطرق تنظيف حفريات الأعمدة، بما في ذلك الجزء السفلي من العمود.

- تفاصيل صب حديد التسليح، بما في ذلك طرق السند، والمَركزة، والمحاذاة.
- تفاصيل صب الخرسانة، ومعالجتها، وحمايتها التي تُثبت قدرة المقاول على تنفيذ أعمال صب الخرسانة في الوقت المطلوب.
- المعلومات الأخرى الموضحة في المخططات، أو التي يطلبها المهندس.
- الخلطات الخرسانية، والتخفيف من المعدل المحتمل لفقدان الهبوط أثناء الصب في الموقع.

لا يعفي قبول خطة المقاول، والموظفين، والأعمدة التجريبية المقاول من مسؤوليته عن نتائج استخدام هذه الرسومات، أو أيٍ من المسؤوليات الأخرى للمقاول بموجب وثائق العقد.

٦-٣ المواد:

٦-٣-١ الأعمدة المحفورة:

٦-٣-١-١ الخرسانة:

يجب أن تتوافق الخرسانة مع المتطلبات المنصوص عليها في الباب (٧) ، وما لم تتضمن المخططات فئة أخرى، أو ما لم يجرِ تحديدها، يجب استخدام خرسانة من الفئة (أ)، ويجب أن يكون بحد أقصى لحجم الركام الخرساني الاسمي قدره ١٩ ملم. عند صب الخرسانة تحت الماء أو المونة، فيجب زيادة نسبة الإسمنت بنسبة ١٠٪ على الأقل.

وفقًا لمتطلبات ظروف الموقع، يجب تعديل المواد المضافة في الخرسانة؛ لضمان صلاحيتها، وقيم هبوط الخرسانة، التي يجب ألا تقل عن ١٥٠ ملم في بداية الصب و١٠٠ ملم عند الانتهاء من الصب، ومحاذاة أنابيب التبطين/ حديد التسليح. يجب ألا تتجاوز درجة حرارة الخرسانة ٣٥ درجة مئوية أثناء الصب.

٦-٣-١-٢ حديد التسليح:

يجب أن يتوافق حديد التسليح مع المتطلبات المنصوص عليها في الباب (١٢).

٦-٣-١-٣ أنابيب التبطين:

يجب أن تتوافق أنابيب التبطين المطلوب دمجها كجزء من الأعمال الدائمة مع المتطلبات المنصوص عليها في الباب (١٥). كما يجب أن يتوافق الفولاذ مع المواصفات القياسية ((AASHTO M183 (ASTM A36)، أو (AASHTO M270 (ASTM A709) من الدرجة ٣٦، أو ASTM A252 من الدرجة ٢ أو ٣ ما لم يُنص على خلاف ذلك.

يجب أن يتوافق لحام أنابيب التبطين الخارجية الدائمة مع المتطلبات المنصوص عليها في الباب (١٤). تشير كل الأقطار المبينة في المخططات إلى الأقطار الخارجية ما لم يُنص على خلاف ذلك.

يجب أن تكون كل أنابيب التبطين المعدنية الخارجية قوية بما يكفي؛ لتحمل إجهادات المناولة، والدق، ويجب أن تتحمل الضغوط الناتجة عن الخرسانة، والأرض المحيطة.

ويجب أن تكون كل أنابيب التبطين الدائمة متوفرة محليًا وفقًا للأبعاد المطلوبة.

يجب أن تتحمل أنابيب التبطين الداخلية الدائمة ضغط الخرسانة، ويجب أن تكون أنابيب حديدية دائرية، ومموجة، ومجلفنة ذات تموجات قدرها ٧٥ × ٢٥ ملم مطابقة لمواصفات (AASHTO M36) وعيار كاف؛ للحفاظ على الشكل الدائري.

ينبغي ألا يقل القطر الخارجي لأنبوب التبطين عن القطر المحدد للعمود، ويجب ألا يزيد قطرها الداخلي عن القطر المحدد للعمود بالإضافة إلى ١٥٠ ملم ما لم يوافق المهندس على خلاف ذلك. وفي الحالات التي تحدد المخططات فيها الحد الأدنى لسُمك أنبوب التبطين، فلا يجب تحديده إلا لتلبية متطلبات التصميم الإنشائي. يجب على المقاول زيادة سُمك أنبوب التبطين -حسب الضرورة - لتلبية متطلبات مقاومة أنبوب التبطين الخاصة بإجهادات المناولة، والدق. يجب أن تكون أنابيب التبطين المؤقتة مموجة، وغير مانعة لتسرب الماء إذا سمحت الظروف بذلك.

٦-٣-١-٤ المونة:

يجب أن يكون المونة المستخدم في عملية الحفر ملاطًا معدنيًا. يجب أن يكون المونة بحجم حبيبي معدني ثابت، وبلزوجة كافية وخصائص هلامية؛ لنقل المواد المحفورة إلى نظام غربلة مناسب. ويجب أن تكون النسبة المئوية، والثقل النوعي للمواد المستخدمة في تحقيق الثبات كافيَين؛ للحفاظ على ثبات الحفر، وللسماح بصب الخرسانة بشكل صحيح. يجب الحفاظ على مستوى المونة على ارتفاع كاف؛ لمنع تكهف الحفرة.

ويجب أن تُخلط المونة المعدني مسبقًا بصورة جيدة، بوساطة مياه عذبة نظيفة مع تخصيص وقت كاف؛ للتشبع بالمياه قبل وضعه في حفرة العمود. وستكون هناك حاجة إلى خزانات ملاط مناسبة -إذا تقرر ذلك-. ولن يُسمح بخزانات المونة المحفورة عند الحاجة إلى هذه الخزانات في المشروع إلا بإذن كتابي من المهندس. ستكون هناك حاجة إلى معدات إزالة الرمل المناسبة إذا تقرر ذلك، ويجب اتخاذ الخطوات، التي تمنع المونة من الالتصاق بحفرة العمود، مثل: التقليب، والتدوير، وضبط خواص المونة.

يجب أن يتولى المقاول إجراء اختبارات التحكم؛ باستخدام الجهاز المناسب للملاط المعدني؛ لتحديد الكثافة، واللزوجة، ودرجة الحموضة. يتضمن الجدول (٦-١) نطاقًا مقبولًا لقيم تلك الخواص الفيزيائية للملاط والجدول (٦-٢) للملاط البوليمري على التوالي.

الجدول (٦–١) النطاق المقبول لقيم المونة المعدنية عند ٢٠ °م.

الخواص	وقت وضع المونة	وقت صب الخرسانة (في الحفرة)	طريقة الاختبار
الكثافة (كيلو نيوتن / م^3)	١٠,٣ - ١١	١٠,٣ - ١٢	ميزان الكثافة
اللزوجة (ث/ لتر)	٣٠ - ٤٨	٣٠ - ٤٨	قمع مارش
درجة الحموضة	٨ - ١١	٨ - ١١	ورقة، أو مقياس درجة الحموضة

الجدول (٦–٢) النطاق المقبول لقيم المونة البوليمرية.

الخواص	وقت وضع المونة	وقت صب الخرسانة (في الحفرة)	طريقة الاختبار
الكثافة (كيلو نيوتن / م^3)	١٠ - ١٠,١	١٠ - ١٠,١٧	ميزان الكثافة
اللزوجة (ث/ لتر)	٣٢ - ٤٢	٣٢ - ٤٢	قمع مارش
درجة الحموضة	٩ - ١١	٩ - ١١	ورقة، أو مقياس درجة الحموضة

ملاحظة: تخص قيم الكثافة المبينة المياه العذبة. بالنسبة إلى المياه المالحة، يجب زيادة قيم الكثافة بمقدار ٠,٣٢ كيلو نيوتن/ م^3. يجب إجراء الاختبارات عندما تتجاوز درجة حرارة المونة ٤ °م. إذا كانت هناك حاجة إلى إزالة الرمل، فيجب ألا تتجاوز نسبة الرمل ٤٪ من حيث الحجم في أي نقطة في الحفرة؛ وفقًا لاختبار نسبة الرمل الخاص بمعهد البترول الأمريكي.

يجب إجراء الاختبارات؛ لتحديد قيم الكثافة، واللزوجة، ودرجة الحموضة قبل، أو أثناء حفر العمود؛ لإنشاء نموذج عمل ثابت.

قبل صب خرسانة العمود، يجب على المقاول استخدام أداة معتمدة؛ لأخذ عينات المونة من الجزء السفلي من العمود، وفي منتصف ارتفاعه، على أن يجري التخلص من المونة شديد التلوث المتراكم في الجزء السفلي من العمود.

يجب الحفاظ على الخواص الفيزيائية المناسبة للملاط المعدني؛ وفقًا لمتطلبات المواصفات قبل صب الخرسانة في العمود.

٦-٤ بناء الأعمدة المحفورة:

٦-٤-١ حماية الهياكل الإنشائية الحالية:

يجب اتخاذ كل الاحتياطات؛ لمنع تضرر الهياكل الإنشائية، والمرافق الحالية. ويجب أن تشمل هذه التدابير -على سبيل المثال لا الحصر-، تحديد طرق الإنشاء، وإجراءاته، التي من شأنها أن تمنع التكهف الزائد لحفرة العمود، ومراقبة ورصد الاهتزازات الناتجة عن أعمال دق أنابيب التبطين، أو الصفائح، أو أعمال حفر العمود، أو أعمال التفجير إذا كان ذلك مسموحًا.

٦-٤-٢ تسلسل الإنشاء:

يجب الانتهاء من كل أعمال حفر الأساس الذي ستُبنى فيه الأعمدة المحفورة قبل البدء في بناء الأعمدة.

يجب بناء الأعمدة المحفورة بعد صب الردم في الحالات التي ستُركب فيها هذه الأعمدة جنبًا إلى جنب مع صب الحاجز الترابي ما لم تنص وثائق العقد على خلاف ذلك.

٦-٤-٣ طرق الإنشاء:

يجب إجراء أعمال الحفر اللازمة للأعمدة، والأساس مخروطي الشكل خلال أي مواد يتصادف وجودها بالأبعاد، والارتفاعات المحددة في وثائق العقد، أو التي يطلبها المهندس. ويجب أن تكون الطرق، والمعدات المستخدمة مناسبة للغرض المقصود، والمواد المتوفرة معًا وبصورة عامة، يجب أن تُستخدم الطريقة الجافة، أو الطريقة الرطبة، أو طريقة أنابيب التبطين المؤقتة، أو طريقة أنابيب التبطين الدائمة -عند الضرورة -لإنشاء عمود أساس خرساني سليم، ومتين، وخالٍ من العيوب. ويجب عدم استخدام طريقة أنابيب التبطين الدائمة إلا عندما تقتضي وثائق العقد ذلك، أو يأذن المهندس بذلك. وعندما تقتضي وثائق العقد طريقة بناء معينة، فيجب استخدام هذه الطريقة. أما في حالة عدم تحديد طريقة معينة للاستخدام، فيجب على المقاول تحديد الطريقة اللازمة؛ لإنجاز الأعمال بشكل صحيح، واستخدامها وفقًا لما تحدده ظروف الموقع، ورهنًا بموافقة المهندس.

٦-٤-٣-١ الأعمدة المحفورة التجريبية:

٦-٤-٣-١-١ عام:

سيطلب المهندس بناء عمود تجريبي ما لم تُثبت الوثائق المقدمة الخاصة بأوصاف مشروعات بناء الأعمدة المحفورة السابقة، قدرة المقاول على بناء الأعمدة المحفورة في هذا المشروع بناء على رأي المهندس. كما أنه يجب بناء عمود تجريبي؛ للتحقق من مدى ملاءمة طرق الإنشاء غير المعتادة / أو المعدات المقترح استخدامها في أعمال بناء أعمدة الإنتاج.

يجب بناء العمود المحفور التجريبي إذا اقتضت ذلك ملاحظة خاصة في المخططات.

٦-٤-٣-١-٢ الموقع، والعمق:

يجب أن يوضع العمود/ الأعمدة التجريبية بالشكل المحدد في المخططات، أو حسب توجيهات المهندس. وما لم يرد خلاف ذلك، يجب حفر الأعمدة حتى أقصى عمق لأي عمود إنتاج محدد في المخططات.

٦-٤-٣-١-٣ عدم إثبات القدرة:

يجب أن يمثل عدم إثبات المقاول لمدى كفاية معداته، / أو طرقه، / أو خبراته سببًا للمهندس في أن يطالب بإجراء التعديلات اللازمة للتخلص من النتائج غير المُرضية. ويجب أن يتحمل المقاول تكلفة الأعمدة التجريبية الإضافية اللازمة؛ لإثبات تصحيح أوجه القصور.

٦-٤-٣-١-٤ الموافقة على الأعمدة التجريبية:

بمجرد الموافقة على بناء أعمدة الإنتاج، لن يُسمح بإجراء أي تغييرات في الموظفين، أو الطرق، أو المعدات التي استُخدمت في بناء العمود التجريبي المُرضي إلا بموافقة كتابية من المهندس.

٦-٤-٣-١-٥ ترميم الموقع:

ما لم تنص وثائق العقد على خلاف ذلك، يجب ردم حُفر الأعمدة التجريبية بخرسانة غير مسلحة بالطريقة نفسها التي ستُستخدم في بناء أعمدة الإنتاج. يجب قص الأعمدة التجريبية المردومة بالخرسانة بمقدار ٦٠٠ ملم أسفل مستوى الارتفاع النهائي، أو عند مستوى الخط الطيني إذا كان محفورًا في الماء. كما يجب ترميم المناطق المضطربة الموجودة في حُفر الأعمدة التجريبية إلى حالتها الأصلية بأكبر قدر ممكن من الناحية العملية. لا يجوز دفع قيمة أعمال قص الجزء العلوي من العمود التجريبي، أو ترميم الموقع بشكل مباشر.

٦-٤-٣-٢ الأعمدة المحفورة:

٦-٤-٣-٢-١ حفر الحُفر:

٦-٤-٣-٢-١-١ عام:

يجب تعديل الارتفاع السفلي للعمود المحفور المحدد في المخططات أثناء الإنشاء إذا تراءى للمهندس أن مواد الأساس التي تصادف وجودها أثناء أعمال الحفر غير مناسبة، أو مختلفة عن تلك المتوقعة في تصميم العمود المحفور.

وإذا حددت المخططات، أو نصت على ذلك، فيجب على المقاول أخذ عينات من التربة، أو عينات صخرية؛ لتحديد طبيعة المادة الموجودة أسفل حفرة العمود مباشرةً. وسيفحص المهندس هذه العينات، وسيحدد العمق النهائي لحفرة العمود المطلوبة.

يجب التخلص من المواد الناتجة عن الحفر المزالة من حفرة العمود، وأي سوائل حفر مستخدمة؛ وفقًا للأحكام الخاصة، واللوائح المحلية.

إذا نصت المخططات على الأساسات مخروطية الشكل، فيجب حفرها؛ لتشكيل منطقة ارتكاز بالحجم، والشكل المحددَين.

فحص الحُفر: يجب على المقاول توفير المعدات؛ لفحص الأبعاد، والمحاذاة الخاصة بكل حفرة من حُفر الأعمدة. ويتولى تحديد الأبعاد والمحاذاة تحت إشراف المهندس. يجب قياس عمق العمود النهائي بعد التنظيف النهائي. كما يجب أن يوافق المهندس على العمود المحفور قبل الشروع في أعمال الإنشاء.

الطريقة الجافة:

عندما تكون ظروف الموقع في أرض جافة نسبيًا؛ حيث يكون منسوب المياه الجوفية عميقًا جدًا، وتكون ظروف الموقع مناسبة للسماح ببناء العمود، فيجب استخدام طريقة الإنشاء الجاف.

تظل جوانب العمود، والجزء السفلي منه ثابتة دون أي تكهف، أو تَخشُر، أو انتفاخ، ويجب فحصها بصريًا قبل صب الخرسانة.

تتكون الطريقة الجافة من حفر حفرة العمود، وإزالة المياه المتراكمة والمواد السائبة من الحفرة، وصب قفص التسليح، وصب خرسانة العمود في حفرة جافة نسبيًا.

الطريقة الرطبة:

عندما تكون المواقع المحددة في منطقة لا يمكن فيها حفر حفرة جافة؛ لصب خرسانة العمود، فيجب استخدام طريقة الإنشاء الرطبة. تتكون هذه الطريقة من استخدام المياه، أو المونة المعدني؛ للحفاظ على ثبات محيط الحفرة أثناء الحفر إلى العمق النهائي، وصب قفص التسليح، وصب خرسانة العمود.

تتضمن الطريقتان الرطبة، والجافة الأعمال المذكورة في الجدول (٦-٣).

الجدول (٦–٣) الأعمال المتضمنة في الطريقتَين الرطبة، والجافة.

الأعمال المتضمنة	الطريقة الرطبة	الطريقة الجافة
إزالة الرمل، وتنظيف المونة.	نعم	لا
التنظيف النهائي للحفرة باستخدام نازحات المياه، أو الرافعة الهوائية، أو المضخة الغاطسة، أو غيرها من الأجهزة المعتمدة.	نعم	نعم
صب خرسانة العمود باستخدام مضخة خرسانة تحت الماء، أو عادية بدءًا من الجزء السفلي للعمود.	نعم	نعم
توفير أنابيب تبطين سطحية مؤقتة - حسب الضرورة-؛للمساعدة في محاذاة العمود، وتحديد موضعه.	نعم	نعم
توفير أنابيب تبطين سطحية مؤقتة؛ لمنع تَخشُر الجزء العلوي من حفرة العمود ما لم يكن من الممكن إثبات عدم الحاجة إلى أنبوب التبطين السطحي على نحو مُرض.	نعم	لا

طرق أنابيب التبطين:

طريقة *إنشاء* أنابيب التبطين المؤقتة:

عند تعذّر القدرة على التحكم في ثبات الحفرة المحفورة / أو تأثيرات المياه الجوفية بوسائل أخرى، فيجب استخدام طريقة بناء أنابيب التبطين المؤقتة. ويمكن استخدامها في كل المواقع.

يجب تركيب أنابيب التبطين المؤقتة عن طريق إجراءات الدق، أو الإجراءات الاهتزازية قبل الحفر إلى الحدود السفلية لمواد التكهف.

يُسمح بإزالة أنابيب التبطين المؤقتة عندما تظل الخرسانة صالحة بقيمة هبوط لا تقل عن ١٠٠ ملم. كما يجب الحفاظ على ما لا يقل عن ١,٥ م من علو الخرسانة الجديدة قبل إزالة أنابيب التبطين؛ بحيث تُزاح كل السوائل المحتجزة خلف أنابيب التبطين إلى أعلى دون تلويث خرسانة العمود. يجب زيادة الحد الأدنى المتاح من علو الخرسانة؛ لمقاومة علو المياه الجوفية خارج أنابيب التبطين. ويجب إزالة أنابيب التبطين بحركة دورانية، والضغط النزولي، والطَرق لتسهيل عملية الاستخراج، ويمكن استخدام مطرقة اهتزازية. يجب أن يكون استخراج أنابيب التبطين بمعدل بطيء، وثابت بحيث يكون السحب متسقًا مع محور العمود.

طريقة بناء أنابيب التبطين الدائمة:

في هذه الطريقة، يُدق أو يُحفر أنبوب التبطين إلى العمق المحدد قبل البدء في الحفر. في حالة عدم تحقيق الاختراق الكامل، فيجب على المقاول حفر المواد داخل الجزء المضمن من أنبوب التبطين، أو حفر حفرة استرشادية أمام أنبوب التبطين إلى أن يصل الأنبوب إلى الاختراق المطلوب. كما يجب ألا يزيد حجم الحفرة الاسترشادية عن نصف قطر العمود، ويجب توسيطها في العمود. يجب عدم التوسيع الزائد للقطر الخارجي لأنبوب التبطين ما لم تنص المخططات أو الأحكام الخاصة على ذلك.

يجب تركيب أنابيب التبطين المتصلة بين الارتفاعات. وتجنب استخدام أنابيب التبطين المؤقتة بدلًا عن أنابيب التبطين الدائمة، أو بالإضافة إليها ما لم تنص المخططات على ذلك.

بعد تركيب أنابيب التبطين، والانتهاء من حفر العمود، يجب صب حديد التسليح، ثم صب خرسانة العمود. وبعد حشو أنابيب التبطين الدائمة بالخرسانة، يجب إجراء الحقن الإسمنتي؛ باستخدام الضغط؛ بحيث تُسد أي فراغات بين حفرة العمود، وأنبوب التبطين. تُستخدم طريقة الضغط بالحقن الإسمنتي للفراغات؛ ويجب عرضها على المهندس؛ لاعتمادها.

ملاحظة: هناك حاجة إلى الحقن الإسمنتي باستخدام الضغط؛ لضمان التماس (الارتكاز) بين أنبوب التبطين، وأي طبقة تربة محيطة تُستخدم في السند الجانبي.

طريقة أنابيب التبطين المزدوجة:

تُستخدم طريقة بناء أنابيب التبطين المزدوجة بدلًا من طريقة أنابيب التبطين المؤقتة عندما تكون ظروف المياه الجوفية، أو ظروف التربة غير المستقرة قاسية ما لم يُحدد ذلك في الوثائق. وتشبه هذه الطريقة طريقة أنابيب التبطين المؤقتة باستثناء أن أنابيب التبطين الخارجية المؤقتة تكون أكبر من قطر العمود المحدد، ويُركب أنبوب تبطين داخلي دائم (أنبوب فولاذي مموج مجلفن) في الجزء العلوي من طبقة الأساس بعد الانتهاء من الحفر.

يجب أن يكون القطر الداخلي الدائم لأنبوب التبطين الداخلي مساويًا لقطر العمود المحدد في المخطط، ويجب استخدام أنبوب تبطين خارجي مؤقت يزيد قطره الداخلي عن ١٥٠ ملم -على الأقل- عن أنبوب التبطين الداخلي. بعد وضع أنبوب التبطين الخارجي، يجب الانتهاء من الحفر وفقًا لقطر العمود المحدد في المخطط، وتركيب أنبوب التبطين الداخلي في الجزء العلوي من طبقة الأساس مع تدعيم أنبوب التبطين الداخلي في الجزء العلوي. ويجب عدم حشو أنبوب التبطين المؤقت بالخرسانة إلا بعد حشو أنبوب التبطين الداخلي بالخرسانة مع إضافة الخرسانة -حسب الحاجة- للحفاظ على الجزء العلوي من ارتفاع العمود أثناء الإزالة. في حالة حدوث الشك الأولي للخرسانة، فيجب عدم الإخلال بموضع أنبوب التبطين الداخلي.

العوائق:

تعد إزالة المواد الصناعية عائقًا عندما يتعذر التقدم في أعمال الحفر خلال المواد الصناعية غير المتوقعة. ولا تعد إزالة المواد الطبيعية عائقًا بغض النظر عن درجة الصعوبة، أو طريقة الإزالة. ولا تعد إزالة الأدوات المفقودة أثناء الحفر من جانب المقاول عائقًا.

، أما إذا وُجدت فيجب على المقاول إزالة العوائق، وإبلاغ المهندس مسبقًا بالطريقة المقترحة لإزالتها. ويجب إدراج التكلفة التقديرية للتكاليف الزائدة؛ بسبب ظروف الموقع عند السعي إلى الحصول على تعويض إضافي عن أعمال إزالة العوائق. ويجب عدم استخدام طرق التفجير ما لم يسمح المهندس بذلك.

يجب ألا تُعد أدوات الحفر المفقودة أثناء أعمال الحفر عوائق، ويجب على المقاول إزالتها مباشرة دون تعويض. ويجب أن يتحمل المقاول المسؤولية عن كل التكاليف الناتجة عن إزالة الأدوات المفقودة، بما في ذلك التكاليف المتعلقة بعلاج تدهور حالة الحُفر؛ بسبب أعمال الإزالة، وأي حالات تأخير في الوقت.

فحص الحُفر:

معدات الاختبار:

يجب على المقاول توفير كل المعدات المناسبة للاستخدام في فحص الأعمدة في موقع العمل في كل الأوقات.

إزالة الرواسب، والمياه الزائدة:

يجب قياس عمق العمود النهائي بالطرق المعتمدة بعد التنظيف النهائي؛ باستخدام الرافعة النهائية، أو بأي طريقة أخرى يوافق عليها المهندس. ما لم تنص وثائق العقد على خلاف ذلك، يجب أن تكون كمية الرواسب فيما لا يقل عن ٥٠٪ من قاعدة كل عمود ١٣ ملم وقت صب الخرسانة. يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لعمق الرواسب، أو أي حطام في أي مكان في قاعدة العمود ٣٨ ملم. بالنسبة إلى أعمال الحفر الجافة، يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لعمق المياه ٧٥ ملم قبل صب الخرسانة. سيتولى المهندس التحقق من نظافة العمود للأعمدة الرطبة، أو الجافة.

فحص الكاميرا التلفزيونية:

يجب أن تُفحص حفرة العمود، وأنبوب التبطين الفولاذي، والتجويف الصخري؛ باستخدام كاميرا تلفزيونية أسفل العمود. ويجب على المقاول توفير كل المعدات اللازمة؛ لإجراء فحص الكاميرا، ويجب عليه تشغيل الكاميرا، والمعدات التكميلية بإشراف المهندس بالطريقة المناسبة؛ للحصول على أفضل النتائج من المعدات. يجب أن تكون الكاميرا التلفزيونية، ومعدات الإضاءة قادرة على العمل في الظروف الجافة، أو المائية التي تكون موجودة أثناء الفحص. كما يجب أن يوافق المهندس على العمود المحفور قبل الشروع في أعمال الإنشاء.

المعدات:

لا يُعتمد استخدام طرق، ومعدات الحكم في الكاميرا إلا بعد الحصول على موافقة المهندس، وعمل تسجيل فيديو مُرض.

الرسومات:

يجب على المقاول تقديم رسومات تخطيطية إلى المهندس توضح الموضع النسبي لكل مكونات نظام الفحص التلفزيوني، بما في ذلك نوع، وحجم المنصة، أو منطقة العمل الأخرى. يجب أن تتضمن المعلومات المقدمة وصفًا كتابيًا لإجراءات التشغيل على هيئة تسلسل تدريجي ويجب أن تذكر مصدر التيار الكهربائي.

فحص العمود:

يجب فحص العمود باستخدام كاميرا تلفزيونية حسب توجيهات المهندس. يجب أن يُنظف العمود المحفور، بما في ذلك التجويف الصخري عند الضرورة، بعناية من كل الأجزاء السائبة، والرواسب، والعكارة قبل إجراء الفحص. ويجب أن تُشغل الكاميرا بما يسمح بالحصول على أفضل وضوح ممكن للتفاصيل، وملاحظة كل مناطق سطح العمود، بما في ذلك التجويف الصخري وقاعدته. يجب تسجيل كل عمليات مسح الأسطح الصخرية على شريط فيديو. بعد الانتهاء من فحص التجويف الصخري، سيوجه، المهندس إما أن يجب مواصلة حفر العمود إلى عمق أكبر أم لا. يجب أن تُخزن كل الأشرطة في علب مناسبة لا تسمح بدخول الأتربة، ويجب تمييزها بالشكل المناسب بكتابة رقم العمود بالإضافة إلى رقم تعريف المشروع والمقاول. كما يجب إرسال هذه الأشرطة إلى المهندس، ويجب أن تصبح ملكًا له عند الانتهاء من الأعمال.

٦-٤-٣-٢-٢ أنابيب التبطين الخارجية:

يجب تنفيذ أعمال تركيب كل أنابيب التبطين؛ بما يضمن منع تسرب المياه، أو غيرها من المواد إلى داخل الحفرة، أو خارجها على أفضل نحو. إذا أصبح من الضروري إزالة أنبوب التبطين، واستبداله بأنبوب تبطين أطول، أو أكبر قطرًا عن طريق حفر التربة، فيجب تثبيت الحفرة بالمونة، أو الردم قبل تركيب أنبوب التبطين الجديد. ويجب أن تُستخدم الطرق المعتمدة الأخرى؛ للتحكم في ثبات الحفرة والحفاظ على سلامة تربة الأساس.

تُعدُّ كل أنابيب التبطين الخارجية الجوفية مؤقتة ما لم تُصنف في العقد كأنابيب تبطين دائمة. كما يجب إزالة أنابيب التبطين المؤقتة قبل الانتهاء من صب الخرسانة في أي عمود محفور مبطن. وأثناء إزالة أنبوب التبطين من الحفرة، يجب الحفاظ على مستوى من الخرسانة الجديدة في أنبوب التبطين لا يقل عن ١,٥ م فوق مستوى المياه، أو المونة المحيط. ويجب توخي الحذر الشديد أثناء إزالة أنبوب التبطين؛ للحفاظ على مستوى ملائم من الخرسانة داخل أنبوب التبطين؛ بحيث يُزاح السائل المحتجز خلف أنبوب التبطين إلى أعلى، ويُفرغ عند مستوى الأرض دون تلويث خرسانة العمود، أو إزاحتها.

تعدُّ أنابيب التبطين المؤقتة التي تصبح عالقة، أو ملوثة أثناء بناء العمود، وغير قابلة للإزالة من الناحية العملية عيبًا في العمود المحفور.

ويجب أن تُمدد أنابيب التبطين فوق سطح الأرض؛ للحفاظ على نظافة الحفرة من خلال صب الخرسانة. وعند تصنيف أنبوب التبطين كأنبوب دائم، فيجب قصه عند الارتفاع المطلوب، وتركه في مكانه بعد صب الخرسانة.

٦-٤-٣-٢-٣ بناء قفص حديد التسليح، وصبه:

عام:

بعد فحص حفرة العمود وقبولها، يجب صب قفص حديد التسليح مباشرة ر كوحدة، وصب الخرسانة بعد ذلك بوقت قصير. كما يجب توصيل وصلات حديد التسليح التشابكية بإحكام. في حالة عدم صب الخرسانة مباشرةً بعد تركيب القفص، فيجب إزالته قبل صب الخرسانة؛ للتحقق من سلامة المنطقة المحفورة؛ وللتأكد من إزالة المواد السائبة من الجزء السفلي من الحفرة.

يجب ربط حديد التسليح، وتدعيمه بحيث يظل ضمن التفاوتات المطلوبة. كما يجب إحكام ربط الفواصل الخرسانية، أو غيرها من الأجهزة الفاصلة المعتمدة عند النقاط الخامسة الموجودة حول محيط القفص، والفصل على مسافات لا تتجاوز ٣ أمتار على طول القفص. ويجب استخدام فواصل مصنوعة من مواد معتمدة تعادل جودة، ومتانة، خرسانة العمود.

وعند صب الخرسانة، يجب توفير تدعيم إيجابي من الجزء العلوي لقفص حديد التسليح. ويجب تدعيم القفص بشكل مُركز؛ لمنع إجهاد القفص، وتشوهه. ويجب ألا يكون الجزء العلوي من قفص حديد التسليح مرتفعًا بمقدار يزيد عن ١٥٠ ملم، ومنخفضًا بمقدار يزيد عن ٧٥ ملم عن الموضع المطلوب. في حالة عدم الحفاظ على وجود قفص حديد التسليح ضمن التفاوتات المسموح بها، فيجب إجراء التصحيحات المقبولة، وعدم بناء أعمدة إضافية إلى أن تجري الموافقة على طريقة تدعيم قفص حديد التسليح.

إذا تقرر في موقع العمل أن العمود يجب أن يكون أطول مما هو مخطط له، فيجب توفير حديد تسليح للطول الممدد، والتأكد من ملاءمة طول الوصلات، والإجراءات؛ وفقًا لتوجيهات هذا الكود، أو موافقة المهندس.

يجب تجميع قفص حديد التسليح المكون من الحديد المحدد في المخططات بالإضافة إلى قضبان تقوية القفص، والفواصل، والمراسي، وغيرها من الملحقات الضرورية، ويجب صبه بشكل كامل كوحدة مباشرةً بعد فحص حفرة العمود، وقبولها، وقبل صب خرسانة العمود. ويجب تدعيم قفص حديد التسليح جيدًا؛ بما يحافظ على تكوينه أثناء المناولة والبناء. يجب عدم استخدام قضبان فردية، أو غير محكمة. كما يجب على المقاول إظهار الدعامات، وأي حديد تسليح إضافي مطلوب؛ لتصنيع القفص على الرسومات التنفيذية.

يجب وضع التسليح بعناية، وتثبيته بشكل آمن؛ لتوفير الحد الأدنى من الخلوصات المذكورة أدناه، ولضمان عدم حدوث إزاحة لقضبان حديد التسليح أثناء وضع الخرسانة.

يجب وضع القضبان كما هو موضح في مخططات العقد مع غطاء خرساني كما هو موضح في الجدول (٦-٤).

الجدول (٦–٤) غطاء خرساني.

قطر العمود:	غير المغلَّف (ملم)	بقايا الغلاف (ملم)	سحب الغلاف (ملم)
٠,٦ متر أو أقل	٨٠	٨٠	١١٠
٠,٦١ م	٨٠	٨٠	١١٠
١,٢٢ م	١١٠	١١٠	١١٠
١,٥٣ متر أو أكبر	١٦٠	١٦٠	١٦٠

أنابيب الوصول للتسجيل الصوتي عبر الثقوب:

عندما يُحدد الوصول للتسجيل عبر الثقوب في مستندات العقد، أي الموضحة في جدول العطاءات، يجب توفير أنابيب الوصول إلى التسجيل الصوتي عبر الثقوب لجميع الأعمدة المحفورة بما في ذلك الأعمدة التجريبية.

يجب استخدام أنابيب الوصول من الأنابيب المعدنية المدرجة في الجدول ٤٠ التي يبلغ قطرها الداخلي ٥٠ ملم. كما يلزم أن يكون للأنابيب، بما في ذلك وصلات الأنابيب، قطر داخلي دائري منتظم خالٍ من العيوب، أو العوائق؛ للسماح بالمرور الحر دون عائق لمجسات المصدر، وجهاز استقبال قطره ٣٣ ملم. كما يجب أن تكون الأنابيب، والوصلات مانعة لتسرب الماء، وخالية من التآكل مع أسطح داخلية، وخارجية نظيفة؛ لضمان مرور المجسات، ورابطة جيدة بين الخرسانة، والأنابيب.

يجب أن يكون تركيب كل أنبوب من أنابيب الوصول من العمق الكامل لكل عمود للسماح بالوصول إلى معدات اختبار الوصول للتسجيل الصوتي عبر الثقوب. باستخدام قطر العمود المخطط، يجب تحديد عدد أنابيب الوصول في كل عمود محفور، وتركيبها على النحو المحدد في الجدول (٦-٥) ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد.

الجدول (٦–٥) الحد الأدنى لعدد أنابيب الوصول لكل عمود محفور.

قطر العمود المخطط د (م)	الحد الأدنى لعدد أنابيب الوصول
$D \leq 0.9$	٣
٠,٩ أقل من القطر ≤ ١,٢	٤
١,٢ أقل من القطر ≤ ١,٥	٥
١,٥ أقل من القطر ≤ ١,٨	٦
١,٨ أقل من القطر ≤ ٢,٤	٧
٢,٤ أقل من القطر ≤ ٣,٠	٨
٣,٠ أقل من القطر ≤ ٣,٧	٩

يجب تزويد كل أنبوب بوصلة مانعة لتسرب الماء في الأسفل وغطاء قابل للإزالة في الأعلى. ويلزم توصيل الأنابيب بإحكام بالجزء الداخلي من قفص التسليح بنمط منتظم متماثل؛ بحيث يكون كل أنبوب متباعدًا بالتساوي مع الأنابيب الأخرى حول محيط القفص. يجب تركيب الأنابيب أقرب ما يمكن إلى كونها موازية، ورأسية قدر الإمكان. ويجب أن تبدأ الأنابيب من أسفل العمود، وتنتهي على ارتفاع ٠,٩ متر -على الأقل- فوق قمة العمود. إذا كان سطح العمود ثانوي، يجب تمديد الأنابيب على الأقل ٠,٩ متر فوق سطح الأرض /أو مستوى سطح الماء.

يجب توخي الحذر أثناء عمليات تركيب التسليح في فتحة العمود المحفورة؛ حتى لا تتلف الأنابيب. قبل وضع الخرسانة، يجب ملء أنابيب الوصول بالماء النظيف، وتغطية قمم الأنابيب؛ لمنع الحطام. بعد وضع الخرسانة، يجب توخي الحذر الشديد عند إزالة الأغطية لتجنب تطبيق عزم الدوران الزائد، أو الطرق، أو الضغوط الأخرى، التي يمكن أن تكسر الرابطة بين أنابيب الوصول، والخرسانة.

٦-٤-٣-٢-٤ وضع الخرسانة، ومعالجتها، وحمايتها:

يجب أن يبدأ وضع الخرسانة عند الانتهاء من الحفر، والتفتيش، ووضع قفص التسليح، ويجب أن يستمر في عملية واحدة، إلى أعلى العمود، أو إلى وصلة بناء محددة في المخططات. يجب أن يتطلب التوقف غير المتوقع عن العمل وصلة بناء أفقية أثناء بناء العمود. لهذا السبب، يجب تقديم طريقة وصلة الإنشاء في حالات الطوارئ إلى المهندس؛ للموافقة عليها قبل بدء بناء عمود الإدارة.

وقبل وضعها في حفرة مبللة، يجب السماح للمياه في الحفرة بالبحث عن رأسها الهيدروليكي الطبيعي.

كما يجب على المقاول وضع طرف التفريغ لمضخة خرسانية عند ارتفاع قاعدة العمود. يجب على المقاول الحفاظ على نهاية التفريغ مغمورة على الأقل ١,٥ متر تحت سطح الخرسانة السائلة. ويجب الحفاظ على رأس إيجابي للخرسانة في الهزة، أو المضخة أثناء وضع الخرسانة. في أي وقت أثناء وضع الخرسانة، يجب إزالة نهاية التفريغ من عمود الخرسانة السائل، وتصريف الخرسانة فوق

سطح الخرسانة المرتفع في المياه النازحة، ويجب إزالة قفص التسليح، والخرسانة، ويجب إكمال أي إزالة جانبية ضرورية حسب التوجيهات، ويجب إعادة إنشاء العمود.

بالنسبة للأعمدة التي يقل قطرها عن ٢,٤ متر، يجب ألا يتجاوز الوقت المنقضي من بداية وضع الخرسانة في العمود حتى الانتهاء من الوضع ساعتين ما لم يوافق المهندس على مثبط خرسانة العمود. بالنسبة للأعمدة التي يبلغ قطرها ٢,٤ متر أو أكثر، يجب ألا يقل معدل وضع الخرسانة عن ٩ أمتار من ارتفاع العمود لكل فترة ساعتين مع الحفاظ على الحد الأدنى من الهبوط ١٠٠ ملم طوال عملية وضع الخرسانة بناءً على اختبارات الخليط التجريبي. يجب أن يكون الخليط الخرساني من هذا التصميم بحيث تظل الخرسانة في حالة بلاستيكية قابلة للتشغيل طوال حد التنسيب لمدة ساعتين.

يجب وضع الخرسانة في عملية واحدة مستمرة من أسفل إلى أعلى العمود؛ باستخدام إما قمع السمنتة تحت الماء، أو مضخة خرسانية. يجب الاستمرار في وضع الخرسانة بعد أن يكون حفر العمود ممتلئًا، وحتى تظهر جودة الخرسانة المقبولة في الجزء العلوي من العمود. وقبل مجموعة الخرسانة الأولية، يجب دمج أعلى ٣ أمتار من خرسانة العمود؛ باستخدام معدات اهتزازية مقبولة. يجب الانتهاء من الجزء العلوي من العمود في حدود ٢٥ ملم أعلى إلى ٧٥ ملم أقل من الارتفاع المطلوب. بالنسبة للثقوب الرطبة، يجب عدم دمج الخرسانة حتى تزال جميع المياه فوق سطح الخرسانة.

عندما يكون الجزء العلوي من العمود فوق الأرض، يجب على المقاول استخدام شكل قابل للإزالة، أو وسائل أخرى معتمدة لتشكيل العمود من الأعلى إلى ما لا يقل عن ٠,٦ متر تحت الأرض النهائية. عندما يكون الجزء العلوي من العمود تحت الأرض، يجب استخدام غلاف سطحي مؤقت كبير الحجم؛ للتحكم في رصف التربة، وما إلى ذلك، في الخرسانة الموضوعة حديثًا.

يجب اهتزاز خرسانة العمود، أو قضبانها حتى عمق ١,٥ متر تحت سطح الأرض إلا إذا كانت التربة الناعمة غير المغلفة، أو المونة المتبقي في الحفر من الممكن أن يختلط بالخرسانة.

ومن المقرر أخذ عينات من الخرسانة للقبول عند نقطة التفريغ في قمع السمنتة تحت الماء، أو قمع مضخة الخرسانة.

بعد وضع الخرسانة، يجب معالجة الأسطح المكشوفة مؤقتًا لخرسانة العمود وفقًا للأحكام الواردة في الجزء (١١-١٣).

يجب عدم إجراء أي عمليات بناء من شأنها أن تسبب حركة التربة المجاورة للعمود، بخلاف الاهتزاز المعتدل، لمدة ٤٨ ساعة على الأقل بعد وضع خرسانة العمود.

يجب حماية أجزاء الأعمدة المحفورة المعرضة لأي جسم مائي من تأثير الماء عن طريق ترك الأشكال في مكانها لمدة لا تقل عن سبعة أيام بعد وضع الخرسانة.

٦-٤-٣-٢-٥ قمع السمنتة تحت الماء:

بالنسبة لوضع الخرسانة، يجب استخدام قمع السمنتة تحت الماء المانعة لتسرب الماء؛ إما في الثقوب الرطبة، أو الجافة. يتكون قمع السمنتة تحت الماء من أنبوب بطول ووزن وقطر كافٍ لتصريف الخرسانة عند قاعدة العمود. يجب إجراء قمع السمنتة تحت الماء بحيث يمكن إغلاق الجزء السفلي، وملئه بالخرسانة في الجاف، ثم فتحه عند وجوده في مكانه في الجزء السفلي من العمود. يجب عدم استخدام الأجزاء التي تحتوي على أجزاء من الألومنيوم التي ستلامس الخرسانة. يجب أن يكون قمع السمنتة تحت الماء قادر على خفضه بسرعة لتأخير، أو إيقاف تدفق الخرسانة.

يجب أن يكون القطر الداخلي ٢٥٠ ملم على الأقل، ولا يزيد عن ٣٥٠ ملم. يجب أن تكون الأسطح الداخلية والخارجية لقمع السمنتة تحت الماء نظيف وسلس. ويلزم أن يكون الجدار سميكًا بما يكفي؛ لمنع التجعدات، أو الانحناءات الحادة. يجب أن يكون الجزء العلوي مزودًا بقمع. يجب إنشاء طرف التصريف لقمع السمنتة تحت الماء للسماح بالتدفق الشعاعي الحر للخرسانة أثناء الوضع.

٦-٤-٣-٢-٦ مضخات الخرسانة:

يجب استخدام وضع الخرسانة المضخوخة في الثقوب الرطبة أو الجافة. ويجب استخدم أنابيب تفريغ بقطر لا يقل عن ١٠٠ ملم مع وصلات مانعة لتسرب الماء. يجب وضع أنبوب التفريغ عند ارتفاع قاعدة العمود.

بالنسبة للثقوب الرطبة، يجب استخدام المضخات مع جهاز في نهاية أنبوب التفريغ؛ لإغلاق الماء أثناء ملء الأنبوب أولاً بالخرسانة. وعند استخدام سدادة، يجب إزالتها من الفتحة، أو استخدام سدادة مصنوعة من مادة معتمدة تمنع حدوث عيب في العمود في حالة عدم إزالتها.

٦-٤-٣-٣ أخذ عينات الخرسانة:

يجب أن يكون أخذ عينات الخرسانة الطازجة وفقًا لـ (AASHTO T141)، باستثناء أنه بالنسبة للخرسانة المركزية، أو المختلطة بالشاحنات، يجب أخذ العينة بأكملها لاختبارات الركود والهواء، ولصب عينات مقاومة الانضغاط في وقت واحد بعد تفريغ متر مكعب واحد (م^3) تقريبًا من الخرسانة، بدلاً من ثلاث فترات منتظمة، أو أكثر أثناء تفريغ الدفعة بأكملها. ومن المقرر تحديد قبول الخرسانة للهبوط، ومحتوى الهواء -إذا كان ذلك ممكنًا-، لمتطلبات القوة، من خلال الاختبارات على هذه العينات.

٦-٤-٣-٤ الاتساق:

يجب أن يكون هبوط الخرسانة ضمن حدود فئات الخرسانة المعنية. كما يجب أن تكون الخرسانة موحدة من حيث الاتساق، ويجب أن تحتوي على الحد الأدنى من كمية المياه اللازمة لإنتاج الهبوط المعين. من المقرر تحديد هبوط الخلطات الخرسانية وفقًا للكمية الصافية بعد البدل المناسب وفقًا لـ (AASHTO T119)، ويجب النظر في كمية مياه الخلط في الخرسانة؛ لامتصاصها من قبل الركام. ويجب أن يتوافق محتوى الخرسانة المائي للهبوط والخلط، -عند استخدامه-، مع متطلبات الجدول (١١-١) الواردة في الباب (١١).

٦-٤-٣-٥ الأعمدة المعيبة:

يجب تطبيق عامل التصحيح على الأعمدة المعيبة؛ باستخدام الطرق المعتمدة. ويجب تقديم خطة عمل تصحيحية، للموافقة عليها. يجب أن تتكون الإجراءات التصحيحية على سبيل المثال لا الحصر على هذه الإجراءات:

- إزالة خرسانة العمود، ومد العمود بشكل أعمق؛ للتعويض عن فقد قدرة الاحتكاك في منطقة الغلاف عندما يتعذر إزالة الغلاف المؤقت.
- توفير مهاوي جانبية، للتعويض عن فقدان القدرة.
- توفير مهاوي بديلة.

٦-٤-٤ طرق الإنشاء البديلة:

يجب على المقاول اقتراح طرق بديلة؛ لمنع انهيار المياه الجوفية، والتحكم فيها. كما يجب تقديم هذه المقترحات، مصحوبة بالبيانات الفنية الداعمة٢-٢-٦وفقًا للجزء، وتخضع لموافقة المهندس.

٦-٤-٥ مستويات التفاوت المسموح بها في الإنشاءات:

يجب الحفاظ على مستويات التفاوت المسموح بها في الإنشاءات التالية في بناء أعمدة الحفر على هذا النحو:

- يجب أن يكون عمود الحفر في حدود ٧٥ ملم من موضع المخطط في المستوى الأفقي عند ارتفاع المخطط لأعلى العمود.
- يجب ألا تختلف المحاذاة الرأسية لحفر العمود عن محاذاة الخطة بأكثر من ٢٠ ملم/م من العمق.
- بعد وضع جميع خرسانة العمود، يجب ألا يزيد الجزء العلوي من القفص الفولاذي للتسليح عن ١٥٠ ملم فوق، ولا يزيد عن ٧٥ ملم تحت موضع المخطط.
- عند استخدام الغلاف، يجب ألا يقل قطره الخارجي عن قطر العمود الموضح في مستندات العقد. وفي حالة عدم استخدام الغلاف، يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر العمود المحفور هو القطر الموضح في مستندات العقد لأقطار ٦٠٠ ملم أو أقل، ولا يزيد عن ٢٥ ملم أقل من القطر الموضح في مستندات العقد لأقطار أكبر من ٦٠٠ ملم.
- يجب حفر منطقة تحمل طرف الأنبوبة المتَّسع للمنطقة التي تحمل الخطة كحد أدنى. كما يجب تغيير جميع أبعاد الخطة الأخرى الموضحة لطرف الأنبوبة المتَّسع، عند الموافقة عليها، لاستيعاب المعدات المستخدمة.
- يجب أن يكون الارتفاع العلوي للعمود في حدود ٢٥ ملم من قمة المخطط لارتفاع العمود.
- يجب أن يكون الجزء السفلي من حفر العمود طبيعيًا لمحور العمود في حدود ٦٠ ملم/م من قطر العمود.

تكون أعمال حفر العمود المحفور التي بنيت بطريقة لا يمكن معها إكمال العمود الخرساني ضمن مستويات التفاوت المسموح بها المطلوبة غير مقبولة. يجب تقديم طرق التصحيح من قبل المقاول؛ للحصول على موافقة المهندس. ومن المقرر الحصول على الموافقة قبل الاستمرار في بناء العمود المحفور.

يجب تقديم المواد، والأعمال اللازمة؛ لإجراء التصحيح لأعمال حفر العمود المحفور خارج نطاق التسامح دون أي تكلفة على المالك.

٦-٥ اختبار الأعمدة المحفورة:

٦-٥-١ اختبار الأعمدة، وطرف الأنبوبة المتَّسع:

يجب إنشاء أعمدة الاختبار عند الضرورة في العقد. ومن المقرر استخدام إنشاء أعمدة الاختبار؛ لتحديد ما إذا كانت الطرق والمعدات، والإجراءات التي يستخدمها المقاول كافية لإنتاج حفر عمود يلبي متطلبات الخطط والمواصفات. يجب عدم بدء إنشاء عمود (أعمدة) الإنتاج حتى الانتهاء من عمود(أعمدة) الاختبار المطلوبة بنجاح.

يجب على المقاول مراجعة أساليبه، ومعداته -حسب الضرورة- في أي وقت أثناء إنشاء فتحة عمود الاختبار؛ لإكمال الحفر بشكل مرضٍ.

يجب أن يكون موقع عمود الاختبار كما هو موضح في المخططات، أو حسب توجيهات المهندس. يجب أن يكون قطر وعمق حفر عمود الاختبار هو قطر، وعمق أعمدة الإنتاج نفسها المحفورة الموضحة في المخططات. يجب ملء فتحات عمود الاختبار بالخرسانة بالطريقة نفسها التي من المقرر بها إنشاء عمود الإنتاج ما لم تُعرض مادة ردم مختلفة على المخططات.

عندما يفشل المقاول في إثبات كفاءة أساليبه، أو إجراءاته، أو معداته بشكل مرضٍ، يجب توفير أعمدة اختبار إضافية دون أي تكلفة إضافية على وكالة جسر الطريق السريع، حتى إنشاء عمود اختبار ناجح؛ وفقًا لطرق الإنشاء المعتمدة من المهندس.

وعند عرضها في المخططات، ستكون هناك حاجة إلى توسيع طرف الأنبوبة المتَّسع في فتحات عمود الاختبار المحددة؛ لتحديد جدوى طرف الأنبوبة المتَّسع في طبقات تربة محددة.

٦-٥-٢ اختبارات تحميل العمود المحفور:

يجب إجراء اختبارات التحميل لسببين عامين:

- لإثبات أن عمود الاختبار قادر على تحمل حمل محوري وفي بعض الأحيان حمل جانبي) بحجم معين، (ويُشار إليه فيما يلي باسم (اختبار الإثبات)).
- للحصول على معلومات مفصلة عن نقل الحمل في المقاومة الجانبية والقاعدة، أو الأداء الجانبي، للسماح بتحسين التصميم (ويُشار إليه فيما يلي باسم (اختبار نقل الحمل)).

عندما تتضمن مستندات العقد اختبار الحمل، يجب إكمال جميع الاختبارات قبل إنشاء أي أعمدة إنتاج محفورة. ويجب على المقاول السماح بفجوة زمنية مدتها أسبوعان بعد اختبار الحمل الأخير؛ لتحليل بيانات اختبار الحمل من قبل المهندس قبل توفير ارتفاعات طرف العمود المحفور المحددة لأعمدة الإنتاج.

يجب أن تكون مواقع أعمدة اختبار الحمل، وأعمدة التفاعل، والحد الأقصى للأحمال التي من المقرر تطبيقها، ومعدات الاختبار التي من المقرر توفيرها من قبل المقاول، والأداء الفعلي لاختبار الحمل كما هو موضح في المخططات، أو المحددة في الشروط الخاصة.

يجب اختبار مجموعات العمود، والخوازيق المحفورة وفقًا لـ (ASTM D1143) (للتحميل المحوري) و(ASTM D3966) (للتحميل الجانبي).

بعد الانتهاء من الاختبار، يجب قطع أعمدة الاختبار، وأي أعمدة تفاعل، إن لم يكن لاستخدامها -أيضًا- كأعمدة إنتاج، على ارتفاع ١ متر تحت سطح الأرض النهائي. يجب على المقاول التخلص من جزء الأعمدة المقطوعة.

٦-٥-٣ اختبار السلامة:

عندما توضع خرسانة العمود عبر طريقة الإنشاء الرطب، وعندما تُطلب في مستندات العقد، سيخضع العمود المكتمل للاختبار غير التدميري (انظر الجزء الفرعي ٦-٥-٤) لتحديد مدى أي عيوب يجب أن تكون موجودة في العمود.

يجب أن تكون الأعمال، والمواد المطلوبة للاختبار، التي من المقرر توفيرها من جانب المقاول على النحو المحدد في وثيقة العقد.

وعند كشف الاختبار عن فراغات، أو انقطاعات في الخرسانة تشير إلى أن العمود المحفور غير مناسب من الناحية الهيكلية على النحو الذي يحدده المهندس، فيجب حينها رفض العمود، ويجب تعليق إنشاء أعمدة حفر إضافية؛ حتى يقوم المقاول بإصلاح، أو استبدال أو استكمال العمل المعيب، ويوافق المهندس على العمل التصحيحي. ويجب أن يظل تعليق بناء العمود المحفور ساري المفعول حتى الموافقة على التغييرات المكتوبة ذات الصلة بطرق بناء العمود المحفور من المهندس.

٦-٥-٤ اختبار الأعمدة المحفورة غير التدميري:

٦-٥-٤-١ عام:

يجب توفير اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب؛ للتحقق من سلامة أعمدة الخرسانة المحفورة عندما يكون اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب مطلوبًا في مستندات العقد، أي الموضحة في جدول العطاء. إذا كانت أنابيب الوصول إلى التسجيل الصوتي عبر الثقوب مطلوبة بموجب وثيقة العقد ولكن اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب لم يكن مطلوبًا بموجب مستندات العقد، وفي رأي المهندس، لوحظت مشكلة في الإنشاء أثناء بناء العمود، ستقوم الإدارة بإجراء اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب. إذا لم تحدد أنابيب الوصول أو تركيبها، يجب على المهندس طلب حفر كامل العمق؛ لتحديد سلامة عمود الحفر المشكوك فيه.

٦-٥-٤-٢ استشاري الاختبارات غير المدمرة (*NDT*):

عندما تكون مستندات العقد تتطلب اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب، يجب على المقاول توفير استشاري اختبار غير مدمر (NDT) من ذوي الخبرة في اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب. يجب تقديم السير الذاتية للموظفين الاستشاريين؛ للموافقة عليها من جانب المهندس قبل الاختبار. كما يجب إجراء جميع اختبارات التسجيل الصوتي عبر الثقوب، وتحليلها تحت إشراف مهندس محترف. يجب أن يكون لدى الاستشاري خبرة لا تقل عن سنة واحدة في الاختبار الميداني، وتحليل اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب.

٦-٥-٤-٣ جدول الاختبار:

يجب على المقاول الانتظار لمدة ٢٤ ساعة -على الأقل- بعد وضع جميع الخرسانة في عمود قبل اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب. بعد وضع الخرسانة، يجب الانتهاء من اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب في غضون ٣٠ يومًا لأنابيب الوصول المعدنية.

٦-٥-٤-٤ معدات اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب:

يجب أن تكون معدات اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب المستخدمة قادرة على أداء الوظائف التالية:

- عرض سجلات التسجيل الصوتي عبر الثقوب الفردية، وتسجيل بيانات التسجيل الصوتي عبر الثقوب، وتحليل استجابات المتلقي.
- طباعة سجلات التسجيل الصوتي عبر الثقوب.
- اختبار الرفع إلى السحب في ٥٠ ملم لأنابيب الوصول.
- توليد نبضة جهد بالموجات فوق الصوتية لإثارة المصدر مع نظام تشغيل متزامن لبدء نظام التسجيل.
- قياس وتسجيل أعماق مجسات التسجيل الصوتي عبر الثقوب في وقت تسجيل الإشارات.
- تصفية/تضخيم الإشارات.

٦-٥-٤-٥ إجراءات تسجيل التسجيل الصوتي عبر الثقوب:

يجب اختبار جميع أزواج الأنابيب المحيطية، وأزواج الأنابيب القطرية الرئيسية. في حالة الإشارة إلى وجود عيب محتمل، يجب إجراء اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب بين أزواج إضافية من الأنابيب على النحو الذي يحدده استشاري الاختبار غير التدميري.

يجب إجراء اختبارات التسجيل الصوتي عبر الثقوب مع مجسات المصدر، والمستقبل في نفس المستوى الأفقي ما لم تُشر نتائج الاختبار إلى عيوب محتملة. ويجب إجراء اختبارات زاوية تتكون من المصدر، وجهاز الاستقبال مزاحة رأسيًا في أنابيب الوصول لمزيد من التقييم لمنطقة مشكوك فيها. كما يجب إجراء قياسات التسجيل الصوتي عبر الثقوب على فترات عمق ٥٠ ملم. ويجب سحب المجسات، بدءًا من قاع الأنابيب، على جهاز قياس العمق. ويجب إزالة أي ارتخاء من الكابلات قبل السحب؛ لتوفير قياسات عمق دقيقة. ويجب على المقاول إبلاغ المهندس بأية عيوب موضحة، وإجراء المزيد من الاختبارات على النحو المطلوب لتقييم مدى هذه العيوب.

٦-٥-٤-٦ نتائج اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب:

يجب على المقاول تقديم تقرير أولي إلى المهندس في غضون ٧٢ ساعة، بعد الانتهاء من اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب وتقديم، في غضون ١٠ أيام عمل من الاختبار، نسختين من تقرير اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب النهائي مختوم من جانب المهندس المحترف المشرف على الاختبار. ويجب أن يتضمن التقرير النهائي ما يلي:

- يسجل التسجيل الصوتي عبر الثقوب بتحليلات لزمن وصول النبضة المبدئي مقابل العمق وطاقة/سعة النبضة مقابل العمق.
- ملخص لنتائج اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب التي تغطي تحديد العمود المحفور، وتاريخ الاختبار، وعمر العمود في وقت اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب (أيام من وضع الخرسانة إلى اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب)، وقطر العمود المحفور، وعدد أنابيب التسجيل الصوتي عبر الثقوب التي جرى اختبارها، وطول الاختبار، ومتوسط سرعة الضغط، ووصف العيوب المكتشفة.

يجب على المقاول تقديم سجل التسجيل الصوتي عبر الثقوب لكل زوج أنبوب مختبر مع أي مناطق عيب مشار إليها في السجلات ومناقشتها في تقرير الاختبار حسب الضرورة . في كل وصف للعيوب، كما يجب أن يتضمن أنبوب التسجيل الصوتي عبر الثقوب العدد، والعمق أسفل قمة الخرسانة، والنسبة المئوية لخفض سرعة الموجة الخرسانية، وتصنيف حالة الخرسانة الموصى به.

سيقوم المهندس بتقييم نتائج اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب، وتحديد ما إذا كان بناء العمود المحفور مقبولًا.

٦-٥-٤-٧ الحفر الأساسي لخرسانة العمود المحفور:

إذا كان يعتقد أن العمود المحفور غير مقبول، يجب على المهندس أن يطلب الحفر المستمر للعمود كما هو محدد في مواصفات معيار (ASTM D2113). من المقرر تحديد عدد، وعمق، وموقع النوى من قبل المهندس. كما يجب على المقاول تقديم الطرق والمعدات التي من المقرر استخدامها لقلب العمود المحفور، وحشو الحفرة المحفورة إلى المهندس؛ للموافقة عليها قبل الحفر.

يجب وضع النوى في قفص، ووضع علامة بشكل صحيح تبين عمق العمود عند كل فاصل من استعادة لب الحفر. كما يجب على المقاول تقديم لباب الحفر، وسجل دقيق لكل لب حفر معاد تغطيتها. ويجب ألا يسبق الإنشاء فوق العمود المحفور المعني حتى تُحدد جودة الخرسانة في العمود، كما تمثلها العينات الأساسية، لتكون مقبولة ويُجرى تقديم إشعار بمواصلة الإنشاء من جانب المهندس. وإذا حُددت جودة الخرسانة في العمود المحفور على أنها غير مقبولة، فمن المقرر عدّ العمود المحفور معيبًا.

٦-٥-٤-٨ التخلي عن أنابيب الوصول إلى التسجيل الصوتي عبر الثقوب:

بعد الانتهاء من اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب، ووافق المهندس على الإنشاء المستمر فوق الأعمدة، يجب نزع المياه من أنابيب الوصول في الأعمدة المحفورة، وتعبئتها بأسمنت بورتلاند. يجب تقديم تصميم خليط المونة، وطريقة المونة؛ للموافقة عليها.

٦-٦ قبول الأعمال:

يجب التحكم في جميع المواد، والأعمال؛ وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية)، ولقبول العمل، يجب على المقاول تطبيق ضبط الجودة على أعمال الخوازيق من خلال تنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة، ووثائق العقد الأخرى.

يجب على السلطة المختصة تطبيق ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة للمقاول؛ إما من خلال الإشراف المباشر أو من خلال تنفيذ إجراءات ضمان الجودة المحايدة؛ باستخدام الاختبار على العينات التمثيلية، وبأعداد كافية؛ للحكم على مستوى الجودة وقبول، أو رفض الأعمال المنفذة وفقًا للمبادئ المفصلة في الأجزاء الفرعية (٦-٦-١) و(٦-٦-٢).

٦-٦-١ ضبط الجودة:

٦-٦-١-١ الأعمدة المحفورة:

يجب فحص جميع المواد المستخدمة في تصنيع العمود المحفور (الخرسانة، والتسليح، والصب)، والتأكد من أنها تفي بالمواصفات المطلوبة المذكورة في الجزء الفرعي (٦-٣-١)، وإجراء الاختبارات المطلوبة المنصوص عليها في الجزء المذكور أعلاه والجدول (٦-٧).

يجب أن يكون فحص ضبط الجودة تنفيذًا على بناء العمود المحفور، وطرق إنشائه؛ وفقًا لمتطلبات الجزء (٦-٤) بما في ذلك مراعاة حدود التسامح في الإنشاء المذكور في الجزء الفرعي (٦-٤-٥). كما يجب إجراء الاختبارات المطلوبة وفقًا للجزء (٦-٥) والحالة في الجدول (٦-٧).

٦-٦-٢ ضمان الجودة:

يحق لوكالة جسر الطريق ، في أي وقت، ضمان جودة المواد، والأعمال الإنشائية من خلال تنفيذ، أو طلب الآخرين للقيام تحت إشرافها بالاختبارات على الأعمدة المحفورة، وقياسات أعمال الأعمدة؛ وفقًا لمتطلبات الجودة للأجزاء (٦-٣) و(٦-٤) و(٦-٥) والاختبار المنصوص عليه كما هو موضح في الجدول (٦-٧).

٦-٧ القياس، والدفع:

٦-٧-١ القياس:

يمكن إجراء قياس الأعمدة المحفورة بواسطة متر خطي للأطوال المحددة في مستندات العقد، أو يمكن تفصيلها كما هو موضح في الأقسام الفرعية من (٦-٧-١-١) إلى (٦-٧-١-٦).

٦-٧-١-١ العمود المحفور:

من المقرر قياس الأعمدة المحفورة، المكتملة في مكانها، بالمتر الخطي لكل حجم من الأعمدة المدرجة في مستندات العقد. سيكون القياس على طول الخط المركزي للعمود بناءً على ارتفاعات قطع الطرف، والعمود الموضحة في مستندات العقد، أو التي طلبها المهندس.

٦-٧-١-٢ قواعد الأساس لطرف الأنبوبة المتَّسع:

من المقرر قياس قواعد طرف الأنبوبة المتَّسع بالمتر المكعب، وتُحتسب باستخدام الأبعاد، والشكل المحدد في مستندات العقد، أو كما تُعدل في القطر من جانب المهندس. ويجب أن يتكون طرف الأنبوبة المتَّسع من الحجم خارج المخطط، أو الأبعاد المصرح بها للعمود، والتي ستمتد إلى أسفل طرف الأنبوبة المتَّسع لغرض القياس.

٦-٧-١-٣ اختبار الأعمدة:

من المقرر قياس أعمدة الاختبار ذات القطر المحدد من ارتفاع الأرض عند بدء الحفر، بواسطة المتر الخطي لعمود الاختبار المقبول الذي جرى حفره.

٦-٧-١-٤ اختبار طرف الأنبوبة المتَّسع:

من المقرر قياس طرف الأنبوبة المتَّسع الاختبار بالمتر المكعب المحسوب باستخدام الأبعاد المحددة في القسم الفرعي أعلاه (٦-٧-١-٢).

٦-٧-١-٥ الاستكشاف:

من المقرر قياس ثقوب الاستكشاف بالمتر الخطي المقاس من قاع ارتفاع العمود إلى قاع ثقب الاستكشاف، لكل ثقب مصرح به محفور.

٦-٧-١-٦ التغليف الدائم:

من المقرر قياس التغليف الدائم بالمتر الخطي لكل حجم من أحجام التغليف المصرح باستخدامه. سيكون القياس بامتداد التغليف من أعلى التغليف، أو قمة العمود، بالنظر إلى أيهما أقل، إلى قاع التغليف عند كل موقع عمود حيث يترخص التغليف الدائم، واستخدامه.

٦-٧-٢ الدفع:

يجب أن يؤخذ الدفع مقابل الأعمدة المحفورة على أنه يشمل التعويض الكامل عن جميع التكاليف المعنية، أو كما هو مفصل الأجزاء أدناه. ويجب دفع قيمة أي أعمال إضافية معتمدة من جانب المهندس بشكل منفصل.

٦-٧-٢-١ الأعمدة المحفورة:

من المقرر دفع الأعمدة المحفورة كما هو مذكور في سعر العقد لكل متر خطي للعمود المحفور من القطر المحدد. ويجب أن يُعدُّ هذا الدفع تعويضًا كاملاً عن جميع التكاليف المتعلقة بحفر العمود، والتخلص من المواد الناتجة عن الحفر، وتأثيث ووضع الخرسانة والصلب المسلح، بما في ذلك جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والغلاف المؤقت، والنفقات النثرية اللازمة؛ لإكمال الأعمدة المحفورة.

٦-٧-٢-٢ قواعد الأساس لطرف الأنبوبة المتَّسع:

من المقرر دفع قواعد طرف الأنبوبة المتَّسع التي بنيت بالأبعاد المحددة، أو المصرح بها كما هو مذكور في سعر وحدة العقد للمتر المكعب لقواعد طرف الأنبوبة المتَّسع. ويجب أن يشمل هذا الدفع التعويض الكامل عن الحفر، والخرسانة التي تتجاوز قطر العمود المحفور بما في ذلك جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والنفقات النثرية اللازمة؛ لإكمال قواعد الجرس.

٦-٧-٢-٣ اختبار الأعمدة:

من المقرر دفع أعمدة اختبار القطر المحدد وفقًا لسعر وحدة العقد لكل متر خطي لأعمدة الاختبار. ويجب أن يشمل هذا الدفع التعويض الكامل عن الحفر، والخرسانة، أو مواد الردم بما في ذلك جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والنفقات الطارئة اللازمة؛ لإكمال أعمدة الاختبار.

٦-٧-٢-٤ اختبار طرف الأنبوبة المتَّسع:

من المقرر دفع طرف الأنبوبة المتَّسع اختبار القطر، والشكل المحدد، أو المصرح به، والموافق عليه؛ وفقًا لسعر وحدة العقد للمتر المكعب؛ لاختبار طرف الأنبوبة المتَّسع. يجب أن يكون هذا الدفع تعويضًا كاملاً عن أعمال الحفر، والخرسانة، أو مواد الردم بما في ذلك جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والنفقات الطارئة اللازمة؛ لإكمال اختبار طرف الأنبوبة المتَّسع.

٦-٧-٢-٥ ثقوب الاستكشاف:

من المقرر دفع ثقوب الاستكشاف؛ وفقًا لسعر وحدة العقد لكل متر خطي لأعمدة الاختبار. يجب أن يكون هذا الدفع تعويضًا كاملاً عن حفر أو حفر الثقوب، واستخراج وتعبئة العينات، أو اللباب، وتسليمها إلى الإدارة، وجميع النفقات الأخرى اللازمة لإنجاز العمل.

٦-٧-٢-٦ التغليف الدائم:

سيُدفع مقابل أنابيب التبطين الدائمة بسعر الوحدة المحدد العقد لكل متر طولي لأنابيب التبطين الدائمة. ويجب أن يشمل هذا الدفع التعويض الكامل عن تأثيث، ووضع أنابيب التبطين، فوق التكاليف المنسوبة إلى العمل المدفوع مقابل بنود الأجور المرتبطة به.

٦-٧-٢-٧ اختبارات الأحمال

من المقرر دفع اختبارات الحمل وفقًا لسعر وحدة العقد لكل اختبار حمل. يجب أن يشمل هذا الدفع التعويض الكامل عن جميع التكاليف المتعلقة بأداء اختبارات الحمل.

سيُسدد بموجب واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٦-٦). وتُعرض متطلبات ضبط الجودة للأعمدة المحفورة في الجدول (٦-٧).

الجدول (٦–٦) بنود دفع الأعمدة المحفورة.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٨-٥-١	الأعمدة المحفورة	المتر الطولي
٨-٥-٢	قواعد الأساس لطرف الأنبوبة المتَّسع	الأمتار المكعبة
٨-٥-٣	اختبار الأعمدة	المتر الطولي
٨-٥-٤	اختبار طرف الأنبوبة المتَّسع	الأمتار المكعبة
٨-٥-٥	ثقوب الاستكشاف	المتر الطولي
٨-٥-٦	التغليف الدائم	المتر الطولي

الجدول (٦–٧) متطلبات ضبط الجودة للأعمدة المحفورة.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
الأعمدة المحفورة التجريبية	لعدة أغراض	عن طريق الحفر	كما هو مبين في الخطط	كما هو مذكور في مستندات المقاول	القسم الفرعي (٦-٤-٣-١)
اختبار الأعمدة المحفورة	اختبار الأعمدة وطرف الأنبوبة المتَّسع	عن طريق الحفر	كما هو موضح في المخططات، أو حسب توجيهات المهندس.	حسب توجيهات المهندس	الجزء الفرعي (٦-٥-١)
	اختبارات حمل العمود المحفور	المحددة في الشروط الخاصة	الحد الأقصى للأحمال التي من المقرر تطبيقها	حسب توجيهات المهندس	الجزء الفرعي (٦-٥-٢)
	اختبار السلامة	عن طريق اختبار التسجيل الصوتي عبر الثقوب (CSL)	موقع اختبار الأعمدة المحفورة	حسب توجيهات المهندس	الأجزاء الفرعية (٦-٥-٣) و(٦-٥-٤)

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
	اختبار الأعمدة المحفورة غير التدميري	الاختبارات غير المدمرة غير المهتمة (NDT)	موقع اختبار الأعمدة المحفورة	حسب توجيهات المهندس	الجزء الفرعي (٦-٥-٤)

الجدول (٦–٨) مواصفات AASHTO وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Carbon Structural Steel	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي الكربوني	M183	A36	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M270	A709	كما هو محدد.
Standard Specification for Welded and Seamless Steel Pipe Piles	المواصفات القياسية لركائز الأنابيب الصلب الملحومة، وغير الملحومة	----------	A252	كما هو محدد.
Water Audits and Leak Detection	عمليات تدقيق المياه، والكشف عن التسرب	M36	----------	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Castings, High Strength, for Structural Purposes	المواصفة القياسية للمسبوكات المعدنية، بمقاومة عالية، للأغراض الإنشائية	----------	A148/A148M الدرجة ٩٠-٦٠	كما هو محدد.
Standard Specification for Carbon Structural Steel	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي الكربوني	----------	A36/A36M	كما هو محدد.
Standard Test Methods for Deep Foundations under Static Axial compressive Load	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة حمولة ضغطية على المحور الثابت	----------	D1143/D1143M	كإجراءات للاختبار
Standard Test Methods for Deep Foundations under Static Axial Tensile Load	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة حمولة الشد على المحور الثابت	----------	D3689	كإجراءات للاختبار
Standard Test Methods for Deep foundations under Lateral Load	طرق الاختبار القياسية للأساسات العميقة مع ممارسة الحمولة الجانبية	----------	D3966	كإجراءات للاختبار
Standard Test Method for High-Strain Dynamic Testing of Piles	طريقة الاختبار القياسية للاختبار الديناميكي عالي الإجهاد للخوازيق	----------	D4945	كإجراءات للاختبار
Standard Practice for Rock Core Drilling and Sampling of Rock for Site Investigation	الممارسة القياسية لمثقاب استخراج العينات من الصخور وأخذ عينات من الصخور للتحقيق في الموقع	----------	D2113	كإجراءات للاختبار
Standard Method of Test for sampling Freshly Mixed Concrete	طريقة الاختبار القياسية لأخذ عينات من الخرسانة المخلوطة حديثًا	T141	----------	كإجراءات للاختبار

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Method of Test for Slump of Hydraulic Cement Concrete	طريقة الاختبار القياسية لهبوط خرسانة الإسمنت الهيدروليكي	T119	----------	كإجراءات للاختبار

٧- الخوازيق الدقيقة:

٧-١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من إنشاء الأكوام الصغيرة- كما هو موضح في خطط العقد، ورسومات العمل المعتمدة، وكما هو محدد هنا. والمقاول المتخصص في الدعامات الصغيرة مسؤول عن تأثيث جميع التصميم، والمواد، والمنتجات، والملحقات، والأدوات، والمعدات والخدمات، والنقل، والعمالة، والإشراف، وتقنيات التصنيع المطلوبة لتصميم وتركيب، واختبار الدعامات الصغيرة، ومرفقات أعلى دعامة صغيرة للمشروع.

يجب على مقاول الأكوام الصغيرة المختار اختيار نوع الأكوام الصغيرة، وحجمها، ومرفقه العلوي، ووسائل وطرق التركيب، وتقدير قيمة رابطة المونة الأرضي، وتحديد طول الرابطة المطلوبة، وقطر الأكوام الصغيرة النهائي. يجب على مقاول الأكوام الصغيرة تصميم وتركيب الأكوام الصغيرة، التي من شأنها تطوير قدرات التحميل المشار إليها في خطط العقد. كما يجب التحقق من سعات حمل الأكوام الصغيرة عن طريق التحقق، واختبار حمل الإثبات كما هو مطلوب، ويجب أن تفي بمعايير قبول الاختبار المحددة هنا.

٧-٢ مواد التقديم:

٧-٢-١ مؤهلات المقاول، وكفاية المعدات:

تتمثل مؤهلات المقاول المطلوبة فيما يلي:

- يجب أن يكون مقاول الدعامات الصغيرة من ذوي الخبرة في بناء، واختبار حمل الدعامات الصغيرة، وقد نجح في بناء ما لا يقل عن خمسة (٥) مشاريع في السنوات الخمس الماضية تشمل إنشاءات يبلغ مجموعها مئة (١٠٠) دعامة صغيرة - على الأقل- ذات سعة مماثلة لتلك المطلوبة في الخطط، والمواصفات.
- يجب أن يكون لدى المقاول خبرة سابقة في الحفر، والمونة المجهري في التربة/الصخور المشابهة لظروف المشروع. كما يجب على المقاول تقديم تفاصيل البناء، والتفاصيل الهيكلية، ونتائج اختبار الحمل لثلاثة اختبارات حمل أكوام صغيرة ناجحة سابقة -على الأقل- من مشاريع مختلفة ذات نطاق مماثل للمشروع.
- يجب على المقاول تعيين مهندس؛ للإشراف على العمل من ذوي الخبرة ف فيما لا يقل عن ثلاثة (٣) مشاريع ذات نطاق مماثل لهذا المشروع المنجز على مدى السنوات الخمس الماضية. ويجب على المقاول عدم استخدام الاستشاريين، أو ممثلي الشركات المصنعة؛ لتلبية متطلبات المهندس المشرف في هذا الجزء. ويجب أن يكون لدى رؤساء العمال في الموقع، ومشغلي منصة الحفر كذلك خبرة في ثلاثة (٣) مشاريع -على الأقل- على مدار السنوات الخمس الماضية؛ لتركيب الأكوام الصغيرة ذات سعة مساوية، أو أكبر مما هو مطلوب في الخطط، والمواصفات.
- يجب تصميم (الميكروبيلات) من جانب مهندس محترف مسجل لديه خبرة في تصميم ما لا يقل عن ثلاثة (٣) مشاريع من الأكوام الصغيرة مكتملة بنجاح على مدى السنوات الخمس الماضية، مع الأكوام الصغيرة ذات سعة مماثلة لتلك المطلوبة في هذه الخطط، والمواصفات. ويمكن لمهندس تصميم الأكوام الصغيرة؛ إما موظفًا لدى المقاول، أو مهندس تصميم استشاريًا منفصلًا يفي بمتطلبات الخبرة المذكورة.
- قبل خمسة وأربعين (٤٥) يومًا تقويميًا -على الأقل- من البدء المخطط للإنشاء المجهري، يجب على المقاول تقديم خمس (٥) نسخ من القائمة المرجعية المكتملة للمشروع، وقائمة الموظفين. ويجب أن تتضمن القائمة المرجعية للمشروع وصفًا موجزًا للمشروع مع اسم المالك، ورقم الهاتف الحالي، وتقارير اختبار الحمل. يجب أن تحدد قائمة الموظفين مهندس تصميم نظام الأكوام الصغيرة، ومهندس المشروع المشرف، ومشغلي منصة الحفر، ورؤساء العمال في الموقع الذين من المقرر تعيينهم للمشروع. ويجب أن تحتوي قائمة الموظفين على ملخص لخبرة كل فرد، وتكون كاملة بما يكفي للمهندس؛ لتحديد ما إذا كان كل فرد يفي بالمؤهلات المطلوبة. يوافق المهندس على مؤهلات المقاول، أو يرفضها في غضون خمسة عشر (١٥) يومًا تقويميًا بعد تسلّم التقديم الكامل.
- لن يكون الوقت الإضافي المطلوب بسبب التقديمات غير المكتملة، أو غير المقبولة سببًا؛ لتمديد الوقت، أو مطالبات التأثير أو التأخير. يجب أن يتحمل المقاول جميع التكاليف المرتبطة بالتقديمات غير المكتملة، أو غير المقبولة.
- يجب عدم بدء العمل، أو طلب المواد، حتى إعطاء موافقة كتابية من المهندس على مؤهلات خبرة المقاول. يجوز للمهندس تعليق العمل إذا استخدم المقاول موظفين غير معتمدين. وفي حالة تعليق العمل، يجب أن يتحمل المقاول المسؤولية الكاملة عن جميع التكاليف الناتجة، ولن ينتج عن التعليق أي تعديل في وقت العقد.

٧-٢-٢ رسومات العمل:

يجب أن تتضمن رسومات العمل جميع المعلومات المطلوبة لبناء، ومراقبة جودة الخوازيق. ويجب أن تتضمن رسومات العمل - على سبيل المثال لا الحصر- البنود التالية ما لم ينص عليها في خطط العقد:

- مسقط مخطط للهيكل (الهياكل الإنشائية) للأكوام الصغيرة التي يحدد:
  - خط الأساس المرجعي، ومسند الارتفاع.
  - الإزاحة من خط الوسط، أو خط الأساس للإنشاء إلى وجه الهيكل الميكروبيلي في جميع التغييرات في المحاذاة الأفقية.
  - بداية، ونهاية محطات هيكل الدعامة الصغيرة.
  - حرم الطريق، وحدود ارتفاق الإنشاء الدائمة، أو المؤقتة، وموقع جميع المرافق الحالية النشطة، والمهجورة المعروفة، والهياكل الإنشائية المجاورة أو غيرها من التدخلات المحتملة. الخط المركزي لأي هيكل تصريف، أو أنبوب تصريف خلف يمر تحت هيكل الدعامة الصغيرة، أو تحته.
  - مواقع التنقيب تحت السطحية الموضحة في مسقط مخطط لمحاذاة البنية الميكروبية المقترحة مع خطوط الأساس المرجعية المناسبة؛ لتثبيت مواقع الاستكشافات بالنسبة لهيكل الدعامة الصغيرة.
- مسقط رأسي للهيكل (الهياكل الإنشائية) للأكوام الصغيرة الذي يحدد:
  - مسقط رأسي للارتفاع يوضح المواقع، والارتفاعات المجهرية، والتباعد الرأسي، والأفقي، والخليط، والمحاذاة وموقع عناصر الصرف.
  - ملامح الصف الحالية، والانتهاء -على حد سواء- وراء، وأمام هيكل الدعامة الصغيرة.
- معلمات التصميم والرموز المعمول بها.
- ملاحظات عامة لإنشاء هيكل الدعامة الصغيرة بما في ذلك تسلسل الإنشاء، أو متطلبات الإنشاء الخاصة الأخرى.
- بيانات المنحنى الأفقي، والرأسي التي تؤثر على هيكل الدعامة الصغيرة، ونقاط التحكم في هيكل الدعامة الصغيرة. وكذلك خطوط الاتساق، أو غيرها من التفاصيل؛ لربط التمركز لهيكل الدعامة الصغيرة إلى التمركز لخط الوسط.
- قائمة بملخص الكميات على رسم الارتفاع لكل هيكل الدعامة الصغيرة يوضح الكميات المقدرة لبند الدفع.
- أجزاء نموذجية للدعامة الصغيرة بما في ذلك تباعد الدعامة الصغيرة، والميل، والحد الأدنى لقطر ثقب الحفر، وغلاف الأنبوب، وأحجام شريط التسليح، والتفاصيل، وأنواع، ومواقع الربط، وأجهزة التمركز، والفواصل، ومنطقة رابط المونة وأطوال غاطس الغلاف -حال استخدامها-، وتفاصيل الحماية من التآكل، وتفاصيل التوصيل إلى قاعدة البنية التحتية، المرسى، الألواح... إلخ.
- تفاصيل نموذجية؛ للتحقق، ودليل على اختبار الدعامة الصغيرة، وتحديد طول الدعامة الصغيرة، والحد الأدنى لقطر ثقب الحفر، والميل، واختبار الحمل المستعبدين، وأطوال الاختبار غير المستعبدين.
- التفاصيل، والأبعاد، والجداول الزمنية لجميع الأعمدة الدقيقة والتغليف، وحديد التسليح، بما في ذلك تفاصيل ثني قضيب التسليح.
- تفاصيل بناء هياكل الدعامة الصغيرة حول مرافق الصرف الصحي.

يجب توقيع رسومات العمل، وحسابات التصميم، وختمها من جانب المهندس المحترف للمقاول، أو المهندس المحترف للمصمم الاستشاري، من جانب السلطة المختصة. إذا استخدم مقاول الدعامة الصغيرة مهندس تصميم استشاري؛ لإعداد التصميم، فيجب أن يظل مقاول الدعامة الصغيرة مسؤولاً- بشكل عام- عن كل من التصميم، والبناء.

لن يُسمح للمقاول ببدء بناء الهيكل المجهري، أو دمج المواد في العمل؛ حتى استيفاء متطلبات التقديم، وتبين له أنها مقبولة للمهندس. ويجب إعادة تقديم التغييرات، أو الانحرافات عن التقديمات المعتمدة؛ للموافقة عليها. ولن يُسمح بأي تعديلات في وقت العقد، أو مطالبات التأخير، أو التأثير؛ بسبب التقديمات غير المكتملة.

وتكون مراجعة الرسومات عند تغيير أبعاد الخطة -بسبب الظروف الميدانية، أو لأسباب أخرى- في غضون ثلاثين (٣٠) يومًا بعد الانتهاء من العمل، وتقديم الرسومات التنفيذية إلى المهندس. وتقديم حسابات تصميم منقحة موقعة من قبل المهندس المحترف المسجل المعتمد لجميع تغييرات التصميم، التي أجريت أثناء بناء هيكل الدعامة الصغيرة.

٧-٢-٣ تقديمات الإنشاء:

يجب على المقاول إعداد، خمس نسخ لأنظمة الدعامة الصغيرة المُتقرر بناؤها، وتقديمها إلى المهندس، لمراجعة الاكتمال، ا: وتتكون من البنود التالية:

- وصف تفصيلي خطوة بخطوة لإجراءات بناء الدعامة الصغيرة المقترحة، بما في ذلك الموظفين، والاختبار، والمعدات؛ لضمان ضبط الجودة. ويجب عرض هذا الإجراء خطوة بخطوة على رسومات العمل بتفاصيل كافية؛ للسماح للمهندس بمراقبة بناء، وجودة الكومات الصغيرة.
- تاريخ البدء، والجدول الزمني المقترح، والجدول الزمني لتركيب الدعامة الصغيرة التي توفر ما يلي:
  - رقم الدعامة الصغيرة، وحمل تصميم الدعامة الصغيرة.
  - نوع، وحجم حديد التسليح الحد الأدنى لطول الرابطة.
  - إجمالي طول الدعامة الصغيرة.
  - ملحق القاعدة العلوية للدعامة الصغيرة.
- عند اقتراح لحام الغلاف، يجب تقديم إجراء اللحام المقترح، المعتمد من جانب أخصائي لحام مؤهل.

- معلومات عن متطلبات الارتفاع، والمساحة، لمعدات التثبيت، التي تتحقق من أن المعدات المقترحة يمكن أن تعمل في الموقع.
- خطة تصف كيفية التحكم في المياه السطحية، ومسح الحفر، والمونة الزائد، والتخلص منه.
- تقارير اختبار مطحنة معتمدة لنتائج اختبار حديد التسليح، أو القسيمة للغلاف الدائم دون شهادة مطحنة. ويجب تضمين القوة النهائية، قوة الخضوع، الاستطالة، وتركيبة خواص المادة. بالنسبة لتغليف الأنبوب API N -80، يمكن تقديم نتائج اختبار القسيمة بدلاً من شهادة المطحنة.
- خطة المونة المقترحة. يجب أن تتضمن خطة المونة أوصافًا كاملة، وتفاصيل وحسابات داعمة لما يلي:
  - تصميم مزيج المونة، ونوع المواد، التي من المقرر استخدامها في المونة بما في ذلك بيانات الاختبار المعتمدة وتقارير الدفعة التجريبية.
  - طرق، ومعدات؛ لمراقبة وتسجيل عمق المونة، وحجمه، وضغط المونة بدقة أثناء وضع المونة.
  - حسابات معدل المونة، -عندما يطلب المهندس ذلك-. ويجب أن تستند الحسابات إلى ضغوط المضخة الأولية، أو الرأس الثابت على المونة، والخسائر في جميع أنحاء نظام الوضع، بما في ذلك الرأس المتوقع لسائل الحفر المراد إزاحته -إن وجد-.
  - الوقت المقدر لمعالجة المونة؛ لتحقيق قوة محددة. ويمكن تقديم نتائج الاختبار السابقة لمزيج المونة المقترح المكتمل في غضون عام واحد من بدء المونة؛ للتحقق الأولي، والقبول، وبدء أعمال الإنتاج. وأثناء الإنتاج، يجب اختبار المونة وفقًا للقسم الفرعي (٧-٤-٤-٥).
  - الإجراءات، والمعدات الخاصة بمراقبة المقاول لجودة المونة.
- الخطط المفصلة لطريقة اختبار الحمل المقترحة للدعامة الصغيرة. ويجب أن يشمل ذلك جميع الرسومات، والتفاصيل وحسابات التصميم الإنشائي اللازمة لوصف طريقة الاختبار المقترحة بوضوح، وسعة نظام حمل التفاعل، وإعداد المعدات، وأنواع، ودقة الجهاز الذي من المقرر استخدامه لتطبيق، وقياس أحمال الاختبار، وحركات قمة الدعامة وفقًا للجزء الفرعي (٥-٤-٦)٦-٤-٥.
- تقارير، وبيانات المعايرة لكل رافعة اختبار، ومقياس ضغط ومقياس ضغط رئيسي، وخلية تحميل إلكترونية لاستخدامها. ويجب إجراء اختبارات المعايرة من جانب مختبر اختبار مستقل، ويجب إجراء الاختبارات في غضون تسعين (٩٠) يومًا تقويميًا من التاريخ المقدم. كما يجب ألا يبدأ الاختبار حتى يقوم المهندس بمراجعة، وقبول الرافعة، ومقياس الضغط ومقياس الضغط الرئيسي، وبيانات معايرة خلية الحمل الإلكترونية.

يجب ألا يبدأ العمل بخلاف تركيب الدعامة الاختبار حتى استلام التقديمات الإنشائية، ومراجعتها، وقبولها كتابيًا من جانب المهندس. وتقديم بنود التقديم من(١ إلى ٥) قبل ٢١ يومًا تقويميًا -على الأقل- من بدء الإنشاء المجهري، والبند ٧ مع تقدم العمل لكل عملية تسليم وبنود التقديم (٦ و ٨ و ٩) قبل ٧ أيام -على الأقل- من بدء اختبار الحمل المجهري، أو دمج المواد المعنية في العمل. يجب على المقاول السماح للمهندس بمراجعة تقديمات الإنشاء بعد ٧ أيام تقويمية بعد استلام مجموعة كاملة. يجب ألّا يكون الوقت الإضافي المطلوب بسبب التقديمات غير المكتملة، أو غير المقبولة سببًا للتأخير، أو مطالبات التأثير. ويجب أن ستكون جميع التكاليف المرتبطة بتقديمات المقاول غير المكتملة، أو غير المقبولة من مسؤولية المقاول.

٧-٢-٤ اجتماع ما قبل البناء:

من المقرر جدولة اجتماع ما قبل الإنشاء من جانب المهندس، وعقده قبل بدء بناء الدعامة الصغيرة. كما يجب على المهندس، والمقاول الرئيسي، والمقاول المتخصص في (الميكروبايل)، ومهندس تصميم الدعامة الصغيرة، ومقاول الحفر، وأخصائي الأجهزة الجيوتقنية حضور الاجتماع. علمًا بأن الحضور إلزامي. ومن المقرر عقد اجتماع ما قبل البناء؛ لتوضيح متطلبات الإنشاء للعمل، وتنسيق الجدول الزمني للبناء، والأنشطة، وتحديد العلاقات التعاقدية، وتحديد المسؤوليات بين المقاول الرئيسي، ومختلف المقاولين من الباطن - على وجه التحديد تلك المتعلقة بالحفر للهياكل المجهرية، والظروف تحت السطحية المتوقعة، وتركيب، واختبار الدعامة الصغيرة، والتحكم في مسح هيكل الدعامة الصغيرة، والتحكم في تصريف الموقع.

٧-٣ المواد:

تقديم مواد جديدة بدون عيوب.

إزالة المواد المعيبة من موقع العمل دون أي تكلفة إضافية.

يجب أن تتكون مواد الدعامة الصغيرة من العناصر التالية كما هو موضح في الأجزاء الفرعية (٧-٣-١ و٧-٣-١٣).

٧-٣-١ مضافات المونة:

يجب أن تتوافق الخلطات مع متطلبات المواصفة (ASTM C494) / (AASHTO M194) يمكن استخدام المضافات التي تتحكم في الفائض، وتحسين قابلية التدفق، وتقليل محتوى الماء، ومجموعة التأخير في المونة، تبعًا لمراجعة، وقبول المهندس. ويجب

أن تكون المضافات متوافقة مع المونة، ومختلطة وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة. كما يجب إضافة المضافات الموسعة فقط إلى المونة المستخدم؛ لملء التغليفات المغلقة، وأغطية التثبيت. علمًا بأن المسرعات غير مسموح بها. ولا يسمح بالمضافات التي تحتوي على الكلوريدات.

٧-٣-٢ الإسمنت:

يجب أن تكون جميع الأسمنت من الأسمنت البورتلاندي المطابق لـ (ASTM C150/ AASHTO M85)، الأنواع ١ أو ٢ أو ٣ أو ٥.

٧-٣-٣ أجهزة التمركز، والفواصل:

يجب تصنيع أجهزة التمركز، والفواصل من الأنابيب، أو المواسير البي في سي المدرجة في الجدول ٤٠ أو الصلب، أو المواد غير الضارة بحديد التسليح.

ويجب عدم استخدام الخشب.

٧-٣-٤ التغليف:

يجب تصنيع التغليف (الحماية من التآكل المزدوج)؛ باستخدام أنابيب بولي إيثيلين مموجة عالية الكثافة تتوافق مع متطلبات المواصفات (AASHTO M252) /(ASTM D3350) بسماكة جدار اسمية تبلغ ٠,٨ ملم. كما يجب أن يكون الحيز الحلقي الداخلي بين قضبان التسليح، وأنبوب التغليف بحد أدنى ٥ ملم، وأن يكون محشوًا بالكامل مع المونة غير المتقلص المطابق للجزء ٧-٣.

٧-٣-٥ طلاء الايبوكسي:

يجب أن يكون الحد الأدنى لسمك الطلاء المطبق كهربائياً على حديد التسليح ٠,٣ ملم. يجب أن يكون طلاء الإيبوكسي وفقًا لـ ASTM A775 أو .ASTM A934 التنازل عن متطلبات اختبار الانحناء. ولا يلزم أن تكون ألواح التحميل، والصواميل المغطاة بقاعدة خرسانية مبطنة بالإيبوكسي ما لم يكن تسليح القاعدة مغلفًا بالإيبوكسي.

٧-٣-٦ الركام الناعم:

عند استخدام المونة الإسمنتي الرملي، يجب أن يتوافق الرمل مع (ASTM C144 / AASHTO M45)

٧-٣-٧ المعالجة بالجلفنة:

يجب أن تفي المعالجة بالجلفنة بمتطلبات (ASTM A153) عند استخدامها.

٧-٣-٨ المونة:

أسمنت أنيق، أو خليط رمل/أسمنت بمقاومة انضغاط لا تقل عن ثلاثة (٣) أيام تبلغ ١٤ ميجا باسكال، ومقاومة انضغاط لمدة ٢٨ يومًا تبلغ ٢٨ ميجا باسكال وفقًا لـ (AASHTO T106 / ASTM C109)

وإذا كان تصميم الدعامة الصغيرة يدعو إلى قوة المونة أعلى من ٢٨ ميجا باسكال، فيجب على المصممين/المحددات مراجعة المواصفات وفقًا لذلك.

٧-٣-٩ أنابيب التغليف الدائم:

يجب أن يكون للغلاف/الأنبوب الفولاذي الدائم القطر، والحد الأدنى لسمك الجدار -على الأقل- الموضح في رسومات العمل المعتمدة.

يجب أن يفي الغلاف/الأنبوب الفولاذي الدائم بمتطلبات الشد الخاصة بالمواصفات (ASTM A252)، الدرجة ٣، باستثناء أن حد المرونة يجب أن يكون بحد أدنى ٣٤٥ إلى ٥٥٢ ميجا باسكال؛ كما هو مستخدم في تقديم التصميم.

بالنسبة للغلاف/الأنبوب الدائم الذي من المقرر لحامه لأغراض هيكلية، تنطبق الشروط المادية التالية:

- يجب ألا يتجاوز مكافئ الكربون (CE) كما هو محدد في (AWS D1.1)، الجزء 0.45 ،XI5.1، كما هو موضح في شهادات المطحنة.
- يجب ألا يتجاوز محتوى الكبريت ٠,٠٥ %، كما يتضح من شهادات المطحنة.

بالنسبة للغلاف/الأنبوب الدائم الذي من المقرر أن يكون ملحومًا في المتجر أو الحقل، تنطبق شروط التصنيع، أو الإنشاء التالية:

- يجب عدم ربط الأنبوب الفولاذي عن طريق ربط اللفة الملحومة.
- يجب أن تكون اللحامات، والتوصيلات الملحومة من نوع لحام اختراق كامل.
- يمكن استعادة اللحامات ذات الاختراق الجزئي وفقًا لـ (AWS D1.1).
- يجب تقديم إجراء اللحام المقترح المعتمد من جانب أخصائي اللحام؛ للموافقة عليه.

يجب أن تطور وصلات التغليف الملولبة -على الأقل- مقاومة الانضغاط /أو الشد /أو الانحناء المطلوبة، والمستخدمة في تصميم الدعامة الصغيرة.

يجب التحقق من كفاية وصلات الأنابيب، وقضبان التسليح، ووصلات الوصلات الملولبة من خلال التحقق، واختبار حمل الإثبات.

٧-٣-١٠ الركائز، والأشكال:

يجب أن تتوافق الألواح، والأشكال المعدنية الإنشائية لمرفقات أعلى الدعامة مع (ASTM A36/ AASHTO M183)، أو (ASTM A572 / AASHTO M223)، الدرجة ٣٥٠.

٧-٣-١١ تقوية القضبان:

يجب أن يكون حديد التسليح قضبانًا مشوهة وفقًا لـ (AASHTO M31/ ASTM A615) ، الدرجة ٤٢٠ أو الدرجة ٥٢٠ أو (ASTM A722 / AASHTO M275)، الدرجة ١٠٣٥. عندما تكون هناك حاجة إلى لوح التحميل، والصامولة على الطرف العلوي لقضبان التقوية؛ لتثبيت قمة الدعامة بالقاعدة، يمكن أن تكون اللولبة عبارة عن تضليع مشوه حلزوني مستمر جرى توفيره بتشوهات القضيب (على سبيل المثال، قضبان لولبة مستمرة من Dywidag أو Williams)، أو يمكن تقطيعها إلى قضيب تقوية. وعند قطع المسننات إلى شريط تسليح، فيجب توفير تعيين رقم الشريط الأكبر التالي من ذلك الموضح في المخططات، دون أي تكلفة إضافية.

يجب أن تطور قارنات الأوتار الشريطية- إذا لزم الأمر- قوة الشد القصوى للقضبان دون دليل على أي عطل.

٧-٣-١١-١ تسليح شريط الحماية من التآكل:

تشمل الاختبارات الأكثر شيوعًا، وأبسط المستخدمة لقياس عدوانية بيئة التربة المقاومة الكهربائية، ودرجة الحموضة، والكلوريد والكبريتات. وفقًا لـ (FHWA NHI -05-039)، وتُعد التربة عدوانية إذا أظهر أي من هذه المؤشرات قيمًا حرجة كما هو مفصل في الجدول (٧-١).

الجدول (٧–١) القيم الحرجة لخصائص المؤشر للتربة العدوانية وفقًا لـ (FHWA NHI -05-039).

الخواص	تعيين الاختبار (١)	القيم الحرجة (١)
مقاومية	AASHTO T288	أقل من ٣٠٠٠ أوم سم
درجة الحموضة	AASHTO T289	أقل من ٥ سنوات أو أكثر من ١٠ سنوات
الكبريتات	AASHTO T290	أعلى من ٢٠٠ جزء في المليون
الكلوريد	AASHTO T291	أعلى من ١٠٠ جزء في المليون
(*) يجب على المحدد التحقق من معايير الاختبار؛ للحصول على آخر التحديثات وقد يكون لدى وكالات النقل الفردية قيود على القيم الحرجة المختلفة عن المجدولة أعلاه. المواصفات القياسية، أو طرق الاختبار لأي من الملاحظة ١: يمكن الرجوع إلى العناصر المذكورة أعلاه المشتركة بين وكالتك بدلاً من مراجع AASHTO /ASTM المذكورة أعلاه.		

٧-٣-١٢ التغطية:

يجب أن تكون الأغلفة البلاستيكية الملساء، بما في ذلك الفواصل، مانعة لتسرب الماء. ويجب أن يتوافق غلاف البولي فينيل كلوريد (PVC) مع (ASTM D1784, Class 13464-B).

٧-٣-١٣ الماء:

يجب أن تتوافق المياه المستخدمة في خليط المونة مع (AASHTO T26) ويجب أن تكون صالحة للشرب، ونظيفة، وخالية من المواد التي من الممكن أن تكون ضارة بالأسمنت والصلب.

٧-٤ بناء الدعامات الصغيرة:

٧-٤-١ التحكم في تصريف الموقع:

يجب على المقاول التحكم في تدفق الحفر، والنفايات المتعلقة بالبناء، والتخلص منها بشكل صحيح، بما في ذلك المونة الزائد، وفقًا للمواصفات القياسية، وجميع القوانين، واللوائح المحلية المعمول بها. توفير التحكم الإيجابي، وتصريف جميع المياه السطحية التي من شأنها أن تؤثر على بناء تركيب الدعامة الصغيرة. مع الحفاظ على جميع الأنابيب، أو القنوات المستخدمة؛ للتحكم في المياه السطحية أثناء البناء. إصلاح الأضرار الناجمة عن المياه السطحية دون أي تكلفة إضافية. إزالة أنابيب، أو قنوات التحكم في المياه السطحية من الموقع عند الانتهاء بشكل كبير من العمل. بدلاً من ذلك، بموافقة المهندس، يجب حشو الأنابيب، أو القنوات المتبقية في مكانها بالكامل وتركها بطريقة تحمي الهيكل، وجميع المرافق المجاورة من ترحيل الغرامات عبر الأنبوب، أو القناة والخسارة الأرضية المحتملة.

يلزم الاتصال مباشرة بالمهندس في حالة اكتشاف هياكل تصريف تحت سطحية غير متوقعة أثناء الحفر، أو التنقيب. مع تعليق العمل في هذه المناطق؛ حتى تنفيذ التدابير العلاجية التي تلبي موافقة المهندس. ومن المقرر دفع تكلفة التدابير العلاجية، أو أعمال الإصلاح الناتجة عن مواجهة هياكل الصرف تحت السطحي غير المتوقعة كعمل إضافي.

٧-٤-٢ الحفر:

ينبغي تنسيق العمل، والحفر حتى بناء الدعامة الصغيرة بأمان. ويكون تنفيذ أعمال الإنشاء الصغيرة، والحفر ذات الصلة؛ وفقًا للخطط والتقديمات المعتمدة. ولن تُنفذ أي أعمال حفر أكثر حدة من تلك المحددة هنا، أو الموضحة في المخططات فوق أو أسفل مواقع الهياكل الإنشائية الصغيرة بدون موافقة كتابية من المهندس.

٧-٤-٣ مستويات التفاوت المسموح بها في الإنشاءات للدعائم الصغيرة:

١- يجب ألا يزيد الخط المركزي للدعائم عن ٧٥ ملم من موقع المخطط المحدد.
٢- يجب أن تكون الدعامة راسية في حدود ٢٪من محاذاة مخطط الطول الإجمالي.
٣- يجب أن يكون الارتفاع العلوي للدعامة زائد ٢٥ ملم، أو ناقص ٥٠ ملم كحد أقصى من الارتفاع العمودي المحدد.
٤- يجب ألا يزيد الخط المركزي لصلب التسليح عن ١٩ ملم من الموقع المحدد.

٧-٤-٤ تركيب الدعائم الصغيرة:

يجب على المقاول أن يختار طريقة الحفر، وإجراءات الحقن، وضغط الحقن المستخدم لتركيب الدعائم الصغيرة. ويجب على المقاول أن يحدد حجم غلاف الوصلة الدقيقة، وقطر ثقب الحفر النهائي، وطول الرابطة، وحجم حديد التسليح المركزي اللازم لتطوير سعة الحمل المحددة، ومتطلبات اختبار الحمل. ويتحمل مقاول الدعائم الصغيرة المسؤولية كذلك عن تقدير أخذ المونة.

علمًا بأنه لن تكون هناك مدفوعات إضافية لتجاوزات المونة.

٧-٤-٤-١ الحفر:

يجب أن تكون معدات، وطرق الحفر مناسبة للحفر في الظروف التي يجب مواجهتها، دون التسبب في تلف أي منشآت، أو خدمات فوقية أو مجاورة.

يجب أن تكون فتحة الحفر مفتوحة بطولها الكامل -على الأقل- إلى الحد الأدنى لقطر ثقب الحفر التصميمي قبل وضع المونة والتسليح. عندما يحدث بناء دعائم صغيرة بالقرب من الهياكل الإنشائية الحساسة للتسوية، نوصي بتضمين الجملة التالية في المواصفات – (يجب عدم استخدام مطارق دق الخوازيق الاهتزازية لدفع الغلاف).

ومن المقرر أن تكون هناك حاجة إلى غلاف مؤقت، أو طريقة أخرى معتمدة؛ لدعم ثقب حفر الدعامة في التجويف، أو الأرض غير المستقرة؛ للسماح بتشكيل عمود الدعامة إلى الحد الأدنى لقطر ثقب الحفر التصميمي. ويجب أن يقوم المهندس بمراجعة الطريقة (الطرق) التي اقترحها المقاول؛ لتوفير دعم ثقب الحفر، ولمنع حركات الأرض الضارة. وتُعرف حركة الأرض الضارة على أنها حركة تتطلب إجراءات إصلاح علاجية. ولا يسمح باستخدام سائل الحفر المحتوي على بنتونايت. ويجب أن تختلف صيغة المواصفات المتعلقة بأساليب دعم ثقب الحفر، وصعوبة الحفر من مشروع إلى آخر؛ اعتمادًا على الظروف تحت السطحية، التي كشفت عنها بيانات التحقيق تحت السطحي. ويتحمل المقاول المتخصص في الدعائم الصغيرة مسؤولية اختيار معدات، وطرق الحفر المناسبة لظروف الموقع. كما تتحمل السلطة المختصة مسؤولية توفير المعلومات الجوفية المتاحة. وبالنسبة للمشروعات ذات الظروف الصعبة، يوصى باستخدام (المواصفات الاستشارية) المدرجة في مستندات العقد.

ومن المقرر دفع تكاليف الإزالة، أو التدابير العلاجية؛ بسبب مواجهة عوائق تحت السطح غير المتوقعة كعمل إضافي.

٧-٤-٤-٢ ارتفاع، أو هبوط الأرض:

يجب على المقاول -أثناء البناء- مراقبة الظروف في المنطقة المجاورة لموقع الإنشاء الصغير على أساس يومي؛ بحثًا عن علامات ارتفاع الأرض، أو هبوطها. وإخطار المهندس مباشرة في حالة ملاحظة علامات على التحركات. ويجب على المقاول أن يعلق، أو يعدل مباشرة عمليات الحفر، أو المونة إذا لوحظ انحراف، أو هبوط في الأرض، أو إذا تأثر هيكل الدعائم الصغيرة بشكل سلبي، أو في حالة تلف الهياكل الإنشائية المجاورة من الحفر، أو الحشو. إذا قرر المهندس أن الحركات تتطلب إجراءً تصحيحيًا، فيجب على المقاول اتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة لإيقاف الحركة، أو إجراء الإصلاحات. وعندما يكون ذلك بسبب أساليب المقاول، أو عملياته، أو عدم اتباع تسلسل الإنشاء المحدد / المعتمد على النحو الذي يحدده المهندس، فإن تكاليف توفير الإجراءات التصحيحية سيتحملها المقاول. وعندما تكون بسبب ظروف الموقع المختلفة على النحو الذي يحدده المهندس، من المقرر دفع تكاليف توفير الإجراءات التصحيحية كعمل إضافي.

٧-٤-٤-٣ غلاف الأنابيب، ووضع قضبان التسليح، والربط:

يمكن وضع التسليح إما قبل المونة، أو وضعه في فتحة الحفر المردومة بالمونة قبل سحب الغلاف المؤقت -عند استخدامه-ويجب أن يكون سطح التقوية خاليًا من المواد الضارة، مثل: التربة، أو الطين، أو الشحوم، أو الزيت التي من الممكن أن تلوث المونة، أو تلطيخ التسليح، وتضعف الرابطة. يجب أن تكون أقفاص الدعائم، ومجموعات التقوية عند استخدامها قوية بما يكفي؛ لتحمل التركيب، وعملية الحشو، وسحب أغلفة الحفر، دون تلف أو اضطراب.

يجب على المقاول فحص ارتفاعات أعلى الوبر، وضبط جميع الأعمدة الدقيقة المركبة على الارتفاعات المخطط لها.

يجب توفير المجمعات المركزية والفواصل عند استخدامها على مسافة ٣ أمتار من المراكز. يجب وضع جهاز التمركز العلوي، والسفلي على بعد ١,٥ متر -كحد أقصى- من أعلى وأسفل الدعائم الصغيرة. كما يجب أن تسمح المجمعات المركزية، والفواصل بالتدفق الحر للملاط دون اختلال محاذاة قضبان (قضبان) التسليح، والغلاف الدائم. يجب إنزال قضبان التسليح المركزية ذات المراسي في فتحة الحفر المثبتة. ويجب إدخال حديد التسليح في فتحة الحفر إلى العمق المطلوب دون صعوبة. كما يجب عدم دفع، أو الضغط على قضبان التسليح، التي من المقرر إدخالها جزئيًا في الحفرة. ويجب على المقاول إعادة حفر حديد التسليح وإعادة تركيبه عند الضرورة؛ لتسهيل عملية الإدخال.

يجب تأمين أطوال الغلاف، وقضبان التقوية، التي من المقرر تقطيعها في محاذاة مناسبة، وبطريقة لتجنب الانحراف، أو الزاوية بين محاور الطولين المراد تقطيعهما. يجب أن تفي الوصلات، والوصلات الملولبة بمتطلبات المواد في الجزء (٧-٣). يجب وضع وصلات غلاف الأنابيب الملولبة -على الأقل- بقطري غلاف من وصلة في أي قضيب تسليح. عند استخدام عدة قضبان، يجب أن تكون وصلات القضبان متداخلة بما لا يقل عن ٠,٣ متر.

٧-٤-٤-٤ المونة:

يجب رصف الدعائم الصغيرة في اليوم نفسه الذي يُجرى فيه حفر طول رابط نقل الحمولة. كما يجب على المقاول استخدام رص أسمنت أنيق ثابت، أو ملاط إسمنتي رملي مع قوة ضغط غير محصورة لمدة ٢٨ يومًا -على الأقل- ٢٨ ميجا باسكال. يجب خلط المواد الإضافية -عند استخدامها-؛ وفقًا لتوصيات الشركة الصانعة. ويجب أن تنتج معدات المونة المستخدمة ملاطًا خاليًا من الكتل، والأسمنت غير المتناثر. ويجب أن يكون لدى المقاول وسائل وطرق؛ لقياس كمية المونة، وضغط الضخ أثناء عمليات الحقن. ويجب أن تجهز مضخة المونة بمقياس ضغط؛ لمراقبة ضغط المونة. ويجب وضع مقياس ضغط ثان عند نقطة الحقن في قمة الوبر. ويجب أن تكون مقاييس الضغط قادرة على قياس ضغوط لا تقل عن ١ ميجا باسكال، أو ضعف ضغط المونة الفعلي المستخدم بالنظر إلى

أيهما أكبر. يجب حفظ المونة عند تقليبه قبل الخلط. ويجب وضع المونة في غضون ساعة واحدة من الخلط. يجب أن تكون معدات المونة في حجم يسمح بحشو كل دعامة في عملية واحدة مستمرة.

ويجب حقن المونة من أدنى نقطة في فتحة الحفر، ويجب أن يستمر الحقن حتى يتدفق المونة غير الملوث من أعلى الدعامة. ويمكن ضخ المونة من خلال أنابيب المونة، أو الغلاف، أو المثاقب ذات الساق المجوفة، أو قضبان الحفر. ويجب استخراج الغلاف المؤقت عند استخدامه على مراحل؛ لضمان أنه بعد إزالة كل طول من الغلاف، يُعاد مستوى المونة إلى مستوى الأرض قبل إزالة الطول التالي. ويجب أن يمتد أنبوب التثبيت، أو الغلاف دائمًا أسفل مستوى المونة الموجود في فتحة الحفر. ويجب التحكم في ضغوط المونة، وسحب المونة؛ لمنع التطاير المفرط، أو تكسير الصخور، أو تكوينات التربة. وعند الانتهاء من المونة، من الممكن أن يبقى أنبوب المونة في الحفرة، ولكن يجب ملؤه بالمونة.

يجب السماح للملاط الموجود داخل الأوتار الدقيقة بالوصول إلى قوة التصميم المطلوبة قبل التحميل.

٧-٤-٥ اختبار المونة:

يجب أن يصل المونة ضمن التحقق من (الميكروبيل)، ودعائم اختبار الإثبات إلى الحد الأدنى المطلوب من مقاومة الضغط لمدة ثلاثة (٣) أيام وهو ١٤ ميجا باسكال قبل اختبار الحمل، ويجوز تقديم نتائج الاختبار السابقة لمزيج المونة المقترح الذي جرى الانتهاء منه في غضون عام واحد من بدء العمل؛ للتحقق الأولي من قوة الضغط المطلوبة لتركيب دعائم اختبار التحقق قبل الإنتاج ودعائم الإنتاج الأولية. وأثناء الإنتاج، يجب أن يجرى اختبار ملاط الدعائم الصغيرة من جانب المقاول؛ لمقاومة الانضغاط وفقًا لـ AASHTO T106 / ASTM C109 بتردد لا يقل عن مجموعة واحدة من ثلاث مكعبات رص ٥٠ ملم من كل يوم تشغيل، أو كل ١٠ دعائم أيهما يحدث بشكل متكرر. تكون مقاومة الانضغاط هي متوسط المكعبات الثلاثة المختبرة.

يجب تحديد تناسق المونة، كما جرى قياسه بواسطة كثافة المونة من جانب المقاول وفقًا لـ (ASTM C188 / AASHTO T133) أو المعهد الأمريكي للبترول (RP-13B-1) بتردد اختبار واحد -على الأقل- لكل دعامة، يجب إجراؤه قبل بدء حقن الدعائم مباشرة. ميزان الطين الباروید المستخدم وفقًا لـ (API RP-13B-1) هو جهاز معتمد؛ لتحديد كثافة المونة لملاط الأسمنت الأنيق. يجب تحديد كثافة المونة المقاسة من جانب المهندس.

يجب أخذ عينات المونة مباشرة من مصنع المونة. ويجب تقديم نتائج اختبار مقاومة الانضغاط لمكعب المونة، وكثافة المونة للمهندس خلال ٢٤ ساعة من الاختبار.

٧-٤-٥ سجلات تثبيت الدعائم الصغيرة:

يجب على المقاول أن يعد، ويقدم للمهندس سجلات تركيب كاملة لكل دعائم مركبة. ويجب تقديم السجلات خلال وردية عمل واحدة بعد الانتهاء من تركيب الدعامة. ويجب تسجيل البيانات في سجل تركيب الدعامة الصغيرة. يجب توفير سجل منفصل لكل ملف صغير. بالإضافة إلى خبرة المقاول المتخصص في الدعمة الصغيرة، وترتبط جودة عناصر الإنشاء الفردية ارتباطًا مباشرًا بالجودة الشاملة للمنتج النهائي. كما هو الحال مع أنظمة الخوازيق المحفورة الأخرى، لا يمكن إثبات القدرة الفعلية على حمل الحمل للدعامة الصغيرة بشكل نهائي إلا عن طريق اختبارات حمولة الدعائم. ويعد التفتيش من جانب المقاول والمهندس ضروريًا؛ للتأكد من أن شكل الدعامة الصغيرة فردي مبني بشكل جيد؛ ولتبرير اختبار الحمل فقط عدد صغير على سبيل المثال ٥٪من العدد الإجمالي لدعائم الإنتاج المركبة.

٧-٤-٦ اختبارات تحميل الدعائم:

يجب إجراء اختبارات التحقق، والإثبات للدعائم في المواقع المحددة هنا، أو المعينة من جانب المهندس. يُجرى اختبار حمل الانضغاط وفقًا لـ (ASTM D1143)، واختبار حمل الشد وفقًا لـ (ASTM D3689)، واختبار الحمل الجانبي وفقًا لـ (ASTM D3966)، باستثناء ما هو معدل هنا.

يحتاج المحدد / مهندس التصميم إلى تحديد عدد اختبارات التحقق، والإثبات المطلوبة، والكتابة في هذا الجزء من المواصفات. يمكن أن يختلف العدد الإجمالي لاختبارات الحمل، وأحمال الاختبار القصوى التي من المقرر تحديدها على أساس كل مشروع على حدة. وهي تعتمد على نوع الأرض، والتنوع، وسعة الخوازيق المطلوبة، ونوع تحميل الخوازيق (أي ثابت، أو زلزالي)، والعدد الإجمالي للدعائم، ومدى أهمية الهيكل، والوصول إلى الموقع المتاح، ومساحة العمل. ترد المعايير الإرشادية لتقدير العدد الإجمالي للدعائم التحقق، واختبار الإثبات في الباب (٧) من (FHWA NHI -05-039). وإذا كانت متطلبات سعة الدعائم أكبر في الضغط، فيجب اختبار الحمل في الضغط. أما إذا كانت متطلبات سعة الخوازيق متساوية لكل من الضغط، والتوتر، أو أكبر في التوتر، فمن المستحسن إجراء اختبار الشد وحده؛ لتقليل التكاليف.

يجب أن يشير المحدد هنا إلى أنواع اختبارات الحمل المطلوبة للمشروع.

٧-٤-٦-١ التحقق من اختبارات التحميل:

يجب إجراء اختبار حمل الدعائم ما قبل الإنتاج؛ للتحقق من تصميم نظام الدعائم، وطرق الإنشاء المقترحة قبل تثبيت أي دعائم إنتاج. يجب إجراء التحقق من اختبارات الحمل؛ للتحقق من أن الأعمدة الدقيقة التي ركّبها المقاول يجب أن تفي بقدرات الضغط، والضغط المطلوبة ومعايير قبول اختبار الحمل؛ وللتحقق من أن طول منطقة رابطة الدعائم الصغيرة مناسب. يجب أن تتحقق نتائج اختبار حمل التحقق من الدعامة الصغيرة من تصميم المقاول، وطرق التركيب، وأن يراجعها، ويقبلها المهندس قبل البدء في تركيب أعمدة الإنتاج الدقيقة.

ويجب أن تكون طريقة الحفر، وحقن المونة وطول الغلاف، والقطر الخارجي، وأطوال قضبان التسليح، وعمق التضمين لدعامة (لدعائم) اختبار التحقق مماثلة لتلك المحددة لدعائم الإنتاج في المواقع المحددة. يجب أن تكون أجزاء الفولاذ الهيكلي الصغيرة لاختبار التحقق بحجمها بحيث تقاوم بأمان أقصى حمل للاختبار. وفي حالة توفير مساحة حديدية إضافية في اختبار التحقق، فسيكون الانحراف المقاس أقل من دعائم الإنتاج.

يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لأحمال اختبار التحقق، والإثبات المطبقة على الدعائم الصغيرة ٨٠٪من السعة الهيكلية للعناصر الهيكلية للدعائم الصغيرة؛ لتشمل ناتج الصلب في الشد، أو إنتاج الصلب، أو الانحناء في الانضغاط، أو سحق المونة في الانضغاط. يجب توفير أي زيادة مطلوبة في قوة عناصر دعامة اختبار التحقق فوق القوة المطلوبة لدعائم الإنتاج في سعر العطاء المقدم من المقاول.

يجب وضع الرافعة في بداية الاختبار؛ بحيث لا يلزم تفريغها، وإعادة وضعها أثناء الاختبار. وعندما يُنفذ اختبار حمل الضغط، والضغط على نفس الدعائم، يجب اختبار الدعامة تحت أحمال ضغط قبل الاختبار تحت أحمال التوتر.

٧-٤-٦-٢ معدات الاختبار، وتسجيل البيانات:

يجب أن تشتمل معدات الاختبار على مقاييس الاتصال، ودعم مقياس الطلب، ومقياس الضغط، وخلية الحمل الإلكترونية، وإطار التفاعل. وتكون خلية التحميل مطلوبة فقط لجزء اختبار الزحف من اختبار التحقق. كما يجب على المقاول تقديم وصف لإعداد الاختبار والرافعة، ومقياس الضغط، ومنحنيات معايرة خلية الحمل؛ وفقًا لجزء التقديمات.

يجب تصميم إطار تفاعل الاختبار ليكون صلبًا بدرجة كافية، وذات أبعاد مناسبة؛ بحيث لا يحدث تشوه مفرط لمعدات الاختبار. يجب محاذاة المرفاع، وألواح التحميل، وإجهاد التثبيت؛ بحيث لا يلزم تفريغ المعدات، وتغيير موضعها أثناء الاختبار.

ويجب تطبيق وقياس حمل الاختبار؛ باستخدام الرافعة الهيدروليكية، ومقياس الضغط. يجب أن يتدرج مقياس الضغط بزيادات قدرها ٥٠٠ كيلو باسكال، أو أقل. يجب أن يكون للرافعة، ومقياس الضغط نطاق ضغط لا يتجاوز ضعف أقصى ضغط اختبار متوقع. يجب أن يكون انتقال جاك رام (Jack ram) كافيًا؛ للسماح بإجراء الاختبار دون إعادة ضبط الجهاز. يجب مراقبة حمل اختبار الزحف أثناء اختبارات التحقق؛ باستخدام كل من مقياس الضغط، وخلية الحمل الإلكترونية. ويجب استخدام خلية الحمل؛ للمحافظة بدقة على حمل ثابت أثناء زيادة حمل اختبار الزحف؛ لاختبار التحقق.

كما يجب قياس حركة قمة الدعامة بمقياس قرص قادر على القياس حتى ٠,٠٢٥ ملم. ويجب أن يكون لمقياس الاتصال مسافة كافية للسماح بإجراء الاختبار، دون الحاجة إلى إعادة ضبط المقياس. ويجب محاذاة المقياس بصريًا؛ ليكون متوازيًا مع محور الدعائم الصغيرة، ودعم المقياس بشكل مستقل عن الرافعة، أو الدعامة أو إطار التفاعل. ويلزم استخدم ما لا يقل عن مقياسين للطلب عندما يتطلب إعداد الاختبار رد فعل على الأرض، أو دعائم رد فعل فردية على كل جانب من دعامة الاختبار. ويوصى باستخدام مقياسين للقرص لإعداد الاختبار هذا؛ لتحديد ما إذا كان هناك أرفف تحدث، ولتوفير قياس متوسط لحركة رأس الدعامة الصغيرة أكثر دقة.

يجب أن يسجل المهندس بيانات اختبار الحمل المطلوبة.

٧-٤-٦-٣ جدول تحميل اختبار التحقق:

يبلغ اختبار دعائم التحقق المخصصة لاختبار الضغط أو حمل التوتر لأقصى حمل اختبار ٢,٠ مرة حمل تصميم الميكروبيل الموضح في الخطط، أو رسومات العمل.

يجب قياس حركة قمة الدعامة عند كل زيادة في الحمل. يجب أن تبدأ فترة حمل الحمل بمجرد تطبيق كل زيادة في حمل الاختبار. يجب مراقبة دعامة اختبار التحقق؛ للتسلل عند ١,٣٠ حمل التصميم (DL). ويجب قياس، وتسجيل حركة الدعامة أثناء اختبار الزحف عند ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٥٠ و ٦٠ دقيقة. يجب ألا يتجاوز حمل المواءمة ٥٪من حمل التصميم. يجب إعادة ضبط مقاييس الاتصال إلى الصفر بعد تطبيق حمل المواءمة الأولي.

معايير القبول لاختبارات تحميل التحقق من الدعامة الصغيرة هي:

- يجب أن تحافظ الدعامة على أول ضغط أو شد ١,٠ حمل التصميم اختبار بحركة رأسية إجمالية لا تزيد عن ملم في أعلى الدعامة، بالنسبة لموضع الجزء العلوي من الدعامة قبل الاختبار. يجب على المصمم الإنشائي أن يحدد الحد الأقصى المسموح به من الإزاحة المحورية الهيكلية لأعلى الدعامة الكلية عند حمل اختبار ١,٠ من حمل التصميم؛ بناءً على متطلبات التصميم الإنشائي. ويجب أن يأخذ الإزاحة المسموح بها -أيضًا- في الحسبان تسوية مجموعة الخوازيق طويلة المدى عند تحميل التصميم. وكذلك إذا كان لابد من تكبير حجم الدعامة اختبار التحقق هيكليًا؛ لاستيعاب الحد الأقصى من حمل اختبار التحقق المطلوب فلن يُطبق هذا الشرط. فقط دعائم الإنتاج التي اختبرت ستخضع لهذا المعيار.

- في نهاية زيادة حمل اختبار الزحف ١,٣٠ حمل التصميم، يجب أن يكون لدعائم الاختبار معدل زحف لا يتجاوز ١ ملم / وقت دورة السجل (من ١ إلى ١٠ دقائق) أو ٢ ملم / وقت دورة السجل (من ٦ إلى ٦٠ دقيقة أو آخر دورة تسجيل إذا استمر لفترة أطول). يجب أن يكون معدل الزحف خطيًا، أو متناقصًا طوال فترة حمل الحمل الزاحف.
- لا يحدث الفشل عند تحميل الاختبار الأقصى ٢,٠ من حمل التصميم. ويُعرَّف الفشل على أنه حمل حيث يتجاوز منحدر الحمل مقابل منحنى تسوية الرأس أولاً ٠,١٥ ملم / كيلو نيوتن.

سيقدم المهندس للمقاول تأكيدًا كتابيًا لتصميم، وبناء الحبيبات الصغيرة في غضون ٣ أيام عمل من الانتهاء من اختبارات تحميل التحقق. سيؤكد هذا التأكيد المكتوب إما السعات، وأطوال الروابط المحددة في رسومات العمل للأعمدة الدقيقة، أو يرفض الدعائم بناءً على نتائج اختبار التحقق.

٧-٤-٦-٤ اختبار التحقق من رفض الدعامة:

إذا فشلت الدعامة الصغيرة التي اختُبرت في تلبية معايير القبول، فيجب على المقاول تعديل التصميم، أو إجراء البناء، أو كليهما. وقد تشمل هذه التعديلات تعديل طرق التثبيت، أو زيادة طول الرابطة، أو تغيير نوع الدعامة الصغيرة. وأي تعديل يستلزم تغييرات في الهيكل يجب أن يتطلب مراجعة، وقبولاً مسبقًا من المهندس. ويجب أن تكون أي تعديلات على إجراءات التصميم، أو البناء، أو تكلفة الدعائم، وكذلك اختبار التحقق الإضافية، واختبار الحمل على نفقة المقاول. وعند الانتهاء من اختبار التحقق، يجب إزالة دعائم الاختبار وصولاً إلى الارتفاع المحدد من قبل المهندس.

٧-٤-٦-٥ اختبارات حمل الإثبات:

يجب إجراء اختبارات حمل الإثبات على المجموعة الأولى من دعائم الإنتاج المثبتة في كل وحدة من وحدات البنية التحتية المعينة قبل تركيب دعائم الإنتاج المتبقية في تلك الوحدة. وتكون المجموعة الأولى من دائم الإنتاج هي العدد المطلوب؛ لتوفير قدرة التفاعل المطلوبة للدعامة التي اختُبرت.

٧-٤-٦-٦ جدول تحميل اختبار إثبات:

تبلغ دعائم الاختبار المخصصة لاختبار الحمل المضاد للضغط، أو الشد لأقصى حمل اختبار ١,٦٠ ضعف حمل تصميم الدعائم الصغيرة الموضح في الخطط، أو رسومات العمل.

اعتمادًا على الأداء، يجب إجراء اختبار الزحف لمدة ١٠ دقائق، أو ٦٠ دقيقة عند حمل اختبار التصميم ١,٣٠ عندما تتجاوز حركة قمة الداعمة بين ١ و١٠ دقائق ١ ملم، ويجب الحفاظ على حمل الاختبار الأقصى لمدة ٥٠ دقيقة إضافية. كما يجب تسجيل الحركات في ١ و ٢ و ٣ و ٥ و ٦ و ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٥٠ و ٦٠ دقيقة. ويجب ألا يتجاوز حمل المواءمة ٥٪من حمل التصميم. يجب إعادة ضبط مقاييس الاتصال إلى الصفر بعد تطبيق حمل المواءمة.

معايير القبول لاختبارات الحمل الميكروبيلي هي:

- يجب أن تحافظ الدعامة على الضغط، أو الشد ١,٠ لحمل تصميم اختبار الحمل مع ما لا يزيد عن حركة رأسية كلية محددة في الجزء العلوي من الدعامة، بالنسبة لموضع الجزء العلوي من الدعامة قبل الاختبار. يقوم المصمم الإنشائي بتحديد الحد الأقصى المسموح به من إجمالي الإزاحة المحورية الهيكلية لأعلى الكومة عند اختبار الحمل الساكن ١,٠ بناءً على متطلبات التصميم الإنشائي. يجب أن يأخذ الإزاحة المسموح بها -أيضًا- في الحسبان تسوية مجموعة الخوازيق طويلة المدى عند حمل التصميم
- في نهاية زيادة حمل اختبار الزحف ١,٣٠ لحمل التصميم، يجب أن يكون لدعائم الاختبار معدل زحف لا يتجاوز ١ ملم / وقت دورة السجل (من ١ إلى ١٠ دقائق) أو ٢ ملم / زمن دورة السجل (٦ إلى ٦٠ دقيقة). كما يجب أن يكون معدل الزحف خطيًا، أو متناقصًا طوال فترة حمل الحمل الزاحف.
- لا يحدث الفشل عند تحميل الاختبار الأقصى ١,٦٠ من حمل التصميم. يُعرَّف الفشل على أنه حمل حيث يتجاوز منحدر الحمل مقابل منحنى تسوية الرأس أولاً ٠,١٥ ملم / كيلو نيوتن.

٧-٤-٦-٧ اختبار إثبات رفض الدعامة:

إذا فشلت الدعامة الصغيرة التي افي تلبية معايير القبول، يجب على المقاول إثبات اختبار دعامة صغيرة آخر ضمن تلك القاعدة على الفور. بالنسبة للدعائم الفاشلة والإنشاء الإضافي للدعائم الأخرى، يجب على المقاول تعديل التصميم أو إجراء الإنشاء أو كليهما. قد تشمل هذه التعديلات تركيب أعمدة دقيقة بديلة، ودمج دعائم لا تزيد عن ٥٠٪من الحد الأقصى للحمل الذي جرى تحقيقه أو ما بعد الحشو أو تعديل طرق التركيب أو زيادة طول الرابطة أو تغيير نوع الدعامة الصغيرة. أي تعديل يستلزم تغييرات في تصميم الهيكل يجب أن يتطلب مراجعة وقبولاً مسبقة من المهندس. أي تعديلات على إجراءات التصميم أو الإنشاء أو تكلفة دعائم اختبار التحقق الإضافية والتحقق و / أو اختبار الحمل الإثبات أو استبدال قطع الإنتاج الصغيرة، يجب أن تكون على نفقة المقاول.

٧-٥ قبول الأعمال:

٧-٥-١ ضبط الجودة:

٧-٥-١-١ التحقق من اختبارات التحميل:

يجب إجراء اختبار حمل الدعائم ما قبل الإنتاج؛ للتحقق من تصميم نظام الدعائم، وطرق الإنشاء المقترحة قبل تثبيت أي دعائم إنتاج.

كما يجب إجراء التحقق من اختبارات الحمل؛ للتحقق من أن الأعمدة الدقيقة التي قام المقاول بتركيبها ستفي بقدرات الضغط والضغط المطلوبة، ومعايير قبول اختبار الحمل؛ وللتحقق من أن طول منطقة رابطة الدعائم الصغيرة مناسب. يجب أن تتحقق نتائج اختبار حمل التحقق من الدعامة الصغيرة من تصميم المقاول، وطرق التركيب، وأن يراجعها ويقبلها المهندس قبل البدء في تركيب أعمدة الإنتاج الدقيقة.

٧-٥-١-٢ جدول تحميل اختبار التحقق:

اختبار دعائم التحقق المخصصة لاختبار الضغط، أو حمل التوتر لأقصى حمل اختبار يبلغ ٢,٠ مرة حمل تصميم الميكروبيل الموضح في الخطط أو رسومات العمل.

يجب قياس حركة قمة الدعامة عند كل زيادة في الحمل. كما يجب أن تبدأ فترة حمل الحمل بمجرد تطبيق كل زيادة في حمل الاختبار. يجب مراقبة دعامة اختبار التحقق للتسلل عند ١,٣٠ حمل التصميم (DL). يجب قياس، وتسجيل حركة الدعامة أثناء اختبار الزحف عند ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ١٠ و ٢٠ و ٣٠ و ٥٠ و ٦٠ دقيقة. ويجب ألا يتجاوز حمل المواءمة ٥٪من حمل التصميم. يجب إعادة ضبط مقاييس الاتصال إلى الصفر، بعد تطبيق حمل المواءمة.

معايير القبول لاختبارات تحميل التحقق من الدعامة الصغيرة هي:

- يجب أن تحافظ الدعامة على أول ضغط أو شد ١,٠ حمل التصميم اختبار بحركة رأسية إجمالية لا تزيد عن ملم في أعلى الدعامة، بالنسبة لموضع الجزء العلوي من الدعامة قبل الاختبار. يجب على المصمم الإنشائي أن يحدد الحد الأقصى المسموح به من الإزاحة المحورية الهيكلية لأعلى الدعامة الكلية عند حمل اختبار ١,٠ من حمل التصميم بناءً على متطلبات التصميم الإنشائي. يجب أن يأخذ الإزاحة المسموح بها -أيضًا- في الحسبان تسوية مجموعة الخوازيق طويلة المدى عند تحميل التصميم. وكذلك إذا كان لابد من تكبير حجم الدعامة يُجرى اختبار التحقق هيكليًا. ولاستيعاب الحد الأقصى من حمل اختبار التحقق المطلوب فلن يُطبق هذا الشرط. بل ستكون دعائم الإنتاج التي اختبرت هي التي ستخضع لهذا المعيار فحسب.
- في نهاية زيادة حمل اختبار الزحف ١,٣٠ حمل التصميم، يجب أن يكون لدعائم الاختبار معدل زحف لا يتجاوز ١ ملم / وقت دورة السجل (من ١ إلى ١٠ دقائق) أو ٢ ملم / وقت دورة السجل (من ٦ إلى ٦٠ دقيقة أو آخر دورة تسجيل إذا استمر لفترة أطول). يجب أن يكون معدل الزحف خطيًا، أو متناقصًا طوال فترة حمل الحمل الزاحف.
- لا يحدث الفشل عند تحميل الاختبار الأقصى ٢,٠ من حمل التصميم. يُعرَّف الفشل على أنه حمل حيث يتجاوز منحدر الحمل مقابل منحنى تسوية الرأس أولاً ٠,١٥ ملم / كيلو نيوتن.

سيقدم المهندس للمقاول تأكيدًا كتابيًا لتصميم، وبناء الحبيبات الصغيرة في غضون ٣ أيام عمل من الانتهاء من اختبارات تحميل التحقق. سيؤكد ذلك المكتوب السعات، وأطوال الروابط المحددة في رسومات العمل للأعمدة الدقيقة، أو يرفض الدعائم بناءً على نتائج اختبار التحقق.

٧-٥-١-٣ اختبار التحقق من رفض الدعامة:

إذا فشلت الدعامة الصغيرة التي اختُبرت في تلبية معايير القبول، ويجب على المقاول تعديل التصميم، أو إجراء البناء، أو كليهما. قد تشمل هذه التعديلات تعديل طرق التثبيت، أو زيادة طول الرابطة، أو تغيير نوع الدعامة الصغيرة. وأي تعديل يستلزم تغييرات في الهيكل يجب أن يتطلب مراجعة، وقبولاً مسبقًا من المهندس. ويجب أن تكون أي تعديلات على إجراءات التصميم، أو البناء، أو تكلفة الدعائم، واختبار التحقق الإضافية، واختبار الحمل على نفقة المقاول. عند الانتهاء من اختبار التحقق، يجب إزالة دعائم الاختبار وصولاً إلى الارتفاع المحدد من قبل المهندس.

٧-٥-١-٤ اختبار إثبات رفض الدعامة:

إذا فشلت الدعامة الصغيرة التي اختُبرت في تلبية معايير القبول، ويجب على المقاول إثبات اختبار دعامة صغيرة آخر ضمن تلك القاعدة مباشرة . بالنسبة للدعائم الفاشلة والإنشاء الإضافي للدعائم الأخرى، ويجب على المقاول تعديل التصميم ،أو إجراء البناء، أو كليهما. وقد تشمل هذه التعديلات تركيب أعمدة دقيقة بديلة، ودمج دعائم لا تزيد عن ٥٠٪من الحد الأقصى للحمل الذي جرى تحقيقه،

أو ما بعد الحشو، أو تعديل طرق التركيب، أو زيادة طول الرابطة، أو تغيير نوع الدعامة الصغيرة. علمًا بأن أي تعديل يستلزم تغييرات في تصميم الهيكل يجب أن يتطلب مراجعة، وقبولاً مسبقًا من المهندس. وأي تعديلات على إجراءات التصميم، أو البناء، أو تكلفة دعائم اختبار التحقق الإضافية والتحقق / أو اختبار الحمل الإثبات، أو استبدال قطع الإنتاج الصغيرة يجب أن تكون على نفقة المقاول.

٧-٥-٢ ضمان الجودة:

يحق للهيئة، في أي وقت، ضمان جودة المواد، والأعمال الإنشائية، من خلال تنفيذ، أو تكليف الآخرين بتنفيذ الاختبارات على الدعائم والقياسات لأعمال الخوازيق الدقيقة تحت إشرافها.

٧-٦ القياس، والدفع:

٧-٦-١ طرق القياس:

يجب القياس على النحو التالي للكمية، كما هو محدد أو موجه من جانب المهندس:

- ستقاس التعبئة تبعًا للمبلغ الإجمالي.
- من المقرر قياس الدعائم الصغيرة لكل منها، وتثبيتها، وقبولها.
- من المقرر قياس اختبار حمل التحقق من الدعامة الصغيرة لكل منها.
- من المقرر قياس اختبار الحمل المقاوم للدعامة الصغيرة لكل منهما.

ستكون كميات الدفع النهائية هي كمية التصميم التي تزيد، أو تنقص عن طريق أي تغييرات يأذن بها المهندس.

٧-٦-٢ الدفع:

من المقرر دفع الكميات المقبولة للدفع وفقًا لأسعار وحدة العقد للبنود المختلفة كما هو موضح في الجدول (٧-٢).

الجدول (٧–٢) بنود دفع الدعامات الصغيرة.

بند الدفع	الوحدة
التوريد، والإخلاء	الإجمالي
اختبار التحقق من الحمل للأكوام الصغيرة	بالقطعة
اختبار اثبات الحمل للأكوام الصغيرة	بالقطعة
الأكوام الصغيرة	قطعة (١)
التغييرات في الطول إلى أعلى الصخور للدعائم الصغيرة	تردد منخفض (٢)
عائق غير متوقع خلال الحفر	ساعة (٣)

ملاحظات:

١. بالنسبة للخيار الذي يصمم فيه المقاول الأساس وعدد الدعامات، يجب تقديم عطاءات لنظام الأساس كمبلغ مقطوع، وجدول القيم المحددة للمدفوعات المرحلية بعد الترسية.

٢. حيث يُجرى تأسيس الدعائم في الصخور، من المقرر دفع الدعائم الصغيرة على أساس كل على حدة على افتراض الصخور في الارتفاع. ومن المقرر دفع طول إضافي أو طول أقصر بسبب التغييرات في الجزء العلوي من الصخور على أساس إضافة أو خصم القدم الخطية حيث اللقطات الخطية = الارتفاع مطروحًا منه ارتفاع الصخور المبنية.

٣. في حالة عدم تعريف "العوائق" في المواصفات القياسية، فيجب إضافة تعريف.

ستكون أسعار وحدة العقد للبنود المذكورة أعلاه كاملة، ومدفوعة بالكامل؛ لتوفير جميع التصميم، والمواد، والعمالة، والمعدات، والنفقات الطارئة؛ لإكمال العمل.

عندما تُجرى دعامات اختبار التحقق على أنها تقريبية، يجب أن يتضمن عنصر اختبار حمل التحقق من تكلفة الدعائم الصغيرة التقريبية.

يجب أن يشمل مبلغ عقد الوحدة للأنابيب الدقيقة الحفر، والتأثيث ووضع حديد التسليح، والغطاء، والحقن، ومرفقات أعلى الدعامة. يتحمل مقاول الدعائم الصغيرة المسؤولية كذلك عن تقدير أخذ المونة. لن تكون هناك مدفوعات إضافية لتجاوزات المونة.

٨- المراسي الأرضية:

٨-١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من تصميم، وتأثيث، وتركيب، واختبار، وتأكيد المراسي الأرضية الدائمة المحشوة بالأسمنت؛ وفقًا لوثائق العقد وهذا المجلد.

تشمل التطبيقات النموذجية للمثبتات الأرضية للأنظمة الهيكلية ما يلي:

- الاحتفاظ بدعم ظهور هيكل التعادل.
- تثبيت السد.
- مقاومة قوى الرفع.
- أسس الشد.
- تثبيت المنحدر.
- تسمير التربة (المراسي من نوع الشريط).
- الهياكل الإنشائية المقامة تحت الأرض.

٨-٢ متطلبات التقديم، والتصميم:

٨-٢-١ مؤهلات المقاول:

يكون المقاول، أو المقاول من الباطن الذي يقوم بهذا العمل يجب أن يقوم بتركيب مثبتات أرضية دائمة لمدة لا تقل عن ثلاث سنوات. قبل بدء البناء، يجب على المقاول تقديم قائمة تحتوي على خمسة مشاريع -على الأقل- قام المقاول بتركيب مثبتات أرضية دائمة عليها. يجب تضمين وصف موجز لكل مشروع، ومرجع لكل مشروع مدرج كحد أدنى، كما يجب أن يتضمن المرجع اسم الفرد ورقم الهاتف الحالي.

يجب على المقاول تعيين مهندس؛ للإشراف على العمل مع خبرة لا تقل عن ثلاث سنوات في تصميم، وبناء الهياكل الإنشائية الراسية بشكل دائم. يجب على المقاول عدم استخدام الاستشاريين، أو ممثلي الشركة المصنعة؛ من أجل تلبية متطلبات هذا الجزء. يجب أن يتمتع مشغلو الحفر، والمشرفون في الموقع بخبرة لا تقل عن سنة واحدة في تركيب المراسي الأرضية الدائمة.

يجب على المقاول أن يسمح للمهندس بمراجعة المؤهلات، والموظفين لمدة تصل إلى خمسة عشر يومًا كما هو مذكور أعلاه. يجب عدم بدء العمل في أي نظام حائط مثبت، ولا يجوز طلب المواد حتى الموافقة على مؤهلات المقاول.

٨-٢-٢ رسومات العمل:

قبل أربعة أسابيع -على الأقل- من بدء العمل، يجب على المقاول أن يقدم إلى المهندس للمراجعة، والموافقة رسومات العمل الكاملة وحسابات التصميم، التي تصف نظام المراسي الأرضية، أو الأنظمة المخصصة للاستخدام. يجب أن تتضمن الوثيقة المقدمة ما يلي:

جدول المرساة الأرضية الذي يعطي:

- رقم المرساة الأرضية.
- تحميل تصميم مرساة الأرض.
- نوع وحجم الشد.
- الحد الأدنى لطول المرساة الكلي.
- الحد الأدنى لطول السندات.
- الحد الأدنى لطول رابطة الأوتار.
- الحد الأدنى للطول غير المنفصل.

رسم لوتر المرساة الأرضية ونظام الحماية من التآكل، بما في ذلك تفاصيل ما يلي:

- فواصل تفصل بين عناصر الشد، وموقعها.
- المركّزات، وموقعها.
- الطول غير المثبت لنظام الحماية من التآكل.
- طول السندات نظام الحماية من التآكل.
- مرسى، ووصلة بوقية.
- نظام الحماية من التآكل في المرسى.

- حُفرت حسب حجم الفتحة المُشكّلة.
- مستوى كل مرحلة من مراحل المونة.

أي مراجعات لهيكل التفاصيل اللازمة؛ لاستيعاب نظام التثبيت الأرضي المخصص للاستخدام.

تصميم مزيج المونة، وإجراءات وضع المونة.

يجب على المهندس مراجعة، واعتماد، أو إظهار الأسباب الأساسية لرفض رسومات العمل الخاصة بالمقاول في غضون أربعة أسابيع من استلام التقديم الكامل. يجب ألا يبدأ أي عمل على المراسي الأرضية؛ حتى الموافقة على رسومات العمل كتابةً من قبل المهندس. وهذه الموافقة يجب ألا تُعفِي المقاولَ من أي مسؤولية بموجب العقد؛ لإتمام العمل بنجاح.

٨-٣ المواد:

٨-٣-١ الصلب للخرسانة سابقة الإجهاد:

يجب أن تتكون أوتار المراسي المحقونة من عناصر مفردة، أو متعددة من الفولاذ مسبق الإجهاد، وأجهزة التثبيت، وإذا لزم الأمر، قارنات تتوافق مع المتطلبات الموضحة في الباب (١٣) في هذا المجلد. المواد التالية مقبولة للاستخدام كأوتار مرساة الأرض:

- (ASTM A416/A416 M) (AASHTO M203M/M203) غير مصقول، حبلا ٧ أسلاك).
- (ASTM A886/A886M) (المسافة البادئة، ٧ – حبل سلكي).
- (ASTM A882/A882M) (الايبوكسي المغلفة، ٧ – حبل سلكي).
- معايير الهيئة السعودية للمواصفات، والمقاييس، والجودة.

٨-٣-٢ المونة:

يجب أن يكون الأسمنت من النوع الأول، أو الثاني، أو الثالث، من أسمنت بورتلاند المطابق لـ (AASHTO M85 (ASTM C150). يجب أن يكون الأسمنت المستخدم في المونة حديث الصنع، ويجب ألا يحتوي على أي كتل، أو مؤشرات أخرى على الترطيب أو (مجموعة العبوات).

يجب أن تتوافق الركام، مع متطلبات الركام الناعم الموضحة في الباب (١١).

يجب استخدام الخلائط في المونة؛ بشرط موافقة المهندس. كما يجب إضافة المضافات الموسعة فقط إلى المونة المستخدم؛ لملء التغليفات المغلقة، وأغطية التثبيت. يجب عدم استخدام إضافات المسرعات.

يجب أن تكون مياه خلط المونة صالحة للشرب، ونظيفة، وخالية من أي كميات من المواد المعروفة بأنها ضارة بأسمنت بورتلاند، أو الفولاذ مسبق الإجهاد.

٨-٣-٣ العناصر المعدنية:

يجب تصنيع ألواح التحميل من الفولاذ المطابق لـ ((AASHTOM 270 (ASTM A709) الدرجة ٢٥٠ كحد أدنى، أو أن تكون صب حديد الدكتايل مطابق لـ (ASTM A536).

يجب تصنيع الأبواق المستخدمة؛ لتوفير الانتقال من المرسى إلى الحماية من التآكل بطول غير مرتبط من أنبوب فولاذي، أو أنبوب مطابق لمتطلبات (ASTM A53) للأنابيب أو (ASTM A500) للأنابيب. يجب أن يكون الحد الأدنى لسمك الجدار ٥ ملم.

يجب تصنيع أغطية التثبيت المستخدمة؛ لإحاطة المراسي المكشوفة من الفولاذ، أو الأنابيب المعدنية، أو الأنابيب المعدنية، أو الحديد الزهر المطيل المطابق لمتطلبات ((AASHTO M270 (ASTM A709) الدرجة ٣٦ للصلب، (ASTM A53) للأنابيب، (ASTM A500) للأنابيب، و (ASTM A536) للحديد الزهر المطيل. يجب أن يكون الحد الأدنى للسمك ٣ ملم.

٨-٣-٤ عناصر الحماية من التآكل:

يجب أن تتوافق الشحوم المثبطة للتآكل مع متطلبات مواصفات الأوتار المفردة غير المرتبطة، أو ما يعادلها.

يجب أن يتكون غمد الطول غير المرتبط للوتر من أحد ما يلي:

- أنبوب البولي إيثيلين غير الملحوم بسماكة جدار لا تقل عن ١,٥ ملم ± ٠,٢٥ ملم. يجب تصنيف البولي إيثيلين بواسطة (ASTM D3350).

- أنبوب بولي بروبلين غير ملحوم بسماكة جدار لا تقل عن ١,٥ ملم ± ٠,٢٥ ملم. يجب تصنيف البولي بروبلين من جانب (ASTM D4101).
- أنبوب قابل للانكماش بالحرارة يتكون من أنبوب بولي أوليفين مرتبط بالإشعاع مغلف داخليًا بمادة لاصقة مانعة للتسرب. يجب أن يكون الحد الأدنى لسمك جدار الأنبوب قبل الانكماش ٠,٦ ملم. ويجب أن يكون الحد الأدنى لسمك مانع التسرب اللاصق ٠,٥ ملم.
- أنبوب كلوريد البولي فينيل المموج بسماكة جدار لا تقل عن ٠,٨ ملم.

يجب أن يتكون التغليف لطول رابطة الأوتار منأحد المواد التالية::

- أنبوب البولي إيثيلين المموج عالي الكثافة بسماكة جدار لا تقل عن ٠,٨ ملم ومتوافق مع متطلبات (AASHTO M252).
- أنبوب، أو أنبوب فولاذي مشوه بسماكة جدار لا تقل عن ٠,٦٥ ملم.
- أنبوب كلوريد البولي فينيل المموج بسماكة جدار لا تقل عن ٠,٨ ملم.
- يجب أن يكون الايبوكسي المرتبط بالاندماج المطابق لمتطلبات (ASTM) (AASHTO M317M/M317) (D3963/D3963M) أن يكون سمك الغشاء ٠,٤ ملم.

٨-٣-٥ عناصر متنوعة:

يجب أن يتكون قاطع الربط للوتر من أنبوب، أو أنبوب بلاستيكي أملس مقاوم للشيخوخة؛ بواسطة الأشعة فوق البنفسجية، وأن يكون قادرًا على تحمل التآكل، والتأثير، والانحناء أثناء المناولة والتركيب.

يجب أن تسمح الفواصل لفصل عنصر من وتر متعدد العناصر بالتدفق الحر للملاط. ويجب تصنيعها من البلاستيك، أو الفولاذ، أو المواد التي لا تضر بالفولاذ مسبق الإجهاد. ويجب عدم استخدام الخشب.

يجب تصنيع أجهزة التمركز من البلاستيك، أو الفولاذ، أو المواد، التي لا تضر بالفولاذ مسبق الإجهاد، أو أي عنصر من عناصر الحماية من تآكل الأوتار. ويجب عدم استخدام الخشب. يجب أن يكون الجهاز المركزي قادرًا على الحفاظ على موضع الوتر بحيث يتم الحصول على ما لا يقل عن ١٢ ملم من غطاء المونة على الأوتار، أو فوق التغليف.

٨-٤ متطلبات الإنشاء:

٨-٤-١ تصنيع الأوتار:

٨-٤-١-١ عام:

يمكن أن تكون الأوتار إما متجرًا، أو حقل ملفقة. يجب تصنيع الوتر كما هو موضح في مستندات العقد المعتمدة.

يجب على المقاول اختيار نوع الوتر المراد استخدامه؛ بحيث يجب أن يخضع حجم الوتر للضوابط التالية: :

- لا يتجاوز حمل التصميم ٦٠٪من الحد الأدنى لمقاومة الشد القصوى المضمونة للوتر.
- لا يتجاوز حمل الاختبار الأقصى ٨٠٪من الحد الأدنى لمقاومة الشد القصوى المضمونة للوتر.

٨-٤-١-٢ طول سندات الوتر:

يجب على المقاول تحديد طول السند اللازم؛ لتطوير حمل التصميم المشار إليه في الرسومات. ويجب أن يكون الحد الأدنى لطول رابطة الأوتار ٣ أمتار في الصخور، و٤,٥ متر في التربة.

يجب أن يكون طول رابطة الوتر مغلفًا ببلاستيك مموج مملوء بالمونة، أو أنبوب فولاذي مشوه، أو بطبقة إيبوكسي مرتبطة بالانصهار. ويجب حقن الوتر داخل التغليف؛ إما قبل إدخال الوتر في ثقب الحفر، أو بعد وضع الوتر في ثقب الحفر. ولن يُسمح بثقوب التثقيب في التغليف، والسماح بتدفق المونة من التغليف إلى ثقب الحفر، أو العكس. يجب أن يكون الوتر مركزيًا داخل التغليف، ويكون حجم الأنبوب لتوفير متوسط ٥ ملم من غطاء المونة للصلب مسبق الإجهاد. بالنسبة لأوتار المراسي الأرضية المحمية بالمونة، يجب استخدام الفواصل، وأجهزة التمركز؛ لتلبية المتطلبات نفسها المحددة في القسم الفرعي (٨-٤-١-٣). ويجب عزل جهاز تثبيت الأوتار المحمية بالإيبوكسي المرتبط بالاندماج كهربائيًا عن الهيكل.

٨-٤-١-٣ الفواصل، وأجهزة التمركز:

يجب وضع الفواصل على طول رابطة الأوتار للأوتار متعددة العناصر؛ بحيث يرتبط الفولاذ مسبق الإجهاد بالمونة. يجب أن تكون موجودة في مراكز بحد أقصى ٣ أمتار مع وجود المركز العلوي بحد أقصى ١,٥ متر من أعلى طول رابطة الأوتار، والجزء السفلي يقع بحد أقصى ١,٥ متر من أسفل طول رابطة الأوتار.

يجب وضع أجهزة التمركز على طول الرابطة. يجب أن تكون موجودة في ٣ م كحد أقصى المراكز مع العلوي واحد يقع بحد أقصى ١,٥ متر من الجزء العلوي من طول السندات والسفلي واحد يقع ٠,٣ متر من الجزء السفلي من طول السندات. لا يلزم وجود أجهزة تمركز على الأوتار المثبتة؛ باستخدام مثقاب مجوف الجذع في حال ضخه من خلال المثقب، والحفاظ على ثقب الحفر ممتلئًا بملاط صلب (٠,٢٣ متر أو أقل) أثناء استخراج المثقب. يجب استخدام فاصل مركزي مركب.

لا يلزم وجود أجهزة مركزية على الأوتار المثبتة باستخدام نظام حقن الضغط في التربة ذات الحبيبات الخشنة باستخدام ضغوط حقن أكبر من ١ ميجا باسكال.

يجب استخدام أجهزة التمركز؛ لضمان ما لا يقل عن ١٣ ملم من غطاء المونة على طول رابطة الأوتار، أو تغليف طول رابطة الأوتار -حسب الضرورة-.

يجب على المقاول استخدام أجهزة التمركز، التي لا تعيق التدفق الحر للملاط فوق ثقب التجويف.

يجب وضع أجهزة التمركز بحيث لا يتجاوز تباعدها من المركز إلى المركز ٣ أمتار.

٨-٤-١-٤ الطول غير المرتبط:

يجب على المقاول توفير حد أدنى غير مرتبط بطول ٤,٥ متر.

- في حالة حشو ثقب الحفر بالكامل في عملية واحدة، يجب على المقاول توفير الحماية من التآكل للطول غير المرتبط بغلاف مملوء بالكامل بشحم، أو ملاط مثبط للتآكل، أو أنبوب قابل للانكماش بالحرارة مغطى داخليًا بمادة لاصقة مرنة.

  في حالة استخدام الشحوم تحت الغلاف، يجب على المقاول:

  - تغطية طول الوتر غير المحدود تمامًا.
  - ملء الفراغات بين العناصر الفردية من وتر متعدد العناصر مع الشحوم.
  - توفير تدابير؛ لمنع الشحوم من التسرب في نهايات الغلاف.

  إذا كان الغلاف مملوءًا بالمونة، فيجب توفير قاطع ربط منفصل على طول الوتر غير المرتبط.

- في حالة توفير حماية من تآكل غمد مملوء بالشحوم، وحشو ثقب الحفر فوق طول الرابطة بعد قفل المرساة الأرضية، يجب على المقاول حشو الوتر داخل غمد ثانٍ.

  عند استخدام مثبتات أرضية قابلة للإصلاح، يجب على المقاول توفير مثبت قابل للإصلاح متوافق مع نظام الشد اللاحق المقدم.

  عند استخدام الأوتار متعددة العناصر، يجب تثبيت الأوتاد بشكل صحيح كما هو موصى به لنظام الشد اللاحق المقدم.

٨-٤-١-٥ ألواح التحميل، والمرساة والبوق:

يجب استخدام المراسي الأقل قابلي لإعادة الإجهاد ما لم يُجرَ تعيين المراسي القابلة للضبط في مستندات العقد، أو المحددة في مستندات العقد.

يجب تحديد حجم ألواح التحميل؛ بحيث لا تتجاوز إجهادات الانحناء في اللوحة، ومتوسط إجهاد المحمل على الخرسانة -إن أمكن- الإجهادات المسموح بها للخرسانة ولا تتجاوز المقاومة الاسمية الموضحة في القسم الفرعي (٥-١٣-٦-٢) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). كما يجب ألا يقل حجم ألواح التحميل عن تلك الموضحة في مستندات العقد، أو في رسومات العمل المعتمدة.

يجب لحام البوق بلوح تحميل، ويجب أن يكون للبوق قطر داخلي لا يقل عن ٦ ملم أكبر من قطر الوتر عند المرسى. يجب أن يكون البوق طويلاً بما يكفي؛ لاستيعاب حركات الهيكل أثناء الاختبار، والإجهاد. وبالنسبة لأوتار الحبال ذات التغليف على الطول غير المرتبط، يجب أن يكون البوق طويلاً بما يكفي؛ لتمكين الأوتار من الانتقال من قطر الوتر في الطول غير المرتبط إلى قطر الوتر عند رأس المرساة دون إتلاف التغليف. يجب أن تحتوي الأبواق المملوءة بشحم مثبط للتآكل على مطاط (Buna – N) دائم، أو ختم متساوٍ معتمد يُجرى توفيره بين البوق، والحماية من التآكل بطول غير مرتبط. ويجب أن يكون للأبواق المملوءة بالمونة ختم مؤقت يُجرى توفيره بين البوق والحماية من التآكل بطول غير مرتبط.

٨-٤-١-٦ تخزين الأوتار، ومناولتها:

يجب تخزين الأوتار، والتعامل معها بطريقة تتجنب التلف، أو التآكل. وسيكون الضرر الذي يلحق بفولاذ الإجهاد المسبق للأوتار نتيجة للسحجات، والجروح، والخدوش، واللحامات وبقع اللحام سببًا لرفض المهندس. وتأريض اللحام يؤدي إلى الصلب الإجهاد المسبق غير مسموح به. وإذا وُجد صدأ فيجب أن يكون طفيفًا ، وألا يكون كافيًا لإحداث حفر مرئية للعين المجردة، فإن ذلك سيكون

سببًا للرفض. قبل إدخال وتر في الحفرة المحفورة، يجب فحص عناصر الحماية من التآكل بحثًا عن التلف. يجب إصلاح أي ضرر يُعثر عليه بطريقة يوافق عليها المهندس.

يجب أن تكون إصلاحات التغليف وفقًا لتوصية مورد الأوتار.

٨-٥ التركيب:

يجب على المقاول اختيار طريقة الحفر، وإجراءات المونة، وضغط المونة؛ لاستخدامها في تركيب مرساة الأرض - حسب الضرورة-؛ لتلبية متطلبات اختبار الحمل.

٨-٥-١ الحفر:

يجب أن تكون طريقة الحفر المستخدمة في التثبيت هي الحفر الأساسي، والحفر الدوار، والحفر الإيقاعي، وحفر المثقاب، أو التغليف المدفوع. يجب أن تمنع طريقة استخدام الحفر فقدان الأرض فوق الثقب المحفور الذي يجب أن يكون ضارًا بالهيكل، أو الهياكل الإنشائية الموجودة. يجب إزالة غلاف فتحات التثبيت -عند استخدامها- ما لم يسمح المهندس بتركها في مكانها. يجب أن يكون موقع الثقب المحفور، وميله، ومحاذاته كما هو موضح في مستندات العقد. ويجب أن يكون في حدود ± ٣ درجات من الزاوية المخططة عند لوح التحميل، وفي حدود ± ٣٠٠ ملم من الموقع المخطط على سطح الأرض (نقطة الدخول).

٨-٥-٢ إدراج الأوتار:

يجب إدخال الوتر في فتحة الحفر إلى العمق المطلوب دون صعوبة. وعندما يتعذر إدخال الوتر بالكامل، يجب إزالته، وتنظيف ثقب الحفر، أو إعادة حفره؛ للسماح بالإدخال. كما يجب عدم دفع، أو الضغط على الأوتار، التي من المقرر إدخالها جزئيًا في الحفرة.

٨-٥-٣ المونة:

يجب استخدام مونة أسمنتية نقية، أو مونة أسمنتية رملية مطابقة للجزء الفرعي (٨-٣-٢). يجب خلط الخلطات- عند استخدامها- بكميات لا تتجاوز توصيات الشركة الصانعة.

يجب أن تنتج معدات المونة ملاطًا خاليًا من الكتل، والأسمنت غير المتناثر. كما يجب استخدام مضخة حقن إزاحة موجبة. يجب أن تجهز مضخة المونة بمقياس ضغط لمراقبة ضغط المونة. ويجب أن تكون مقاييس الضغط قادرة على قياس ضغوط لا تقل عن ١ ميجا باسكال، أو ضعف ضغط المونة الفعلي المستخدم بالنظر إلى أيهما أكبر. يجب أن تكون معدات المونة في حجم يسمح بحشو كل ملاط في عملية واحدة مستمرة. يجب أن يكون الخلاط قادرًا على تحريك المونة باستمرار.

يجب حقن المونة من أدنى نقطة في ثقب الحفر. ويجب ضخ المونة من خلال أنابيب المونة، أو الغلاف أو المثاقب ذات الساق المجوفة، أو قضبان الحفر. يجب تسجيل كمية المونة، وضغوط المونة. ويجب التحكم في ضغوط المونة، وسحب المونة؛ لمنع التطاير المفرط، أو تكسير الصخور، أو تكوينات الصخور.

باستثناء ما هو موضح ، يجب وضع المونة فوق الجزء العلوي من طول الرابطة في الوقت الذي يُجرى فيه وضع المونة بطول الرابطة، ولكن يجب عدم وضعه تحت الضغط. كما يجب أن يتوقف المونة الموجود في الجزء العلوي من ثقب الحفر ١٥٠ ملم من الجزء الخلفي من الهيكل، أو من الجزء السفلي من البوق، بالنظر إلى أيهما أقل.

في حالة تثبيت مرساة الأرض في تربة دقيقة الحبيبات باستخدام ثقب محفور أكبر من ١٥٠ ملم في القطر، يجب وضع المونة فوق الجزء العلوي من طول الرابطة بعد اختبار مرساة الأرض الحمل. ويجب حقن ثقب الحفر بالكامل في الوقت نفسه إذا كان من الممكن إثبات أن نظام المرساة الأرضية لا يزيل جزءًا كبيرًا من مقاومة الحمل من التربة فوق جزء طول الرابطة من المرساة الأرضية.

يجب استخدام تقنيات المونة بالضغط في حالة استخدام الأوتار المحمية بالمونة للمثبتات الأرضية الراسية في الصخور. ويتطلب الحشو بالضغط إحكام إغلاق ثقب الحفر، وحقن المونة؛ حتى يمكن الحفاظ على ضغط المونة ٠,٣٥ ميجا باسكال على المونة داخل طول الرابطة لمدة خمس دقائق.

عند الانتهاء من المونة، يجب أن يظل أنبوب المونة في فتحة الحفر؛ بشرط أن يكون ممتلئًا بالمونة.

بعد الحشو، يجب عدم تحميل الوتر لمدة لا تقل عن ثلاثة أيام.

٨-٥-٤ البوق، والمراسي:

يجب أن تمتد الحماية من التآكل المحيطة بالطول غير المرتبط للوتر إلى البوق بحد أدنى ١٥٠ ملم بعد السدادة السفلية في البوق.

يجب ألا تلامس الحماية من التآكل المحيطة بالطول غير المرتبط للوتر لوح التحميل، أو رأس المرساة أثناء اختبار الحمل، أو الإجهاد.

يجب وضع لوح التحميل، ورأس المرساة بشكل عمودي على محور الوتر.

يجب ملء البوق بالكامل بشحم أو بملاط مثبط للتآكل. ويجب وضع الشحوم في أي وقت أثناء البناء. ويجب وضع المونة بعد اختبار حمولة المرساة الأرضية. كما يجب على المقاول إثبات أن الإجراءات المختارة لوضع أي من الشحوم، أو المونة ستنتج بوقًا مملوءًا بالكامل.

يجب تغطية المراسي غير المغطاة بالخرسانة بغلاف فولاذي مثبط للتآكل مملوء بالشحوم، أو مملوء بالمونة.

٨-٦ الاختبار، والإجهاد:

يجب اختبار كل مرساة أرضية. يجب تطبيق حمل الاختبار في وقت واحد على الوتر بأكمله. لن يُسمح بالضغط على عناصر مفردة من الأوتار متعددة العناصر. سيقوم المهندس بتسجيل بيانات الاختبار.

٨-٦-١ اختبار التحقق:

ستكون اختبارات التحقق مطلوبة فقط عندما يُجرى تحديدها في مستندات العقد.

٨-٦-٢ معدات الاختبار:

يجب أن تتكون معدات الاختبار من مقياس قرصي، أو مقياس جهد، أو مقياس ورنية قادر على قياس ٠,٠٢٥ ملم.

يجب استخدام جهاز قياس الحركة الذي لديه حد أدنى من الحركة يساوي الاستطالة المرنة النظرية لطول المرساة الكلي عند الحد الأقصى لحمل الاختبار. يجب استخدام جهاز ذي حركة كافية؛ بحيث يُجرى قياس حركة المرساة دون إعادة ضبط الجهاز.

يجب استخدام رافعة، ومضخة هيدروليكية؛ لتطبيق اختبار الحمل. يجب استخدام الرافعة، ومقياس الضغط المعاير، أو خلايا الحمل لقياس الحمل المطبق. يجب أن يقوم المقاول بمعايرة الرافعة، ومقياس الضغط كوحدة من قبل شركة مستقلة في غضون ٤٥ يومًا من بدء عمل المرساة الأرضية. يجب أن يتدرج مقياس الضغط بزيادات قدرها ٠,٧ كيلو باسكال أو أقل. عندما تتجاوز الاستطالة المرنة النظرية لطول المرساة الكلي عند الحد الأقصى؛ لحمل الاختبار حركة جاك رام، يجب تضمين ضغط إعادة تدوير جاك رام في رسومات العمل، ويجب تطبيق كل زيادة في حمل الاختبار في أسرع وقت ممكن.

يجب أن يتوفر مقياس مرجعي معاير في الموقع. ويجب معايرة المقياس المرجعي مع رافعة الاختبار، ومقياس الضغط.

يجب توفير خلية تحميل مقاومة كهربائية، وقراءة عند إجراء اختبار الزحف.

٨-٦-٣ اختبار الأداء:

يجب أن تكون ٥٪ من المراسي الأرضية، أو ما لا يقل عن ثلاث مثبتات أرضية، بالنظر إلى أيهما أكبر، ويجب اختبار الأداء وفقًا للإجراءات التالية: يجب على المهندس اختيار المراسي الأرضية لاختبار الأداء. يجب اختبار المراسي المتبقية وفقًا لإجراءات اختبار الإثبات.

يجب إجراء اختبار الأداء عن طريق تحميل، وتفريغ المرساة الأرضية بشكل تدريجي؛ وفقًا للجدول التالي الموضح في الجدول (٨-١) ما لم يُشر إلى أقصى حمل وجدول اختبار مختلفين في وثيقة العقد:

- يجب رفع الحمل من زيادة إلى أخرى مباشرة بعد تسجيل حركة المرساة الأرضية.
- يجب قياس حركة المرساة الأرضية وتسجيلها لأقرب ٠,٠٢٥ ملم فيما يتعلق بنقطة مرجعية ثابتة مستقلة عند حمل المواءمة وعند كل زيادة في الحمل.
- يجب مراقبة الحمل بمقياس ضغط.
- يجب وضع مقياس الضغط المرجعي على التوالي مع مقياس الضغط أثناء كل اختبار أداء.

إذا اختلف الحمل المحدد بمقياس الضغط المرجعي، والحمل المحدد بمقياس الضغط بأكثر من ١٠ %، فيجب إعادة معايرة الرافعة ومقياس الضغط، ومقياس الضغط المرجعي. وعند زيادات الحمل بخلاف حمل الاختبار الأقصى، يجب الاحتفاظ بالحمل لفترة كافية للحصول على قراءة الحركة.

الجدول(٨–١) الجدول الزمني لاختبار الأداء.

الحمولة	الحمولة
حمل المواءمة	حمل المواءمة
٠,٢٥ حمل التصميم*	٠,٢٥ حمل التصميم
حمل المواءمة	٠,٥ حمل التصميم
٠,٢٥ حمل التصميم	٠,٧٥ حمل التصميم
٠,٥٠ حمل التصميم*	١,٠٠ حمل التصميم
حمل المواءمة	١,٢٠ حمل التصميم*
٠,٢٥ حمل التصميم	حمل المواءمة
٠,٥٠ حمل التصميم	٠,٢٥ حمل التصميم
٠,٧٥ حمل التصميم*	٠,٥٠ حمل التصميم
حمل المواءمة	٠,٧٥ حمل التصميم
٠,٢٥ حمل التصميم	١,٠٠ حمل التصميم
٠,٥٠ حمل التصميم	١,٢٠ حمل التصميم
٠,٧٥ حمل التصميم	١,٣٣ حمل التصميم (أقصى حمولة اختبار)
١,٠٠ حمل التصميم*	التقليل لإغلاق الحمولة
حيث إن: AL= حمل المواءمة DL= حمل التصميم للمرساة الأرضية * = الرسم البياني مطلوب، كما هو محدد هنا	

يجب الاحتفاظ بأقصى حمل اختبار في اختبار الأداء لمدة ١٠ دقائق. ويجب ضخ الرافعة -حسب الضرورة- من أجل الحفاظ على حمولة ثابتة. يجب أن تبدأ فترة تعليق الحمل بمجرد تطبيق الحد الأقصى لحمل الاختبار، ويجب قياس حركة المرساة الأرضية، وتسجيلها في دقيقة واحدة و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ١٠ دقائق. إذا تجاوزت حركات المرساة الأرضية بين دقيقة واحدة و ١٠ دقائق ١ ملم، يجب الحفاظ على الحد الأقصى؛ لحمل الاختبار لمدة ٥٠ دقيقة إضافية. في حالة تمديد عقد الحمل، يجب تسجيل حركة المرساة الأرضية في ١٥ و٢٠ و٢٥ و٣٠ و٤٥ و٦٠ دقيقة.

يجب إنشاء رسم بياني يوضح مخطط حركة المرساة الأرضية مقابل الحمل لكل زيادة حمل محددة بعلامة النجمة (*) في الجدول (٨-١) ومخطط حركة المرساة الأرضية المتبقية للوتر عند كل ومخطط حمل المواءمة مقابل أعلى حمل مطبق مسبقًا. يجب أن يوافق المهندس على تنسيق الرسم البياني قبل الاستخدام.

٨-٦-٤ اختبار الصمود:

يجب إجراء اختبار الصمود عن طريق تحميل، وتفريغ المرساة الأرضية بشكل تدريجي؛ وفقًا للجدول التالي الموضح في الجدول (٨-٢) ما لم يُشر إلى أقصى حمل، وجدول اختبار مختلفين في وثيقة. يجب رفع الحمل من زيادة إلى أخرى مباشرة بعد تسجيل حركة المرساة الأرضية. كما يجب قياس حركة المرساة الأرضية، وتسجيلها لأقرب ٠,٠٢٥ ملم فيما يتعلق بنقطة مرجعية ثابتة مستقلة عند

حمل المواءمة وعند كل زيادة في الحمل. يجب مراقبة الحمل بمقياس ضغط. عند زيادات الحمل بخلاف حمل الاختبار الأقصى، يجب الاحتفاظ بالحمل لفترة كافية؛ للحصول على قراءة الحركة.

الجدول (٨–٢) الجدول الزمني لاختبار الصمود.

حمل الاختبار	حمل التصميم
حمل المواءمة	١,٠٠
٠,٢٥ حمل التصميم	١,٢٠
٠,٥٠ حمل التصميم	١,٣٣ (الحد الأقصى لاختبار التحميل)
حيث إن: AL= حمل المواءمة DL= حمل التصميم للمرساة الأرضية	

يجب الاحتفاظ بأقصى حمل اختبار في اختبار الصمود لمدة ١٠ دقائق. يجب ضخ الرافعة -حسب الضرورة-؛ من أجل الحفاظ على حمولة ثابتة. يجب أن تبدأ فترة تعليق الحمل بمجرد تطبيق الحد الأقصى لحمل الاختبار، ويجب قياس حركة المرساة الأرضية، وتسجيلها في دقيقة واحدة و٢ و٣ و٤ و٥ و٦ و١٠ دقائق. إذا تجاوزت حركات المرساة الأرضية بين دقيقة واحدة و ١٠ دقائق ١ ملم، يجب الحفاظ على الحد الأقصى لحمل الاختبار لمدة ٥٠ دقيقة إضافية. في حالة تمديد عقد الحمل، يجب تسجيل حركة المرساة الأرضية في ١٥ دقيقة و ٢٠ و ٣٠ و ٤٥ و ٦٠ دقيقة. يجب إنشاء رسم بياني يوضح قطعة من حركة المرساة الأرضية، ويجب أن تكون في مقابل الحمل لكل زيادة حمل في اختبار الإثبات. يجب أن يوافق المهندس على تنسيق الرسم البياني قبل الاستخدام.

٨-٦-٥ اختبار الزحف:

يجب إجراء اختبارات الزحف إذا كانت مطلوبة بموجب مستندات العقد، أو الأحكام الخاصة. يجب على المهندس اختيار المراسي الأرضية لاختبار الزحف.

يجب إجراء اختبار الزحف عن طريق تحميل، وتفريغ المرساة الأرضية بشكل تدريجي؛ وفقًا لجدول اختبار الأداء الموضح في الجدول (٨-٣). في نهاية كل دورة تحميل، يجب أن يظل الحمل ثابتًا لفترة المراقبة المشار إليها في جدول اختبار الزحف أدناه ما لم يُشر إلى حمل اختبار أقصى مختلف في مستندات العقد. يجب أن تكون أوقات قراءة، وتسجيل حركة المرساة الأرضية خلال كل فترة مراقبة دقيقة و٢ و٣ و٤ و٥ و٦ و١٠ و١٥ و٢٠ و٢٥ و٣٠ و٤٥ و٦٠ و٧٥ و٩٠ و١٠٠ و١٢٠ و١٥٠ و١٨٠ و٢١٠ و٢٤٠ و٢٧٠ و٣٠٠ دقيقة حسب الضرورة. يجب أن تبدأ فترة حمل الحمل بمجرد تطبيق في حمل الاختبار. في اختبار الزحف، من المقرر استخدام مقياس الضغط، ومقياس الضغط المرجعي لقياس الحمل المطبق، ومن المقرر استخدام خلية الحمل لمراقبة التغيرات الصغيرة في الحمل خلال فترة تعليق الحمل الثابتة. يجب ضخ الرافعة -حسب الضرورة- من أجل الحفاظ على حمولة ثابتة.

الجدول (٨–٣) الجدول الزمني لاختبار للزحف.

حمل التصميم	فترة المراقبة (بالدقائق)
٠,٢٥	١٠
٠,٥٠	٣٠
٠,٧٥	٣٠
١,٠٠	٤٥

حمل التصميم	فترة المراقبة (بالدقائق)
١,٢٠	٦٠
١,٣٣	٣٠٠

يجب إنشاء رسم بياني يوضح مخططًا لحركة المرساة الأرضية، والحركة المتبقية المقاسة في اختبار الزحف كما هو موضح لاختبار الأداء. وكذلك يجب إنشاء رسم بياني يوضح مخططًا لحركة زحف مرساة الأرض لكل عقد حمل كدالة على لوغاريتم الوقت. يجب أن يوافق المهندس على تنسيق الرسم البياني قبل الاستخدام.

٨-٦-٦ الإقفال:

عند الانتهاء بنجاح من اختبار الحمل، يجب تقليل حمل المرساة الأرضية إلى حمل الإغلاق المشار إليه في مستندات العقد، ونقله إلى جهاز التثبيت. يجب تفريغ المرساة الأرضية بالكامل قبل الإغلاق. بعد نقل الحمولة، وقبل إزالة الرافعة، يجب إجراء قراءة حمل الرفع. يجب أن يكون حمل الرفع في حدود ١٠٪من حمل الإغلاق المحدد. إذا لم يكن الحمل في حدود ١٠٪من حمل الإغلاق المحدد، فيجب إعادة ضبط المرساة، ويجب إجراء قراءة أخرى لحمل الرفع. يجب تكرار هذه العملية؛ حتى الحصول على حمل الإغلاق المطلوب.

٨-٦-٧ القبول:

تعدُّ المرساة الأرضية التي اختبرت من حيث الأداء مع عقد تحميل مدته ١٠ دقائق مقبولة إذا: تحمل المرساة الأرضية الحد الأقصى لحمل الاختبار بأقل من ١ ملم من الحركة بين ١ و ١٠ دقائق، وتتجاوز الحركة الإجمالية عند الحد الأقصى لحمل الاختبار ٨٠٪من الاستطالة المرنة النظرية لطول الوتر غير المرتبط.

تُعدُّ المراسي الأرضية التي اختُبرت للتحقق، أو الأداء، أو الإثبات مع حمل تحميل لمدة ٦٠ دقيقة مقبولة إذا: كان يحمل المرساة الأرضية الحد الأقصى لحمل الاختبار بمعدل زحف لا يتجاوز دورة زمنية ٢ ملم/سجل وهو معدل زحف خطي أو متناقص.

تتجاوز الحركة الكلية عند الحد الأقصى لحمل الاختبار ٨٠٪من الاستطالة المرنة النظرية لطول الوتر غير المرتبط.

إذا كان إجمالي حركة المراسي الأرضية عند الحد الأقصى لحمل الاختبار لا يتجاوز ٨٠٪من الاستطالة المرنة النظرية لطول الوتر غير المرتبط، يجب على المقاول استبدال المرساة الأرضية دون أي تكلفة إضافية على المالك. لن يُسمح بإعادة اختبار المرساة الأرضية.

يمكن دمج المراسي الأرضية التي لها معدل زحف أكبر من ٢ ملم/دورة سجل من الوقت في العمل النهائي عند حمولة تساوي نصف حمولة الفشل. حمل الفشل هو: الحمل الذي تحمله المرساة بعد السماح للحمل بالاستقرار لمدة ١٠ دقائق.

عندما تفشل أي مرساة أرضية، يجب على المقاول تعديل التصميم، أو إجراءات البناء، أو كليهما. يجب أن تشمل هذه التعديلات، على سبيل المثال لا الحصر، تركيب مثبتات أرضية بديلة، أو تعديل طرق التثبيت، أو زيادة طول الرابطة، أو تغيير نوع المثبت الأرضي. يجب أن يكون أي تعديل يتطلب تغييرات في الهيكل بموافقة مسبقة من المهندس. يجب أن تكون أي تعديلات في إجراءات التصميم، أو الإنشاء على نفقة المقاول.

عند الانتهاء من الاختبار، يجب تعديل الحمولة حسب حمولة القفل المشار إليها في مستندات العقد، ونقلها إلى جهاز التثبيت. يجب تفريغ المرساة الأرضية بالكامل قبل الإغلاق. بعد نقل الحمولة وقبل إزالة الرافعة، يجب إجراء قراءة الرفع. يجب أن تكون قراءة الرفع في حدود ١٠٪من حمل الإغلاق المحدد.

إذا لم يكن الحمل في حدود ١٠٪من حمل الإغلاق المحدد، فيجب إعادة ضبط المرساة، ويجب إجراء قراءة أخرى للرفع. يجب تكرار هذه العملية؛ حتى الحصول على حمل الإغلاق المطلوب.

٨-٧ قبول الأعمال:

يجب التحكم في جميع المواد، والأعمال؛ وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية)، ولقبول العمل، يجب على المقاول تطبيق ضبط الجودة على أعمال الخوازيق من خلال تنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن

المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة، ووثائق العقد الأخرى.

يجب على السلطة تطبيق ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة للمقاول؛ إما من خلال الإشراف المباشر، أو من خلال تنفيذ إجراءات ضمان الجودة المحايدة؛ باستخدام الاختبار على العينات التمثيلية، وبأعداد كافية للحكم على مستوى الجودة، وقبول أو رفض الأعمال المنفذة؛ وفقًا للمبادئ المفصلة في الفقرات المنصوص عليها أدناه.

٨-٧-١ ضبط الجودة:

يجب مراقبة العمل، وفحصه باتباع خطوات فحص العمل بدءًا من حضور مؤهلات العمل الجماعي للمقاول وفقًا للبنود المذكورة في الجزء الفرعي (٨-٢-١) و(٨-٢-٢)، ويجب فحص جميع المواد المستخدمة في تصنيع عناصر العمل؛ للتأكد من أنها تفي بالمواصفات المطلوبة للجزء (٨-٣) وإجراء اختبارات المواد المطلوبة؛ لتحديد القبول وفقًا للجزء (٨-٣) والجدول (٨-٥).

يجب فحص عملية إنشاء المراسي المرصوصة؛ للتأكد من تحقيق جميع متطلبات الإنشاء بالطريقة الصحيحة باتباع التعليمات المذكورة في الجزء ٨-٤ والإشراف على عملية التركيب وفقًا للجزء (٨-٥). يجب أن يكون قبول العمل وفقًا لنتائج الاختبار المطلوبة، والتأكد من أن اختبار الحمل للمثبتات المحشوة مقبول وفقًا للجزء الفرعي (٨-٦-٧).

٨-٧-٢ ضمان الجودة:

يحق للهيئة في أي وقت ضمان جودة المواد، والأعمال الإنشائية، من خلال تنفيذ، أو تكليف الغير بتنفيذ الاختبارات تحت إشرافها على المراسي المحشوة، وطلب الشهادات حسب متطلبات الجودة المطلوبة؛ لضمان جودة العمل.

٨-٨ القياس، والدفع:

من المقرر قياس المراسي المحشورة، ودفع ثمنها من خلال عدد الوحدات المثبتة، والمقبولة كما هو موضح في الخطط، أو التي طلبها المهندس. لن يُنفذ أي تغيير في عدد المراسي الأرضية التي من المقرر دفع ثمنها؛ بسبب استخدام المقاول، أو عدد بديل من المراسي الأرضية.

يجب أن يشمل سعر وحدة العقد المدفوع للمثبتات الأرضية التعويض الكامل عن تأثيث جميع العمالة، والمواد، والأدوات، والمعدات والنفقات العرضية، وعن القيام بجميع الأعمال التي ينطوي عليها تركيب المراسي الأرضية (بما في ذلك الاختبار) كاملة في مكانها، كما هو موضح في المخططات، وكما هو محدد في هذا المجلد، والأحكام الخاصة، ووفقًا لتوجيهات المهندس.

سيتم السداد بموجب واحد، أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٨-٤). ترد متطلبات ضبط الجودة للمراسي الأرضية في الجدول (٨-٥).

الجدول (٨–٤) بنود دفع للمراسي.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٨-١	المراسي الأرضية	بالقطعة
٨-٦-١	اختبار التحقق	بالقطعة
٨-٦-٢	اختبار الأداء	بالقطعة
٨-٦-٣	اختبار الصمود	بالقطعة
٨-٦-٤	اختبار الزحف	بالقطعة

الجدول (٨–٥) متطلبات ضبط الجودة للمراسي الأرضية.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
اختبار الأداء	التحميل المتكرر عن طريق تغيير قيمة الحمل	بمقياس الضغط	حسب توجيهات المهندس	٥٪من المراسي الأرضية أو ما لا يقل عن ثلاثة مثبتات أرضية	الجزء الفرعي (٨-٦-٣) والجزء الفرعي (٨-٦-٧)
اختبار الصمود	القياس	جهاز التحميل	حسب توجيهات المهندس	الاختيار من جانب المهندس	الجزء الفرعي (٨-٦-٤) والجزء الفرعي (٨-٦-٧)
اختبار الزحف	عندما تكون هناك حاجة إلى أحكام خاصة	جهاز التحميل	حسب توجيهات المهندس	الاختيار من جانب المهندس	الجزء الفرعي (٨-٦-٤) والجزء الفرعي (٨-٦-٧)

الجدول (٨–٦) مواصفات AASHTO وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى باللغة العربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete	المواصفات القياسية للجدائل المعدنية، والأسلاك السُّباعية غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد	----------	A416/A416M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Strand, Indented, Seven-Wire Stress-Relieved for Prestressed concrete	المواصفات القياسية للأسياخ المعدنية المحززة، وسباعية الأسلاك، وعديمة الإجهاد المستخدمة في الخرسانة سابقة الإجهاد	----------	A886/A886M	كما هو محدد.
Standard Specification for Filled Epoxy-Coated Seven-Wire Prestressing Steel Strand	المواصفات القياسية لملء الايبوكسي المغلفة سبعة أسلاك الإجهاد الصلب حبلا	----------	A882/A882M	كما هو محدد.
Standard Specification for Portland Cement	المواصفات القياسية للأسمنت البورتلاندي	----------	C150	كما هو محدد.
Standard Specification for Portland Cement	المواصفات القياسية للأسمنت البورتلاندي	M85	----------	كما هو محدد.
Standard Specification for Ductile Iron Castings	المواصفات القياسية لـ مسبوكات حديد الدكتايل	----------	A536	كما هو محدد.
Tentative Specification for Welded and Seamless Steel Pipe -withdrawn- Replaced by Current Revision	المواصفات المؤقتة لأنابيب الصلب الملحومة، وغير الملحومة - المسحوبة - المستبدلة بالمراجعة الحالية	----------	A53	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى باللغة العربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الفولاذ الكربوني الملحومة وغير الملحومة على شكل دوائر وأشكال	----------	A500	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M270M/M270	----------	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	----------	A709/A709M	كما هو محدد.
Tentative Specification for Welded and Seamless Steel Pipe -withdrawn-Replaced by Current Revision	المواصفات المؤقتة للأنابيب الحديدية الملحومة، وغير الملحومة -جرى سحبها- استُبدلت بالمراجعة الحالية	----------	A53/A53M	كما هو محدد.
Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes	المواصفات القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الفولاذ الكربوني الملحومة، وغير الملحومة على شكل دوائر، وأشكال	----------	A500	كما هو محدد.
Standard Specification for Ductile Iron Castings	المواصفات القياسية لمسبوكات حديد الدكتايل	----------	A536	كما هو محدد.

٩- أنظمة حفظ التربة:

٩-١ الوصف:

يجب أن يتألف هذا العمل من توفير أنظمة تثبيت التربة، وتركيبها؛ وفقاً لوثائق العقد، وهذا المجلد.

تتكون أنظمة تثبيت التربة من الخرسانة، والجدران الثقالية المبنية، وجدران من الخرسانة المسلحة، وخازوق صفائحي، وجدران الخوازيق الحديدية (قد تحتوي، أو لا تحتوي على مثبتات أرضية، أو أي أنظمة تثبيت أخرى)، وجدران استنادية، وجدران خلوية، وجدران ترابية مستقرة ميكانيكياً.

٩-٢ رسومات العمل:

يجب تسليم رسومات العمل، وحسابات التصميم للمهندس قبل بدء العمل بمدة ٤ أسابيع -على الأقل-؛ للاطلاع عليها، واعتمادها. ويلزم تسليم مثل هذه الوثائق في الحالات التالية:

- فيما يتعلق بجميع أنظمة تثبيت التربة البديلة مسجلة الملكية، وغير مسجلة الملكية المقترحة على النحو المسموح به، أو المحدد في وثائق العقد
- إذا كانت تفاصيل الإكمال الخاصة بالنظام المقرر إنشاؤه غير متضمنة في وثائق العقد.
- عندما تتطلب وثائق العقد، أو هذا الكود خلاف ذلك، ويجب أن تتضمن رسومات العمل وحسابات التصميم ما يلي:
  - الارتفاعات الأرضية الحالية التي تحقق منها المقاول لكل موقع يتضمن إنشاءات سواء كلياً أو جزئياً في الأرض الأصلية.
  - تخطيط الجدار الذي ستستند عليه التربة بشكل فعّال، شريطة ألا يقل ارتفاعه أو طوله عما هو موضح في نظام الجدران الوارد في وثائق العقد.
  - حسابات التصميم الكاملة التي تفيد أن التصميم المقترح يستوفي مواصفات التصميم الواردة في وثائق العقد.
  - التفاصيل الكاملة الخاصة بجميع العناصر اللازمة لإنشاء النظام بشكل صحيح، بما في ذلك مواصفات المواد الكاملة.
  - متطلبات الأعمال الترابية بما في ذلك المواصفات الخاصة بالمواد ودمك الردم.
  - تفاصيل المراجعات، أو الإضافات الخاصة بأنظمة الصرف، أو المرافق الأخرى المتطلبة؛ لتلبية احتياجات النظام.
  - المعلومات الأخرى اللازم توفيرها بموجب وثائق العقد، أو تلك التي يطلبها المهندس.

يجب على المقاول عدم الشروع في أي عمل يتعلق بنظام تثبيت التربة، ويلزم توفير رسومات العمل لتنفيذه، حتى تعتمد هذه الرسومات من قبل المهندس. ولا ينبغي للمقاول أن يفهم أن اعتماد رسومات العمل يعفيه من أي مسؤولية منوطة به بموجب العقد فيما يتعلق بإنجاز العمل بنجاح.

٩-٣ المواد:

٩-٣-١ الخرسانة:

٩-٣-١-١ مصبوبة في الموقع:

ينبغي أن تتوافق الخرسانة المصبوبة في الموقع مع متطلبات الباب (٧). ويجب أن تكون الخرسانة من الفئة (أ-١) ما لم يوضح خلاف ذلك في وثائق العقد.

٩-٣-١-٢ المونة الذي يوضع باستخدام الهواء المضغوط:

ينبغي أن يتوافق المونة الذي يوضع باستخدام الهواء المضغوط مع متطلبات الباب (١٣).

٩-٣-١-٣ العناصر مسبقة الصب:

يجب أن تتوافق مواد العناصر الخرسانية مسبقة الصب، وكيفية تصنيعها، وتخزينها، وتسليمها، وتركيبها مع المتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (١١-١٥)، ما لم يرد خلاف ذلك في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة، كما يجب أن تتوافق الخرسانة المجهزة

من الأسمنت البورتلاندي التي تُستخدم دامها في العناصر مسبقة الصب مع الفئة (أ) مع مراعاة الحد الأدنى من مقاومة الانضغاط الذي يصل إلى ٢٨ ميجا باسكال عند الاختبار لمدة ٢٨ يوماً.

٩-٣-١-٤ كتل الواجهة المجهزة من الخرسانة القطاعية:

يجب أن تتمتع الكتل الخرسانية المستخدمة في واجهة الجدران بمقاومة انضغاطية لا تقل عن ٢٨ ميجا باسكال، وحد امتصاص للماء يبلغ ٥٪. وفي المناطق ذات دورات التجمد المتكررة، يجب اختبار كتل الواجهة بما يتوافق مع (ASTM C1262) للتحقق من المتانة. ويجب أن تستوفي كتل الواجهة متطلبات (ASTM C1372)، باستثناء أنه يجب استيفاء مواصفات القبول المتعلقة بالمتانة وفقاً لطريقة الاختبار هذه، بحيث لا تتجاوز نسبة فقدان الوزن لكل ٤ عينات من أصل ٥ ١ % من وزنها الأولي عند انتهاء ١٥٠ دورة. كما يجب أن تتوافق الكتل مع المتطلبات الإضافية الواردة في (ASTM C140) ويجب منع التسرب من كتل الواجهة المعرضة بشكل مباشر للرش الناتج عن إزالة الجليد عن الرصيف بعد التركيب عن طريق وضع طبقة طلاء مقاومة للماء، أو إضافة طبقة أو مادة مضافة إلى هذه الكتل عند تصنيعها؛ لزيادة مقاومة التجمد.

٩-٣-٢ حديد التسليح:

ينبغي أن يتوافق حديد التسليح مع متطلبات الباب (١١).

٩-٣-٣ الحديد الإنشائي:

ينبغي أن يتوافق الحديد الإنشائي مع متطلبات الباب (١٤).

٩-٣-٤ عناصر الصرف:

٩-٣-٤-١ الأنابيب العادية، والأنابيب المثقبة:

يجب أن تتوافق الأنابيب العادية، والأنابيب المثقبة مع كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٩-٣-٤-٢ نسيج المرشح:

يجب أن يتوافق نسيج المرشح مع كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق).

٩-٣-٤-٣ المواد النفاذة:

يجب أن تتوافق المواد النفاذة مع كود الطرق السعودي ٤٠٣ (إنشاء مرافق الطرق) ما لم يحدد خلاف ذلك في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

٩-٣-٤-٤ أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة:

يجب أن تتوافق أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة مع المتطلبات المحددة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

٩-٣-٥ مواد الردم الإنشائي:

٩-٣-٥-١ عام:

يجب أن تتوافق جميع مواد الردم الإنشائي، ما لم يحدد خلاف ذلك، مع أحكام الجزء (٢-٤) من هذا المجلد.

يجب أن تتكون جميع مواد الردم الإنشائي من مواد خالية من المواد العضوية، أو أي مواد أخرى غير مناسبة على النحو الذي يحدده المهندس. وسيُحدد التدرج بواسطة ((AASHTO T27 (ASTM C136) كما يجب أن يكون التدرج كما هو موضح في الجدول (٩-١)، ما لم يحدد خلاف ذلك.

الجدول (٩–١) متطلبات الردم الإنشائي.

حجم النخالة	النسبة المئوية للمرور
٧٥ ملم	١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥ ملم)	١٠٠ – ٣٥
رقم ٣٠ (٦٠٠ ميكرومتر)	١٠٠ – ٢٠
رقم ٢٠٠ (٧٥ ميكرومتر)	١٥ – ٠

٩-٣-٥-٢ الجدران الاستنادية، والجدران الخلوية:

يجب أن تتمتع مواد الردم الإنشائية للجدران الاستنادية، والجدران الخلوية بطبيعة عدم التدفق، أو المرور من الفتحات الموجودة في الجدار. وفيما يتعلق بارتفاعات الجدران التي تزيد عن ٦ متر، يجب الالتزام بالتدرج التالي المذكور في الجدول (٩-٢).

الجدول (٩–٢) مواد الردم الإنشائية للجدران الاستنادية والجدران الخلوية.

حجم النخالة	النسبة المئوية للمرور
٧٥ ملم	١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥ ملم)	٧٠ – ٢٥
رقم ٣٠ (٦٠٠ ميكرومتر)	٢٠ – ٥
رقم ٢٠٠ (٧٥ ميكرومتر)	٥ – ٠

٩-٣-٥-٣ الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً:

يجب أن تتوافق مواد الردم الإنشائي المستخدمة في الجدران الترابية المستقرة ميكانيكاً مع ما يلي من متطلبات التدرج، وزاوية الاحتكاك الداخلي، والصلابة الواردة في الجدول (٩-٣).

الجدول (٩–٣) مواد الردم الإنشائي المستخدمة في الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً.

حجم النخالة	النسبة المئوية للمرور
١٠٠ ملم	١٠٠
رقم ٤٠ (٤٢٥ ميكرومتر)	٦٠ – ٠
رقم ٢٠٠ (٧٥ ميكرومتر)	١٥ – ٠

يجب أن تُظهر المادة زاوية احتكاك داخلي لا تقل عن ٣٤ درجة؛ وفقاً لما هو محدد بواسطة اختبار القص المباشر القياسي، (AASHTO T236 (ASTM D3080))، على المنخل الذي يقل حجم فتحاته عن ٢ ملم، باستخدام عينة من المواد مضغوطة بنسبة ٩٥٪ بما يتوافق مع AASHTO T99، وفقاً للطريقتين (ج)، و(د) (مع تصحيح ملحوظ بشكل واضح جداً كما هو موضح في الملاحظة ٧) عند محتوى رطوبة مثالي. ولا يلزم إجراء اختبار لمواد الردم التي يزيد حجم ٨٠٪ منها عن ١٩ ملم.

يجب أن تكون المواد خالية إلى حد كبير من الطَفَل الصَفحي، أو غير ذلك من الجسيمات اللينة قليلة المتانة. ويجب أن تقل صلابة كبريتات المغنيسيوم عن ٣٠٪ بعد أربع دورات.

إضافة إلى ذلك، يجب أن تستوفي مواد الردم المتطلبات الكهروكيميائية التالية عند استخدام تسليح التربة الحديدي:

- أن تتراوح درجة الحموضة ين ٥ و١٠.
- ألا تقل المقاومة عن ٣٠ أومتر (أوم.متر).
- ألا تزيد الكلوريدات عن ١٠٠ جزء في المليون (جزء في المليون).
- ألا تزيد الكبريتات عن ٢٠٠ جزء في المليون.

٩-٤ الأعمال الترابية:

٩-٤-١ الحفر الإنشائي:

يجب أن يتوافق الحفر الإنشائي الخاص بأنظمة تثبيت التربة مع متطلبات الباب (٢)، كما يجب أن يتوافق مع ما ورد في الجزأين الفرعيين (٩-٤-٢) و(٩-٤-٣).

٩-٤-٢ معالجة الأساس:

يجب أن تتوافق معالجة الأساس مع متطلبات الجزء الفرعي (٢-٤-٣) ما لم يحدد خلاف ذلك في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. إذا أشير إلى حفر أسفل مواد الأساس، يجب على المقاول الالتزام بالحدود الموضحة في أثناء الحفر. ويجب استبدال المواد المحفورة بمواد ردم إنشائي تفي بمتطلبات نظام تثبيت التربة الذي سيُنشأ ما لم تُحدد مادة مختلفة في وثائق العقد. ويجب أن تُضغط المادة إلى كثافة لا تقل عن ٩٥٪ من أقصى كثافة كما هو محدد بواسطة (AASHTO T99)، أو الطريقتين (ج)، أو (د) (مع تصحيح ملحوظ بشكل واضح جداً كما هو موضح في الملاحظة ٧ من هذه المواصفة).

٩-٤-٣ الردم الإنشائي:

يجب أن يتوافق وضع مواد الردم الإنشائي مع متطلبات الجزأين (٢-٤) و(٩-٦). ويجب أن تتوافق المواد المستخدمة مع متطلبات الجزء الفرعي (٩-٣-٤).

٩-٥ تصريف المياه:

يجب إنشاء مرافق الصرف وفقاً للتفاصيل الموضحة في رسومات العمل المعتمدة، أو وثائق العقد، وهذه المواصفات.

٩-٥-١ قنوات التصريف الخرسانية:

يجب إنشاء قنوات التصريف الخرسانية حسب المواصفات المحددة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ينبغي أن يتوافق المونة الذي يوضع باستخدام الهواء المضغوط مع متطلبات الباب (١٤). يجب تنفيذ أعمال المخارج في الانخفاضات الموضحة وفي الأطراف المنخفضة من قناة التصريف، وفي المواقع الأخرى المحددة.

٩-٥-٢ فتحات التصريف:

ينبغي إنشاء فتحات التصريف، إذا حُدد ذلك، في الأماكن الموضحة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب وضع ما لا يقل عن ٠,٠٦ م^{٣} من المواد النفاذة المغلفة بنسيج المرشح في كل فتحة تصريف

يجب تغطية الفواصل، الموجودة بين ألواح واجهة الجدران الاستنادية المصنوعة من للخرسانة مسبقة الصب، وتعمل كفتحات تصريف، بنسيج المرشح. ويجب تثبيت نسيج المرشح في ألواح الواجهة؛ باستخدام مادة لاصقة تتوافق مع المواصفات الاتحادية (MMM-A-121). ويجب أن تكون ألواح الواجهة التي سيُثبّت نسيج المرشح بها جافة، ومنظفة جيداً من الأتربة، والمواد السائبة.

٩-٥-٣ أغطية الصرف:

يجب إنشاء أغطية الصرف التي تتألف من مواد نافذة مغلفة بنسيج المرشح، والأنابيب الجامعة، وأنابيب الإخراج، وأنابيب التنظيف على النحو المحدد في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

يجب أن تتوافق القاعدة الترابية التي سيوضع نسيج المرشح عليها مع خلوص الضغط، والارتفاع المحدد، كما يجب أن تكون خالية من المواد السائبة، والمواد الدخيلة، والأجسام الحادة التي قد تتسبب في تلف نسيج المرشح في أثناء التركيب. ويجب شد نسيج المرشح، ومحاذاته، وفرده دون تجعد. كما يجب ضمان تداخل أطراف نسيج المرشح بمسافة تتراوح بين ٣٠٠ و٤٥٠ ملم. وفي حال تلف نسيج المرشح، يجب إصلاح الجزء الممزق، أو المثقوب عن طريق وضع قطعة من قماش المرشح كبيرة بما يكفي لتغطية المنطقة التالفة، وتوفير مسافة التداخل اللازمة.

يجب وضع المواد النفاذة في طبقات أفقية، ويجب تسليحها جيداً؛ باستخدام الطرق المحددة نفسها للردم الإنشائي. ولن يُسمح بسكب، أو نفث المواد النفاذة، أو مواد الردم الإنشائي المجاورة للمواد النفاذة. وفي أثناء توزيع المواد النفاذة ومواد الردم الإنشائي، أو مواد السد، وضغطها، يجب الحفاظ على وجود ١٥٠ ملم من هذه المواد -على الأقل- بين نسيج المرشح ومعدة المقاول.

يجب وضع الأنبوب الجامع المثقوب بين المواد النفاذة؛ بحيث يتوافق مع ارتفاعات خط التدفق الموضحة.

ويجب وضع أنابيب الإخراج في الانخفاضات الموجودة في خط التدفق، عند الطرف المنخفض للأنبوب الجامع، وفي أماكن أخرى موضحة ومحددة في وثائق العقد. ويجب أن تتوافق الحماية من المنحدرات الصخرية -إذا لزم الأمر- عند طرف أنابيب الإخراج، مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة، والمتطلبات الواردة في الباب (١٠).

يجب وضع أنابيب التنظيف في الأطراف المرتفعة للأنبوب الجامع، وفي أماكن أخرى على النحو المحدد في وثائق العقد.

٩-٥-٤ أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة:

يجب تركيب أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة في الأماكن الموضحة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب وضع مواد نظام الصرف الجيولوجي المركب، وتثبيتها بإحكام على السطح العمودي الذي تكون نتيجة الحفر، في آخر الجدار أو الجزء الخلفي منه على النحو المحدد في وثائق العقد. وعند وضع الخرسانة على مواد نظام الصرف الجيولوجي المركب، يجب حماية مواد نظام الصرف من أي ضرر مادي، أو تسرب المونة.

٩-٦ أعمال الإنشاءات:

يجب أن يتوافق إنشاء أنظمة تثبيت التربة مع الخطوط، والتدرجات الموضحة في وثائق العقد، أو رسومات العمل، أو توجيهات المهندس.

٩-٦-١ الجدران المصنوعة من الخرسانة المصبوبة في الموقع:

٩-٦-١-١ التشطيب المعماري:

إذا حُدّد التشطيب المعماري للأسطح المكشوفة من الجدار في وثائق العقد، يجب الامتثال للمتطلبات التالية:

- يجب على المقاول أن يقدم عينة من بطانة الشكل للاعتماد (إضافة إلى رسومات العمل). ويجب على المقاول تقديم عينة من التشطيب المعماري؛ لتقييم جودة البطانة.
- يجب على المقاول استخدام أقل عدد ممكن من الفواصل في بطانة الشكل.
- يجب على المقاول التخلص من بطانة الشكل التالفة، واستبدالها.

٩-٦-١-٢ وضع الجدار الساند:

يجب صب الجدران الاستنادية بانحدار ١٪ (مائل نحو جانب الردم)، وذلك للتعويض عن انحراف الجدار الناجم عن مادة الردم ما لم يُذكر خلاف ذلك. ويجب عدم الشروع في الردم حتى تُصب جميع الأجزاء المتضمنة في جزء ممتد دون تقاطع من الجدار، ومعالجتها كما هو موضح في الباب (١١) وحتى يُمتثل لمتطلبات الباب (٤).

٩-٦-١-٣ عناصر الجدار الخرساني العمودية مسبقة الصب مع القواعد خرسانية المصبوبة في الموقع:

يجب تدعيم عناصر الجدار، وتثبيتها بشكل كافٍ؛ لمنع حدوث الإزاحة العمودية، أو الأفقية حتى توضع قاعدة خرسانية، وتعالج تماماً، وتصبح قوية بما يكفي لتدعيم عناصر الجدار، وتتوافق مع الباب (٤).

يجب أن يتمتع السطح المكشوف من الجدار الخرساني بتشطيب من الدرجة الأولى كما هو محدد في الباب (١١)، ما لم تُحدد معالجة معمارية خاصة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

٩-٦-٢ جدران الخوازيق الصفائحية، وجدران الخوازيق الحديدية:

يجب أن يتكون هذا العمل من إنشاء جدران ممتدة دون تقاطع مجهزة من الحديد، أو خوازيق الصفائح الخرسانية، وإنشاء جدران الخوازيق حديدية مع عناصر واجهة أفقية من الحديد، أو الخرسانة.

٩-٦-٢-١ جدران الخوازيق الصفائحية:

يجب أن تكون الخوازيق الصفائحية الحديدية من النوع، والوزن الموضح في وثائق العقد. ويجب أن تتوافق الخوازيق الصفائحية الحديدية مع متطلبات ((AASHTO M 202M/M202 (ASTM A328/A328M)، و(AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M) Grade 345))، أو مع المواصفات الخاصة بـ "إنشاء الخوازيق للاستخدام في البيئات البحرية" الواردة في (ASTM A690/A690M). كما يجب أن يتوافق طلاء الخوازيق الصفائحية الحديدية، إذا لزم الأمر، مع الجزء (٢٢-٢).

يجب أن تتوافق خوازيق الصفائح الخرسانية مع التفاصيل الموضحة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب أن يتوافق التصنيع والتركيب بشكل عام مع متطلبات خوازيق التحميل الخرسانية مسبقة الصب الواردة في الباب (٥). وبالنسبة إلى خوازيق الصفائح الخرسانية الموضح في تفاصيلها أنها يجب أن تحتوي على مفصل بثلم ولسان في الجزء الموجود أسفل الأرض، ومفصل بثلم مزدوج في الجزء المكشوف، يجب، بعد التثبيت، تنظيف الحزوز العلوية من أي رمل، أو طين، أو حطام، وحشوها كاملاً بالمونة. ويجب أن يتكون المونة من جزء واحد من الإسمنت، وجزئين من الرمل، ما لم يحدد خلاف ذلك في وثائق العقد أو يوجه به كتابةً من قبل المهندس. ويجب وضع المونة؛ باستخدام أنبوب ملاط يوضع داخل غلاف بلاستيكي مانع لتسرب الماء، يُمدّ إلى آخر عمق فتحة المونة المتكونة من الحزوز الموجودة في الركيزتين المتجاورتين اللتين تملآن الفتحة بالكامل عند ملئها.

يجب دفع ركائز الصفائح؛ حتى تصل إلى مستوى النفاذ، أو سعة التحمل المحددة؛ وفقاً لمتطلبات الباب (٥).

بعد دفع الخوازيق، يجب قطع الجزء العلوي من الخوازيق الصفائح بدقة وبشكل مستقيم عند الارتفاع المحدد في وثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

يجب أن تُدعّم جدران الخوازيق الصفائحية؛ بواسطة دعامات أفقية، أو أي نظام تدعيم آخر كما هو موضح في وثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

تُنشأ أغطية الخرسانة المسلحة، عند تحديد ذلك في وثائق العقد، أو في رسومات العمل المعتمدة، وفقاً للباب (١١).

٩-٦-٢-٢ جدران الخوازيق الحديدية:

يجب أن تكون الخوازيق الحديدية عبارة عن خوازيق مدفوعة، أو خوازيق، أنشئت في حفر ذي فتحة عمودية محفور حتى مستوى النفاذ المحدد، أو سعة التحمل المحددة في وثائق العقد.

يجب توفير الخوازيق المدفوعة، وتركيبها طبقاً لمتطلبات الباب (٥). ويجب أن تكون الخوازيق من النوع الموضح في وثائق العقد.

يجب أن تتوافق الخوازيق التي أنشئت في الحفر ذي الفتحة العمودية مع التفاصيل الموضحة في وثائق العقد. ويجب إنشاء الحفر ذي الفتحة العمودية، ووضع الردم الخرساني القوي، أو الهش طبقاً للباب ٥-. ويجب أن يكون المكون الإنشائي للركيزة الحديدية الموضوعة في الحفر ذي الفتحة العمودية متوافقاً مع ما وُضّح في وثائق العقد. كما يجب أن تتوافق الخرسانة المسلحة، سواء كانت مصبوبة في الموقع، أو مسبقة الصب، مع متطلبات الباب (١١). ويجب أن يتوافق الجزء الحديدي مع متطلبات الباب (١٥). كما يجب أن يتوافق طلاء الأجزاء الحديدية -إذا لزم الأمر- مع متطلبات الباب (٢٢).

يجب أن يتألف الردم الخرساني الموضوع حول الخرسانة مسبقة الصب، أو أجزاء الخوازيق الحديدية الموجودة في الحفر ذو الفتحة العمودية من خرسانة الأسمنت البورتلاندي المتوفر في الأسواق، بمحتوى إسمنتي لا يقل عن ٢٨٠ كجم/م^{٣}. ويجب أن يتكون ردم الخرسانة الهشة من رمل خرساني من نوعية كيميائية وماء، ومقدار من الأسمنت البورتلاندي لا يزيد عن ٥٦ كجم / م^{٣}. ويجب أن تتوافق حدود وضع الخرسانة القوية، والخرسانة الهشة مع ما ورد في وثائق العقد.

يجب أن تتوافق خوازيق الواجهة الحديدية الممتدة أفقياً مع المواد، والتفاصيل الموضحة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب أن تتوافق الألواح الخرسانية مسبقة الصب الخلفية، أو تلك الموجودة في الواجهة، والخرسانة المصبوبة في الموقع مع المتطلبات الواردة في الباب (١١). ويجب أن تتوافق المراسي الخرسانية، والوصلات الملحومة، والوصلات المثبتة ببراغي المخصصة لتثبيت عناصر الواجهة في الخوازيق الحديدية مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد.

يجب تشطيب السطح المكشوف من الجدار الخرساني للواجهة بمواصفات من الدرجة الأولى كما هو محدد في الباب (١١) ما لم تحدد معالجة معمارية خاصة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

٩-٦-٢-٣ جدران الخوازيق الصفائحية المثبتة، وجدران الخوازيق الحديدية:

٩-٦-٢-٣-١ عام:

يجب أن يتألف بناء الجدران المثبتة من تشييد جدران خوازيق صفائحية، وجدران خوازيق حديدية مثبتة بقضيب ربط، ونظام تثبيت خرساني، أو بمثبتات أرضية.

يجب أن يتوافق بناء جدران الخوازيق الصفائحية، وجدران الخوازيق الحديدية مع متطلبات الجزء الفرعي (٩-٥-٢).

٩-٦-٢-٣-٢ الدعامات الأفقية:

يجب أن تتوافق الدعامات الأفقية التي تتكون من الحديد، أو الخرسانة مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب أن تتطابق محاذاة الدعامات الأفقية مع محاذاة أجزاء الربط، أو المراسي الأرضية، حتى يسهل تركيبها دون تعرضها للثني. ويجب أن تتوافق الدعامات الأفقية الحديدية مع متطلبات الباب (١٥). كما يجب أن تتوافق الدعامات الأفقية الخرسانية مع متطلبات الباب ١١.

٩-٦-٢-٣-٣ نظام المراسي الخرسانية:

يجب أن يتوافق نظام المراسي الخرسانية، الذي يتكون إما من أعمدة محفورة، أو أشكال من الخرسانة المسلحة موضوعة ضمن حدود حفر التربة، أو الصخور، مع الدعامة أو بدونها ، مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

يجب دفع ركائز الإرساء المائلة؛ حتى تصل إلى الانحدار المناسب الموضح في وثائق العقد. ويجب تزويد خوازيق إرساء الشد بوسائل تثبيت مناسبة في كتلة التثبيت الخرسانية.

يجب أن تتوافق المراسي الخرسانية ذات الأعمدة المحفورة مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد، أو في رسومات العمل المعتمدة، كما يجب بناؤها وفقاً للباب (٦).

٩-٦-٢-٣-٤ قضبان الربط:

يجب أن تكون قضبان الربط حديدية مستديرة تتوافق مع (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M Grade250) ما لم يحدد خلاف ذلك في وثائق العقد. ويجب توفير الحماية من التجريف على النحو المحدد في وثائق العقد. كما يجب توخي الحذر في عمليات المناولة، والردم؛ لحماية قضيب الربط من التلف، والتجريف، أو الثني.

ويجب أن تتوافق الوصلة بين قضبان الربط، والخوازيق الحديدية، والدعامات الأفقية، وواجهة الجدار، والمثبت الخرساني مع التفاصيل المحددة في وثائق العقد.

٩-٦-٢-٣-٥ المراسي المستديرة:

يجب إنشاء المراسي الأرضية وفقاً لمتطلبات الباب (٨).

يجب أن يتوافق توصيل المراسي الأرضية بالخوازيق الحديدية، أو الدعامات الأفقية، أو واجهة الجدار مع التفاصيل الواردة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

٩-٦-٢-٣-٦ الأعمال الترابية:

يجب أن تتوافق الأعمال الترابية مع متطلبات الجزء (٩-٤).

يجب ألا تستمر أعمال الحفر، ما لم يشترط خلاف ذلك في وثائق العقد، أمام الجدار لمسافة تزيد عن ٩٠٠ ملم تحت مستوى قضبان الربط، أو المراسي الأرضية؛ حتى يُنتهى من تركيب قضبان الربط، والمراسي، أو المراسي الأرضية، ويوافق عليها المهندس.

يجب وضع الدعامات الخشبية مباشرة بعد الحفر الموجود أمام الجدار؛ بحيث تُقلل المساحة المفقودة من الأرض إلى أقصى حد، وتتوافق الخرسانة مع متطلبات الباب (٨).

٩-٦-٣ الجدران الاستنادية، والجدران الخلوية:

ينبغي أن يتألف هذا العمل من إنشاء جدران استنادية خرسانية، أو حديدية، وجدران خلوية خرسانية أحادية الخلية كاملة مع مواد الردم داخل الخلايا المكونة من الأجزاء.

٩-٦-٣-١ الأساسات:

وإضافة إلى متطلبات الجزء الفرعي (٩-٤-٢)، يجب تسوية مادة طبقة المونة بدقة، وضمان أن تكون مائلة بشكل عرضي؛ بحيث تتحقق محاذاة الأسطح الرأسية، أو المتهالكة.

أما إذا لزم الأمر، فيجب أن تتوافق قواعد التسوية الخرسانية، أو القواعد الخرسانية مع التفاصيل المحددة في وثائق العقد. ويجب تسوية عتبات الطين الخشبية جيداً، وبشكل متساوٍ عند وجودها ضمن مادة الأساس. كما يجب وضع الخرسانة الخاصة بقواعد التسوية أو قواعد الأساس على جوانب الحفر ضمن مادة الأساس.

٩-٦-٣-٢ الأجزاء الاستنادية:

يجب أن تكون العتبة العلوية الخرسانية، وجزء العارضة متوافقين مع متطلبات الباب (٧) المعني بالأجزاء الخرسانية مسبقة الصب. ويجب أن تكون أبعاد الأجزاء، والحد الأدنى لمقاومة الخرسانة متوافقة مع ما هو محدد في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

يجب صناعة الأجزاء الاستنادية الحديدية التي تتكون من ألواح قاعدة، وأعمدة، وعارضات، وفواصل من صفائح حديدية تتوافق مع (AASHTO M218) ويجب أن يكون سمك الأجزاء وفقاً لما هو محدد . كما يجب الحرص عند تصنيع الأجزاء الاستنادية على أن تتمتع هذه الأجزاء بالحجم والسمك الاسمي نفسه، ويجب أن تكون قابلة للتبديل بالكامل. ويجب عدم السماح بأي عمليات حفر، أو ثقب، أو دفع لتصحيح عيوب التصنيع. كما يجب استبدال أي أجزاء تحتوي على فتحات مثقوبة بشكل غير صحيح. يجب جلفنة البراغي، والصواميل، وغيرها من الأدوات المتنوعة بما يتوافق مع (AASHTO M232M/M232 (ASTM A153/A153M)

٩-٦-٣-٣ أجزاء خلوية خرسانية أحادية الخلية:

يجب أن تُصب المقاطع الخلوية الخرسانية أحادية الخلية المكونة من خلايا رباعية الجوانب بارتفاع موحد، وأعماق مختلفة بما يتوافق مع المتطلبات المنصوص عليها فيما يتعلق بالأجزاء مسبقة الصب ضمن الباب (٧). ويجب أن تبلغ أقل مقاومة انضغاط للخرسانة ٢٨ ميجا باسكال. يجب أن يتمتع سطح الخلية المكشوف بتشطيب من الدرجة الأولى؛ ويجب أن يتمتع السطح غير المكشوف بتشطيب موحد خالٍ من التجاويف المفتوحة الناتجة عن الركام، أو التشوهات السطحية، التي تزيد عن ٦ ملم. كما يجب تحديد أماكن المفاتيح البارزة، وتجاويف المفاتيح الموجودة أعلى، وأسفل الجدران الجانبية للخلايا بدقة.

٩-٦-٣-٤ وضع الأجزاء:

يجب وضع الأجزاء الاستنادية الخرسانية في طبقات متتالية بتباعد يتوافق مع التفاصيل المحددة للارتفاع المعين للجدار الجاري بناؤه. وعند تقاطع العتبة العلوية الخرسانية، وأجزاء العارضات، يجب استخدام حشوات أسفلتية، أو غيرها من المواد المعتمدة؛ للحصول على قدرة تحميل موحدة بين الأجزاء.

يجب أن تتوافق مقاطع الأعمدة الحديدية، والعارضات، والفواصل مع الطول والوزن المناسبين كما هو محدد. ويجب محاذاة هذه الأجزاء بدقة؛ للسماح بتركيب الوصلات المثبتة دون تعريض الأجزاء للتلف. كما يجب ألا يقل عزم البراغي الموجودة في الوصلات عن ٠,٣٤ كيلو نيوتن متر.

يجب تكديس الأجزاء الخلوية الخرسانية أحادية الخلية ذات الأحجام المناسبة بشكل متتابع؛ وفقاً للتخطيط المحدد في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب توخي الحذر عند وضع الأجزاء؛ للحفاظ على المفاتيح البارزة من التلف. ويجب أن تُصلح المفاتيح التالفة، أو غير الملائمة؛ وفقاً لتوجيهات المهندس.

٩-٦-٣-٥ الردم:

يجب ردم الخلايا المكونة من أجزاء الجدار بمواد ردم إنشائي مطابقة للمتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (٩-٣-٤). ويجب القيام بعملية الردم بالتزامن مع تشييد الأجزاء المكونة للخلايا. كما يجب وضع مواد الردم، وضغطها؛ بحيث لا تتعارض مع الجزء، أو تعرضه للتلف. ويجب أن يوضع الردم في طبقات موحدة لا يزيد سمكها عن ٣٠٠ ملم، ما لم يقترح المقاول، أو يوجه المهندس بخلاف

ذلك. يجب ألا تقل كثافة الدمك عن ٩٥٪ من أقصى كثافة؛ كما هو محدد بواسطة (AASHTO T99)، الطريقة (ج). كما يجب أن يتوافق الردم الموضوع خلف الجدار حتى حدود الحفر مع المتطلبات نفسها، ما لم يرد، أو يوجه بخلاف ذلك.

٩-٦-٤ الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً:

يجب أن يتألف إنشاء الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً من إنشاء نظام واجهة يتصل به تسليح التربة الحديدي، أو القائم على البوليمر، ووضع مواد ردم إنشائي تحيط بتسليح التربة.

إن الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً هي نظام مسجل الملكية. وعليه فإنه يلزم الحصول على اعتماد جزء التحكم في الجودة، وجزء ضمان الجودة؛ للموافقة على النظام. ويجب أن يتضمن الاعتماد النقاط التالية: عمر خدمة التصميم، ودرجة حرارة التصميم الخاصة بالشريط، وخصائص الشريط، ونتائج اختبار الزحف فيما يتعلق بالشريط، وقوى الشريط المسموح بها في درجات حرارة التصميم المختلفة، وعمر التصميم، وتفاصيل مكونات النظام، ومصدر كل مكون، وجميع البيانات الأخرى المطلوبة.

٩-٦-٤-١ الواجهة:

يجب أن تتوافق الواجهة المصنوعة من ألواح خرسانية مسبقة الصب، أو ألواح خرسانية مصبوبة في الموقع، أو ملاط (مونة) يوضع باستخدام الهواء المضغوط، أو كتل خرسانية مقطعية، أو نسيج من الأسلاك الملحومة مع التفاصيل، والمواد المحددة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

يجب أن تُصبّ الألواح الخرسانية مسبقة الصب؛ وفقاً للمتطلبات المحددة للأجزاء مسبقة الصب في الباب (١١). ويجب أن تتوافق مقاومة الانضغاط للخرسانة مع ما حُدد في وثائق العقد، أو أن تبلغ ٢٨ ميجا باسكال، بالنظر إلى أيهما أكبر. كما يجب أن يتمتع السطح المكشوف بتشطيب من الدرجة الأولى (انظر الجزء الفرعي ١١-١٤-٢), أو بمعالجة معمارية تتوافق مع ما حُدد في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب أن يتمتع السطح غير المكشوف بتشطيب موحد خالٍ من الفجوات المفتوحة الناتجة عن الركام، أو التشوهات السطحية التي تزيد عن ٦ ملم. ويجب توضيح موقع معدات توصيل تسليح التربة، وتأمينها بدقة في أثناء صب الخرسانة، ويجب ألا تتلامس مع حديد تسليح اللوحة. كما يجب أن يتوافق حشو الفواصل، ووسادات التحميل، ومواد غطاء الفواصل مع ما تم تحديده في وثائق العقد.

يجب إنشاء الواجهة الخرسانية المصبوبة في الموقع وفقاً لمتطلبات الباب (١١). ويجب تضمين تسليح التربة، الذي يمتد إلى ما بعد الواجهة المؤقتة، في خرسانة الواجهة وفقاً للحد الأدنى من الأبعاد المحددة في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

تُشكّل واجهات الأسلاك الملحومة، سواء كانت مؤقتة أو دائمة، من خلال منحنى قائم من التسليح الأفقي للتربة التي تشكل الواجهة، ويجب توصيلها بالمستوى العلوي التالي من تسليح التربة. ويجب وضع حصيرة دعم منفصلة، وشبكة معدنية خلف الجزء العمودي من تسليح التربة مباشرة. ويجب أن يتوافق حجم الأسلاك، والفواصل بينها مع ما حُدّد في وثائق العقد.

٩-٦-٤-٢ تسليح التربة:

يجب جلفنة جميع الحديد المستخدم في تسليح التربة، وأدوات توصيل الحديد بما يتوافق مع (AASHTO M111M/M111 (ASTM A123/A123M)).

كما يجب دلفنة الشريط الحديدي على الساخن بالشكل، والأبعاد المطلوبة. ويجب أن يتوافق الحديد مع (ASTM A572/A572Mgrade 450), ما لم يُحدد خلاف ذلك في وثائق العقد.

يجب أن يُصنّع تسليح نسيج الأسلاك الملحومة في الورشة؛ باستخدام سلك مدلفن على البارد بالحجم، والفراغات المحددة في مستندات العقد، أو رسومات العمل المعتمدة. ويجب أن يتوافق هذا السلك مع متطلبات ((AASHTO M32M/M32 (ASTM A82)؛ ويجب أن يتوافق النسيج المصنوع مع متطلبات (AASHTO M55M/M55 (ASTM A185)).

يجب أن يكون التسليح القائم على استخدام البوليمر من النوع، والحجم المحددين في وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة، ويجب أن يتوافق مع متطلبات المواد، والتصنيع المحددة.

يجب أن تتوافق أدوات التوصيل مع وثائق العقد، أو رسومات العمل المعتمدة.

يجب أن يتوافق تركيب معدات التحكم في التجريف مع المتطلبات المحددة.

٩-٦-٤-٣ أعمال الإنشاءات:

يجب توفير قاعدة تسوية خرسانية مسلحة مسبقة الصب أو مصبوبة في الموقع في مستوى أساس كل قاعدة إذا لزم الأمر. وقبل وضع قواعد التسوية، يجب أن تتوافق مادة الأساس مع متطلبات الجزء الفرعي (٩-٤-٢).

يجب أن تُوضع الألواح الخرسانية مسبقة الصب، والكتل الخرسانية المقطعية، وواجهات نسيج الأسلاك الملحومة، ودعمها -حسب الضرورة-؛ بحيث يكون موضعها النهائي عموديًا، أو تكون مغطاة كما هو موضح في مستندات العقد، أو رسومات العمل المعتمدة ضمن خلوص مقبول من المهندس.

يجب تركيب حشو الفواصل، ووسادات التحميل، ومواد تغطية الفواصل في وقت وضع ألواح الواجهة نفسه.

يجب وضع مواد الردم المتوافقة مع المتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (٩-٣-٤) وضغطها في وقت وضع الواجهة، وتسليح التربة نفسه. ويجب وضع المواد، وضغطها حتى الوصول إلى الحد المطلوب دون تعريض الواجهة، أو تسليح التربة للتلف أو الإزاحة. يجب عدم استخدام مدماك مسنن، أو شبكي عند ضغط الردم ضمن حدود تسليح التربة. في كل مستوى من مستويات تسليح التربة، يجب أن تكون مواد الردم مستوية تقريباً على ارتفاع يبلغ ٣٠ ملم تقريباً فوق مستوى الوصلة في الواجهة قبل وضع تسليح التربة. يجب شد جميع مكونات تسليح التربة بشكل متسق؛ للتخلص من أي تراخ في الوصلات، أو المواد.

٩-٧ قبول الأعمال:

يجب استخدام جميع المواد، وإنجاز جميع الأعمال وفقاً لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية)، ومتطلبات قبول العمل، ويجب على المقاول تطبيق التحكم في الجودة على أعمال أنظمة تثبيت التربة من خلال تنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ لضمان توافق المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة مع متطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة، ووثائق العقد الأخرى.

يجب على السلطة المختصة تطبيق إجراءات ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات التحكم في الجودة الخاصة بالمقاول؛ إما من خلال الإشراف المباشر، أو من خلال تنفيذ إجراءات ضمان الجودة بشكل محايد عن طريق اختبار عينات تمثيلية، وبأعداد كافية؛ لمعرفة مستوى الجودة، وقبول الأعمال المنجزة، أو رفضها بما يتوافق مع المبادئ المذكورة بالتفصيل أدناه في الفقرات التالية.

٩-٧-١ ضبط الجودة:

يجب التحكم في العمل، وفحصه عن طريق تطبيق إجراءات فحص العمل بدءاً من فحص الرسومات التنفيذية، ومراجعتها؛ للتأكد من أنها تتضمن جميع المعلومات التفصيلية الخاصة بالإنشاء وفقاً للجزء (٩-٢)، كما يجب فحص جميع المواد المستخدمة في أعمال الإنشاء والتأكد من أنها تستوفي المواصفات المطلوبة وفقاً للجزء (٩-٢) والجدول (٩-٦).

بالنسبة إلى قبول العمل، يجب تنفيذ البناء؛ وفقاً لمتطلبات نظام الحفاظ المستخدم وفقاً للأجزاء الفرعية (٩-٥-١)، و(٩-٥-٢)، و(٩-٥-٣)، والاختبار المنصوص عليه في الجدول (٩-٦).

٩-٧-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة، في أي وقت، التحقق من جودة المواد، والأعمال المُنشأة من خلال إجراء الاختبارات، أو تكليف آخرين بإجرائها تحت إشرافها، وطلب تقديم الاعتمادات وفقاً لمتطلبات الجودة المطلوبة؛ لضمان الحفاظ على جودة العمل وفقاً لهذا المجلد والجدول (٩-٦).

٩-٨ القياس، والدفع:

يجب قياس أنظمة تثبيت التربة، ودفع ثمنها بالمتر المربع، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد. ويجب أن تعتمد مساحة المتر المربع الخاصة بالدفع على الارتفاع العمودي والطول لكل جزء مبنيّ ، إلا في الحالات التي تسمح فيها وثائق العقد باستخدام أنظمة بديلة؛ لتثبيت التربة. وعندما يُسمح باستخدام أنظمة بديلة لتثبيت التربة، ستعتمد مساحة المتر المربع المستخدمة في الدفع على الارتفاع العمودي وطول كل جزء من نوع النظام المعين كأساس للدفع سواء بُني بالفعل أم لا. كما يجب النظر إلى الارتفاع العمودي لكل جزء بأنه اختلاف في ارتفاع السطح الخارجي، من أسفل عنصر الوجه السفلي للأنظمة من دون قواعد، ومن الجزء العلوي من القاعدة للأنظمة المزودة بقواعد، إلى الجزء العلوي من الجدار، باستثناء أي حاجز.

يجب أن يشمل سعر العقد المدفوع لكل متر مربع من نظام تثبيت التربة التعويض الكامل؛ لتوفير جميع العمالة، والمواد، والأدوات والمعدات، والنفقات الطارئة، للقيام بجميع الأعمال التي ينطوي عليها إنشاء أنظمة تثبيت التربة بما في ذلك – على سبيل المثال لا الحصر – أعمال الحفر، والخوازيق، والقواعد، كاملة في مكانها كما هو محدد في وثائق العقد، وفي هذه المواصفات، وحسب توجيهات المهندس.

سيتم السداد بموجب واحد أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٩-٤). ولقد وُضّحت متطلبات التحكم في الجودة لأنظمة تثبيت التربة في الجدول (٩-٥).

الجدول (٩–٤) عناصر دفع أنظمة تثبيت التربة.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٩-٥-١	الجدران المصنوعة من الخرسانة المصبوبة في الموقع	م٢
٩-٥-١-٢	جدران الخوازيق الصفائحية	م٢
٩-٥-٢-٢	جدران الخوازيق الحديدية	المتر الطولي
٩-٥-٣-١	الجدران الاستنادية	م٢
٩-٥-٣-٢	الجدران الخلوية	م٢
٩-٥-٤	الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً	م٢

الجدول (٩–٥) متطلبات التحكم في الجودة لأنظمة تثبيت التربة.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
الجدران المصنوعة من الخرسانة المصبوبة في الموقع	التشطيب المعماري	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-١-١)
	تحديد موضع اللافتات	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-١-٢)
	العناصر مسبقة الصب العمودية المزودة بقواعد خرسانية مصبوبة في الموقع	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-١-٣)
جدران الخوازيق الصفائحية وجدران الخوازيق الحديدية	جدران الخوازيق الصفائحية	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-١-٢)
	جدران الخوازيق الحديدية	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-١-٢) والجزء (٤-٦)
الجدران الاستنادية والجدران الخلوية	الأساسات	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-٣-١) والجزء (٩-٤-٢)
	الأجزاء الاستنادية	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-٣-٢) والباب (١١)
	أجزاء خلوية خرسانية أحادية الخلية	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-٣-٣) والباب (١١)

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
	وضع الأجزاء	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٩-٦-٣-٤)
	الردم	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	حسب توجيهات المهندس	القسم الفرعي (٩-٦-٣-٥) والجزء الفرعي (٩-٣-٥)

الجدول (٩–٦) مواصفات AASHTO وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Test Method for Evaluating the Freeze-Thaw Durability of Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units and Related Concrete Units	أسلوب الاختبار القياسي لتقييم مقاومة التجميد، والذوبان لوحدات جدار الدعم للجزء الجاف المصبوب، والوحدات الخرسانية المرتبطة	--------	C1262	يلبي متطلبات الاختبار
Standard Specification for Dry-Cast Segmental Retaining Wall Units	المواصفات القياسية لوحدات جدار الدعم المجزء إلى قطاعات جافة مصبوبة	--------	C1372	يلبي متطلبات الاختبار باستثناء أنه يجب استيفاء مواصفات القبول المتعلقة بالمتانة وفقاً لطريقة الاختبار هذه بحيث لا تتجاوز نسبة فقدان الوزن لكل ٤ عينات من أصل ٥ في نهاية ١٥٠ دورة ١ % من وزنها الأولي
Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units	طرق الاختبار القياسية لأخذ العينات، واختبار وحدات الإنشاء الخرسانية، والوحدات ذات الصلة	--------	C140	يلبي متطلبات الاختبار
Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions	الطريقة القياسية لاختبار القص المباشر على التربة في الظروف الجافة المتصلبة	T236	(D3080)	زاوية احتكاك داخلي لا تقل عن ٣٤ درجة
Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Nickel, Copper, Phosphorus Steel H-Piles and Sheet Piling with Atmospheric Corrosion Resistance for Use in Marine Environments	المواصفات القياسية لأعمدة شكل H المعدنية عالية المقاومة من النيكل، والنحاس، والفوسفور، ودق خوازيق الصفائح مع مقاومة التآكل في الظروف الجوية للاستخدام في البيئات البحرية	--------	A690/A690M	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Steel Sheet Piling	المواصفات القياسية لدق خوازيق الصفائح المعدنية	M202M/M202	(A328/A328M)	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M270M/M270	(A709/A709M)	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated	المواصفات القياسية للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك	M218	--------	كما هو محدد.
Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (الغمس الساخن) على قطع الحديد، والصلب	M232M/M232	(A153/A153M)	كما هو محدد.
Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (المجلفن بالغمس الساخن) على منتجات الحديد، والصلب	M111M/M111	(A123/A123M)	كما هو محدد.
Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium Vanadium Structural Steel	المواصفات القياسية للفولاذ الهيكلي الكولومبيوم والفاناديوم عالي القوة منخفض السبائك	--------	A572/A572M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement	المواصفات القياسية للأسلاك المعدنية، والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة	M32M/M32	(A82)	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete	المواصفات القياسية الملحومة للأسلاك المعدنية والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة	M55M/M55	(A185)	كما هو محدد.

١٠- حماية الميل:

١٠-١ عام:

١٠-١-١ الوصف:

يجب أن يتألف هذا العمل من إنشاء طبقات حماية الجوانب، والمنحدرات وفقاً لهذا الكود، وبما يتوافق بشكل معقول مع الخطوط والتدرجات، والسماكات الموضحة في وثائق العقد، أو التي وضعها المهندس. ويجب أن تسري هذه الأحكام على دكة الحجارة، ورصف المنحدر بالخرسانة.

١٠-١-٢ الأنواع:

تُحدد أنواع حماية الميل، مثل: دكة الحجارة، ورصف منحدر خرساني، ورصف جروف خرسانية مسبقة الصب.

١٠-١-٢-١ دكة الحجارة:

من الممكن تصنيف أنواع دكة الحجارة على النحو التالي:

- دكة الحجارة المنفذة باليد أحجار موضوعة باليد على التربة، أو تأسيس الحصى.
- دكة الحجارة المنفذة بالآلة: أحجار موضوعة باستخدام الآلة على التربة، أو تأسيس الحصى.
- دكة الحجارة المثبتة بالأسلاك (الجدران الحجرية): أحجار موضوعة في حاويات من نسيج سلكي.
- دكة الحجارة المزودة بالمونة: تبليط صخري منفذ باليد على النحو الموضح أعلاه، تملأ الفجوات بين الأحجار بملاط الأسمنت، والرمل.
- دكة الحجارة بالأسمنت المكدس - خرسانة مكدسة موضوعة باليد.

١٠-١-٢-٢ رصف المنحدر بالخرسانة:

خرسانة أسمنت بورتلاندي لرصف المنحدر - مصبوبة في الموقع، أو ملاط يُوضع باستخدام الهواء المضغوط، أو إذا كان ذلك مسموحاً به، أشكال النسيج المملوءة بملاط الخرسانة الإنشائي.

١٠-١-٢-٣ رصف المنحدر باستخدام خرسانة مسبقة الصب:

ألواح، أو كتل، أو أشكال خرسانية من الأسمنت البورتلاندي تُصب قبل وضعها.

١٠-٢ رسومات العمل:

يجب على المقاول، متى حُدد ذلك في وثائق العقد، أو بناءً على طلب المهندس، توفير رسومات العمل مع حسابات التصميم والبيانات الداعمة مفصلة بما يكفي، حتى تُعمل مراجعة إنشائية للتصميم المقترح لنظام حماية الميل. وعندما يتعلق الأمر بالخرسانة، يجب أن تتضمن هذه البيانات تسلسل الوضع، ومعدله. ويجب تقديم نسخ كافية؛ لتلبية احتياجات المهندس، والجهات الأخرى التي تتمتع بسلطة المراجعة. كما يجب تقديم رسومات العمل قبل وقت كافٍ من الاستخدام المقترح؛ للتمكن من استعراضها؛ ومراجعتها، إذا لزم الأمر، والموافقة عليها دون تأخير العمل.

يجب على المقاول عدم الشروع في إنشاء أي نظام لحماية الميل يتطلب توفير رسومات عمل قبل اعتماد هذه الرسومات من قبل المهندس. ولن تعفي هذه الموافقة المقاول من مسؤوليته عن النتائج التي حُصل عليها باستخدام هذه الرسومات، أو أي مسؤوليات أخرى تقع على عاتقه بموجب وثائق العقد.

١٠-٣ المواد:

١٠-٣-١ المواد الحجرية:

يجب أن تكون المواد الحجرية المستخدمة في أعمال دكة الحجارة، وحماية الميل من الصخور الصلبة المقاومة للماء، والعوامل الجوية. ويجب أن تكون خالية من التصدعات، والتكونات الطينية، والمواد القابلة للذوبان، والمواد الهشة. ويجب أن تستوفي المواد

المتطلبات النوعية الموضحة في المواصفات الخاصة الموضحة في الجدول (١٠-١)، ما لم يرد خلاف ذلك. ويجب أن يستوفي دكة الحجارة المزود بالمونة، أو غير المزود به متطلبات التوزيع الحجمي الموضحة في المواصفات الخاصة، ووثائق العقد أو أحد التوزيعات المدرجة في الجدول (١٠-٢). ويجب ألا يقل أصغر بعد للحجر المستخدم عن ٣/١ أبعاده القصوى. كما يجب أن تكون المواد من الأحجار ذات الزوايا؛ لتوفير ما يكفي من الاحتكاك بين الأحجار.

يجب أن تستخدم الأعمال الحجرية أحجار مدورة ويجب أن يتراوح حجمها بين ١٠٠ و٢٠٠ ملم، ويتراوح وزنها بين ٢ و١٥ كجم، ويجب ألا تقل نسبة الأحجار التي يزيد وزنها عن ٥ كجم عن ٥٠٪.

الجدول (١٠–١) متطلبات المواد الحجرية.

الخواص	طريقة الاختبار	القيم
الكثافة الظاهرية، كجم/م^3, على الأقل	AASHTO T85	٢,٥٠٠
الامتصاص، %، كحد أقصى	AASHTO T85	٦
مؤشر المتانة للمواد الخشنة، %، على الأقل	AASHTO T210	٥٠

الجدول (١٠–٢) التوزيع الحجمي لمواد دكة الحجارة.

الفئة	معدل مواد الوزن المحدد (%)	الوزن (كجم)	الأبعاد المكعبة التقريبية [١] (ملم)
الأولى	٢٠	١٥ ـ ١٠	٢٠٠ ـ ١٥٠
	٣٠	١٠ ـ ٥	١٥٠ ـ ١٢٥
	٤٠	٥ ـ ٠,٥	١٢٥ ـ ٥٠
	١٠	أقل من ٠,٥	أقل من ٥٠
الثانية	٢٠	٥٠ ـ ٢٥	٢٥٠ ـ ٢٠٠
	٣٠	٢٥ ـ ١٠	٢٠٠ ـ ١٥٠
	٤٠	١٠ ـ ١	١٥٠ ـ ٧٥
	١٠	أقل من ١	أقل من ٧٥
الثالثة	٢٠	١٥٠ ـ ١٠٠	٤٠٠ ـ ٣٥٠
	٣٠	١٠٠ ـ ٥٠	٣٥٠ ـ ٢٥٠
	٤٠	٥٠ ـ ٥	٢٥٠ ـ ١٢٥
	١٠	أقل من ٥	أقل من ١٢٥

ملاحظة:

١. سيتمتع حجم الحجر ذي هذه الأبعاد المكعبة بكتلة مساوية تقريبًا للكتلة الحجرية المحددة.

يجب على المقاول قبل بدء الأعمال بفترة لا تقل عن خمسة عشر (١٥) يومًا اختيار مصادر مواد الصخر، وإجراء الاختبارات اللازمة عليها، وتقديم تقرير فني يشمل الموارد، والكميات المتاحة، والتقديرية للمهندس؛ لاعتمادها. ويجب على المقاول الحصول على إذن لاستخدام هذه المصادر من الجهات المسؤولة عنها.

١٠-٣-٢ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية):

يجب أن تتكون الجدران الحجرية من شبكة سلكية. ويجب أن تصنع الشبكة السلكية من الأسلاك المعدنية المجلفنة بمقاس لا يقل عن (U.S. Wire Gage No. II) (قطر ٣ ملم). ويجب أن تتراوح قوة الشد الخاصة بالأسلاك بين ٤١٥ و٥٨٥ ميجا باسكال وتتحدد وفقًا لـ ASTM A392. ويجب أن يبلغ الحد الأدنى لطلاء السلك بالزنك ٠,٢٥ كجم/م٢ من سطح السلك غير المطلي، وفقًا لـ (AASHTO T65M/T65 (ASTM A90/A90M))

يجب أن تفي الأسلاك الطرفية، وأسلاك الربط، وأسلاك التوصيل بمتطلبات القوة والطلاء ذاتها المقررة أعلاه للأسلاك المستخدمة في الشبكة السلكية.

١٠-٣-٣ نسيج المرشح:

يجب أن يفي نسيج المرشح بمتطلبات (AASHTO M288)، الفئة A أو B.

١٠-٣-٤ المونة:

يجب أن يتكون المونة الإسمنتي المستخدم في دكة الحجارة المملط من خليط من الرمل، والإسمنت، والماء بنسبة ١ إسمنت إلى ٣ رمل. ويجب أن يلبي المونة متطلبات مواصفات (ASTM C270) ويجب أن يكون الإسمنت المستخدم من النوع الخامس المقاوم للكبريتات أو الإسمنت البورتلاندي العادي من الدرجة ١ ومتوافق مع متطلبات مواصفات (ASTM C150) القياسية، ما لم ينص على خلاف ذلك في المواصفات الخاصة. يجب أن يورّد الإسمنت من مصادر معتمدة، ويجب أن تُرفق شهادات ضمان المصدر المعتمدة والمصادق عليها -حسب الأصول- مع شحنات الإسمنت.

يجب أن يتوافق الماء المستخدم في الخلط مع متطلبات الجزء الفرعي (١١-٣-٤) من هذا المجلد. كما يجب أن يتوافق الرمل المستخدم مع متطلبات مواصفات (AASHTO M45).

١٠-٣-٥ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة:

يجب أن تتكون خرسانة دكة الحجارة بأكياس الخرسانة من خليط يتألف من الرمل، والحصى الطبيعي، النظيف، أو المغسول، والإسمنت، والماء. ويجب أن يحتوي الخليط عما لا يقل عن ٢٢٥ كجم/م^{٣} من الإسمنت البورتلاندي والمياه الكافية؛ للحصول على هبوط يتراوح بين ٧٥ و١٢٥ ملم. ويجب أن تصنع أكياس دكة الحجارة بأكياس الخرسانة من ٠,٣٤ كجم/م^{٢} من الخيش أو أي نسيج آخر له قوة مساوية أو أكبرمنها. ويجب أن تكون الأكياس مقاس ٤٩٥ مم×٩١٥ ملم تقريبًا داخل التراكب عندما يكون الكيس مسطحًا، وبسعة تبلغ ٠,٠٣٥ م^{٣} تقريبًا. ويجب استخدام الأكياس السليمة، والمستصلحة.

١٠-٣-٦ الإسمنت البورتلاندي الخرساني:

يجب أن تتوافق خرسانة الإسمنت البورتلاندي المستخدمة في رصف المنحدر المصبوبة في الموقع مع الإرشادات في الباب (١١) والجزء (١١-٣)، للخرسانة من الفئة A باستخدام الحد الأقصى البالغ ٢٥ ملم لقطر المنحدرات كافة.

١٠-٣-٧ حشوة مفصل التمدد:

يجب أن تتوافق حشوة مفصل التمدد مع الإرشادات الموجودة في القسم الفرعي (١١-١١-٢-١).

١٠-٣-٨ المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط:

يجب أن تتوافق مواد المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط مع متطلبات الباب (١٤).

١٠-٣-٩ أشكال، وبلوكات خرسانة الإسمنت البورتلاندي مسبقة الصب:

يجب أن تلبي أشكال وبلوكات خرسانة الإسمنت البورتلاندي مسبقة الصب متطلبات التسوية في (ASTM C129 أو ASTM C139 أو ASTM C90) ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد. يجب أن تتوافق مواد بلاطات خرسانة الإسمنت البورتلاندي مسبقة الصب مع المتطلبات في الجزء (١١-١٤).

١٠-٣-١٠ حديد التسليح:

يجب أن يتوافق التسليح مع الإرشادات الموجودة في الباب (١٢).

١٠-٣-١١ الصرف الجيولوجية المركبة:

يجب أن يتكون الصرف الجيولوجي المركب، عند تحديده، من أساس مصنع مزود بجانب واحد، أو جانبين مغطيين بطبقة من نسيج المرشح.

يجب أن يكون الأساس المصنع مكونًا من شبكة مسبقة التشكيل من البلاستيك المنقوش، وحصيرة من الأشكال العشوائية من الألياف البلاستيكية، وشبكة تصريف تتكون من نمط موحد من خيوط بوليمرية تشكل مجموعتين من قنوات التدفق المستمر، ونظام من الأعمدة البلاستيكية، والروابط التي تشكل حصيرة شبه صلبة، أو أي نظام آخر معتمد من المهندس؛ لإجراء تدفق المياه المحدد في وثائق العقد.

يجب أن يتوافق نسيج المرشح مع متطلبات الجزء الفرعي (١٠-٣-٣) ويجب أن يكون ملتصقًا تمامًا بمواد الأساس.

يجب على المقاول تقديم للمهندس شهادة موقعة من جهة التصنيع تنص على أن الصرف الجيولوجية المركبة المقترح استخدامه قادرٌ على تحمل أحمال التصميم في المواقع المخطط لها كافة من دون تقليل السعة الاستيعابية بشكل ملحوظ لفراغات الصرف المصممة لارتفاع، أو طول الصرف بالكامل.

١٠-٤ أعمال الإنشاءات:

١٠-٤-١ تجهيز المنحدر:

يجب تشكيل المنحدر -عند الاقتضاء- كي تسمح بالسماكة الكاملة؛ لحماية الميل المحدد، وأي فرش أو حصى مرشح. ويجب ألا تكون المنحدرات أكثر انحدارًا من زاوية الاستقرار الحرج لمادة حماية الميل المحدد في وثائق العقد. وعندما لا يمكن حفر المنحدرات إلى مادة غير موزعة، يجب ضغط المادة الأساسية إلى كثافة قياسية بنسبة ٩٥٪ كما هو مبين في (AASHTO T99).

١٠-٤-٢ طبقة الفرش:

يجب وضع طبقة من حصى المرشح، أو نسيج المرشح على المنحدر فورًا قبل وضع دكة الحجارة، أو رصف المنحدر عندما يطلب ذلك في وثائق العقد. ويجب أن تشكل طبقة حصى المرشح؛ لتوفير الحد الأدنى من السماكة المحددة في وثائق العقد.

١٠-٤-٣ نسيج المرشح:

يجب نشر نسيج المرشح بشكل متجانس على المنحدر أو السطح المجهز عندما يحدد ذلك في وثائق العقد. ويجب أن يكون النسيج مبسوطًا مباشرة على سطح الخطوط، والأبعاد الموضحة في وثائق العقد. ويجب تداخل نسيج المرشح بحد أدنى ٣٠٠ ملم في كل اتجاه، ويجب أن يثبت في موضعه بأجهزة تثبيت معتمدة. ويجب على المقاول وضع دكة الحجارة بطريقة لا تمزق النسيج، أو تثقبه، أو تحركه. ويجب عدم استخدام المعدات ذات العجلات، أو ذات الجنزير على المنحدرات المغطاة بالنسيج.

١٠-٤-٤ الصرف الجيولوجي المركب:

يجب تركيب الصرف الجيولوجي المركب في المواقع الموضحة في وثائق العقد، حيث يوجه بذلك المهندس. ويجب تركيب أنظمة التجميع والصرف في المواقع الموضحة في وثائق العقد، حيث يوجه بذلك المهندس.

يجب وضع مواد الأساس المصنوعة من ألواح بلاستيكية غير منفذة، وبها تموجات متصلة مع التموجات عموديًا بشكل تقريبي على نظام تجميع والصرف.

عندما يكون جانب واحد من الصرف الجيولوجية المركبة مغطى بنسيج المرشح، يجب تركيب الصرف بحيث يكون جانب نسيج المرشح مواجهًا للردم الجانبي لجسم الطريق. ويجب أن يتداخل النسيج المواجه جانب الردم الجانبي لجسم الطريق بحد أدنى ٧٥ ملم

في كافة الفواصل، ويلتف حول الحواف الخارجية بحد أدنى ٧٥ ملم بعد الحافة الخارجية. وإذا كان ثمة حاجة لنسيج إضافي لتداخل النسيج عند الفواصل ولفه حول الحواف، فيجب أن يتداخل النسيج الإضافي مع النسيج على الصرف الجيولوجية المركبة على الأقل ١٥٠ ملم، وأن يوصل به.

إذا حدث ثقب، أو قطع في النسيج الموجود على الصرف الجيولوجية المركبة، فيجب تبديل الجزء المتضرر، أو إصلاحه عن طريق وضع قطعة من النسيج كبيرة كافية؛ لتغطية المنطقة المتضررة، وتوفير تداخل يبلغ ١٥٠ ملم في كافة أنحاء المنطقة المتضررة.

١٠-٤-٥ الأحجار المرصوصة يدويًا:

عندما يطلب في وثائق العقد رص الأحجار يدويًا، يجب رص الأحجار الكبيرة أولاً مع تزويد فواصل قريبة في قاعدة الخندق. ويجب رص الأحجار؛ بحيث يكون محورها الطولي متساويًا على وجه الردم الجانبي لجسم الطريق، ويجب ترتيبها بحيث يكون كل حجر فوق طبقة الأساس يتميز بثلاث نقط حمل على الأحجار الأساسية. ويجب ألّا يُقبل حمل الأحجار الصغيرة التي تستخدم في سد الفراغات. ويجب عدم رص الأحجار بالتفريغ العشوائي. كما يجب أن تملأ الفجوات بالأحجار الصغيرة، والقطع الصغيرة.

١٠-٤-٦ الأحجار المرصوصة آليًا:

١٠-٤-٦-١ الرص في الأماكن الجافة:

يجب رص الأحجار المرصوصة آليًا؛ بحيث تحد من الفراغات للحد الأدنى، وأما بنسبة للأحجار الكبيرة فيجب رصها في الطبقة السفلية وفي الطبقة الخارجية من حماية الميل. ويجب رص الأحجار بالتفريغ، ويجب نشرها كطبقات باستخدام الجرافات، أو أي معدات أخرى مناسبة. وعند الانتهاء من أعمال حماية الميل، يجب أن تكون قاعدة الخندق مملوءة بمواد الحفر كما أنه لن تكون هناك حاجة للدمك.

١٠-٤-٦-٢ الرص في الأماكن المغمورة بالمياه:

يجب ألا يسمح بالرص بالتفريغ العشوائي، عند الرص في الأماكن المغمورة بالمياه، إلا بإذن كتابي من المهندس. ويجب الرص بطرق مضبوطة باستخدام دلاء التفريغ السفلية، أو السلال المزودة بالحبال السلكية، التي تنزل عبر الماء إلى نقطة الرص.

١٠-٤-٧ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية):

١٠-٤-٧-١ التصنيع:

يجب لف الشبكة السلكية؛ لتشكيل فتحات سداسية تتمتع بحجم موحد. ويجب ألا يتخطى الحد الأقصى للبعد الخطي لفتحة الشبكة ١١٥ ملم ويجب ألا تزيد منطقة فتحة الشبكة عن ٥١٦٠ مم^{٢}. ويجب تصنيع الشبكة بحيث تكون غير مجرفة.

يجب تصنيع الجدران الحجرية بحيث يمكن تجميع الجوانب، والنهايات، والغطاء، والحواجز، في موقع الإنشاء في سلال مستطيلة بالحجم المحدد. ويجب أن تكون الجدران الحجرية من وحدة مفردة، بمعنى أن القاعدة، والغطاء، والنهايات، ويجب أن تكون الجوانب إما منسوجة في وحدة مفردة، أو أن تكون إحدى حواف هذه العناصر متصلة بالجزء الأساسي من الحشية الحجرية؛ بحيث أن تلك القوة والمرونة عند نقطة الاتصال تساوي -على الأقل- تلك الخاصة بالشبكة.

عندما يتجاوز طول الحشية الحجرية عرضها الأفقي، يجب تقسيم الحشية الحجرية بالتساوي؛ باستخدام حواجز من الشبكة، والمقاس ذاته كجسم الجدران الحجرية، إلى خلايا لا يتجاوز طولها العرض الأفقي. ويجب تزويد الحشية الحجرية بالحواجز الضرورية المثبتة بطريقة مناسبة في القاعدة بطريقة لا يلزم فيها ربطًا إضافيًا عند الوصلة هذه.

يجب أن تكون كافة الحواف المحيطة بالشبكة المشكلة للحشية الحجرية مربوطة بمشبك بإحكام، أو محررة حتى يكون للفواصل المشكلة من خلال ربط الأسلاك الطرفية قوة جسم الشبكة ذاتها على الأقل.

يجب ألا يقل قطر السلك الطرفي المستخدم عبر كافة الحواف (السلك المحيطي) عن ٣,٧٦ ملم (U.S. Wire Gage No. 9) ويجب أن يفي بمواصفات القوة والطلاء ذاتها كالشبكة السلكية.

يجب توفير أسلاك الربط، والتوصيل بكميات كافية؛ لربط كافة حواف الحشية الحجرية، والحواجز بإحكام، وتوفير ما لا يقل عن أربعة أسلاك توصيل عرضية في كل خلية يكون ارتفاعها مساويًا للعرض، وسلكين توصيل عرضيين -على الأقل- في كل خلية يبلغ ارتفاعها نصف عرض الحشية الحجرية. ولا يلزم استخدام أسلاك التوصيل العرضية عندما يكون ارتفاع الخلية ثلث عرض الحشية الحجرية. ويجب أن يفي سلك الربط والتوصيل بمواصفات القوة والطلاء ذاتها؛ كالسلك المستخدم في الشبكة، فيما عدا أنه يجب أن يكون أصغر بمقاسين بمقدار ٠,٦٨ ملم.

يجب أن تستخدم الحلقات السلكية المقوسة المجلفنة ذات المقاسين ٧ ملم، بدلاً من سلك الربط، لتوصيل السلال المجاورة، وتثبيت أغطية السلة. ويجب ألا يزيد التباعد بين الحلقات السلكية المقوسة عن ١٥٠ ملم.

يجب أن تكون الفواصل الرأسية في العمل المكتمل متداخلة عند ثلث، أو نصف طول السلال الكاملة تقريبًا.

١٠-٤-٧-٢ التركيب:

يجب وضع الحشية الحجرية على أساس ناعم. كما يجب أن يعتمد المهندس الخط النهائي والانحدار.

يجب أن تجمع كل وحدة حشية حجرية عن طريق ربط كافة الحواف الرأسية بأسلاك ربط بتباعد ١٥٠ ملم تقريبًا، أو عن طريق قطعة سلك توصيل مربوطة حول الحواف الرأسية بلفائف كل ١٠٠ ملم تقريبًا. ويجب أن تضبط وحدات الحشية الحجرية الفارغة على الخط والانحدار كما هو مبين في وثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس. ويجب استخدام أسلاك الربط، أو الحلقات السلكية المقوسة، أو أسلاك التوصيل لربط الوحدات معًا بالطريقة الموضحة أعلاه ذاتها للتجميع. ويجب أن تكون أسلاك الربط الداخلية متباعدة بشكل متجانس، ومثبتة بإحكام في كل خلية من الهيكل.

ويجب استخدام نقالة السياج القياسية، أو السلسلة المتحركة، أو قضيب حديدي؛ لتمديد السلال السلكية، وتثبيت المحاذاة.

يجب أن تملأ الجدران الحجرية بالأحجار المرصوصة باليد، أو آليًا بعناية؛ لضمان المحاذاة، وتجنب الانتفاخات مع تقليل الفراغات للحد الأدنى. ويجب أن توضع الصخور، وأسلاك التوصيل بالتناوب حتى تملأ الحشية الحجرية. وبعد ملء الحشية الحجرية، يجب ثني الغطاء حتى يصل إلى الجوانب والحواف. وبعد ذلك يجب أن يثبت الغطاء على الجوانب، والنهايات، والحواجز؛ باستخدام أسلاك الربط أو سلك التوصيل بالطريقة المبينة أعلاه للتجميع.

١٠-٤-٨ قطع الصخور المزودة بالمونة:

يجب رص الأحجار على المنحدر كما هو محدد في الجزء الفرعي (١٠-٤-٥) ويجب ترطيبها بالماء بعناية بعد رصها. ويجب وضع المونة عندما تكون الأحجار رطبة، كما يجب أن يوضع المونة في الفجوات؛ لملء الفراغات تمامًا.

عندما يزيد العمق عن ٣٠٠ ملم، يجب وضع الحجر في رافعات تبلغ ٣٠٠ ملم وكل رافعة توضع قبل وضع الرافعة التالية للرافعات التي يجب أن تُنشأ وتحشى قبل تثبيت المونة في الرافعة السابقة.

يجب وضع المونة فقط عندما يكون الطقس مناسبًا، ويجب حمايته من التجمد -على الأقل- لمدة أربعة أيام. ويجب جعل السطح صلبًا بتغطيته بالتربة الرطبة، أو بالحصائر المبللة، أو بطانيات التصليب لمدة ثلاثة أيام -على الأقل- بعد وضع المونة.

يجب عمل فتحات تصريف في دكة الحجارة كما هو مبين بوثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

١٠-٤-٩ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة:

يجب أن تملأ الأكياس تقريبًا بخرسانة بمقدار ٠,٠٢٨ م^{٣}، مع ترك مساحة في الأعلى لثني الأكياس، والحفاظ على الخرسانة في أثناء الرص. ويجب وضع الأكياس -مباشرة- بعد ملأها، ودهسها برفق؛ لتتماثل مع سطح الأرض، والأكياس المجاورة.

يجب أن تقدم أول طبقتين أساسًا بسمك مضاعف. ويجب أن تتكون دورة الأساس الأولى من صف مزدوج من الطوب المجانب ببعد طويل من الأكياس الموازية لمحيط مستوى المنحدر، ومجاورة لبعضها في خندق مشذب بدقة. ويجب أن يكون موقع الخندق كما هو مبين في وثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس، ويحفر بالعمق والعرض المناسبين؛ لاستيعاب وضع أول دورتين أساس، ويحفر في المنحدر بمسافة كافية؛ لإتاحة الرص التالي المناسب من دكة الحجارة. ويجب أن تتكون دورة الأساس الثانية من صف من رؤوس الطوب ذات الأبعاد الطويلة بزوايا قائمة على الطوب المجانب، وتوضع مباشرة فوق الصف المزدوج للطوب المجانب. ويجب أن تتكون الدورات المتبقية من الطوب المجانب، ويجب رصه باستخدام فواصل متداخلة.

يجب إزالة الأتربة والأوساخ من أعلى الأكياس قبل رص الدورة التالية. ويجب وضع الطوب المجانب بحيث لا تكون الأطراف المطوية متجاورة. ويجب وضع رؤوس الطوب مع الطيات باتجاه سطح الأرض. ويجب عدم وضع أكثر من أربع دورات رأسية من الأكياس في أي طبقة حتى توضع المجموعة الأولية في الدورة الأولى.

عندما لا يكون هناك حمل أو سند مناسب للخرسانة بسبب التأخير في وضع الطبقات التالية من الأكياس، يجب حفر خندق صغير في الجزء الخلفي من صف الأكياس، وملئه بالخرسانة المخلوطة حديثًا قبل وضع الطبقة التالية من الأكياس. و يلزم إضافة دورات رأس الطوب في أي مستوى؛ لتوفير مزيد من الاستقرار.

ويجب جعل دكة الحجارة بأكياس الخرسانة صلبًا باستخدام طبقة من التربة الرطبة، أو بالرش برذاذ جيد من الماء كل ساعتين خلال النهار لمدة أربعة أيام.

يجب عمل فتحات تصريف في دكة الحجارة كما هو مبين بوثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

١٠-٤-١٠ رصف المنحدر بالخرسانة:

١٠-٤-١٠-١ عام:

يجب أن يتكون هذا العمل من إنشاء رصف منحدر من الخرسانة المصبوبة في الموقع، وخرسانة الإسمنت البورتلاندي مسبقة الصب. ويجب أن ينشئ رصف المنحدر المصبوب في الموقع، بناءً على اختيار المقاول، إما من خرسانة الإسمنت البورتلاندي، أو المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط. ويجب أن يشمل هذا العمل كذلك، عندما يحدد في وثائق العقد، أو يأذن به المهندس، أشكال الألياف المنسوجة المملوءة بملاط ركام خرسانة الإسمنت البورتلاندي الناعم.

١٠-٤-١٠-٢ رصف المنحدر المصبوب في الموقع:

يجب أن تخلط الخرسانة، وتصب بالتوافق مع الإرشادات الموجودة في الباب (١١)، ويجب توزيعها، ودكها بعناية؛ حتى تصبح مضغوطة، ويتساوى المونة على السطح. وإذا كان المنحدر شديد الانحدار؛ بحيث يمنع استخدام الخرسانة المبللة بما يكفي لتتساوى مع الدك، فيجب دك الخرسانة حتى تتماسك، ودمك سطح المونة بسمك يبلغ ٦ ملم، وتسويته فورًا. ويجب أن يتكون المونة من ربع من الإسمنت البورتلاندي وثلاث أرباع من الركام الناعم. كما يجب أن يعد سطح المونة جزءًا من الخرسانة، وعليه فلن تدفع دفعة منفصلة له.

بعد خفض الخرسانة لتسويتها، يجب صقلها يدويًا باستخدام أدوات صقل خشبية. ويجب تحديد الحواف، والفواصل بحواف نصف قطرها يبلغ ٦ ملم قبل الكنس. ويجب كنس السطح بالكامل بمكنسة دفع ناعمة الملمس؛ لصنع سطح موحد مع وجود علامات كنس موازية لحواف اللوحة.

يجب صب المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط، وإكماله وفقًا للإرشادات الموجودة في الباب (١٤).

ويجب أن تركب وصلات التمدد عرضيًا على مسافات ٦ أمتار. ويجب أن تركب وصلات التمدد الطولية في المواقع المبينة في وثائق العقد. ويجب ملء وصلات التمدد بحشوة مفصل تمدد بسمك ١٢ ملم.

يجب تصليب الخرسانة المصبوبة في الموقع، والمونة الذي يوضع بالهواء المضغوط كما هو مبين في الأبواب (١١) و(١٤) تباعًا.

يجب عمل فتحات تصريف في رصف المنحدر كما هو مبين بوثائق العقد، أو حسب توجيهات المهندس.

يجب على المقاول، عندما يكون مسموحًا به أو محددًا في وثائق العقد، استخدام أشكال الألياف المنسوجة المملوءة بملاط ركام خرسانة الإسمنت البورتلاندي الناعم القابل للضخ كنظام حماية الميلات. ويجب أن يكون طلب المقاول لاستخدام نظام معين طلبًا كتابيًا مصحوبًا برسوم عمل، ومعلومات كاملة عن خصائص المواد، والبناء، والأداء للنظام المقترح.

يجب وضع مواد الردم السابقة، إذا كانت مطلوبة في وثائق العقد، كما هو موضح. ويجب وضع ٠,٠٦ م^{٣} من مواد الردم السابقة ملفوفة بنسيج المرشح عند كل فتحة تصريف، وفتحة صرف.

عند الانتهاء من الأعمال، يجب أن تكون قاعدة الخنادق مملوءة بمواد الحفر، ويجب ألّا تكون هناك حاجة للدمك.

١٠-٤-١٠-٣ رصف المنحدر المصبوب مسبقًا:

يجب أن توضع البلاطات، والبلوكات، والأشكال مسبقة الصب على طبقة من الرمل المفروش تبلغ ٧٥ ملم -حسب النموذج الموضح – في وثائق العقد. كما يجب ضغط البلوكات والأشكال في مكانها جيدًا؛ لتوفير سطح مستوٍ بشكل متجانس وفرش صلب تحت كل بلوك أو شكل.

يجب رص البلوكات، في المناطق التي يحدد فيها وجود ملاط في وثائق العقد، أو يطلبه المهندس، بطريقة الرباط المستمر بطول موازٍ للمنحدر، وبفواصل ٦ ملم. وبعد وضع البلوكات، في المنطقة المراد وضع المونة فيها، يجب توزيع كمية كافية من رمال المونة على السطح، وإدخالها في الفواصل؛ لملئها حتى ١٠٠ ملم من السطح. كما يجب جعل البلوكات رطبة بالطريقة التي ترضي المهندس قبل وضع أي ملاط. ويجب ملأ الفواصل بالمونة المتساوي مع قمة البلوك.

بعد اكتمال المونة، وتصلبه كما ينبغي، يجب جعل البلوكات رطبة، وتغطيتها، وتصليبها ببطانيات التصليب، أو الأغطية لمدة أول سبعة أيام بعد التمليط. ويجب عدم صب المونة في أثناء البرد القارس.

١٠-٥ قبول الأعمال:

يجب التحكم في جميع المواد، والأعمال وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد، والاختبارات القياسية) ومتطلبات هذا الجزء. ولأجل قبول العمل، يجب على المقاول تطبيق ضبط الجودة لأعمال حماية الميلات من خلال تنفيذ كافة الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المكتملة تفي بمتطلبات الجودة المحددة في هذه المواصفات العامة، ووثائق العقد الأخرى.

١٠-٥-١ ضبط الجودة:

يجب مراقبة كافة أعمال، ومواد حماية الميل، وفحصها؛ لضمان أن الأعمال تمت وفقًا لمتطلبات المواد المذكورة في الجزء (١٠-٣) والجدول (١٠-٥) بناءً على نوع المادة المستخدمة في حماية الميل، كما يجب مراجعة رسومات الورشة الخاصة بالإنشاء كافة، والتأكد من احتوائها على معلومات مفصلة كافية.

ولقبول العمل، يجب فحص إجراءات أعمال الإنشاء؛ للتأكد من أنها تمت وفقًا لمتطلبات التركيب المذكورة في الجزء (عناصر الإنشاء بناءً على نوع المادة المستخدمة).

١٠-٥-٢ ضمان الجودة:

تتمتع وكالة جسر الطريق العام بالحق في التحقق من جودة العمل، في أي وقت، والتأكد من أنه مطابق للمواصفات المطلوبة من خلال إجراء اختبارات، أو توكيل آخرين تحت إشرافها بإجراء الاختبارات، التي تضمن جودة الأعمال المكتملة كافة؛ وفقًا لمتطلبات هذا العمل.

١٠-٦ القياس، والدفع:

١٠-٦-١ القياس:

١٠-٦-١-١ دكة الحجارة، وطبقة المرشح:

يجب قياس دكة الحجارة المرصوص يدويًا، ودكة الحجارة المرصوص آليًا، ودكة الحجارة المملط، وحصويات طبقة المرشح بالمتر المربع، أو المتر المكعب، كما هو محدد في وثائق العقد. ويجب أن تكون المساحة التي وضعت بالفعل للأبعاد المحددة الموضحة في وثائق العقد، أو الأبعاد ويجب أن تكون كما راجعها المهندس، مقاسة على طول السطح العلوي. يجب حساب الحجم، إذا قيس بالمتر المكعب، على أساس المساحة المقاسة، والسمك المحدد في وثائق العقد.

١٠-٦-١-٢ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة:

يجب قياس دكة الحجارة بأكياس الخرسانة بالمتر المكعب من الخرسانة المصبوبة.

يجب أن يعتمد القياس على أحجام الخلاط.

١٠-٦-١-٣ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية):

يجب قياس دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية) بعدد الأمتار المربعة لمساحة السطح.

١٠-٦-١-٤ رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع:

يجب قياس رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع، أو بالمونة الذي عه يوضع بالهواء المضغوط بالأمتار المربعة أو المكعبة. ويجب أن تكون المساحة التي وضعت بالفعل للأبعاد المحددة الموضحة في وثائق العقد، أو الأبعاد كما راجعها المهندس، مقاسة على طول السطح المنحدر العلوي. ويجب حساب الحجم، إذا قيس بالأمتار المكعبة، على أساس المساحة المقاسة، والسمك الموضح في وثائق العقد. ويجب ألّا يسمح بأي تعويضات إضافية لقاء الخرسانة الإضافية، أو المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط الإضافي المصبوبين؛ بسبب انخفاض الأساس.

١٠-٦-١-٥ رصف المنحدر باستخدام خرسانة مسبقة الصب:

يجب قياس البلاطات، والبلوكات، والأشكال مسبقة الصب الموضوعة كرصف للمنحدر بالأمتار المربعة، وتحسب من خطوط الدفع الموضحة في وثائق العقد، أو كما يوجه المهندس.

١٠-٦-١-٦ نسيج المرشح:

يجب قياس نسيج المرشح بالأمتار المربعة على سطح الأرض، باستثناء التداخلات، كاملاً في الموقع.

١٠-٦-٢ الدفع:

١٠-٦-٢-١ عام:

يجب أن يشمل الدفع لحماية الميل من الفئات المختلفة في عرض أسعار الوحدات تعويضات كاملة عن كافة العمالة، أو المواد، أو المعدات، أو غيرها من المصروفات العرضية بخصوص تجهيز التسوية الفرعية (باستثناء توريد، ووضع مادة طبقة المرشح، ونسيج المرشح)؛ حفر، وردم خنادق القاعدة عند اللزوم؛ توريد، ووضع الأحجار، والألواح، والبلوكات، والأشكال، والمونة، وخرسانة الإسمنت البورتلاندي، والمونة الذي يوضع بالهواء المضغوط، وحديد التسليح، وحشوة مفصل التمدد، عند الحاجة؛ وكافة الأعمال الأخرى، والمواد العرضية اللازمة؛ لإتمام العمل كما هو محدد في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٢ دكة الحجارة:

سيدفع لقاء دكة الحجارة المرصوص يدويًا، ودكة الحجارة المرصوص آليًا، ودكة الحجارة المملط المقاس؛ وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-١) في عرض الأسعار لكل متر مربع أو متر مكعب، كما هو محدد في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٣ دكة الحجارة بأكياس الخرسانة:

يجب أن يدفع لقاء دكة الحجارة بأكياس الخرسانة المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-٢) عرض الأسعار لكل متر مكعب.

١٠-٦-٢-٤ دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية):

يجب أن يدفع لقاء دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية) المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-٣) عرض الأسعار لكل متر مربع. ويجب أن يشمل هذا السعر السلال السلكية، ومواد الربط، والمراسي، وحشو الحصويات، وأي مواد أخرى، والعمال، والمعدات اللازمة لإتمام العمل كما هو محدد في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٥ رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع:

يجب أن يدفع لقاء رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع أو بالمونة الذي يوضع بالهواء المضغوط المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-٣) في عرض الأسعار لكل متر مربع، أو متر مكعب، كما هو محدد في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٦ رصف المنحدر باستخدام خرسانة مسبقة الصب:

يجب أن يدفع لقاء رصف المنحدر بالخرسانة مسبقة الصب المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-٥) عرض الأسعار لكل متر مربع. ويجب أن يشمل هذا السعر الرمل المفروش، ويجب أن يشمل ملاط الإسمنت البورتلاندي، إذا كان محددًا في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٧ طبقة المرشح:

يجب أن يدفع لقاء طبقة المرشح، أو حصى المرشح المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-١) في عرض الأسعار لكل متر مربع، أو متر مكعب، كما هو محدد في وثائق العقد.

١٠-٦-٢-٨ نسيج المرشح:

يجب أن يدفع لقاء نسيج المرشح المقاس وفقًا للقسم الفرعي (١٠-٦-١-٦) عرض الأسعار لكل متر مربع.

١٠-٦-٢-٩ نظام الصرف الجيولوجية المركبة:

يجب الدفع لقاء الصرف الجيولوجية المركبة على أساس سعر العقد الإجمالي. يجب أن يشمل هذا السعر الإجمالي تعويضات كاملة عن توريد كافة العمالة والمواد والأدوات والمعدات والنفقات العرضية، ولتنفيذ كافة الأعمال المتعلقة بإنشاء أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة كاملة في مكانها بما في ذلك أنظمة الصرف الجيولوجية المركبة، والتجميع، والتصريف كما هو موضح في وثائق العقد، وحسب توجيهات المهندس.

سيتم السداد بموجب بند، أو أكثر من البنود الواردة في الجدول (١٠-٣)، ومتطلبات ضبط الجودة؛ لحماية الميل موضحة في الجدول (١٠-٤).

الجدول (١٠–٣) بنود الدفع لحماية الميل.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٠-٣-١	دكة الحجارة	م^{٢}
١٠-٣-٢	دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية)	م^{٢}
١٠-٣-٣	نسيج المرشح	م^{٢}
١٠-٣-٤	دكة الحجارة بأكياس الخرسانة	م^{٣}
١٠-٣-٥	رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع	م^{٢} أو م^{٣}
١٠-٣-٦	المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط	م^{٢} أو م^{٣}
١٠-٣-٧	رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة مسبقًا	م^{٢}

الجدول (١٠–٤) متطلبات ضبط الجودة لحماية الميل.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
تجهيز المنحدر	مشكلة، ومضغوطة إلى كثافة قياسية تبلغ ٩٥٪	AASHTO T99	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	حسب توجيهات المهندس	الجزء الفرعي (١٠-٤-١)
طبقة الفرش	طبقة من حصى المرشح	قياس السمك	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٢)
نسيج المرشح	ينشر بطريقة متجانسة على المنحدر، أو السطح المجهز	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٣)
الصرف الجيولوجية المركبة	التركيب مع تقليل التداخل والتموجات للحد الأدنى	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٤)
الأحجار المرصوصة يدويًا	رص الأحجار، وملء الفجوات	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٥)

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
الأحجار المرصوصة آليًا		الرص في الأماكن الجافة	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٠-٤-٦-١)
		الرص في الأماكن المغمورة بالمياه	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٠-٤-٦-٢)
دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية)		كل حشية حجرية مجمعة عن طريق الربط باستخدام أسلاك الربط بتباعد ١٥٠ ملم تقريبًا	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٧)
قطع الصخور المزودة بالمونة		ترص؛ لملء الفراغات بين الأحجار المرصوصة يدويًا	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٨)
دكة الحجارة بأكياس الخرسانة		يجب أن تملأ الأكياس تقريبًا ٠,٠٢٨ م٣ من الخرسانة	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٠-٤-٩)
رصف المنحدر بالخرسانة	رصف المنحدر المصبوب في الموقع	يغطى بالخرسانة المصبوبة في الموقع، وحدود مفصل التمدد	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٠-٤-١٠-٢)
	رصف المنحدر المصبوب مسبقًا	يوضع على طبقة من الرمل المفروش تبلغ ٧٥ مم	تفتيش بصري وفحص للرص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٠-٤-١٠-٣)

الجدول (١٠–٥) مواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Method of Test for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate	طريقة الاختبار القياسية للثقل النوعي، وامتصاص الركام الخشن	T85	----------	انظر الجدول (١٠-١)
Standard Method of Test for Aggregate Durability Index. American Association of State Highway and Transportation	الطريقة القياسية لاختبار مؤشر متانة الركام. الجمعية الأمريكية للطريق العام، والنقل في الولاية	T210	----------	انظر الجدول (١٠-١)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Zinc-Coated Steel Chain-Link Fence Fabric	المواصفات القياسية لنسيج السور ذي السلسلة المعدنية المطلية بالزنك	----------	A392	يجب أن تتراوح قوة الشد الخاصة بالأسلاك بين ٤١٥ و٥٨٥ ميجا باسكال
Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Sections with Zinc or Zinc-Alloy Coatings	طريقة الاختبار القياسي لوزن [كتلة] طلاء أجزاء الحديد والصلب بطلاء الزنك، أو سبائك الزنك	T65M/T65	A90/A90M	يجب أن يبلغ الحد الأدنى لطلاء السلك بالزنك ٠,٢٥ كجم/م^{٢} من سطح السلك غير المطلي
Standard Specification for Geotextile Specification for Highway Applications. American Association of State Highway	المواصفات القياسية لمواصفات التكسية الأرضية لتطبيقات الطريق العام. الجمعية الأمريكية للطريق العام في الولاية	M288	----------	كما هو محدد.
Standard Specification for Mortar for Unit Masonry	المواصفات القياسية لمونة وحدات البناء	----------	C270	كما هو محدد.
Standard Specification for Portland Cement	المواصفات القياسية للأسمنت البورتلاندي	----------	C150	كما هو محدد.
Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar. American Association of State Highway and Transportation	المواصفات القياسية لمجموعات مواد ملاط البناء. الجمعية الأمريكية للطريق العام والنقل في الولاية	M45	----------	كما هو محدد.
Standard Specification for Non load bearing Concrete Masonry Units	المواصفة القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية غير الداعمة للأحمال	----------	C129	كما هو محدد.
Standard Specification for Concrete Masonry Units for Construction of Catch Basins and Manholes	المواصفات القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية لإنشاء أحواض التجميع، وفتحات الدخول	----------	C139	كما هو محدد.
Standard Specification for Load bearing Concrete Masonry Units	المواصفات القياسية لوحدات الإنشاء الخرسانية ذات الحمولة الداعمة	----------	C90	كما هو محدد.
Standard Method of Test for the Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5 kg Rammer and a 305 mm Drop	طريقة الاختبار القياسية للعلاقات بين الرطوبة، والكثافة للتربة باستخدام مدك ٢,٥ كجم وانخفاض ٣٠٥ ملم	T99	----------	يجب أن تكون المادة الأساسية مضغوطة إلى كثافة قياسية بنسبة ٩٥٪ كما هو مبين في AASHTO T99

١١- الهياكل الإنشائية الخرسانية:

١١-١ عام:

١١-١-١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من توريد الخرسانة، وصبها، وإنهاءها، وتصليبها في الجسور، والعبّارات، والمرافق المتنوعة؛ وفقًا لهذا المجلد، ومطابقة للخطوط، والدرجات، والأبعاد الموضحة في وثائق العقد. ويشمل هذا العمل عناصر من الهياكل الإنشائية التي أنشئت باستخدام طرق الصب في الموقع، أو الصب المسبق؛ باستخدام إما الخرسانة العادية (غير المسلحة)، أو المسلحة، أو سابقة الإجهاد، أو أي مزيج منها.

١١-١-٢ الأعمال ذات الصلة:

يجب أن تكون كافة الأعمال الأخرى ذات الصلة بإنشاء الهياكل الإنشائية الخرسانية على النحو المحدد في الأبواب القابلة للتطبيق من هذا المجلد، وخاصة الأبواب (٤ و١٢-١٢ و١٣).

١١-١-٣ طرق الإنشاء:

عندما تتيح وثائق العقد للمقاول اختيار الطريقة، أو المعدات التي ستستخدم في أي عملية، يجب أن تقع على عاتق المقاول مسؤولية استخدام الطرق، والمعدات التي ستنتج عملاً مرضيًا في ظل الظروف التي تمت مواجهتها؛ بحيث لا يحدث أي عطل وضرر بالعمل المكتمل أو المكتمل جزئيًا.

يجب أن تتوافق السقالات المؤقتة، والقوالب مع متطلبات الباب (٤).

عامة يجب أن تكون كافة الخرسانة مدعومة بالكامل؛ حتى تكتسب القوة، وتصل للعمر المطلوب. ومع ذلك، يجب السماح بطريقة القوالب المنزلقة لإنشاء أعمدة الرصف، والحواجز شريطة أن تضمن خطة المقاول الآتي:

- تكون النتائج متساوية بالكامل مع تلك التي حدثت باستخدام القوالب الثابتة.
- تتوافر الترتيبات المناسبة؛ لتصليب الخرسانة، وصقلها، وحمايتها.

١١-٢ فئات الخرسانة:

١١-٢-١ عام:

يجب أن تكون كل فئة مستخدمة من فئات الخرسانة في كل جزء من الهيكل كما محدد أو موضح في وثائق العقد. وإذا لم تكن موضحة أو محددة، سيحدد المهندس فئة الخرسانة التي ستستخدم.

١١-٢-٢ الخرسانة ذات الوزن العادي:

خرسانة فئات الوزن العادي (الكثافة) متوفرة في هذا المجلد كما هي مذكورة في الخرسانة الموجودة على الماء المالح، أو فوقه، أو المعرضة لمواد كيميائية تذوب، يجب أن تكون أقصى نسبة للماء/الإسمنت ٠,٤٥.

يجب ألا تقل مقاومة الانضغاط الخرسانة التصميمية سابقة الإجهاد عن ٤٠ ميجا باسكال.

يجب استخدام مقاومات انضغاط الخرسانة التصميمية الزائدة عن ٧٠ ميجا باسكال للخرسانة ذات الوزن العادي فقط عندما تسمح بها مواد معينة، أو عند إجراء اختبارات فيزيائية لتأسيس العلاقات بين مقاومة الخرسانة، والخصائص الأخرى. ويجب عدم استخدام الخرسانة ذات مقاومات الانضغاط المستخدمة في التصميم أقل من ٢٨ ميجا باسكال في التطبيقات الهيكلية.

يجب توريد الحصويات الخشنة للفئة B بأحجام منفصلة كما هو موضح في الجدول (١١-١).

- **الفئة A:** تستخدم الخرسانة عامة لجميع عناصر الهياكل الإنشائية، باستثناء عندما تكون فئة أخرى مناسبة أكثر، وتحديدًا للخرسانة المعرضة للماء المالح.
- **الفئة B:** تستخدم الخرسانة في الأساسات، والركائز، وأعمدة الرصف الكبيرة، وحوائط الجاذبية.
- **الفئة C:** تستخدم الخرسانة في الأماكن الضيقة، مثل: الحواجز المسلحة بسمك أقل من ١٠٠ ملم، وللحشو في أرضيات الشبكة المتسامتة المعدنية وما إلى ذلك.

- **الفئة P:** تستخدم الخرسانة عندما يلزم قوة تزيد عن ٢٨ ميجا باسكال. وبالنسبة للخرسانة سابقة الإجهاد، يجب مراعاة الحد من الحجم الاسمي للحصويات إلى ٢٠ ملم.
- **الفئة S:** تستخدم هذه الخرسانة للخرسانة المودعة تحت الماء في السدود؛ لمنع المياه.
- **الفئة P (خرسانة عالية الأداء HPC):** يهدف استخدامها في أجزاء الخرسانة سابقة الإجهاد مع مقاومة انضغاط محددة للخرسانة تزيد عن ٤١ ميجا باسكال، ويجب دائمًا استخدامها لمقاومة الخرسانة المحددة التي تزيد عن ٦٨ ميجا باسكال للخرسانة عالية الأداء.

يجب ألا يتجاوز مجموع الإسمنت البورتلاندي، والمواد الإسمنتية الأخرى المحددة ٤٧٥ كجم/م^3، باستثناء الخرسانة الفئة P (خرسانة عالية الأداء HPC) حيث يجب ألا يتجاوز مجموع الإسمنت البورتلاندي، والمواد الإسمنتية الأخرى ٦٠٠ كجم/م^3.

الجدول (١١–١) تصنيف الخرسانة ذات الوزن العادي.

فئة الخرسانة	الحد الأدنى من محتوى الإسمنت (كجم/م^3)	الحد الأقصى من نسبة الماء إلى المواد الإسمنتية	حجم الحصويات الخشنة لكل AASHTO M43 (ASTM D448) (الحجم الاسمي)	حجم رقم[1]	مقاومة الانضغاط المحددة (ميجا باسكال في ٢٨ يومًا)
A وB	٣٦٣	٠.٤٩	٢ إلى رقم ٤	٥٧	٢٨
C	٣٩٠	٠.٤٩	١٢,٥ ملم إلى رقم ٤	٧	٢٨
P	٣٣٥	٠.٤٩	٢٥ ملم إلى رقم ٤	٧	≥ ٤١[2]
			١٩,٠ ملم إلى رقم ٤	٦٧	
S	٣٩٠	٠,٥٨	٢٥ ملم إلى رقم ٤	٧	---
P (خرسانة عالية الأداء HPC)[4]	-----[3]	٠,٤٠	≥ ١٩,٠ ملم	٦٧	أكبر من ٤١[b]
A (خرسانة عالية الأداء HPC)	-----[3]	٠,٤٥	-----[3]	-----[3]	≥ ٤١[b]

ملاحظات:

١. كما هو مذكور في AASHTO M43 (ASTM D448)، الجدول (١) الحجم القياسي للحصويات المعالجة.

٢. كما هو محدد في وثائق العقد.

٣. يحدد الحد الأدنى من محتوى المواد الإسمنتية، وحجم الحصويات الخشنة؛ لتلبية مواصفات الأداء الأخرى المحددة في العقد.

٤. HPC = خرسانة عالية الأداء.

١١-٢-٣ الخرسانة خفيفة الوزن:

يجب أن تتوافق الخرسانة خفيفة الوزن (منخفضة الكثافة)، مع المتطلبات المحددة في وثاق العقد. عندما تحدد وثائق العقد استخدام الرمل الطبيعي لجزء من الركام الناعم، أو كلها، يجب أن يتوافق الرمل مع (AASHTO M6).

١١-٣ المواد:

تشكل المواد الخمسة الرئيسية المكونة للخرسانة المنتجة اليوم الإسمنت، والحصويات، والإضافات المعدنية، والإضافات الكيميائية والماء.

١١-٣-١ الإسمنت:

يتوافق الإسمنت المستخدم في إنشاء الجسور عمومًا مع أحد المواصفات الآتية:

- ((AASHTO M85 (ASTM C150) للإسمنت البورتلاندي.
- ((AASHTO M240 (ASTM C595) أو (ASTM C1157) للإسمنت الهيدروليكي المخلوط.
- ASTM C845 للإسمنت الهيدروليكي التمددي.

أنواع الإسمنت البورتلاندي هي كالآتي:

- النوع الأول العادي.
- النوع الثاني متوسط في مقاومة الكبريتات.
- النوع الثالث مقاومة أولية عالية.
- النوع الرابع حرارة ترطيب منخفضة.
- النوع الخامس مرتفع في مقاومة الكبريتات.

١١-٣-٢ الركام:

١١-٣-٢-١ الركام الناعم:

يجب أن تتوافق الركام الناعم للخرسانة مع متطلبات (AASHTO M6).

١١-٣-٢-٢ الحصويات الخشنة:

يجب أن تتوافق الحصويات الخشنة للخرسانة مع متطلبات (AASHTO M80) يجب ألا يتجاوز الحجم الأقصى الاسمي للحصويات الخشنة الآتي:

- ١/٥ أضيق بعد بين جوانب القوالب.
- ١/٣ عمق البلاطات.
- ٣/٤ الحد الأدنى للتباعد الواضح بين قضبان، أو أسلاك التسليح الفردية، أو مجموعات القضبان، أو كابلات الشد الفردية، أو كابلات الشد المجمعة، أو القنوات.

يجب عدم تطبيق هذه القيود إذا كانت، حسب تقدير المهندس، قابلية العمل وطرق التصلب تتيح صب الخرسانة من دون حدوث تعشيش أو فراغات.

١١-٣-٢-٣ الحصويات المخلوطة:

عند توافر الحصويات خفيفة الوزن المناسبة، فإن الممارسة الشائعة هي: خلط حصويات الوزن الخفيف مع الوزن العادي؛ لإنتاج الوزن المطلوب للوحدة الخرسانية. ويتم ذلك لضبط أوزان العوارض (أو أي منتج آخر)؛ بهدف الامتثال لقيود الشحن، وظروف موقع العمل، مثل: حجم الرافعة، وحدود الوصول، وقدرات المصنع، أو معدات التركيب.

يجب أن يتطابق خليط الركام الناعم والخشنة مع متطلبات (AASHTO M320).

١١-٣-٢-٤ الحصويات خفيفة الوزن:

يجب أن تتطابق الحصويات الخفيفة المستخدمة في الخرسانة مع متطلبات ((AASHTO M195 (ASTM C330).

١١-٣-٢-٥ استثناء:

الحصويات المثبتة من خلال اختبارات خاصة، أو تجارب فعلية، والمعتمدة من الجهة المختصة بأنها تقدم خرسانة ذات مقاومة، ومتانة كافية.

١١-٣-٣ المواد المضافة:

١١-٣-٣-١ المواد المضافة المعدنية:

المواد المضافة المعدنية هي: مواد مسحوقة، أو مطحونة تُضاف إلى الخرسانة؛ لتسليح خصائص الخرسانة المتصلبة بالأسمنت البورتلاندي، أو تغييرها. وتستخدم المواد المضافة المعدنية في الخرسانة لزيادة تطور المقاومة المبكرة، أو لتقليل حرارة الإماهة. ويجب أن تستخدم أيضًا لتسليح مقاومة الخرسانة ضد الحصويات المتفاعلة، واستبدال الأسمنت. كما تستخدم في الخرسانة ذات المقاومة العالية لتحقيق مقاومة أعلى في المستقبل. ويجب أن يؤثر استخدام المواد المضافة المعدنية على قابلية تشغيل الخرسانة الطازجة، وخصائص التشطيب الخاصة بها.

١١-٣-٣-١-١ مواد البوزولان:

تعرض(ASTM C618) AASHTO M295) ثلاثة أصناف من المواد المضافة المعدنية على النحو التالي:

- الرماد المتطاير من الصنف C.
- الرماد المتطاير من الصنف F.
- البوزولانات الطبيعية الخام أو المكلسة من الصنف N.

الميتاكاولين عالي التفاعل (HRM) هو: مسحوق أبيض صناعي يستوفي متطلبات مواد البوزولان من الصنف .N ويتمتع الميتاكاولين عالي التفاعل (HRM) بحجم جسيمات أصغر بشكل ملحوظ من جسيمات الأسمنت، ولكنه ليس ناعمًا مقارنة بنعومة غبار السيليكا. الرماد المتطاير عبارة عن بقايا ناعمة متجزأة تنتج عن احتراق الفحم المطحون في محطات توليد الطاقة. ويمتلك الرماد المتطاير من الصنف F خواص بوزولانية؛ أما الرماد المتطاير من الصنف C فيمتلك بعض الخواص الإسمنتية بالإضافة إلى الخواص البوزولانية. وتستوفي بعض أنواع الرماد المتطاير متطلبات الصنفين F و C على حد سواء.

تُختار هذه المواد بناءً على توفرها المحلي، وتأثيرها على خواص الخرسانة.

ويجب عدم استخدام الرماد المتطاير الناتج عن المصانع التي تستخدم عملية حقن الحجر الجيري، أو تستخدم مركبات الصوديوم، أو الأمونيوم أو الكبريت، مثل: رماد الصودا، للتحكم في انبعاثات المداخن في الخرسانة.

١١-٣-٣-١-٢ غبار السيليكا:

يجب -أيضًا- استخدام غبار السيليكا الذي يلبي متطلبات ((AASHTO M307 (ASTM C1240) كمادة مضافة معدنية في الخرسانة. غبار السيليكا هو: مادة بوزولانية ذات حجم جسيمات ناعم جدًا تُنتج بوصفها منتجًا ثانوي في أفران القوس الكهربائي المستخدمة في إنتاج عنصر السيليكون، أو سبائك الحديد، والسيليكون. ويُعرف غبار السيليكا أيضًا باسم غبار السيليكا المكثف، والميكروسيليكا.

يمكن أن يؤدي استخدام غبار السيليكا إلى تسليح تطوير مقاومة الخرسانة المبكرة، ويكون ذلك مفيدًا بشكل خاص في تحقيق مقاومة إطلاق عالية في كمرات الخرسانة ذات المقاومة العالية. وعادة ما يؤدي استخدام غبار السيليكا في الخرسانة إلى إنتاج خرسانة ذات نفاذية منخفضة. كما يزيد استخدام غبار السيليكا من احتياج المياه في الخرسانة. وبالتالي، يُستخدم عادةً مع مادة مضافة؛ لتقليل المياه أو مادة مضافة لتقليل المياه عالية النطاق. وتعاني الخرسانة التي تحتوي على غبار السيليكا من تسرب أقل بشكل ملحوظ، وتزيد من احتمالية انكماشها البلاستيكي. ولذلك، يجب تجنب فقدان الرطوبة المبكر في ظل الظروف التي تعزز الجفاف السطحي السريع، مثل: انخفاض الرطوبة، وارتفاع درجات الحرارة.

١١-٣-٣-١-٣ الخبث:

يجب أن يلبي خبث الفرن العالي ذو الحبيبات المطحونة متطلبات ((AASHTO M302 (ASTM C989).

يجب تقديم شهادة الامتثال، المستندة إلى نتائج الاختبار، والموقعة من قبل الشركة المنتجة للمادة المضافة المعدنية، والتي تشهد بأن المواد مطابقة للمواصفات المذكورة أعلاه، لكل شحنة تستخدم في العمل.

إذا أضيفت مواد خاصة أخرى غير المذكورة أعلاه في تصميم خلطة الخرسانة، يجب تحديد خصائص تلك المواد وفقًا للطرق المحددة في وثائق العقد.

١١-٣-٣-٢ المواد المضافة الكيميائية:

تستخدم المواد المضافة الكيميائية في الخرسانة مُسبقة الصب، وسابقة الإجهاد لحبس الهواء، وتقليل المحتوى المائي، وتحسين قابلية التشغيل، وتأخير زمن التصلّب، وتسريع تطوير مقاومة الخرسانة. ويجب أن تتطابق المواد المضافة الكيميائية، باستثناء المواد المضافة

الحابسة الهواء، مع متطلبات (AASHTO M194) ويجب أن تتطابق المواد المضافة الحابسة للهواء مع متطلبات (AASHTO M154 (ASTM C260).

تستخدم المواد المضافة الحابسة للهواء في الخرسانة بشكل أساسي؛ لزيادة مقاومة الخرسانة للتلف الناتج عن التجمد، والذوبان عند تعرضها للماء، ومواد التذويب الكيميائية. ويجب أن تستخدم أيضًا لزيادة قابلية التشغيل، وتسهيل أعمال المناولة والتشطيب. ويجب أن تتطابق المواد المضافة الحابسة للهواء مع متطلبات (AASHTO M154) وعادة يُحدد المحتوى الهوائي في الخرسانة الطازجة باستخدام طريقة الضغط (AASHTO T152)، أو الطريقة الحجمية (AASHTO T196). ويجب تجنب استخدام طريقة الضغط مع الخرسانة خفيفة الوزن. يمكن استخدام مؤشر للهواء بحجم مناسب (AASHTO T199) لإجراء فحوصات سريعة، ولكنه لا يعتبر بديلاً عن الطرق الأخرى الأكثر دقة.

تسرد هذه المواصفات أنواع المواد المضافة التالية:

- النوع (أ) تخفيف المياه.
- النوع (ب) تبطيء المياه.
- النوع (ج) تسريع المياه.
- النوع (د) تخفيف المياه، وتبطيئها.
- النوع (هـ) تخفيف المياه، وتسريعها.
- النوع (و) تخفيف المياه عالية النطاق.
- النوع (ز) تخفيف المياه عالية النطاق، وتبطيئها.

يجب أن تُدمج المواد المضافة الحابسة للهواء، والمواد المضافة الكيميائية في الخلطة الخرسانية في محلول مائي. ويجب أن تعد المياه المضافة على هذا النحو جزءًا من المياه المسموح بها لعملية الخلط.

يؤدي استخدام كلوريد الكالسيوم في الخرسانة إلى تسليح تآكل المعادن نتيجة وجود أيونات الكلوريد. ونتيجة لذلك، يجب تجنب استخدام المواد المضافة التي تحتوي على أيونات الكلوريد ($c\ell^-$) بنسبة تتجاوز ١٪ من وزن المادة المضافة في الخرسانة المسلحة. كما يجب تجنب استخدام المواد المضافة التي تزيد عن ٠,١٪ في الخرسانة سابقة الإجهاد.

إذا أُستخدمت أكثر من مادة مضافة، يجب أن تكون تلك المواد متوافقة مع بعضها، ويجب أن تُدمج في الخلطة الخرسانية بالترتيب الصحيح؛ لضمان الحصول على النتائج المطلوبة في كافة المواد المضافة. وإذا لم يستخدم المقاول هذا المزيج من المواد المضافة وفي حال لم تقدم الشركة المصنعة أي توجيهات بخصوصه، فيجب فحص الخواص قصيرة الأجل، وطويلة الأجل الخاصة بالخرسانة التي تحتوي على هذا المزيج غير المجرب بواسطة خبير مختص؛ لتحديد نقاط الضعف التي قد تتعرض لها الخرسانة بسبب هذا المزيج الجديد.

يجب تزويد المهندس بشهادة الامتثال الموقعة من قبل الشركة المصنعة للمادة المضافة عن كل شحنة من المواد المضافة المستخدمة في العمل. ويجب أن تستند شهادة الامتثال إلى نتائج اختبارات مختبرية صادرة عن مرفق اختبار معتمد، ويجب أن تشهد بأن المادة المضافة تستوفي المواصفات المذكورة أعلاه.

١١-٣-٤ الماء:

يجب أن يكون الماء المستخدم في خلط الخرسانة، أو معالجتها نظيفًا، وخاليًا من الكميات الضارة من الزيوت، أو الأحماض، أو القلويات، أو الأملاح، أو المواد العضوية، أو مواد أخرى، تلحق الضرر بالخرسانة، أو التسليح، أو أي مكونات مدمجة في الخرسانة.

يجب أن يكون ماء الخلط المستخدم في الخرسانة سابقة الإجهاد، أو الخرسانة المسلحة، أو الخرسانة، التي تحتوي على مادة الألومنيوم المدمجة، بما في ذلك كمية ماء الخلط الناتجة عن الرطوبة الحرة الموجودة في الحصويات، خاليًا من الكميات الضارة من أيونات الكلوريد.

يجب عدم استخدام ماء غير صالح للشرب في الخرسانة، ما لم تتوفر المتطلبات التالية:

- يجب عدم تجاوز الحدود التالية لمياه الخرسانة (الخلط أو المعالجة): كربونات قلوية وبيكربونات ١٠٠٠ جزء في المليون، وكلوريدات ١٠٠٠ جزء في المليون، وكبريتات ٣٠٠٠ جزء في المليون، وقلويات ٦٠٠ جزء في المليون، ودرجة حموضة ٤ (حد أدنى).
- ويجب أن تكون مكعبات اختبار المونة المصنوعة؛ باستخدام ماء الخلط غير القابل للشرب، والذي يحتوي على أكثر من ٢٠٠٠ جزء في المليون من إجمالي المواد الصلبة المذابة، بدرجة مقاومة تصل إلى ٩٠٪ -على الأقل- من مقاومة العينات المماثلة المصنوعة؛ باستخدام الماء الصالح للشرب، على مدار فترة ٧ أيام و٢٨ يومًا. ويجب أن تجرى مقارنة لاختبار المقاومة على المونة، مع وجود تطابق تام فيما عدا ماء الخلط، الذي أُعدّ واختُبر وفقًا (ASTM C109).

١١-٤ التوزيع التناسبي للخرسانة:

يجب تحديد نسب المواد المكونة للخرسانة؛ لتحقيق الآتي:

- قابلية العمل والملاءمة، مما يسمح بسهولة تشكيل الخرسانة في القوالب، وحول التسليح في ظل ظروف الصب المستخدمة، دون حدوث انفصال حبيبي للخرسانة، أو نضح شديد بها.
- مقاومة ظروف التعرض الخاصة.
- الامتثال لمتطلبات اختبار المقاومة.
- لون، وملمس مقبول (أي النواحي الجمالية).

١١-٤-١ تصميم الخليط:

١١-٤-١-١ المسؤولية، والمعيار:

يجب على المقاول تصميم كافة خلطات الخرسانة المستخدمة في المنشآت، وتحمل المسؤولية عن أدائها. ويجب أن تؤدي نسب مكونات الخلطة المختارة إلى إنتاج خرسانة قابلة للتشكيل، والتشطيب بما يكفي لكافة الاستخدامات المخططة، ويجب أن تتوافق مع المتطلبات المحددة في الجدول (١١-١) وكافة المتطلبات الأخرى المتعلقة به في هذا القسم الفرعي.

بالنسبة للخرسانة ذات الكثافة العادية، يجب استخدام طريقة الحجم المطلق، كما هو موضح في (ACI 211.1)، في تحديد نسب مكونات الخلطة. أما بالنسبة للخرسانة الإنشائية خفيفة الوزن، يجب تحديد نسب مكونات الخلطة بناءً على خلطات تجريبية؛ باستخدام عامل الأسمنت بدلاً من تحديد نسبة الماء/الأسمنت بناءً على القوة المحددة باستخدام الطرق المذكورة في (ACI 211.2).

يجب خلط الخرسانة الجاهزة وتسليمها وفقًا لمتطلبات (ASTM C94 أو ASTM C685).

يجب خلط الخرسانة المخلوطة في الموقع؛ وفقًا للمواصفات التالية:

- يُخلط في خلاطة دفعات من النوع المعتمد.
- تدوير الخلاطة بالسرعة الموصى بها من قبل الشركة المصنعة.
- استمرار عملية الخلط لمدة لا تقل عن دقيقة ونصف، ولا تزيد عن خمس دقائق بعد إضافة كافة المواد إلى شاحنة خلط الخرسانة، ما لم يُثبت وجود وقت أقصر يكفي وفقًا لاختبارات توحيد عملية الخلط المذكورة في (مواصفات الخرسانة الجاهزة) (ASTM C94).
- يجب أن تطابق مناولة المواد، وتجميعها، وخلطها، مع الأحكام المعمول بها في (مواصفات الخرسانة الجاهزة) (ASTM C94)؛
- يجب الاحتفاظ بسجل تفصيلي لتحديد:
  - عدد الدفعات المنتجة.
  - نسب المواد المستخدمة.
  - الموقع التقريبي للترسيب النهائي في الهيكل.
  - وقت عملية الخلط والصب وتاريخها.

١١-٤-١-٢ اختبار الدفعة التجريبية:

١١-٤-١-٢-١ الانحراف المعياري:

عند توافر سجلات الاختبار في منشأة إنتاج الخرسانة، يجب تحديد الانحراف المعياري. سجلات الاختبار التي يحتسب الانحراف المعياري منها:

١- يجب أن تعرض، وإجراءات ضبط الجودة، والظروف المماثلة لتلك المتوقعة، ويجب ألا تكون التغييرات التي تطرأ على المواد، والنسب داخل سجلات الاختبار أكثر تقييدًا من تلك المطلوبة للعمل المقترح.
٢- يجب أن تعرض الخرسانة المنتجة؛ لاستيفاء المقاومة المحددة، أو مقاومة الخرسانة ضمن نطاق ٧ ميجا باسكال من المقاومة المحددة للعمل المقترح.
٣- يجب أن تتكون مما لا يقل عن ٣٠ اختبارًا متتاليًا، أو مجموعتين من الاختبارات المتتالية بإجمالي ٣٠ اختبارًا -على الأقل- كما هو محدد في الجزء الفرعي (١١-٦-٧) (تمتد على مدى فترة لا تقل عن ٤٥ يومًا)، باستثناء ما يلي:

إذا لم يكن لدى المرفق المسؤول عن إنتاج الخرسانة سجلات اختبار تفي بمتطلبات القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-١)، ولكن توجد سجلات تستند إلى ١٥ إلى ٢٩ اختبارًا متتاليًا، فيجب تحديد الانحراف المعياري كناتج لمعامل الانحراف والتعديل المعياري المحسوب المذكورة في الجدول (١١-٢). ولكي يكون سجل الاختبارات مقبولًا، يجب أن يستوفي المتطلبين ١ و٢ من القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-١)، وأن تمثل سجلًا واحدًا فقط من الاختبارات المتتالية التي تمتد لمدة لا تقل عن ٤٥ يومًا تقويميًا.

الجدول (١١–٢) يتوفر عامل التعديل للانحراف المعياري عندما يكون عدد الاختبارات أقل من ٣٠.

عدد الاختبارات[١]	عامل التعديل للانحراف المعياري[٢]
أقل من ١٥	**انظر** الجدول (١١-٤)
١٥	١,١٦
٢٠	١,٠٨
٢٥	١,٠٣
٣٠ أو أكثر	١,٠٠

ملاحظات:

١. استيفاء الأعداد المتوسطة الخاصة بالاختبارات.

٢. استخدام الانحراف المعياري المعدل لتحديد متوسط مقاومة الخرسانة المطلوب f'_{cr} وفقًا للقسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢).

١١-٤-١-٢-٢ متوسط المقاومة المطلوبة:

يجب تحديد متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة للخرسانة، والذي يستخدم كأساس؛ لتحديد نسب مكونات الخلطة الخرسانية، من الجدول (١٠-٣) واستخدام الانحراف المعياري الذي يحتسب وفقًا للقسم الفرعي (١١-٤-١-٢-١).

الجدول (١١–٣) متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة عند توفر البيانات لتحديد الانحراف المعياري.

مقاومة الانضغاط المحددة f'_c (ميجا باسكال)	متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة (ميجا باسكال)
$f'_c \leq 35$	استخدم القيمة الأكبر المحسوبة من المعادلات التالية: $f'_{cr} = f'_c + ١,٣٤ s$ $f'_{cr} = f'_c + ٢,٣٣ s - ٣,٤٥$
أكثر من ٣٥	استخدم القيمة الأكبر المحسوبة من المعادلات التالية: $f'_{cr} = f'_c + ١,٣٤ s$ $f'_{cr} = ٠,٩ f'_c + ٢,٣٣ s$

عندما لا تكون لدى منشأة إنتاج الخرسانة سجلات اختبار قوة المجال لحساب الانحراف المعياري، الذي يلبي متطلبات القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-١) يجب أن يُحدد متوسط المقاومة المطلوبة من الجدول (١١-٤)، ويجب أن يُوثق متوسط المقاومة وفقًا لمتطلبات القسم الفرعي (١١-٤-١-٣)

الجدول (١١–٤) متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة عند عدم توفر البيانات لتحديد الانحراف المعياري.

مقاومة الانضغاط المحددة f'_c (ميجا باسكال)	متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة f'_{cr} (ميجا باسكال)
من ٢٠ إلى ٣٥	f'_c + ٨,٥
أعلى من ٣٥	f'_c ١,١٠ + ٥,٠

١١-٤-١-٣ توثيق متوسط المقاومة

يجب أن تتكون الوثائق التي تشير إلى أن نسب مكونات الخلطة الخرسانية المقترحة ستؤدي إلى إنتاج متوسط مقاومة انضغاط تساوي، أو تزيد عن متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة (انظر القسم الفرعي ١١-٤-١-٢-٢) من سجل اختبار قوة المجال، أو سجلات اختبار المقاومة المتعددة، أو عمليات الخلط التجريبية.

عند استخدام سجلات الاختبار لإثبات أن نسب مكونات الخلطة الخرسانية المقترحة ستؤدي إلى إنتاج متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة f'_c (انظر القسم الفرعي١١-٤-١-٢-٢)، يجب أن تتضمن هذه السجلات مواد، وظروف مشابهة لتلك المتوقعة. ويجب ألا تكون التغييرات التي تطرأ على المواد، والظروف، والنسب الواردة في سجلات الاختبارات أكثر تقييدًا مقارنةً بتلك المتوقعة في العمل المقترح. وبهدف توثيق متوسط مقاومة الانضغاط المحتملة، تُقبل سجلات الاختبارات التي تتألف من أقل من ٣٠ اختبارًا؛ ولكن لا تقل عن ١٠ اختبارات متتالية، شريطة أن تغطي سجلات الاختبارات فترة زمنية لا تقل عن ٤٥ يومًا. يجب أن يُسمح بتحديد نسب مكونات الخلطة الخرسانية المطلوبة عن طريق الاستيفاء بين المقاومات، والنسب الواردة في اثنين، أو أكثر من سجلات الاختبارات، شريطة أن تلبي كل سجلات الاختبار المتطلبات الأخرى الواردة في القسم الفرعي (١١-٤-١-٣).

في حالة عدم توفر سجل مقبول لنتائج الاختبارات الميداني، يُسمح باستخدام نسب مكونات الخلطة الخرسانية التي حددت من خلال الخلطات التجريبية، التي تفي بالقيود التالية:

١- يجب مطابقة مجموعة المواد المستخدمة مع المواد المقترحة للعمل.
٢- يجب إعداد خلطات تجريبية تحتوي على النسب، والتراكيب المطلوبة للعمل المقترح؛ باستخدام ثلاث نسب مختلفة -على الأقل- من المواد المائية، الإسمنتية، أو محتويات المواد الإسمنتية، والتي ستنتج مجموعة من المقاومات التي تشمل متوسط المقاومة المطلوبة f'_c.
٣- يجب تصميم الخلطات التجريبية؛ لإنتاج هبوط في حدود ± ٢٠ ملم من الحد الأقصى المسموح به، وبالنسبة للخرسانة الحابسة للهواء، في حدود ± ٠,٥٪ من الحد الأقصى المسموح به لمحتوى الهواء.
٤- يجب تحضير ما لا يقل عن ثلاث أسطوانات اختبارية لكل نسبة من المواد المائية الإسمنتية، أو محتوى المواد الإسمنتية، وذلك لكل فترة اختبار، ومعالجتها وفقًا للمواصفة (ASTM C192) يجب اختبار الأسطوانات بعد مرور ٢٨ يومًا، أو في فترة الاختبار المحددة لتحديد مقاومة انضغاط الخرسانة f'_c.
٥- يجب رسم منحنى يوضح العلاقة بين نسبة المواد المائية الإسمنتية، أو محتوى المواد الإسمنتية، ومقاومة الانضغاط في فترة الاختبار المحددة، استنادًا إلى نتائج اختبارات الأسطوانات.
٦- يجب أن يكون الحد الأقصى لنسبة المواد المائية الإسمنتية، أو الحد الأدنى لمحتوى المواد الإسمنتية اللازمة للخرسانة المستخدمة في العمل المقترح وفقًا للمنحنى، لتحقيق متوسط المقاومة المطلوبة وفقًا للقسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢)، ما لم تكن هناك حاجة إلى نسبة أقل من المواد المائية الإسمنتية، أو درجة مقاومة أعلى وفقًا للجزء (١١-٧).

إذا لم تتوافر البيانات المطلوبة في الجدول (١١-٤)، يجب أن تستند نسب مكونات الخلطة الخرسانية إلى التجارب السابقة، أو غيرها من المعلومات، بشرط الحصول على موافقة أحد الخبراء. ويجب أن يكون متوسط مقاومة الانضغاط المطلوبة f'_c للخرسانة المنتجة باستخدام مواد مشابهة للمواد المقترحة للاستخدام اعلى بما لا يقل عن ٨,٥ ميجا باسكال من مقاومة الانضغاط المحددة f'_c.

يجب عدم استخدام هذا البديل لمقاومة الانضغاط المحددة التي تزيد عن ٣٥ ميجا باسكال.

يجب أن تتوافق نسبة الخلطة الخرسانية الواردة في هذا الجزء مع متطلبات المتانة المحددة في الجزء (١١-٧) ومع مواصفات اختبار مقاومة الانضغاط في الجزء الفرعي (١١-٦-٧).

١١-٤-١-٣-١ متوسط تخفيض المقاومة:

عندما تتوافر البيانات أثناء عملية البناء، يُسمح بتخفيض القيمة التي يجب أن تتجاوزها f'_c عن القيمة المحددة للمواصفة f'_c، شريطة أن:

- وفقًا (للفقرة الأولى) من القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢)، تتوفر ثلاثون نتيجة أو أكثر، ويتجاوز متوسط نتائج الاختبار ما يتطلبه القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢) باستخدام الانحراف المعياري المحسوب.
- وفقًا (للفقرة الثانية) من القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢)، تتوفر من ١٥ إلى ٢٩ نتيجة اختبار، ويتجاوز متوسط نتائج الاختبار ما يتطلبه القسم الفرعي (١١-٤-١-٢-٢) باستخدام الانحراف المعياري المحسوب.
- استيفاء متطلبات التعرض الخاصة الواردة في الجزء (١١-٧).

١١-٤-٢ محتوى الماء:

لحساب نسبة الماء إلى الأسمنت في الخلطة، يجب احتساب وزن الماء على أساس إجمالي الماء الحر في الخلطة، والذي يشمل ماء الخلط، والماء الموجود في أي محاليل من المواد المضافة، وأي ماء في الحصويات يزيد عن الكمية المطلوبة؛ للوصول إلى حالة التشبع، وجفاف السطح.

يجب ألا تتجاوز كمية الماء المستخدمة الحدود المدرجة في الجدول (١١-١١) فيما يتعلق بنسبة الماء إلى الأسمنت ((W/C، ويجب تقليلها بشكل أكبر حسب الحاجة لإنتاج خرسانة تستوفي التراكيب المدرجة في الجدول (١١-٥) عند صبها.

الجدول (١١–٥) حدود اختبار هبوط الخرسانة ذات الكثافة العادية.

نوع العمل		الهبوط المقدر (ملم)	الحد الأقصى للهبوط (ملم)
العناصر المشكلة	قطاعات يزيد سمكها عن ٣٠٠ ملم	٢٥ – ٧٥	١٢٥
	قطاعات بسمك ٣٠٠ ملم أو أقل	٢٥ – ١٠٠	١٢٥
الخوازيق المصنُعة في الموقع والأعمدة المحفورة غير المهتزة		١٢٥ – ٢٠٠	٢٢٥
الخرسانة المصنُعة تحت الماء		١٢٥ – ٢٠٠	٢٢٥
تعبئة الحجارة المرصوفة		٧٥ – ١٧٥	٢٠٠

عند استخدام خليط المواد المضافة لتخفيض كمية المياه ذات النطاق العالي من النوع F أو G، يجب تجاوز حدود الهبوط بالقدر الذي يسمح به المهندس.

عندما يتضح أن قوام الخرسانة يتجاوز قيمة الهبوط المقدرة، يجب أن تُعدل خلطة الدفعات التالية؛ لتقليل مقدار الهبوط؛ لتكون ضمن النطاق المقدر. لا تستخدم الدفعات الخرسانية التي تتجاوز قيمة الهبوط القصوى المحددة في العمل.

إذا تعذر الحصول على خرسانة تتمتع بمرونة كافية باستخدام الحد الأدنى المسموح به من المحتوى الإسمنتي، يجب زيادة المحتوى الإسمنتي، والماء دون تجاوز نسبة الماء/الأسمنت المحددة، أو يجب استخدام خليط من المواد المضافة المعتمدة.

١١-٤-٣ المحتوى الإسمنتي:

يجب أن يكون الحد الأدنى من المحتوى الإسمنتي على النحو الوارد في الجدول (١١-١) أو كما هو محدد في وثائق العقد. بالنسبة للخرسانة عالية الأداء من الصنف P، يجب ألا يتجاوز إجمالي محتوى المواد الإسمنتية ٦٠٠ كغم/م^3 من الخرسانة. أما بالنسبة لأصناف الخرسانة الأخرى، يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للمحتوى الإسمنتي، أو الأسمنت بالإضافة إلى المواد المضافة المعدنية ٤٧٥ كجم/متر^3 من الخرسانة. ويجب استخدام محتوى الأسمنت الفعلي ضمن هذه الحدود، ويجب أن يكون كافيًا؛ لإنتاج خرسانة تتمتع بالمقاومة، والتماسك، والأداء اللازم.

١١-٤-٤ المواد المضافة:

يجب أن تضاف مواد الخلط الخرسانية إلى الخلطة الخرسانية أثناء عملية الخلط، أو وفقًا لإجراءات الشركة المصنعة المكتوبة، وبموافقة المهندس. ويجب أن يزود المهندس بنسخة من إجراءات الشركة المصنعة المكتوبة قبل استخدام أي مواد مضافة. ويجب أن

تقدم أي تعديلات تتعارض مع إجراءات الشركة المصنعة المكتوبة إلى المهندس؛ للموافقة عليها. ويجب ألّا تضاف المواد المضافة إلى الخرسانة؛ باستخدام الإجراء المعدل؛ حتى يوافق عليها المهندس كتابةً.

عندما يقترح المقاول استخدام مواد مضافة من مصنعين مختلفين، يجب أن يقدم المقاول دليلًا إلى المهندس يثبت أن المواد المضافة ستكون متوافقة ولا تؤثر سلبًا على نظام الفراغ الهوائي للخرسانة المتصلبة. ويجب أن تقدم نتائج الاختبار التي تتوافق مع ASTM C457 كدليل لتلبية هذا الشرط.

١١-٤-٤-١ المواد المضافة المعدنية:

يجب أن تستخدم المواد المضافة المعدنية بالكميات المحددة في وثائق العقد. بالنسبة لكافة أصناف الخرسانة باستثناء الصنفين P و A من الخرسانة عالية الأداء، عند استخدام أنواع الأسمنت I أو II أو IV، أو V AASHTO M85 (ASTM C150)وعدم تحديد المواد المضافة المعدنية في وثائق العقد وعدم حظرها، يسمح للمقاول باستبدال:

- ما يصل إلى ٢٥٪ من الأسمنت البورتلاندي المطلوب بالإضافة إلى الرماد المتطاير أو البوزولانات الأخرى وفقًا للمواصفة (AASHTO M295 (ASTM C618)).
- ما يصل إلى ٥٠٪ من الأسمنت البورتلاندي المطلوب بالإضافة إلى الخبث وفقًا للمواصفة (AASHTO M302 (ASTM C989)).
- ما يصل إلى ١٠٪ من الأسمنت البورتلاندي المطلوب بالإضافة إلى غبار السيليكا وفقًا للمواصفة (AASHTO M307 (ASTM C1240)).

عند استخدام أي خليط من الرماد المتطاير والخبث وغبار السيليكا، سيسمح للمقاول باستبدال ما يصل إلى ٥٠٪ من الأسمنت البورتلاندي المطلوب، ويجب ألا يتجاوز الرماد المتطاير ٢٥٪، ويجب ألا يتجاوز غبار السيليكا ١٠٪، ويجب أن يكون وزن المواد المضافة المعدنية المستخدمة مساويًا أو أكبر من وزن الأسمنت البورتلاندي المستبدل، وعند حساب نسبة المواد المائية الإسمنتية في الخلطة، يجب أن يُعد وزن المواد الإسمنتية مجموع وزن الأسمنت البورتلاندي والمواد المضافة المعدنية.

بالنسبة للخرسانة عالية الأداء من الصنف P وA، يجب أن يُسمح باستخدام المواد المضافة المعدنية (البوزولان أو الخبث) كمواد إسمنتية بجانب الأسمنت البورتلاندي في الأسمنت المخلوط أو كمادة مضافة منفصلة في خلاط الخرسانة، ويجب أن تحدد كمية المواد المضافة المعدنية بالخلطات التجريبية. ويجب أن تكون نسبة المواد المائية الإسمنتية هي نسبة وزن الماء إلى إجمالي المواد الإسمنتية، بما في ذلك المواد المضافة المعدنية. ويجب أن تتوافق خواص الخرسانة المخلوطة والمتصلبة حديثًا مع القيم المحددة.

١١-٤-٤-٢ المواد المضافة الكيميائية والحابسة للهواء:

يجب أن تستخدم المواد المضافة الكيميائية والحابسة للهواء على النحو المحدد في وثائق العقد. وبخلاف ذلك، يمكن استخدام هذه المواد المضافة، بناءً على اختيار المقاول ونفقته، عندما يسمح بذلك المهندس؛ لزيادة قابلية التشغيل أو تعديل وقت تصلب الخرسانة.

١١-٥ تصنيع الخرسانة:

يتوافق إنتاج الخرسانة الجاهزة والخرسانة المنتجة بواسطة خلاطات ثابتة مع متطلبات (AASHTO M157) ومتطلبات هذا الجزء.

١١-٥-١ تخزين الأسمنت:

يجب أن يوفر المقاول الوسائل المناسبة لتخزين الأسمنت وحمايته من الرطوبة، ويحظر استخدام الأسمنت الذي تصلب بشكل جزئي لأي سبب من الأسباب، أو الذي يحتوي كتلًا من الأسمنت المتكتل. ويجب أن يعاد اختبار الأسمنت المخزن مدة تزيد عن ثلاثة أشهر إذا كان معبأً في شكائر، أو مدة ستة أشهر إذا كان سائبًا، أو الأسمنت الذي يجب أن يشتبه المهندس في تعرضه للتلف لأي سبب كان قبل استخدامه في العمل.

يجب تزويد المهندس بنسخ من سجلات الأسمنت تبين، بالتفصيل، ويجب أن تكون حسب ما يقتضيه الأمر في حدود المعقول، كمية الأسمنت المستخدمة خلال اليوم أو المستخدمة في كل جزء من الأعمال.

١١-٥-٢ تخزين الحصويات:

ويجب أن يكون التعامل مع الحصويات الخرسانية وتخزينها على نحو يمنع تعرضها للانفصال الحبيبي أو تلوثها بمواد غريبة، ويجب أن توفر الطرق المستخدمة تصريفًا مناسبًا بحيث تكون نسبة الرطوبة في الحصويات متجانسة وقت الخلط، ويجب أن تخزن الحصويات ذات الأحجام المختلفة في مخازن منفصلة بما يكفي لتجنب اختلاط المواد عند حواف الأكوام.

عند تحديده في الجدول (١١-١) أو في الأحكام الخاصة، تُفصل الحصويات الخشنة إلى حجمين أو أكثر لضمان قدر أكبر من التجانس في الخليط الخرساني.

١١-٥-٣ قياسات المواد:

يجب أن تقاس المواد بواسطة الوزن، ما لم يُحدد خلاف ذلك أو تُخصَّص طرق أخرى بشكل محدد. ويجب أن تكون المعدات المستخدمة لوزن الحصويات والأسمنت مصممة تصميمًا مناسبًا، ومعايرة ومبنية خصيصًا لهذا الغرض، ويجب أن تُوزن كل أحجام الحصويات والأسمنت بشكل منفصل، ويجب أن تكون دقة كافة معدات الوزن بحيث يمكن قياس الكميات المتعاقبة بدقة تصل إلى ١٪ من الكمية المطلوبة. لا يلزم وزن الأسمنت في العبوات القياسية (الشكائر)، ولكن يجب وزن الأسمنت السائب، ويجب أن يقاس ماء الخلط بالحجم أو بالوزن، ويجب أن تكون دقة قياس الماء ضمن نطاق خطأ لا يتجاوز ١٪. ويجب أن تخضع كافة أدوات القياس للموافقة والاختبار، ويجب أن تكون على نفقة المقاول، عند الضرورة وفقًا لتقدير المهندس.

عندما يسمح بإجراء قياسات حجمية للمشاريع، يجب أن تحول نسب الوزن إلى نسب حجمية مكافئة. في مثل هذه الحالات، يجب أن تؤخذ مساحة مناسبة للتغيرات عند تعرض الحصويات للرطوبة، بما في ذلك تأثير التضخم في الركام الناعم.

عند استخدام الأسمنت المعبأ في شكائر، يجب أن تُضبط كميات الحصويات بدقة بحيث تكون كافية لتعبئة شكارة كاملة أو أكثر من الأسمنت، ولا يُسمح بعمل خلطة تتطلب شكائر جزئية من الأسمنت.

١١-٥-٤ عملية تجهيز الخرسانة وخلطها:

١١-٥-٤-١ عملية التجهيز:

يجب ألّا يتجاوز حجم الدفعة سعة الخلاط على النحو الذي تضمنه الشركة المصنعة.

ويجب أن تجهز المواد المقاسة وتُحمل في الخلاط بواسطة وسائل تمنع فقدان أي مواد نتيجة تأثيرات الرياح أو أسباب أخرى.

١١-٥-٤-٢ عملية الخلط:

يجب ألّا تخلط الخرسانة إلا بالكمية المطلوبة للاستخدام الفوري، ويجب أن يكون الخلط كافياً لخلط كافة مكونات الخلطة بدقة للحصول على خليط متجانس ومتساوٍ. يجب ألا تستخدم الخرسانة التي تجاوزت زمن الشك الابتدائي. ولن يُسمح بإعادة تشكيل الخرسانة عن طريق إضافة الماء.

فيما عدا الخرسانة المخلوطة أثناء النقل، يجب أن تحتوي الدفعة الأولى من المواد الخرسانية الموضوعة في الخلاط كمية إضافية كافية من الأسمنت والرمل والماء؛ لتغطية الجزء الداخلي من البرميل بدون تقليل محتوى المونة المطلوب في الخلطة.

عند عدم إجراء اختبارات أداء الخلاط، كما هو موضح في (M157 AASHTO)، يجب ألا يقل وقت الخلط المطلوب للخلاطات الثابتة عن تسعين ثانية ولا يزد عن خمس دقائق. ويجب ألا يقل الحد الأدنى لعدد دورات البراميل الخاصة بخلاطات الخرسانة المتنقلة بسرعة الخلط التي أوصت بها الشركة المصنعة عن ٧٠ دورة، وألا يقل عن السرعة الموص بها من قبل الشركة المصنعة.

ويجب أن يزود جهاز التوقيت في خلاطات الخرسانة الثابتة بجرس أو جهاز تحذير مناسب يصدر إشارة صوتية واضحة في كل مرة يُفتح فيها القفل. في حالة تعطل جهاز التوقيت، يُسمح للمقاول بمواصلة التشغيل أثناء عملية الإصلاح، بشرط تزويده بساعة معتمدة مجهزة بعقارب الدقائق والثواني. وإذا لم يصلح جهاز التوقيت في غضون أربع وعشرين ساعة بحيث يستخدم في حالة تشغيلية جيدة، سيمنع استخدام الخلاط إلى حين إجراء الإصلاحات اللازمة.

بالنسبة للكميات الصغيرة من الخرسانة اللازمة في حالات الطوارئ أو للعناصر الثانوية الصغيرة في العمل، يجب أن تكون عملية خلط الخرسانة في الموقع باستخدام طرق معتمدة من قبل المهندس.

قبل استئناف عملية التشغيل، يجب تنظيف طبقات المونة التي تجف أو تتصلب داخل معدات الخلط من الخلاط.

١١-٥-٥ التسليم:

يجب أن تمتلك الشركة الموردة للخرسانة قدرة إنتاجية ومعدات نقل كافية لضمان ديمومة التسليم بالمعدل المطلوب، ويجب أن يكون معدل تسليم الخرسانة خلال عمليات صب الخرسانة على نحو يتيح مناولة الخرسانة وصبها وتشطيبها على نحو سليم، ويجب ألا يتجاوز معدل التسليم الفاصل الزمني بين الدفعات الذي يبلغ ٢٠ دقيقة ويجب أن يكون كافيًا؛ لمنع حدوث فواصل داخل الصبة

المتجانسة الناتجة عن صب الخرسانة الطازجة على الخرسانة التي تجاوزت زمن الشك الابتدائي، ويجب أن تكون طرق توصيل الخرسانة ومناولتها على النحو الذي ييسر صبها بأدنى قدر من إعادة المناولة ودون الإضرار بالهيكل أو الخرسانة.

١١-٥-٦ أخذ العينات وإجراء الاختبارات:

يجب أن يُحدد مدى الامتثال للمتطلبات المبينة في هذا الجزء وفقًا للطرق القياسية التالية المعتمدة من قبل (AASHTO أو ASTM):

- أخذ عينات من الخرسانة الطازجة، ((AASHTO T141 (ASTM C172).
- الوزن لكل متر مكعب والكمية المنتجة ومحتوى الهواء (قياس الثقل النوعي) للخرسانة، (AASHTO T121 (ASTM C138/C138M).
- التحليل المنخلي للحصويات الناعمة والخشنة، ((AASHTO T27 (ASTM C136).
- هبوط خرسانة الأسمنت البورتلاندي، ((AASHTO T119 (ASTM C143/C143M).
- محتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا بطريقة الضغط، ((AASHTO T152 (ASTM C231).
- الثقل النوعي وامتصاص الركام الناعم، ((AASHTO T84 (ASTM C128).
- الثقل النوعي وامتصاص الحصويات الخشنة، ((AASHTO T85 (ASTM C127).
- تحديد كثافة الخرسانة الإنشائية خفيفة الوزن (منخفضة الكثافة)
- إعداد عينات الخرسانة التجريبية ومعالجتها في المختبر، ((AASHTO T126 (ASTM C192/C192M).
- إعداد عينات الخرسانة التجريبية ومعالجتها في الموقع (AASHTO T23 (ASTM C31/C31M).
- مقاومة انضغاط عينات الخرسانة الأسطوانية، (AASHTO T22 (ASTM C39/C39M).

١١-٥-٧ تقييم الخرسانة واعتمادها:

يجب اختبار الخرسانة وفقًا لمتطلبات القسم الفرعي (١١-٥-٧-١) إلى القسم الفرعي (١١-٥-٧-٥). يجب على فنيي الاختبار الميداني المؤهلين إجراء الاختبارات على الخرسانة الطازجة في موقع العمل، وإعداد العينات اللازمة للمعالجة في ظل ظروف الموقع، وإعداد العينات اللازمة للاختبار في المختبر، وتسجيل درجة حرارة الخرسانة الطازجة أثناء إعداد العينات لاختبارات المقاومة. ويجب أن يجري فنيو المختبرات المؤهلون وغير المتحيزين كافة الاختبارات المختبرية المطلوبة.

١١-٥-٧-١ تكرار الاختبارات:

يجب أخذ عينات لاختبار مقاومة كل صنف من أصناف الخرسانة المُصبوبة يوميًا، وذلك لا يقل عن مرة واحدة في اليوم، ولا يقل عن مرة واحدة لكل ١٢٠ متر^{٣} من الخرسانة، ولا يقل عن مرة واحدة لكل ٥٠٠ متر^{٢} من المساحة السطحية للبلاطات أو الجدران.

إذا كان حجم الخرسانة الإجمالي في مشروع ما يجعل التكرار المطلوب للاختبارات المذكورة في الفقرة السابقة أقل من خمسة اختبارات لفحص المقاومة الخاصة بأحد أصناف الخرسانة، يجب إجراء الاختبارات من خمس دفعات مختارة عشوائيًا على الأقل، أو من كل دفعة إذا استخدم أقل من خمس دفعات.

ويجب أن يكون اختبار المقاومة هو متوسط مقاومة اثنين من الأسطوانات المصنوعة من نفس عينة الخرسانة والمختبرة بعد ثمانية وعشرين يومًا، أو في الفترة المحددة لتحديد مقاومة انضغاط الخرسانة f_c'.

١١-٥-٧-٢ العينات المعالجة في المختبر:

يجب أن تؤخذ عينات لاختبارات المقاومة وفقًا للمواصفة (ASTM C172).

ويجب أن تشكل الأسطوانات المستخدمة في اختبارات المقاومة وتعالج في المختبر وفقًا للمواصفة (ASTM C31)، وتختبر وفقًا للمواصفة (ASTM C39).

ويجب أن يعد مستوى مقاومة أحد أصناف الخرسانة مرضيًا إذا استوفي كلا الشرطين:

١- أن يساوي كل متوسط حسابي لأي ثلاث اختبارات مقاومة متتالية مقاومة الخرسانة أو يتجاوزها f_c'.
٢- ألا يقل أي اختبار فردي للمقاومة (متوسط اثنين من الأسطوانات) عن مقاومة انضغاط الخرسانة f_c'بأكثر من ٣,٥ ميجا باسكال عندما تكون مقاومة انضغاط الخرسانة f_c' ٣٥ ميجا باسكال أو أقل، أو بأكثر من ٠,١٠ f_c' عندما تكون مقاومة انضغاط الخرسانة f_c' أكثر من ٣٥ ميجا باسكال.

وإذا لم يستوف أي من هذين الشرطين، يجب أن تتخذ بعض الإجراءات لزيادة متوسط نتائج اختبارات المقاومة في المرات اللاحقة. في حال عدم استيفاء الشرط الثاني المذكور سابقًا، يجب مراعاة متطلبات القسم الفرعي (١١-٥-٧-٤).

١١-٥-٧-٣ العينات المعالجة في الموقع:

يجب أن تقدم نتائج الاختبارات الخاصة بمقاومة الأسطوانات المعالجة في الظروف الميدانية، إذا طلبت الجهة المسؤولة عن الجسر ذلك.

ويجب أن تُعالج الأسطوانات المعالجة في الموقع في ظل الظروف الميدانية وفقاً للمواصفة (ASTM C31).

ويجب أن تصنع أسطوانات الاختبار المعالجة في الموقع في نفس الوقت ومن نفس العينات المستخدمة في صنع أسطوانات الاختبار المعالجة في المختبر.

عندما تكون مقاومة الأسطوانات المعالجة في الموقع في العمر المحدد لاختبار تحديد مقاومة انضغاط الخرسانة f_c' أقل من ٨٥٪ من مقاومة الأسطوانات المعالجة في المختبر، يجب تحسين إجراءات حماية الخرسانة ومعالجتها. إذا تجاوزت مقاومة الأسطوانات المعالجة في الموقع مقاومة انضغاط الخرسانة f_c' بأكثر من ٣,٥ ميجا باسكال، فإن الحد البالغ ٨٥٪ يجب ألا ينطبق.

١١-٥-٧-٤ استقصاء نتائج اختبارات المقاومة المنخفضة

إذا انخفض أي اختبار لمقاومة الأسطوانات المعالجة في المختبر عن القيمة المحددة لمقاومة انضغاط الخرسانة f_c' بأكثر من القيم المذكورة في القسم الفرعي (١١-٥-٧-٢) (النقطة ٢)، أو إذا أشارت هذه الاختبارات إلى وجود أوجه قصور في الحماية والمعالجة (القسم الفرعي ١١-٥-٧-٣)، يجب أن تتخذ بعض الإجراءات لضمان عدم تعرض قدرة الهيكل على تحمل الأحمال للخطر.

إذا تأكدت احتمالية وجود خرسانة ضعيفة المقاومة وأشارت الحسابات إلى أن قدرة الهيكل على تحمل الأحمال منخفضة بشكل كبير، يجب إجراء اختبارات العينات اللبية المحفورة من المنطقة المعنية وفقًا للمواصفة (ASTM C42M) وفي مثل هذه الحالات، يجب أن تؤخذ ثلاث عينات لبية لكل اختبار مقاومة يقل عن القيم المذكورة في القسم الفرعي (١١-٥-٧-٢) (النقطة ٢).

ويجب أن تُجهز العينات اللبية للنقل والتخزين عن طريق إزالة مياه الحفر عن أسطحها ووضعها في عبوات أو حاويات مانعة لتسرب المياه فور إنهاء أعمال الحفر، ويجب ألّا تُختبر العينات اللبية إلا بعد ثماني وأربعين ساعة على الأقل، ولا تتجاوز مدتها سبعة أيام بعد عملية الحفر، ما لم يوافق عليها مهندس التصميم المعتمد.

ويجب أن تعد الخرسانة في المنطقة التي تظهر اختبارات العينات اللبية كافية من الناحية الإنشائية، إذا كان متوسط العينات اللبية الثلاثة يساوي ٨٥٪ على الأقل من مقاومة انضغاط الخرسانة f_c'، وإذا لم يكن هناك عينة لبية واحدة تقل عن ٧٥٪ من مقاومة انضغاط الخرسانة f_c'. يجب أن يُسمح بإجراء اختبارات إضافية على العينات اللبية المستخرجة من المواقع التي تظهر نتائج غير منتظمة لمقاومة العينات اللبية.

إذا لم تستوف المواصفات السابقة، وإذا ظلت الكفاية الهيكلية موضع شك، يجب أن يطلب المهندس تقييم المقاومة.

١١-٥-٧-٥ الخرسانة مسبقة الصب المعالجة بطريقة الغطاء المقاوم للماء أو البخار أو الحرارة المشعة:

عند معالجة عنصر خرسانة مسبقة الصنع باستخدام طريقة التغطية المضادة للماء، البخار أو الحرارة المشعة، يجب أن تعالج أسطوانات اختبار مقاومة الانضغاط المصنوعة لأي من الأغراض المذكورة أعلاه في ظروف مماثلة لظروف العنصر المعالج، ويجب أن تُعد هذه الخرسانة مقبولة في حالة إظهار الاختبار أنها قد تجاوزت مقاومة الانضغاط المحددة، على أن يكون ذلك قبل العمر المحدد لمقاومة الانضغاط.

ويجب أن تعالج أسطوانات الاختبار باستخدام إحدى الطرق الآتية فقط:

- للخرسانة التي تحتوي مقاومة انضغاط مصممة محددة تكون أقل من أو تساوي ٤٠ ميجا باسكال؛ يجب أن تخزن أسطوانات الاختبار بجوار العنصر وباستخدام نفس الأغطية بحيث تتعرض الأسطوانات لنفس ظروف درجة الحرارة التي يتعرض لها العنصر.
- أما لكافة مقاومات الخرسانة المحددة، فإنه يجب أن تعالج أسطوانات الاختبار بنفس الطريقة في غرف تربط فيها درجة حرارة الغرفة بدرجة حرارة العنصر قبل إطلاق الكابلات سابقة الإجهاد، ويجب أن يتحقق من درجات حرارة الغرفة والعنصر باستخدام أجهزة استشعار الحرارة داخلهما. وما لم يُحدد خلاف ذلك، يجب أن توضع أجهزة استشعار الحرارة في الكمرات ذات القطاع العرضي (I) عند مركز الثقل للشفة السفلية. وبالنسبة للعناصر الأخرى، يجب أن توضع أجهزة استشعار الحرارة في مركز القطاع الأكثر سمكًا. ويجب أن يحدد الموقع في وثائق العقد، وبعد إطلاق الكابلات سابقة الإجهاد، يجب أن تخزن الأسطوانات في بيئة مماثلة لدرجة الحرارة والرطوبة مثل العنصر.

١١-٦ حماية الخرسانة من الظروف البيئية:

١١-٦-١ عام:

يجب أن تُتخذ التدابير الوقائية اللازمة لحماية الخرسانة من الأضرار الناجمة عن الظروف الجوية أو غيرها من الظروف البيئية أثناء عملية الصب وفترة المعالجة.

١١-٦-٢ الحماية من الأمطار:

في حالة تساقط الأمطار، يجب عدم بدء صب الخرسانة أو يجب التوقف عن الصب إلا إذا وُفِّرت حماية كافية؛ لمنع إلحاق الضرر بالمونة السطحية أو تدفق السطح الخرساني أو غسله.

١١-٦-٣ ظروف التعرض للكبريتات:

يجب أن تتوافق الخرسانة التي ستتعرض للمياه الجوفية أو التربة التي تحتوي نسبة عالية من الكبريتات مع متطلبات المواصفات المذكورة في الجدول (١١-٦)، أو يجب أن تكون الخرسانة معدة بأسمنت مقاوم للكبريتات ويحتوي على الحد الأقصى من نسبة المواد المائية الإسمنتية، والحد الأدنى من محتوى المواد الإسمنتية، والحد الأدنى من مقاومة الانضغاط وفقًا للجدول (١١-٦).

الجدول (١١–٦) متطلبات الخرسانة المعرضة للتربة أو المياه التي تحتوي على كبريتات.

التعرض للكبريتات	كبريتات الماء القابلة للذوبان (SO_4) في التربة (النسبة المئوية حسب الوزن)	الكبريتات (SO_4) في الماء (جزء في المليون)	نوع الأسمنت	الحد الأقصى لنسبة المواد المائية الإسمنتية (بالوزن)	الحد الأدنى من محتوى المواد الإسمنتية (كغم/م^3)	الحد الأدنى (f'_c) (ميجا باسكال)
ضئيل	$0.00 \le SO_4$ أقل من 0.10	$0 \le SO_4$ أقل من 150	---(١)	---(١)	---(١)	---(١)
متوسط	$0.10 \le SO_4$ أقل من 0.20	$150 \le SO_4$ أقل من $1,500$	ثانيًا	٠,٥٠	٣٣٠	٢٨
حاد	$0.20 \le SO_4 \le 2.00$	$1,500 \le SO_4 \le 10,000$	V	٠,٤٥	٣٥٠	٣٠
حاد جدًا(٢)	SO_4 أكبر من 2.00	SO_4 أكبر من $10,000$	V plus بوزولان(٣)	٠,٤٥	٣٥٠	٣٠

ملاحظات:

١. حسب المتطلبات الأخرى ووثائق العقد.

٢. إذا كانت أيونات الكبريتات مرتبطة بأيونات المغنيسيوم، يلزم استخدام حماية إضافية مثل تطبيق طبقة طلاء عازل.

٣. يجب استخدام مواد البوزولان التي تتوافق مع مواصفات ASTM ذات الصلة، أو التي ثبت أنها تعزز مقاومة الكبريتات من خلال سجلات التشغيل فقط.

١١-٦-٤ حماية التسليح من التجريف:

لحماية التسليح من التجريف في الخرسانة، يجب ألا تتجاوز تراكيز أيونات الكلوريد القابلة للذوبان في الماء الحد الأقصى في الخرسانة المتصلبة في أعمار تتراوح بين ٢٨ و٤٢ يومًا، التي تنتج عن المكونات الخرسانية بما في ذلك الماء والحصويات والمواد الإسمنتية والمواد المضافة، الحدود الواردة في الجدول (١١-٨)، عند إجراء اختبارات لتحديد محتوى أيونات الكلوريد القابلة للذوبان في الماء، يجب أن تتوافق إجراءات الاختبار مع المواصفة (ASTM C1218).

الجدول (١١–٧) الحد الأقصى من محتوى أيون الكلوريد لحماية التسليح من التجريف.

نوع العنصر	الحد الأقصى من أيون الكلوريد القابل للذوبان في الماء ($c\ell^-$) في الخرسانة، النسبة المئوية حسب الوزن[١]
الخرسانة سابقة الإجهاد	٠,٠٦
الخرسانة المسلحة المعرضة للكلوريد في الخدمة	٠,١٥
الخرسانة المسلحة الجافة أو المحمية من الرطوبة في الخدمة.	١,٠٠
أعمال بناء الخرسانة المسلحة الأخرى	٠,٣٠
ملاحظة: ١. محدد وفقًا للمواصفةASTM C1218.	

إذا تعرضت الخرسانة المسلحة للكلوريدات الموجودة في التربة، أو المياه الجوفية، أو مياه البحر، أو الرذاذ الصادر عن هذه المصادر، يجب أن تستوفى متطلبات الجدول (١١-٨) من نسبة المواد المائية الإسمنتية، ومحتوى المواد الإسمنتية، ونوع الأسمنت ومقاومة الخرسانة، والحد الأدنى من الغطاء فوق متطلبات حديد التسليح الواردة في الجزء (١١-٨).

يجب تلبية متطلبات التعرض الشديد جدًا الواردة في الجدول (١١-٨) لمناطق المنشآت البحرية المغمورة بشكل دائم، ومناطق المد والأمواج والرذاذ.

يجب تلبية متطلبات التعرض الشديد في الجدول (١١-٨) للمنشآت الخرسانية الموجودة بالقرب من الساحل والمعرضة للتأثير الملحي الجوي، ولكنها ليست على اتصال مباشر بمياه البحر.

يجب تلبية متطلبات التعرض المعتدل في الجدول (١١-٨) للمنشآت العلوية في المناطق الساحلية التي لا تتعرض مباشرة للتأثير الملحي الجوي.

الجدول (١١–٨) متطلبات الخرسانة المعرضة للتربة والمياه التي تحتوي على الكلوريد.

التعرض للكلوريد	كلوريد الماء القابل للذوبان ($c\ell^-$) في التربة (النسبة المئوية حسب الوزن)	كلوريد الماء القابل للذوبان ($c\ell^-$) في المياه (جزء في المليون)	نوع الأسمنت	الحد الأقصى لنسبة المواد المائية الإسمنتية	الحد الأدنى من محتوى المواد الإسمنتية (كغم/م٣)	الحد الأدنى (f'_c) (ميجا باسكال)
ضئيل	ما يصل إلى ٠,٠٥	ما يصل إلى ٥٠٠	---(١)	---(١)	---(١)	---(١)
متوسط	من ٠,٠٥ إلى ٠,١	من ٥٠٠ إلى ٢,٠٠٠	---(١)	٠,٥٠	٣٣٠	٢٨
حاد	من ٠,١ إلى ٠,٥	من ٢,٠٠٠ إلى ١٠,٠٠٠	I	٠,٤٥	٣٥٠	٣٠
حاد جدًا	أكثر من ٠,٥	أكثر من ١٠,٠٠٠	I+ بوزولان(٢)	٠,٤٠	٣٧٠	٣٥
ملاحظات: ١. حسب المتطلبات الأخرى ووثائق العقد. ٢. يجب استخدام البوزولان الذي يتوافق مع المواصفات ذات الصلة فقط.						

١١-٦-٥ ظروف التعرض للكبريتات والكلوريدات:

في حالة تعرض الخرسانة للكلوريدات والكبريتات معًا، يجب اختيار أقل حد أقصى لنسبة المواد المائية الإسمنتية القابلة للتطبيق، وأعلى حد أدنى من محتوى المواد الإسمنتية الواردة في الجدول (١١-٦) والجدول (١١-٨)، ويجب أن تستخدم أعلى مقاومة انضغاط للخرسانة f'_c المقابلة باعتبارها القيمة المنظمة لأغراض ضبط الجودة، ويجب أن يكون نوع الأسمنت هو النوع المطلوب في الجدول (١١-٨).

١١-٦-٦ ظروف التعرض للسبخة:

يجب أن تُلبي المنشآت الخرسانية المعرضة للسبخة متطلبات التعرض الشديد جدًا المذكورة في الجدول (١١-٨)، إلا أن نسبة المواد المائية الإسمنتية يجب ألا تتجاوز ٠,٣٥، ويجب ألا تقل مقاومة انضغاط الخرسانة عن ٤٠ ميجاباسكال. بالإضافة إلى ذلك، يجب حماية الأسطح المعرضة باستخدام وسائل مناسبة مثل استخدام حاجز مانع للتسرب أو طلاء قائم الإيبوكسي.

١١-٦-٧ التآكل الملحي:

يجب حماية المنشآت الخرسانية المعرضة لتأثير التآكل الملحي باستخدام طلاء عازل مناسب.

١١-٦-٨ الحماية من ظروف الطقس الحار:

يجب أن تكون درجة حرارة الخلطة الخرسانية قبل عملية الصب بين ١٠ و٣٥ درجة مئوية، ما لم يُحدد خلاف ذلك في هذا السياق.

عندما تكون درجة الحرارة الجوية أعلى من ٣٥ درجة مئوية، يجب تبريد القوالب وحديد التسليح وشفاه الكمرات المعدنية ووغيرها من الأسطح التي ستتلامس مع الخلطة الخرسانية إلى أقل من ٣٥ درجة مئوية، باستخدام رذاذ المياه أو أي وسائل أخرى معتمدة.

يجب الحفاظ على درجة حرارة الخرسانة في وقت الصب ضمن نطاق درجة الحرارة المحدد بأي مزيج مما يلي:

- تظليل مناطق تخزين المواد أو معدات الإنتاج.
- تبريد الركام بالرش بالماء بما يتوافق مع متطلبات الجزء الفرعي (١١-٤-٤).
- تبريد الركام أو الماء بالتثليج، أو باستبدال جزء من الماء المخلوط أو كله بالثلج الذي يقشر أو يكسَّر إلى الحد الذي يذوب فيه الثلج تمامًا أثناء خلط الخرسانة.
- حقن النيتروجين السائل.

١١-٦-٩ المتطلبات الخاصة لأسطح الجسر:

عند صب الخرسانة على أسطح الجسور أو غيرها من البلاطات المكشوفة، يجب أن يقتصر معدل التبخر على أقل من ٠,٥ كجم لكل متر مربع في الساعة.

عند الضرورة، يجب اتباع إجراءً واحدًا أو أكثر من الإجراءات الآتية:

١- بناء مصدات أو حاويات لتقليل سرعة الرياح بشكل فعال في جميع أنحاء منطقة التنسيب.
٢- استخدام رشاشات الضباب عكس اتجاه الريح أثناء عملية التنسيب لزيادة الرطوبة النسبية بشكل فعال.
٣- خفض درجة حرارة الخرسانة حسب الجزء الفرعي (١١-٦-٨).

خلال فترات الرطوبة المنخفضة، أو الرياح، أو درجات الحرارة المرتفعة، وقبل استخدام مواد المعالجة، يجب حماية الخرسانة الموضوعة وتشطيبها لأسطح الجسور من الضرر الناجم عن التبخر السريع. يجب أن تكون هذه الحماية كافية لمنع تقشر السطح المبكر أو زيادة تشقق الجفاف، يجب أن تتوفر هذه الحماية عن طريق رفع رطوبة الهواء المحيط بواسطة رشاشات الضباب التي تعمل عكس اتجاه الريح على سطح السفينة، باستخدام حواجز الرياح أو المظلات الشمسية، بالإضافة إلى تقليل درجة حرارة الخرسانة، وجدولة التنسيب خلال الأوقات الباردة في النهار أو الليل، أو أي مزيج منهما.

بالنسبة لأسطح الجسور الموجودة فوق المياه المالحة أو المجاورة لها أو عند تحديدها في وثائق العقد، يجب أن تكون درجة الحرارة القصوى للخرسانة وقت صبها ٢٧ درجة مئوية.

١١-٧ حماية الخرسانة للتسليح:

١١-٧-١ الخرسانة المصبوبة في الموقع (غير سابقة الإجهاد):

يجب توفير الحد الأدنى التالي للغطاء الخرساني كما هو موضح في الجدول (١١-٩)، للتسليح، ولكن يجب ألا يكون أقل من المطلوب في الجزأين الفرعيين (١١-٧-٥) و(١١-٧-٧).

الجدول (١١–٩) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (غير سابقة الإجهاد).

الخرسانة المصبوبة في الموقع (غير سابقة الإجهاد)			الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم)
الخرسانة المصبوبة والمكشوفة للأرض بشكل دائم			٧٥
خرسانة مكشوفة للأرض أو الطقس		قطر القضبان ٢٠ ملم وأكبر	٥٠
		قضيب بقطر ١٨ ملم، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر.	٤٠
خرسانة غير مكشوفة للأرض أو تلامس الأرض	**البلاطة والجدران والروافد**	قطر القضبان ٤٠ ملم وأكبر.	٤٠
		قضبان بقطر أصغر من ٤٠ ملم.	٢٠
	الكمرات والأعمدة	التسليح الأولي، والروابط، والكانات، والأعمدة الحلزونية.	٤٠
	أغلفة العبّارات الصندوقية وعناصر اللوحة المطوية	قطر القضبان ٢٠ ملم وأكبر	٢٠
		قطره ١٨ ملم، وسلك عرضه (١٢,٠) وأصغر.	١٥

١١-٧-٢ الخرسانة المصبوبة في الموقع (سابقة الإجهاد):

يجب أن يُوفَّر الحد الأدنى للغطاء خرساني التالي (كما هو موضح في الجدول ١١-١٠)، للتسليح مسبق الإجهاد، والتسليح غير مسبق الإجهاد، والقنوات، والتركيبات الطرفية، ويجب ألا تقل عن المطلوب في الجزأين الفرعيين (١١-٧-٥)، و(١١-٧-٧).

الجدول (١١–١٠) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (سابقة الإجهاد).

الخرسانة المصبوبة في الموقع (سابقة الإجهاد)	الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم)
الخرسانة المصبوبة والمكشوفة للأرض بشكل دائم	٧٥
خرسانة مكشوفة للأرض أو الطقس	
ألواح الجدران، البلاطات، الروافد أجزاء أخرى	٢٥ ٤٠
خرسانة غير مكشوفة للأرض أو تلامس الأرض	
البلاطات، الجدران، الروافد	
قضبان بقطر أصغر من ٤٠ ملم	٤٠
الكمرات، الأعمدة	٢٠
روابط تسليح أساسية، كانات، أعمدة حلزونية	٤٠ ٢٥
العتبات، أجزاء الألواح المطوية	
قضيب بقطر ١٨ ملم، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر	١٠
تسليح آخر= ديسيبل لكن ليس أقل من	٢٠

١١-٧-٣ الخرسانة مسبقة الصب (مُصنعة وفقًا لشروط تحكم المصنع):

يجب أن يُوفَّرُ الحد الأدنى للغطاء خرساني التالي (الجدول ١١-١١) للتسليح مسبق الإجهاد، والتسليح غير مسبق الإجهاد، والقنوات، والتركيبات الطرفية ويجب ألا تقل عن المطلوب في الجزأين الفرعيين (١١-٧-٥) و(١١-٧-٧).

الجدول (١١–١١) الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم) للخرسانة مسبقة الصب (مُصنعة وفقًا لشروط تحكم المصنع).

خرسانة مكشوفة للأرض أو الطقس – ألواح الجدران	الحد الأدنى لغطاء التسليح (ملم)
قضبان بقطر ٤٠ ملم وأكبر، وكابلات شد سابقة الإجهاد بقطر أكبر من ٤٠ ملم.	٧٥
قضيب بقطر ٣٦ ملم وأصغر، وقطر ٤٠ ملم مسبق الإجهاد وأصغر، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر.	٢٠
أجزاء أخرى	
قضبان بقطر ٤٠ ملم وقضبان أكبر، وكابلات شد قضبان سابقة الإجهاد بقطر أكبر من ٤٠ ملم.	٥٠
قطر ٢٠ ملم خلال قضبان بقطر ٣٦ ملم، وكابلات شد سابقة الإجهاد أكبر من قطر ١٦ ملم، من خلال قطر ٤٠ ملم.	٤٠
قضيب بقطر ١٦ ملم وأصغر، وقطر ١٦ ملم مسبق الإجهاد وأصغر، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر.	٣٠
خرسانة غير مكشوفة للأرض أو تلامس الأرض.	
١. البلاطات، الجدران، الروافد.	
قضبان بقطر ٤٠ ملم وأكبر، وكابلات شد سابقة الإجهاد بقطر أكبر من ٤٠ ملم	٣٠
كابلات شد سابقة الإجهاد بقطر ٤٠ ملم وأصغر، قضيب بقطر ٣٦ ملم وأصغر، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر.	٢٠ ١٥
٢. الكمرات، الأعمدة	
تسليح أساسي= ديسيبل لكن ليس أقل، ولا يتجاوز ٤٠.	١٦
روابط، كانات، أعمدة حلزونية	١٠
العبّارات، أجزاء الألواح المطوية:	٢٠
٣. كابلات شد سابقة الإجهاد.	
قطر القضبان ٢٠ ملم وأكبر.	١٥
قضيب بقطر ١٦ ملم وأصغر، وأسلاك (WD 12.0) وأصغر.	١٠

١١-٧-٤ قضبان مجمعة:

يجب أن يكون الحد الأدنى للغطاء الخرساني مساويًا لقطر الحزمة للقضبان المجمعة، ولا يكون أكبر من (٥٠ ملم)؛ باستثناء الخرسانة المصبوبة والمكشوفة للأرض بشكل دائم؛ إذ أن الحد الأدنى للغطاء بها يجب أن يكون (٧٥ ملم).

١١-٧-٥ بيئات مسببة للتآكل:

يجب زيادة نسبة الحماية الخرسانية زيادة مناسبة في البيئات المسببة للتآكل أو ظروف التعرض الشديدة، ويجب مراعاة الكثافة وعدم المسامية؛ لحماية الخرسانة أو يجب توفير حماية أخرى.

يجب زيادة الحد الأدنى لغطاء التسليح مسبق الإجهاد بنسبة (٥٠٪)؛ للأجزاء الخرسانية سابقة الإجهاد المُعرضة لبيئات التآكل، أو أي ظروف تعرض شديدة أخرى، ويجب أن يُسمح التنازل عن هذا المتطلب إذا لم تكن منطقة الشد المضغوطة مسبقًا في حالة شد تحت الأحمال المستمرة.

١١-٧-٦ التمديدات المستقبلية:

يجب حماية التسليح المُعرض، والملاحق، والألواح المخصصة لربط التمديدات المستقبلية، من التآكل.

١١-٧-٧ الحماية من الحرائق:

عندما يتطلب الباب (٤) من كود الإنشاء السعودي ٨٠١ (الكود السعودي للحماية من الحرائق) سُمكًا للغطاء؛ للحماية من الحرائق، أكبر من الحد الأدنى للغطاء الخرساني المحدد في الجزء (١١-٧)، يجب أن يستخدم السُمك الأكبر.

١١-٨ التعامل مع الخرسانة، وصبها:

١١-٨-١ عام:

يجب أن يكون التعامل مع الخرسانة وصبها وجعلها متماسكة بأساليب لا تتسبب بفصل المزيج، وتعط خرسانة متجانسة، وكثيفة، خالية من الفراغات والجيوب الصخرية، ويجب ألا تتسبب الأساليب المستخدمة في إزاحة حديد التسليح أو المواد الأخرى لوضعها في الخرسانة، يجب أن تُصب الخرسانة بحيث تكون متماسكة قبل التحضير الأولي، ويجب عدم -بأي حال من الأحوال- تجاوز وقت التحضير الأولي بعد إضافة الإسمنت إلى الخليط، يجب أن تُلبَّى متطلبات الجدول (١١-٥)، يجب ألا تُخلطُ الخرسانة مرة أخرى.

يجب ألّا تُصب الخرسانة حتى تفحص من المهندس، ويوافق على القوالب، والمواد المراد وضعها، والأساسات المنتشرة ومدى كفاية مادة الأساس، يجب أن يُزال قبل بدء الصب المونة من الصبات السابقة، والحطام، والمواد الغريبة من القوالب، والفولاذ، يجب أن تُرَّطبُ القوالب والقاعدة الترابية جيدًا بالماء قبل صب الخرسانة عليها مباشرةً، يجب أن تُترك أجهزة توزيع القوالب المؤقتة في مكانها في حال احتيج لها أثناء صب الخرسانة ويجب أن تُزال بعد ذلك.

يجب أن تُصب الخرسانة لكل جزء من الهيكل باستمرار دون توقف بين الوصلات الإنشائية أو وصلات التمدد، يجب أن تكون معدلات التسليم، وأساليب، وتسلسل الصب التي بمقدار الخرسانة المخلوطة حديثًا، مصبوبة ومتماسكة دائمًا مقابل الخرسانة المصبوبة مسبقًا قبل حدوث التحضير الأولي في الخرسانة المصبوبة مسبقًا.

يجب الحرص على عدم إلحاق الضرر بالخرسانة، أو كسر رابطة حديد التسليح؛ أثناء صب الخرسانة وبعده، يجب ألا يسر العمال في الخرسانة المخلوطة حديثًا، يجب ألا تُوضع أرصفة مخصصة للعمال على أي حديد تسليح مباشرةً، يجب ألا تُستخدم القوة على القوالب أو قضبان التسليح التي تظهر من الخرسانة بعد تحضيرها حتى تكن قوية كفاية لمقاومة الأضرار.

١١-٨-٢ تسلسل الصب:

عند وضع أو اعتماد خطة صب، أو جدول زمني، يجب أن يكون تسلسل الصب متفقًا مع الخطة المعتمدة، ما لم تسمح وثائق العقد بخلاف ذلك على وجه التحديد، يجب أن تُطبق متطلبات الفقرات التالية.

١١-٨-٢-١ الأجزاء الرأسية:

يجب أن تُصب الخرسانة للأعمدة، والبنية التحتية، وجدران القنوات، والأجزاء الرأسية المشابهة الأخرى، وتُثبَّت وتُسوَّى لفترة زمنية قبل صب الخرسانة للأجزاء الأفقية المتكاملة، مثل؛ الأغطية، أو البلاطات، أو الأساسات، ويجب أن تكون هذه الفترة كافية لإكمال هبوط الأرضية بسبب فقد نضح الماء، يجب ألا تقل عن اثني عشر ساعة للأجزاء الرأسية التي يزيد ارتفاعها عن (٤,٥م)، ولا تقل عن ثلاثين دقيقة للأجزاء التي يزيد ارتفاعها عن (١,٥م) ولا يتجاوز (٤,٥م). عند تركيب أطواق الاحتكاك أو كتائف السقالات على هذه الأجزاء الرأسية وما لم يُعتمد خلاف ذلك، يجب أن يظل الجزء الرأسي مكانه سبعة أيام على الأقل، ويجب أن يصل إلى قوته المحددة قبل وضع الأحمال من الأجزاء الأفقية.

٢-٢-٨-١١ البنيات الفوقية:

يجب ألا تُصب أي خرسانة في البنية الفوقية حتى إزالة قوالب البنية الفوقية بكفاءة؛ لتحديد خصائص خرسانة البنية الفوقية الداعمة، ما لم يُسمح بخلاف ذلك.

يجب أن تُصب الخرسانة للعارضة ذات مقطع (T)، أو امتدادات عوارض السطح التي يقل عمقها عن (١,٢ م) على مرحلة واحدة مستمرة، أو يجب أن تُصَبُ على مرحلتين؛ تكون الأولى؛ إلى أعلى سيقان العارضة، والثانية حتى الإكمال. أما العارضة التي بمقطع (T)، أو امتدادات عوارض السطح التي تكون بعمق (١,٢م) أو أكثر، وما لم تكن السقالات غير مرنة، يجب أن تُصب الخرسانة على مرحلتين، ويجب أن تمر خمسة أيام على الأقل بعد وضع السيقان قبل صب بلاطة السطح العلوية.

يجب أن تُصب الخرسانة للعوارض الصندوقية على مرحلتين أو ثلاث مراحل منفصلة تتكون من البلاطة السفلية وسيقان العارضة والبلاطة العلوية. في كلتا الحالتين، يجب أن تُوضع البلاطة السفلية أولاً، ويجب ألا تُوضع البلاطة العلوية حتى تُوضع سيقان العارضة في مكانها مدة خمسة أيام على الأقل ما لم يسمح المهندس بخلاف ذلك.

٣-٢-٨-١١ الأقواس:

يجب أن تصب الخرسانة في الأقواس المنحنية بطريقة ما؛ بحيث يكون الثقل على المحور منتظمًا ومتماثلًا، ويجب صب الأقواس المنحنية على شكل قطاعات عرضية بهذا الحجم بحيث يمكن صب كل قطاع في مرحلة تشغيل مستمرة، ويجب أن يكون ترتيب القطاعات وتسلسل الصب معتمدًا، ويجب تجنب إنشاء إجهاد أولي في حديد التسليح، كما يجب أن تربط القطاعات ببعضها باستخدام خوابير أو قضبان الدسار، يجب أن تُصب براميل الأقواس للمجاري، والأقواس الأخرى في مرحلة تشغيل واحدة مستمرة، ما لم يكن ذلك محظورًا بموجب أحكام خاصة.

٤-٢-٨-١١ الأنفاق:

يجب أن تُصب خرسانة الأنفاق عن طريق الضخ والتصريف في العمل بأنبوب مُدخل في المساحة المتكونة، ويجب أن يكون خط التصريف متدرجًا للإشارة إلى عمق الملء في أي وقت، يجب التعامل مع الخرسانة بحرص شديد فيما يتعلق بالعوامل المسببة لعدم انتظام السطح في أسطح العمل، ولملء جدران الأنفاق والجزء العلوي بالكامل. يجب أن تُشغل معدات التثبيت فقط بواسطة مشغلين ذوي خبرة. يجب على المقاول أن يقوم بِرَج الخرسانة التي ضُخّت، كما يجب عدم ضخّ الخرسانة عبر أنبوب من سبيكة الألمنيوم.

٥-٢-٨-١١ صب الخرسانة للأنفاق فوق الأسطح الصخرية:

يجب أن تكون الأسطح الصخرية التي ستوضع عليها الخرسانة نظيفة، وخالية من الزيوت والطلاءات الأخرى غير المقبولة، والماء، والطين، والحطام، والصخور غير المأمونة، والشظايا المفكوكة شبه المنفصلة أو غير السليمة، ويجب أن تكون خشنة كفاية لضمان ترابط مرضٍ مع الخرسانة، يجب أن تُنظَّفُ الشقوق حتى الصخور الصلبة على الجوانب وبالعمق الذي يوافق عليه المهندس، ويجب أن تُردم الحفر الزائدة التي تتجاوز حد الحفر الموضح في وثائق العقد، باستخدام الخرسانة المقذوفة أو الخرسانة على نفقة المقاول.

٦-٢-٨-١١ العبّارات الصندوقية:

يجب أن تُصب البلاطة الأساسية أو أساسات العبّارات الصندوقية وتُثبَّت قبل إنشاء المجرى، أما المجاري التي يبلغ ارتفاع جدارها (١,٥م) أو أقل، فيجب أن تُصب الجدران الجانبية والبلاطة العلوية على مرحلة تشغيل مستمرة واحدة، ويجب أن تُطبَّق المتطلبات الخاصة بالأجزاء الرأسية لجدران المجاري الأعلى ارتفاعًا.

٧-٢-٨-١١ العناصر مسبقة الصب:

يجب أن يكون تسلسل الصب للخرسانة في العناصر مسبقة الصب بحيث تصبح الخرسانة سليمة، ومتماسكة، وخالية من الشقوق الهابطة، أو الشقوق الانكماشيّة في جميع الأجزاء.

٣-٨-١١ أساليب الصب:

١-٣-٨-١١ عام:

يجب أن تُصب الخرسانة في موقعها النهائي قدر المستطاع، ولا يُسمح باستخدام آلات اهتزازية للنقل المكثف لوزن الخرسانة المخلوطة حديثًا.

توضع الخرسانة على شكل طبقات أفقية بسُمك لا يتجاوز سعة الآلة الاهتزازية لتماسك الخرسانة ودمكها مع الصبة السابقة. ويجب ألا يتجاوز عمق الصبة (٦٠٠ ملم) أبدًا، ويجب ألا يتجاوز معدل صب الخرسانة المُعدل المفترض لتصميم القوالب الذي صحح ليناسب درجة الحرارة الفعلية للخرسانة المصبوبة.

عندما تشتمل عمليات الصب على إسقاط الخرسانة على عمق أكبر من (١,٥م)، فإنه يجب إسقاط الخرسانة بأنبوب مزود برأس قمعي، أو بالأجهزة المعتمدة الأخرى حسب الضرورة؛ لمنع انفصال المزيج، وتناثر المونة على الحديد والقوالب فوق ارتفاع الرافعة المصبوبة، يجب ألا ينطبق هذا المتطلب على الركائز المصبوبة في مكانها عند إكمال صب الخرسانة قبل حدوث التحضير الأولي في الخرسانة المصبوبة الأولى.

١١-٨-٣-٢ المعدات:

يجب أن تكون المعدات المستخدمة لصب الخرسانة بسعة كافية، ومخصصة، وتعمل لمنع انفصال المزيج، أو فقدان المونة، ويجب ألا تتسبب في حدوث اهتزازات تضر الخرسانة المصبوبة حديثًا، ـ ويجب ألا تحتوي على أجزاء مصنوعة من الألومنيوم تلامس الخرسانة، ويجب أن تنظف المعدات من طبقة المونة الجافة داخل معدات الصب قبل استئناف الاستخدام وما بين استخدام وآخر.

تُبطَّنُ المجاري المنحدرة بمادة ملساء مانعة لتسرب الماء، وتكون مجهزة بحواجز أو قلابات عند وجود منحدرات شديدة.

يجب أن تُشغَّل مضخات الخرسانة بحيث تتدفق الخرسانة تدفقًا مستمرًا بدون الجيوب الهوائية، وعند اكتمال الضخ يجب أن تُخرج الخرسانة المتبقية في خط الأنابيب إن استخدمت بطريقة لا تلوث الخرسانة أو تفصل المكونات.

يجب ألا يتجاوز الطول الإجمالي لأنظمة أحزمة النقل (١٦٨م) عند القياس من طرف إلى طرف المجموعة الكلية، ويجب أن تكون مجموعة الحزام مرتبة؛ إذ يُصرف كل جزء بترتيب قمع رأسي إلى الجزء التالي، ولتقليل الفصل إلى الحد الأدنى؛ يجب أن تُوضع كاشطات فوق قمع كل جزء لإزالة المونة الملتصق بالحزام ووضعه في القمع، يجب أن يُجهَّزُ طرف تفريغ نظام حزام الناقل بقمع ومجرى منحدر، أو قلابات مناسبة؛ لكي تسقط الخرسانة رأسيًا إلى منطقة الرواسب.

١١-٨-٤ الرص:

يجب أن تدمك كل أنواع الخرسانة، باستثناء الخرسانة المصبوبة تحت الماء أو غيرها من الخرسانة المستثناة، باستخدام الاهتزاز الميكانيكي على الفور بعد الصب.

يجب أن يكون الاهتزاز داخليًا باستثناء ما ذكر هنا.

يجب أن تستخدم هزازات القالب الخارجي للأجزاء الرفيعة عند تصميم القوالب للاهتزاز الخارجي.

يجب أن تكون الهزازات من نوع وتصميم معتمد، وذات حجم مناسب للعمل، ويجب أن تكون قادرة على نقل الاهتزازات إلى الخرسانة بتردد لا يقل عن (٧٥) هرتز.

يجب أن يوفر المقاول عددًا كافيًا من الهزازات؛ لضغط كل دُفعة من الخرسانة ضغطًا صحيحًا بعد الصب في القوالب، ويجب أن يكون لديه هزاز احتياطي واحد على الأقل متاح في حالة تعطل الهزاز الأساسي.

يجب أن تعالج الهزازات لتحرك الخرسانة جيدًا حول تركيبات التسليح، والتركيبات المتضمنة، وفي الأنابيب، وزوايا القوالب. يجب أن يستخدم الاهتزاز في منطقة الرواسب وفي منطقة الخرسانة المترسبة حديثًا، ويجب أن يكون إدخالها وسحبها من الخرسانة ببطء، كما يجب أن يكون الاهتزاز لمدة كافية وكثافة كافية لدمك الخرسانة، ولكن يجب ألا يستمر حتى لا يتسبب في فصل الخرسانة، يجب ألا يستمر الاهتزاز في أي نقطة إلى الحد الذي تتشكل فيه مناطق محددة من المونة، يجب أن يكون استخدام الهزازات في نقاط متباعدة بشكل موحد، ولا تزيد المسافة بينها عن (١,٥) مرة من نصف القطر الذي يكون فيه الاهتزاز فعالاً بشكل مرئي.

يجب ألا يستخدم الاهتزاز استخدامًا مباشرًا أو بواسطة التسليح لأجزاء أو طبقات من الخرسانة التي تماسكت إلى درجة لا تكون فيه الخرسانة بلاستيكية عند الاهتزاز، ويجب ألا تستخدم الهزازات لنقل الخرسانة في القوالب.

يجب أن تكون الهزازات مزودة بمطاط أو طلاء غير معدني آخر إن استخدمت الهزازات الغاطسة لدمك الخرسانة حول حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي.

يجب أن يكتمل الاهتزاز بالحفر لأنه ضروري لضمان أن تكون الأسطح ملساء والخرسانة كثيفة على طول أسطح القوالب وفي الزوايا والمواقع التي يتعذر الوصول إليها بواسطة الهزازات.

يجب أن تدمك الخرسانة للتخلص من العناصر الصغيرة غير المهمة عن طريق استخدام قضبان أو مجارف مناسبة بعد الحصول على موافقة المهندس.

١١-٨-٥ الرص في الأماكن المغمورة بالمياه:

١١-٨-٥-١ عام:

يجب أن تُصب الخرسانة المستخدمة في السدود المانعة لتسرب الماء تحت الماء فقط، ما لم يُحدد غير ذلك في وثائق العقد أو وافق عليه المهندس بشكل خاص، في حالة صب خرسانة أخرى ليست من الفئة (S) تحت الماء، فإنه يجب أن يزاد أدنى محتوى الإسمنت للخليط بنسبة (١٠٪)؛ للتعويض عن الفقد الناتج عن الانجراف.

يجب أن تصب الخرسانة المصبوبة تحت الماء بعناية في كتلة مضغوطة، في موضعها النهائي، بقمع، أو بمضخة خرسانة، أو أي أسلوب آخر معتمد ويجب ألا تعكرها بعد ترسيبها؛ ليمنع الفصل، يجب الحفاظ على الماء الراكد عند نقطة الترسيب، ويجب أن تكون القوالب تحت الماء مانعة للتسرب، يجب أن تُهوَّى السدود أثناء الصب وتُعالج الخرسانة لموازنة الضغط الهيدروستاتيكي؛ لمنع تدفق المياه عبر الخرسانة.

يجب أن تصب الخرسانة المصبوبة تحت الماء باستمرار من البدء إلى الإنهاء، ويجب أن يظل سطح الخرسانة أفقيًا قدر الإمكان. يجب أن تُصب كل طبقة تالية لموانع التسرب قبل أن تبدأ الطبقة السابقة في التحضير الأولي؛ لضمان الربط بالكامل، أما عمليات الصب الكبيرة؛ فيجب أن يستخدم لها أكثر من قمع أو مضخة واحدة لضمان الامتثال بهذا المتطلب.

١١-٨-٥-٢ المعدات:

يجب أن يتكون القمع من أنبوب مانع للتسرب بقطر لا يقل عن (٢٥٠ ملم)، ومجهز بقلاب في الأعلى، يجب أن تُدعم القواديس للسماح بحرية الحركة لطرف التفريغ على كامل السطح للعمل، وللسماح بالخفض السريع عند الضرورة؛ إما لتأخير تدفق الخرسانة أو إيقافه، يجب أن يُغلق طرف التفريغ في بداية العمل؛ لمنع الماء من دخول الأنبوب قبل ملء الأنبوب بالخرسانة، كما يجب أن يظل أنبوب القمع ممتلئًا بالخرسانة حتى أسفل القلاب بعد بدء الصب، فإن دخل الماء في الأنبوب بعد بدء الصب يجب أن يُسحب القمع، ويعاد إغلاق طرف التفريغ، ثم يعاد تشغيل الصب. عند ضخ دفعة في القلاب، يجب حث تدفق الخرسانة برفع طرف التفريغ قليلاً، ووضعه في الخرسانة المترسبة دائمًا، يجب أن يستمر التدفق حتى يكتمل العمل، ، يجب أن يُستخدم قمع واحد في كل خليج إن منعت كتيفات السدود حركة القواديس الجانبية.

يجب أن تتضمن مضخات الخرسانة المستخدمة لصب الخرسانة تحت الماء جهازًا في نهاية أنبوب التفريغ؛ لمنع تسرب الماء أثناء ملء الأنبوب بالخرسانة. وببدء تدفق الخرسانة، يجب أن يظل طرف أنبوب التفريغ ممتلئًا بالخرسانة وأسفل سطح الخرسانة المترسبة حتى الانتهاء من صبها.

١١-٨-٥-٣ التنظيف:

يجب متابعة نزح المياه بعد أن تشير معالجة عينات الاختبار في ظل ظروف مشابهة أن الخرسانة قوية كفاية لمقاومة الأحمال المتوقعة. يجب إزالة جميع مواد الترسبات أو غيرها من المواد غير المقبولة من السطح المكشوف، إما بالكشط، أو التقطيع، أو أي وسيلة أخرى لا تؤذ سطح الخرسانة قبل صب خرسانة الأساس.

١١-٩ الوصلات الإنشائية:

١١-٩-١ عام:

يجب عمل وصلات إنشائية فقط في الحالات المحددة في وثائق العقد أو الموضحة في جدول الصب، ما لم يُوافق على خلاف ذلك. يجب أن يمتد كل حديد تسليح مخطط له خلال الوصلات امتدادًا غير منقطع. يجب أن يكون صب الوصلات الإنشائية حسب توجيهات المهندس في حالة الطوارئ، وفي حالة وجود توجيهات، يجب أن تصب أوتاد حديد تسليح إضافية عبر الوصلة، وتجهيز الحديد الإضافي وصبه يجب أن يكون على نفقة المقاول.

١١-٩-٢ الوصلات الأفقية:

يجب أن تعمل الوصلات الأفقية عن طريق صب الخرسانة أعلى بقليل من درجة الوصلة الإنشائية، وبعد أن يصل السطح إلى مستوى التحضير الأخير، يجب أن يجهز السطح كما حدد في الجزء الفرعي (١١-٩-٤)، ويجب أن يستخدم عمل نموذج الإدخال للحصول على خطوط أفقية منظمة.

١١-٩-٣ الوصلات الرأسية:

يجب أن تُشكَّلُ الوصلات الرأسية باستخدام الحواجز الإنشائية أو الرؤوس حسب الحاجة.

لا يُسمح باستخدام وصلات دقيقة الطرف.

١١-٩-٤ الربط:

يجب أن يكون عمل الوصلات الأفقية بدون استخدام المفاتيح ما لم يُحدد في وثائق العقود غير ذلك، يجب أن يكون إنشاء الوصلات الرأسية باستخدام مفاتيح القص، كما يجب أن تكون أسطح الخرسانة المخلوطة حديثًا في الوصلات الإنشائية الأفقية مصقولة وخشنة كفاية؛ لدمك السطح بالكامل، وتُترك عمدًا في حالة خشنة. يجب أن تتكون مفاتيح القص من المنخفضات المُشكلة في السطح تغطي ثلث سطح التلامس تقريبًا، يجب أن تشطف القوالب للمفاتيح كي لا تضر الإزالة بالخرسانة.

يجب أن تنظف الوصلات الإنشائية لترسبات السطح، ومركب المعالجة، والمواد الغريبة الأخرى قبل صب الخرسانة المخلوطة حديثًا على سطح الوصلة، ويجب أن يستخدم لتنظيفها السفع الكاشط، أو الأساليب المعتمدة الأخرى حتى ينكشف الركام النظيف، يجب أن تشطف الوصلات الإنشائية بالماء، وتترك لتجف حتى يجف السطح مباشرة قبل صب الخرسانة.

١١-٩-٥ الربط والتوتيد على الهياكل الإنشائية الحالية:

إن حدد في وثائق العقد أن الخرسانة الجديدة ستُلصق بالهياكل الإنشائية الخرسانية الحالية؛ يجب أن تنظف الخرسانة الحالية وتشطف كما هو حدد في الجزء الفرعي (١١-٩-٤)، عندما تُظهر وثائق العقد أوتاد حديد التسليح المحشوة في الثقوب المحفورة في الخرسانة الموجودة في الوصلات الإنشائية، فإنه يجب حفر الثقوب بأساليب لا تحطم الخرسانة المجاورة للثقوب أو تتلفها، ويجب أن تكون أقطار الثقوب المحفورة أكبر بمقدار (٦ ملم) من القطر الاسمي للأوتاد ما لم يُوضح خلاف ذلك في مستندات العقد. يجب أن يكون المونة معجون إسمنت خالص مكونًا من الإسمنت البورتلاندي والماء، ويجب ألا يزد محتوى الماء عن (٠,٣٦ لتر/كجم) من الأسمنت، لا يعاد خلط المونة مرة أخرى. يجب أن تُنظَّفُ الثقوب من الغبار والمواد الضارة الأخرى، ويجب أن تُشبَّع بالماء مع إزالة الماء الزائد، ثم تجفف الثقوب حتى يصبح السطح جافًا ومُشبَّعًا، وذلك قبل وضع الأوتاد الحديدية مباشرةً، ويجب أن يصب جص كاف في الثقوب فلا تبق فراغات بعد إدخال الأوتاد الحديدية.

يجب أن يعالج المونة ثلاثة أيام على الأقل، أو حتى تُغلف الأوتاد الحديدية بالخرسانة.

يجب أن يستخدم الإيبوكسي بدلاً من المونة الإسمنتي البورتلاندي؛ لتثبيت الأوتاد الحديدية في الخرسانة الحالية بتحديد هذا في وثائق العقد أو بموافقة المهندس عليه. ، وإن استخدم الإيبوكسي يجب أن يكون خلطه وصبه وفقًا لتوصيات الشركة المُصنعة.

١١-٩-٦ القوالب في الوصلات الإنشائية:

عندما تتداخل القوالب في الوصلات الإنشائية مع الخرسانة سابقة الصب، فإنه يجب أن يعاد تثبيتها قبل ترسيب الخرسانة الجديدة. يجب أن تُشكَّل الحواف المواجهة لجميع الوصلات المكشوفة للرؤية بدقة باستخدام الحواجز الإنشائية أو الشرائط المتدرجة، أو تشطَّب بعناية بحيث تتناسب مع الخط والارتفاع.

١١-١٠ فواصل التمدد والتقلص:

١١-١٠-١ عام:

يجب أن يكون إنشاء فواصل التمدد والتقلص في المواقع ووفقًا للتفاصيل المحددة في وثائق العقد، وتتضمن الوصلات؛ وصلات مفتوحة، ووصلات مملوءة، ووصلات مغلقة بمانعات تسرب أو سدادات المياه، والوصلات المسلحة بقوالب أو ألواح الدروع المعدنية، أو وصلات مزيج من هذه الميزات.

عند الحاجة لموانع تسرب وصلات الضغط المطاطية مسبقة التشكيل، أو مجموعات موانع تسرب الوصلات لسطح الجسر؛ فإنه يجب أن تتوافق مع متطلبات الباب (١٨).

١١-١٠-٢ المواد:

١١-١٠-٢-١ حشوات وصلة التمدد مسبقة الصب:

يجب أن تتوافق الحشوات مسبقة الصب مع إحدى المواصفات الآتية:

- مواصفة حشوات وصلة التمدد مسبقة التشكيل لرصف الخرسانة والإنشاء الهيكلي ((AASHTO M213 (ASTM D1751)).
- مواصفة حشوات وصلة تمدد المطاط الإسفنجي والفلين مسبق التشكيل لرصف الخرسانة والإنشاء الهيكلي (AASHTO M153 (ASTM D1752))، يجب ألا يستخدم النوع ٢ (فِلِّين) عندما تكون المرونة مطلوبة.
- مواصفة حشوة وصلة التمدد مسبقة التشكيل لرصف للخرسانة ((AASHTO M33 (ASTM D994)).

٢-٢-١٠-١١ حشوات ألواح البوليسترين:

يجب أن تمدد حشوات ألواح البوليسترين بالحد الأدنى من قوة الانثناء (٠,٢٤ ميجا باسكال)، كما حدد بواسطة (ASTM C203)، وقوة مرونة الضغط تتراوح بين (٠,١ إلى ٠,٣ ميجاباسكال) عند ضغط (٥٪)، يجب أن يكون سطح لوح البوليسترين مكسوًا بلوح صلب بسُمك (٣ ملم) مطابقًا لمواصفات (.ANSI A135.4) إن حدد في وثائق العقد، أو طلب لمنع الضرر أثناء صب الخرسانة.

٣-٢-١٠-١١ مواد الوصلة الإنشائية:

يجب أن تتكون المواد المصبوبة في الوصلات الإنشائية من ورق لبادي مُشبع بالأسفلت، أو مواد أخرى معتمدة لكسر الرابطة.

٤-٢-١٠-١١ مانعات تسرب قابلة للصب:

يجب أن تتوافق مانعات التسرب القابلة للصب المستخدمة للصب على طول حواف الوصلات الإنشائية ووصلات التمدد مع واحدة مما يلي:

- يجب أن تتفق مانعات التسرب المصبوبة على الساخن مع ((AASHTO M282 (ASTM D3406)، باستثناء تلامس مانع التسرب مع مادة إسفلتية، فإنها تتوافق مع (AASHTO M301).
- يجب أن يكون مانع التسرب المصبوب على البارد من السيليكون، المطابق للمواصفات الفيدرالية (TT – S-1543)، الفئة أ. يجب أن يكون مانع التسرب من نوع: مطاطي سيليكون بمعامل منخفض، وجزء واحد باستطالة نهائية قدرها (١,٢٠٠٪).
- يجب أن يكون شريط رغوة البولي إيثيلين، للاستخدام عند التوضيح في وثائق العقد، بجودة تجارية وسطح مطلي من أعلى وغير نافذ ومستمر، مناسب للاحتفاظ بمانع تسرب سائل عند الارتفاع المناسب في الوصلة أثناء التصلب.

٥-٢-١٠-١١ درع معدني:

يجب أن تصنَّع مجموعات درع وصلات التمدد من الفولاذ بما يتوافق مع متطلبات هذا المجلد، ويجب أن تُصنع بدقة، وتُقوى في الورشة بعد التصنيع والجلفنة حسب الضرورة للتوافق مع الجزء الخرساني.

٦-٢-١٠-١١ سدادات المياه:

يجب أن تكون سدادات المياه من النوع والحجم والشكل المحدد في وثائق العقد، ويجب تكون كثيفة، ومتجانسة، خالية من الثقوب أو العيوب الأخرى.

١-٦-٢-١٠-١١ سدادات المياه المطاطية:

يجب أن تصنَّع سدادات المياه المطاطية من المطاط الصناعي المصنوع حصريًا من النيوبرين وأسود الكربون المقوى، وأكسيد الزنك، وعوامل البلمرة والمنعمات، ويجب أن يحتوي هذا المركب ما لا يقل عن (٧٠٪) من مقدار النيوبرين، ويجب ألا تقل مقاومة الشد عن (١٩ ميجا باسكال) باستطالة عند الكسر بنسبة (٦٠٠٪)، ويجب أن يتراوح مؤشر (Shore Durometer) (المقياس التحمل أو الصلابة) بين (٥٠ و٦٠)، بعد سبعة أيام في الهواء عند درجة حرارة (٧٠ درجة مئوية) زائد أو ناقص درجة واحدة مئوية (٧٠ ± ١ درجة مئوية)، أو بعد أربعة أيام في الأكسجين عند درجة حرارة (٧٠ درجة مئوية) زائد أو ناقص درجة واحدة مئوية (٧٠ ± ١ درجة مئوية) وضغط بقوة ٢ ميجا باسكال، يجب ألا تقل مقاومة الشد عن (٦٥٪) من الأصل.

يجب أن تصنَّع سدادات المياه المطاطية من مقطع عرضي متكامل في قوالب مناسبة؛ لإنتاج أجزاء مشتركة بتباين مسموح به في الأبعاد بمقدار (٠,٨ ملم)، ولا يُسمح بوجود أي وصلات في أشرطة مستقيمة، يجب أن تعالج الشرائط وقطع التوصيل الخاصة معالجة جيدة؛ بحيث يجب أن يكون المقطع العرضي كثيفًا، ومتجانسًا، وخاليًا من المسام، ويجب أن تكون التقاطعات في قطع التوصيل الخاصة مصبوبة بالكامل. يجب أن تُثبَّتُ الوصلات بإحكام بمشابك مناسبة في فترة الفلكنة. ويجب أن تكون المادة الموجودة في الوصولات كثيفة ومتجانسة في جميع أنحاء المقطع العرضي.

١١-١٠-٢-٦-٢ سدادات مياه مصنوعة من كلوريد متعدد الفينيل:

يجب أن تُصنَّع سدادات المياه المصنوعة من كلوريد متعدد الفينيل (PVC) بعملية البثق من مركب بلاستيكي مرن، يجب أن يكون الرانتج الأساسي مصنوعًا من (PVC)، ويجب أن يحتوي المركب أي رانتجات إضافية، أو أي مواد أخرى لازمة؛ لتفي بمتطلبات الأداء الواردة لهذه المواصفات عندما تكون المادة مركبة. يجب ألا تُستخدم أي مادة (PVC) أو مواد أخرى.

يجب أن تتوافق المواد مع المتطلبات المادية التالية عند اختبارها وفقًا لأسلوب اختبار (ASTM) المحددة كما هو مذكور في الجدول (١١-١٢).

الجدول (١١–١٢) متطلبات أسلوب اختبار (ASTM).

الميزة	طريقة الاختبار القياسية	المتطلبات
الثقل النوعي	ASTM D792	١,٣٥ حد أقصى
صلابة مقياس التحمل	ASTM D2240	٧٥ ± ٥
قوة الشد	ASTM D412	١٢,٤١ ميجاباسكال
الاستطالة	ASTM D412	٣٥٠٪
التقصف البارد	ASTM D746	-٣٧ درجة مئوية
الصلابة في الانثناء	ASTM D747	٢,٤ ميجاباسكال

١١-١٠-٢-٦-٣ سدادات المياه النحاسية:

يجب أن يتوافق النحاس الصفحي مع المواصفات للوحة النحاسية والشرائط والألواح والقضبان المدلفنة، (AASHTO M138M/M138 (ASTM B152/B152M)، ويجب أن تفي باختبار التقصف للباب العاشر من (AASHTO M138M/M138 (ASTM B152/B152M).

١١-١٠-٢-٦-٤ اختبار مادة سدادة المياه:

يجب أن تكون الشركة المُصنعة مسؤولة عن اختبار جميع مواد تصنيع سدادات المياه، سواء في مختبر الشركة، أو مختبر تابع لها، أو في مختبر تجاري معترف به، ويجب أن تقدّم ثلاث نسخ معتمدة من نتائج الاختبار إلى المهندس.

١١-١٠-٣ التركيب:

١١-١٠-٣-١ الوصلات المفتوحة:

يجب أن يكون إنشاء الوصلات المفتوحة بإدخال الشرائط الخشبية، أو صفيحة معدنية، أو مواد أخرى معتمدة، وتزال لاحقًا. يجب أن يدخل القالب ويزال دون تقطيع أو تكسير لزوايا الخرسانة، ، يجب أن تُشطَّب الوصلات المفتوحة في الأسطح والأرصفة باستخدام أداة حواف إن لم تكن محمية بدرع معدني، ويجب أن يزال كل المونة والحطام الآخر من الوصلات المفتوحة بعد الانتهاء من تشطيب الخرسانة.

١١-١٠-٣-٢ الوصلات المملؤة:

عند تحديد الوصلات المملؤة في وثائق العقد، فإنه يجب استخدام الحشوات مسبقة الصب ما لم يُطلب ألواح البوليسترين على وجه الخصوص، ويجب أن تتكون الحشوة لكل وصلة من أقل عدد ممكن من قطع المواد، ويجب أن تُثبَّتُ الحواف المتاخمة لمادة الحشوة بدقة مع محاذاة بعضها البعض، تثبت بإحكام أو تُلصق حسب الضرورة؛ لمنع تسرب المونة، يجب أن تُثبَّت مادة حشوة الوصلة بجانب واحد من الوصلة باستخدام مادة لاصقة مقاومة للماء، أو أي أسلوب أو طريقة أخرى؛ لمنعها من الخروج من الوصلة، دون أن تتداخل مع ضغط المادة.

١١-١٠-٣-٣ الوصلات المغلقة:

قبل تركيب مانعات تسرب قابلة للصب، يجب أن تزال جميع المواد الغريبة من الوصلة، ويجب أن تقطع مادة الحشوة حتى العمق الموضح أو المعتمد، ويجب أن يكون سطح الخرسانة الملامس لمانعة التسرب نظيفًا باستخدام السفع الرملي. يجب أن يوضع شريط رغوة البولي إثيلين في الوصلة؛ للحفاظ على مانعة التسرب وعزلها من مادة الحشوة عند الحاجة، ثم يجب أن تخلط المواد المانعة للتسرب وتثبَّت وفقًا لتوجيهات الشركة المُصنعة، يجب أن تزال وتستبدل أي مادة لا تلتصق بجوانب الوصلة خلال أربع وعشرين ساعة من الصب.

١١-١٠-٣-٤ سدادات المياه:

يجب وضع سدادات مياه كافية، مصنوعة من المعدن، أو المطاط، أو البلاستيك، كما حدد في وثائق العقد. عند توفير الحركة في الوصلة، يجب أن تكون سدادات المياه من النوع الذي يسمح بمثل هذه الحركة دون تلف. يجب أن تُقسَّمُ أو تُلحَّم؛ لتشكل وصلات مستمرة مانعة للتسرب.

يجب أن تتخذ الاحتياطات اللازمة كي لا تكون سدادات المياه نازحة أو تالفة عن طريق عمليات الإنشاء أو الوسائل الأخرى، ويجب أن تظل أسطح سدادات المياه خالية من الزيت، أو الشحم، أو المونة المجفف، أو أي مواد أخرى غريبة أثناء وضع سدادة المياه في الخرسانة، يجب أن تستخدم الوسائل لضمان أن جميع أجزاء سدادة المياه المصممة لتضمينها، ويجب أن تغلق بإحكام بخرسانة كثيفة.

١١-١٠-٣-٥ مجموعات دروع وصلات التمدد:

يجب أن تركب مجموعات الدروع بحيث يتطابق السطح مع مخطط سطح الخرسانة المُشطب المجاور على طول المجموعة، ويجب أن توظف الأساليب الإيجابية لوضعها -أي المجموعات- في الموضع الصحيح أثناء صب الخرسانة. يجب أن تكون الفتحات في وصلات التمدد محددة في وثائق العقد عند درجة حرارة عادية، أو حسب توجيهات المهندس لدرجات الحرارة الأخرى، ويجب الانتباه لتجنب حدوث الخلوص بأي شكل من الأشكال.

١١-١٠-٣-٦ تعبئة الألواح ووسادات مسبقة التشكيل وحشوات الألواح:

يجب أن يتوافق اللوح الصلب المسقي مع المواصفات الفيدرالية (LLL-B-810)، النوع ٢، جانب واحد سلس، عادي. يجب ألا يقل سُمك اللوح الصلب عن (٣ ملم) بحد أدنى، ما لم يُنص على خلاف ذلك.

يجب أن يكون البوليسترين الممدد متوفر تجاريًا في شكل ألواح بوليسترين، ويتمتع بقوة انثناء قدرها (٢٤٠ كيلو باسكال)، كحد أدنى، محددة وفقًا للمتطلبات (ASTM C203)، ويجب أن تكون مقاومة انضغاط بين (١١٠ و٢٧٥ كيلو باسكال)، عند ضغط (٥٪).

يجب أن تكون أسطح البوليسترين الممدد مغطاة بلوح صلب، كما هو موضح في وثائق العقد، ويجب ألا تقل سماكة اللوح الصلب عن (٣ ملم) بحد أدنى، ومطابقة للمواصفات الفيدرالية (LLL-B-810)، أي نوع، يجب أن تستخدم مواد مواجهة أخرى شرط أن توفر حماية مكافئة، يجب أن تثبَّت الألواح في مكانها بمسامير، أو بمادة لاصقة مقاومة للماء، أو بوسيلة أخرى يعتمدها المهندس.

١١-١١تشطيب الخرسانة بلاستيكية:

١١-١١-١ عام:

ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، بعد دمك الخرسانة وقبل تطبيق المعالجة، يجب إزالة أسطح الخرسانة التي لم تُصب على القوالب من المنحدر، أو الارتفاع المخطط والسطح المُشطب عن طريق الصقل، باستخدام الصقل الخشبي؛ لإغلاق السطح إغلاقًا كافيًا. يجب أن تُجهَّز الوصلات الإنشائية ووصلات التمدد بدقة باستخدام أداة ضبط الحواف بينما لا تزال الخرسانة في حالة جاهزة للعمل، ويجب أن تترك حشوة الوصلة مكشوفة.

١١-١١-٢ تشطيب سطح الطريق:

يجب أن تُشطَّب أسطح الجسر، وألواح الاقتراب، والأسطح الخرسانية الأخرى المخصصة للاستخدام؛ حسب حركة المرور على سطح أملس مقاوم للانزلاق وفقًا لهذا الجزء. يجب أن يُوفِّرُ المقاول جسور عمل مناسبة وكافية لأداء العمل أداءً سليمًا أثناء عمليات التشطيب، بما في ذلك جهاز رش الطبقة الضبابية، ومركب المعالجة، وفحص العمل.

١١-١١-٢-١ الشطب والصقل:

بالنسبة لأسطح الجسر أو الألواح العلوية للهياكل التي هي بمثابة أرصفة مشطبة؛ تستخدم آلة تشطيب معتمدة تعمل بالطاقة، ومجهزة بذراع تسوية يتأرجح في الاتجاه العرضي. وتستخدم أساليب التشطيب اليدوي للمناطق غير المنتظمة في حالة الموافقة؛ فاستخدام الماكينة بها غير عملي، مع مراعاة ما يلي عند القيام بإجراءات التشطيب:

- أزل جميع الأسطح باستخدام المعدات المتوفرة، وانقلها باستخدام قضبان أذرع التسوية أو الرؤوس، لا تدعم القضبان في حدود صب الخرسانة دون الحصول على موافقة.
- ضع القضبان أو الرؤوس على دعامات غير مرنة بحيث تعمل معدات التشطيب دون انقطاع على السطح بأكمله، مُدَّ القضبان إلى ما بعد طرفي صب الخرسانة المجدول بمسافة كافية؛ لتتمكن آلة التشطيب من تشطيب الخرسانة المصبوبة.
- اضبط القضبان على طول البنيات الفوقية للعوارض المعدنية.
- اضبط القضبان والرؤوس، واسحب المعدات حتى المقطع الطولي والمقاطع العرضية المطلوبة؛ مما يسمح بالهبوط المتوقع، والحدبة، وانحراف السقالة.
- قبل بدء التسليم وصب الخرسانة؛ اعمل على تشغيل آلة التشطيب على المنطقة المراد تشطيبها بالكامل؛ للتحقق من الانحرافات الزائدة للقضبان، وسُمك الأسطح، وغطاء حديد التسليح، وللتحقق من التشغيل السليم للمعدات. أجرِ التصحيحات اللازمة قبل البدء بصب الخرسانة.
- بعد صب الخرسانة؛ اعمل على تشغيل آلة التشطيب على الخرسانة حسب الحاجة للحصول على الملف الطولي والمقطع العرضي المطلوب. احتفظ بجزء بسيط من الخرسانة الزائدة أمام حافة قطع ذراع التسوية في جميع الأوقات، احتفظ بهذه الكمية الزائدة من الخرسانة حتى نهاية الصب أو التشكيل ثم أزلها وتخلص منها، اضبط القضبان أو الرؤوس حسب الضرورة؛ لتصحيح الهبوط أو الانحراف غير المتوقع.

١١-١١-٢-٢ الاستواء:

بعد التشطيب كما الموصوف أعلاه، يجب أن يفحص المقاول السطح باستخدام مسطرة استواء معدنية بطول (٣ م)، تعمل بالتوازي مع خط الوسط للجسر، ويجب ألا يظهر أي انحراف يزد عن (٣ ملم) عن حافة اختبار مسطرة الاستواء. أما أسطح السطح التي يجب تغطيتها بحجم (٢٥ ملم) أو أكثر من مادة أخرى، فيجب ألا يتجاوز الانحراف (١٠ ملم) في (٣ م)، ويجب أن تصحح الانحرافات الزائدة عن هذه المتطلبات قبل وضع الخرسانة، يجب أن تتقدم عملية الفحص عن طريق تداخل مسطرة استواء على الأقل نصف طول الممر السابق.

١١-١١-٢-٣ الملمس:

يجب إعطاء السطح ملمسًا مقاومًا للانزلاق إما بسحب الخيش، أو الرقعة، أو الكنس، أو التعليب، أو بمزيج من هذه الأساليب، ويجب أن يكون الأسلوب المتبع كما هو محدد في وثائق العقد أو ما وافق عليه المهندس. يجب ألا يكون للأسطح المراد تغطيتها بغشاء مانع تسرب السطح وعازل للماء ملمسًا خشنًا. يجب أن تشطب على سطح أملس وخالٍ من نتوءات المونة وغيرها.

يجب أن تتم هذه العملية بعد الصقل، وفي هذا الوقت، وبهذه الطريقة؛ بحيث يُحقق الملمس المطلوب أثناء تقليل إزاحة حبيبات ركام أكبر.

١١-١١-٢-٣-١ مسحوب:

إذا كانت بنيات السطح ستكون تشطيبًا بالسحب، يجب أن يُشطَّبُ السطح بسحب الخيش الرطب على العرض الكامل للسطح، ويجب أن يتكون سحب الخيش من طبقات خيش كافية، وبطول الخرسانة لحفر السطح قليلاً، ويجب التحرك بحد أدنى من الحافة الأمامية. يجب أن يظل السحب رطبًا، ونظيفًا، وخاليًا من جزيئات الخرسانة المتصلبة. يجب على المهندس الموافقة على نوع وحجم الرقعة، أو رقعة العشب الصناعي، أو يُوَجِّهَ باستبدالهم كبديل للخيش.

١١-١١-٢-٣-٢ مكنوس:

إذا شُطِّب ملمس السطح بفرشاة، يجب أن يُنظَّف السطح إذا تصلبت الخرسانة كفاية، ويجب أن تكون المكنسة من نوع معتمد، ويجب أن تكون الضربات مربعة عبر البلاطة ومن الحافة إلى الحافة، مع ضربات متجاورة متداخلة قليلاً، ويجب إجراؤها بسحب المكنسة دون تمزيق الخرسانة، ولكن لعمل تموجات منتظمة لا يزد عمقها عن (٣ ملم)، بالتالي يجب أن يكون السطح المشطب خاليًا من اللطخات المسامية، والاختلالات، والمنخفضات، والجيوب الصغيرة، أو اللطخات الخشنة، مثل التي يجب أن تنتج عن الإخلال العرضي لجزيئات الركام الخشن الموجودة بالقرب من السطح أثناء عملية الكنس النهائية.

١١-١١-٢-٣-٣ مبطن:

إذا أردت تبطين السطح؛ فإن التبطين يجب أن يكون في اتجاه عرضي باستخدام مكنسة سلكية، أو مشط، أو أداة صقل مجنحة تحتوي صفًا واحدًا من الأسنان أو الأجنحة، ويجب أن يتراوح عرض أخاديد التبطين بين (١٥ ملم، و٥ ملم)، وبعمق (٣ ملم، و٥ ملم)، وتباعد (١٢ ملم، إلى ٢٠ ملم) في المراكز، يجب فصل التبطين (٣٠٠ ملم) من خط الرصيف على أسطح الجسر، ويجب أن تُشطَّب المنطقة المجاورة للأرصفة طوليًا بفرشاة، أو يجب أن يُبَطَّنُ باستخدام آلة معتمدة مصممة خصيصًا لتبطين الأرصفة الخرسانية أو حفرها.

١١-١١-٢-٤ اختبار وتصحيح الأسطح:

بعد تصلب الخرسانة؛ سيفحص المهندس أسطح الطرق المشطبة التي لن تُغطى باستخدام سطح متضرر، وتُوضع علامة على أي اختلافات في السطح تتجاوز (٣ ملم) من مسافة (٣ م)، يجب أن يصحح المقاول هذه الاختلالات باستخدام معدات تخطيط الخرسانة أو حفرها، التي تعطي سطحًا متماسكًا مساويًا لخشونة الخرسانة غير الأرضية المحيطة، بدون التكسير أو إتلاف الخرسانة المتبقية.

١١-١١-٣ تشطيب سطح ممر المشاة:

بعد ترسيب الخرسانة للأرصفة وأسطح مباني المشاة في مكانها؛ يجب أن تدمك الخرسانة، ويجب أن يُكشَطُ سطحها بواسطة لوح تسوية، ثم تصقل باستخدام الصقل الخشبي أو الفِلِّين. يجب أن يُنظَّفُ السطح برفق في اتجاه عرضي، ويجب أن تستخدم أداة الحواف على الحواف ووصلات التمدد، يجب ألا يختلف السطح أكثر من (٣ ملم) أسفل مسطرة الاستواء (١,٥ م)، يجب أن يكون قوام السطح حُبيبيًا، أو غير لامع بحيث لا يكن زلقًا عند حدوث بلل.

يجب رصف أسطح الأرصفة في مجموعات باستخدام أداة حفر معتمدة كما هو محدد في وثائق العقد أو حسب توجيهات المهندس.

١١-١١-٤ تشطيب بالتجريف والجُنَيبات:

يجب أولاً تشطيب الأسطح المحددة في وثائق العقد كما هو محدد في الجزء الفرعي (١١-٢-١)، وبعد وضع الخرسانة جزئيًا، يجب أن يُشطَّب السطح ليكن أملسًا عن طريق التنعيم باستخدام مسطرة حديدية حتى يكن السطح أملسًا خاليًا من الماء الناضح، ثم يجب أن يصقل السطح باستخدام فرشاة ناعمة وباستخدام نمط الأشرطة المتوازية.

١١-١١-٥ السطح أسفل المحامل:

عند وضع ألواح بناء معدنية مباشرة على الخرسانة، أو على مادة حشو بسُمك أقل من (٣ ملم)، يجب أن يُشطَّبُ السطح أولاً بأداة صقل، ، ويجب تأريض المنطقة الملامسة للوح الإنشاء حسب الضرورة وبعد تثبيت الخرسانة؛ لتوفير محمل كامل ومتساوٍ. عند وضع هذه الألواح على مادة التحشية بسُمك بين (٣ ملم، و١٢ ملم)، يجب أن يشطَّبُ السطح بمسطرين فولاذي بدون استخدام الفرشاة، ويجب ألا يختلف تسطيح السطح المُشطب عن استخدام مسطرة الاستواء على السطح في أي اتجاه داخل حدود لوحة الإنشاء بأكثر من (١,٥ ملم)، يجب الاستمرار في تسطيح الأسطح التي لا تتوافق مع درجة التسطيح المطلوبة حتى تُقبل.

يجب أن تشطب الأسطح أسفل المحامل المطاطية، وأسفل ألواح الإنشاء المعدنية المدعومة للملاط، أو وسادات الحشوة بسُمك (١٢ ملم) أو أكبر، عن طريق الصقل الخشبي للوصول لسطح مستو وخالٍ من النتوءات.

١١-١٢معالجة الخرسانة:

١١-١٢-١ عام:

يجب معالجة الخرسانات المصبوبة حديثًا؛ لمنع فقدان الماء باستخدام أسلوب أو أكثر من الأساليب المحددة هنا، باستثناء الخرسانة من الفئة أ (HPC)؛ فيجب أن تبدأ المعالجة على الفور بعد خروج الماء الزائد من السطح وإكمال عمليات التشطيب. أما الخرسانة من الفئة أ (HPC)؛ يجب أن تبدأ معالجة الماء بعد إكمال عمليات التشطيب، إذا بدأ يجف سطح الخرسانة قبل تطبيق أسلوب المعالجة المحدد، فإنه يجب الحفاظ على رطوبة الخرسانة عن طريق استخدام جهاز رش الطبقة الضبابية حتى لا يتلف السطح.

يجب الاستمرار في معالجة الخرسانة مسبقة الصب بوسائل أخرى غير غطاء مقاوم للماء، أو البخار، أو الحرارة الإشعاعية، مدة سبعة أيام دون انقطاع، باستثناء استخدام البوزولان بنسبة تزيد عن (١٠٪) حسب الوزن، من الإسمنت البورتلاندي في الخليط. يجب أن تكون فترة المعالجة عشرة أيام عند استخدام البوزولان، بخلاف الألواح العلوية للبنيات التي تكون بمثابة أرصفة مشطبة وخرسانة من الفئة أ (HPC)؛ فإنه يجب تقليل فترات المعالجة وإنهاء المعالجة عند اختبار الأسطوانات المُعالجة تحت الظروف نفسها مثل البنية التي تشير إلى أنه تم الوصول إلى قوة خرسانة لا تقل عن (٧٠٪) من تلك القوة المحددة.

يجب أن يرش المهندس الماء على أسطح الخرسانة المراد معالجتها باستخدام أسلوب الغشاء السائل أو بأسلوب القوالب الموضعية، في حالة الضرورة وأثناء فترات الطقس الحار، حتى يحدد المهندس أن تأثير التبريد لم يعد مطلوبًا. سيُدفع مقابل استخدام الماء هذا لأنه عمل إضافي.

١١-١٢-٢ المواد:

١١-١٢-٢-١ الماء:

يجب أن تتوافق مع متطلبات الجزء الفرعي (١١-٣-٤).

١١-١٢-٢-٢ الأغشية السائلة:

يجب أن تتوافق مركبات تشكيل الأغشية السائلة لمعالجة الخرسانة مع متطلبات ((AASHTO M148 (ASTM C309).

١١-١٢-٢-٣ مواد الصفائح المقاومة للماء:

يجب أن تتوافق الأوراق المقاومة للماء، وفيلم البولي إيثيلين، وصفائح الخيش الأبيض المصنوعة من البولي إيثيلين مع متطلبات ((AASHTO M171 (ASTM C171)

١١-١٢-٣ الوسائل:

١١-١٢-٣-١ أسلوب القوالب الموضعية:

يجب معالجة الأسطح المُشكلة باحتجاز القوالب في مكانها دون فكها للوقت المطلوب.

١١-١٢-٣-٢ أسلوب الماء:

يجب الحفاظ على رطوبة سطح الخرسانة باستمرار عن طريق صُنع البرك، أو الرش، أو التغطية باستخدام المواد التي تظل رطبة بالكامل وباستمرار، يجب أن تتكون هذه المواد من حصائر قطنية، أو طبقات متعددة من الخيش، أو مواد أخرى معتمدة لا تغير لون الخرسانة أو تتلفها.

١١-١٢-٣-٣ أسلوب مكون معالجة الغشاء السائل:

يجب ألا يستخدم أسلوب الغشاء السائل على الأسطح التي يلزم تشطيبها بالحك، أو على أسطح الوصلات الإنشائية، ما لم تُزل بواسطة السفع الرملي قبل صب الخرسانة على الوصلة، يجب أن تستخدم الأغشية السائلة المصبوغة باللون الأبيض من النوع ٢ فقط على أسطح الجسر، أو على الأسطح التي لن تتكشف في العمل المكتمل، أو على الأسطح التي وافق المهندس على استخدامها.

عند استخدام معالجة الغشاء، يجب أن تغلق الخرسانة المكشوفة بالكامل وعلى الفور بعد خروج الماء الزائد من السطح، يجب أن تغلق الأسطح المُشكلة بعد إزالة القوالب وإكمال التشطيب على الفور، يجب أن يكون استخدام المحلول عن طريق معدات الرش التي تعمل بالطاقة على مرحلة واحدة أو مرحلتين، يجب أن تستخدم الرشاشات التي تعمل باليد لطلاء المناطق الصغيرة، يجب أن تخلط

محاليل الغشاء التي تحتوي أصباغًا بالكامل قبل الاستخدام وتقلّب أثناء الاستخدام، إذا استخدمَ المحلول على مرحلتين، فإنه يجب أن تتبع المرحلة الثانية المرحلة الأولى في غضون ثلاثين دقيقة، يجب أن توفَّرُ معدات مُرضية، ووسائل التحكم، مع ضمان الاستخدام المباشر لمحلول المعالجة على سطح الخرسانة بحيث تكون التغطية الموحدة بمعدل (٠,٢٧ لتر/م٢).

في حالة هطول أمطار على الخرسانة المطلية حديثًا قبل أن تجف كفاية، أو في حالة تلفها بأي طريقة أخرى أثناء فترة المعالجة؛ يجب أن توضع طبقة مساوية من كمية المحلول على الأجزاء المتأثرة كما حدد أعلاه.

١١-١٢-٣-٤ أسلوب الغطاء المقاوم للماء:

يجب أن يعني هذا الأسلوب تغطية السطح بمادة صفائح مقاومة للماء حتى لا تفقد الخرسانة رطوبتها، ويجب أن يستخدم فقط عند إمكانية تأمين الغطاء تأمينًا مناسبًا حتى لا تفقد الرطوبة.

يجب أن تكون الخرسانة رطبة في وقت تركيب الغطاء، والصفائح يجب أن تكون أوسع من العرض قدر الإمكان، كما يجب أن تتداخل الصفائح المجاورة بمقدار (١٥٠ ملم) كحد أدنى، ويجب أن تغلق بإحكام باستخدام شريط لاصق حساس للضغط، أو باللدائن، أو الغراء، أو بأساليب أخرى معتمدة؛ لتشكيل غطاء مقاوم للماء لسطح الخرسانة بالكامل، يجب أن تثبَّت الصحيفة المقاومة بالماء حتى لا تنزعها الرياح.. في حالة كسر أو تلف أي جزء من الصحائف قبل انتهاء فترة المعالجة، فإنه يجب إصلاح الأجزاء المكسورة أو التالفة على الفور، يجب ألا تستخدم الأجزاء التي فقدت خصائصها المقاومة للماء.

١١-١٢-٣-٥ أسلوب المعالجة بالبخار أو الحرارة الإشعاعية:

يجب أن يُستخدم هذا الأسلوب فقط للأجزاء الخرسانية مسبقة الصب المُصنعة في المصانع المنشأة.

يجب المعالجة بالبخار أو الحرارة الإشعاعية في حاوية مناسبة لاحتواء البخار الحي أو الحرارة، ويجب أن يكون البخار منخفض الضغط ومشبعًا، يجب أن تستخدم أجهزة تسجيل درجة الحرارة حسب الضرورة؛ للتحقق من أن درجات الحرارة موحدة في جميع أنحاء الحاوية، وضمن الحدود المحددة في وثائق العقد.

يجب ألا يحدث الاستخدام الأولي للبخار أو الحرارة قبل التحضير الأولي للخرسانة، باستثناء الحفاظ على درجة الحرارة داخل غرفة المعالجة أعلى الحد الأدنى لدرجة الحرارة المحددة، يجب أن يحدد وقت التحضير الأولي بالأسلوب القياسي لاختبار زمن تحضير الخلطات الخرسانية باستخدام مقاومة الاختراق، ((AASHTO T197 (ASTM C403/C403M)

أثناء فترة الانتظار، يجب ألا تقل درجة الحرارة داخل غرفة المعالجة عن عشر (١٠) درجات مئوية، ويجب أن يستخدم البخار الحي، أو الحرارة الإشعاعية؛ للحفاظ على الحد الأدنى من درجة الحرارة المناسبة في غرفة المعالجة، كما يجب أن تظل الخرسانة رطبة أثناء هذه الفترة.

يجب ألا يوجه تطبيق البخار الحي إلى الخرسانة أو القوالب؛ لأن هذا يتسبب في ارتفاع درجات الحرارة الموضعية. أثناء الاستخدام الأولي للبخار الحي أو الحرارة الإشعاعية، يجب أن تزاد درجة الحرارة داخل الخرسانة بمعدل متوسط لا يتجاوز اثنين وعشرين (٢٢) درجة مئوية لكل ساعة حتى الوصول إلى درجة حرارة المعالجة، يجب ألا يتجاوز الحد الأقصى لدرجة حرارة المعالجة داخل الخرسانة واحد وسبعين (٧١) درجة مئوية، ويجب الحفاظ على الحد الأقصى لدرجة الحرارة حتى تصل الخرسانة إلى القوة المطلوبة، عند التوقف عن استخدام البخار، يجب ألا تنخفض درجة حرارة الخرسانة بمعدل يتجاوز اثنين وعشرين (٢٢) درجة مئوية لكل ساعة حتى تصل درجة الحرارة إلى إحدى عشر (١١) درجة مئوية أعلى من درجة حرارة الهواء وهي الدرجة التي ستتعرض لها الخرسانة.

يجب أن تستخدم الحرارة الإشعاعية بواسطة الأنابيب التي يدور بها البخار، أو الزيت الساخن، أو الماء الساخن، أو بواسطة عناصر تسخين كهربائية. يجب أن تعالج الحرارة الإشعاعية في حاوية مناسبة لاستيعاب الحرارة، ويجب أن تقلل الرطوبة عن طريق تغطية الأسطح الخرسانية المكشوفة باستخدام صفائح بلاستيكية، أو باستخدام مركب معالجة غشاء سائل على جمي الأسطح الخرسانية المكشوفة، يجب أن تكون الأسطح العلوية للأجزاء الخرسانية المراد استخدامها في الإنشاء المركب خالية من بقايا مركب معالجة الغشاء؛ حتى لا يقل التماسك عن حدود التصميم، ويجب أن تكون أسطح الأجزاء الخرسانية التي ستتماسك المواد الأخرى بها في الإنشاء المُشطب خالية من بقايا مركب معالجة الغشاء؛ حتى لا يقل التماسك عن حدود التصميم.

أما الأجزاء سابقة الإجهاد، فيجب أن تنقل قوة الإجهاد إلى الخرسانة على الفور بعد توقف المعالجة بالبخار أو المعالجة بالحرارة.

١١-١٢-٣-٦ أسلوب المعالجة المعزولة:

يجب أن يسمح أسلوب المعالجة المعزول للغطاء المقاوم للماء بوجود صفائح البولي إيثيلين بقياس (١,٠٠٠)، ثم عزلها بخلايا صلبة مغلقة بحجم (٥٠ ملم)، وعزل الألواح الحرارية المصنوعة من البوليسترين المبثوق، فوق الألواح الحرارية المصنوعة من البوليسترين، تُوضع صفائح البولي إيثيلين بقياس (١,٠٠٠)؛ لتجنب دخول الرطوبة في الألواح الحرارية/الستايروفوم. يغلف النظام بالكامل تغليفًا صحيحًا لتجنب النزوح أثناء فترة المعالجة (عادةً، ١٠ أيام للخرسانة البوزولاني).

١١-١٢-٤ أسطح الجسر:

يجب معالجة الأسطح العليا لأسطح الجسر عن طريق الجمع بين أسلوب مكون معالجة الغشاء السائل وأسلوب الماء، يجب أن يكون الغشاء السائل من النوع ٢١ مصبوغًا باللون الأبيض، ويجب أن يستخدم من جسور التشطيب بالتدريج وبعد إكمال عمليات التشطيب على كل جزء من السطح، يجب أن تستخدم معالجة الماء في وقت لا يتجاوز أربع ساعات بعد إكمال تشطيب السطح، أو أجزاء الأسطح التي اكتمل تشطيبها.

عند استخدام الخرسانة من الفئة أ (خرسانة عالية الأداء) في أسطح الجسر، فإنه يجب استخدام معالجة الماء على الفور بعد إكمال تشطيب أي جزء من السطح، ويجب أن تظل في مكانها مدة لا تقل عن سبعة أيام بغض النظر عن مقاومة الخرسانة، إذا كانت الظروف تمنع الاستخدام الفوري لمعالجة الماء، يجب أن يستخدم مثبط التبخر فور الانتهاء من التشطيب، أو التضبيب؛ للحفاظ على رطوبة نسبية عالية فوق الخرسانة، ولمنع جفاف سطح الخرسانة. بعد فترة معالجة الماء، يجب أن يستخدم مكون معالجة الغشاء السائل لإطالة فترة المعالجة.

١١-١٣تشطيب الأسطح الخرسانية المُشكلة:

١١-١٣-١ عام:

يجب أن تُعط الخرسانة الفئة ١، تشطيب السطح العادي، وبالإضافة إلى ذلك، إذا تطلب الأمر تشطيبًا إضافيًا يكون هناك نوع آخر من التشطيب كما هو محدد.

يجب أن تُصنَّف تشطيبات الأسطح لأسطح الخرسانة المُشكلة على النحو الآتي:

- الفئة ١: تشطيب السطح العادي.
- الفئة ٢: تشطيب بالحك.
- الفئة ٣: تشطيب بالأدوات.
- الفئة ٤: تشطيب السفع الرملي.
- الفئة ٥: تشطيب بالفرشاة السلكية أو بالفرك.

ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، يجب كذلك تقديم الفئة (٢)؛ تشطيب بالحك للأسطح المكشوفة، باستثناء فوهات البنيات الفوقية، والأوجه الداخلية، وقيعان العوارض الخرسانية.

يجب أن تستخدم تشطيبات الأسطح من الفئة (٣)، أو (٤)، أو (٥) في الأماكن المحددة في وثائق العقد فقط.

١١-١٣-٢ الفئة (١)؛ تشطيب السطح العادي:

يجب إزالة الريش والنتوءات غير المنتظمة من الأسطح المكشوفة أو العازلة للماء فور إزالة القوالب. ويجب إزالة الانتفاخات والإزاحات في هذه الأسطح باستخدام أحجار أو أقراص كربورندوم (كربيد السيليكون).

يجب إزالة الجيوب الصخرية الموضعية ضعيفة الترابط، أو الخرسانة ذات التعشيش، واستبدالها بخرسانة سليمة، أو بالمونة المعبأ كما حدد في الجزء (١١-١٥)، إذا رأى المهندس أن الجيوب الصخرية ذات مدى أو خاصية تؤثر على قوة البنية ماديًا، أو تُعرض العمر الافتراضي لحديد التسليح للخطر؛ يجب عليه إعلان أن الخرسانة معيبة، ويلزم إزالة الأجزاء المتأثرة من البنية واستبدالها.

على مستوى جميع الأسطح، يجب أن تنظف التجاويف الناتجة عن مسامير الربط، وجميع الثقوب الأخرى، والزوايا، أو الحواف المكسورة، وأية عيوب أخرى بالكامل، وبعد تشبعها بالماء بالكامل، يجب أن تحرّك وتثبَّت بدقة باستخدام ملاط مطابق للجزء (١١-١٥). أما الأسطح المكشوفة، فيجب أن يضاف الأسمنت الأبيض إلى المونة بكمية كافية؛ للحصول على رقعة تتطابق مع الخرسانة المحيطة عندما تجف، ويجب ألا يتجاوز عمر المونة المستخدم في الكشف عن العيوب ساعة واحدة، ثم يجب أن تفرك الخرسانة -إذا لزم الأمر-، أو تستمر المعالجة كما حدد في الجزء (١١-١١)، يجب أن ترفع الوصلات الإنشائية ووصلات التمدد الموجودة في العمل المكتمل بدقة باستخدام الأدوات، وتكون خالية من المونة والخرسانة. يجب أن تترك حشوة الوصلة مكشوفة بكامل طولها بحواف نظيفة ودقيقة.

يجب أن تكون الأسطح الناتجة دقيقة وموحدة، ويجب أن تحك الأسطح التي أُصلحت ولا يبدو شكلها مرضيًا كما حدد في الجزء الفرعي (١١-١٣-٣).

١١-١٣-٣ الفئة (٢)؛ التشطيب بالحك:

يجب أن يبدأ حك الخرسانة بعد إزالة القوالب بمجرد أن تسمح حالتها بذلك وقبل البدء في هذا العمل مباشرةً، يجب أن تُشبع الخرسانة بالماء بشكل كامل، ويجب أن يكون قد مر وقت كافٍ قبل الترطيب؛ للسماح للملاط المستخدم في الكشف عن وجود فتحات القضبان والعيوب بتجهيزه بالكامل، يجب أن تفرك الأسطح المراد تشطيبها باستخدام حجر كربورندوم (كربيد السيليكون) متوسط

الخشونة، وباستخدام كمية قليلة من المونة على الجزء العلوي، ويجب أن يتكون المونة من الأسمنت والرمل الناعم، مخلوطًا بالنسب المستخدمة في تشطيب الخرسانة، ثم يجب أن يستمر الحك حتى تختف علامات القوالب، والنتوءات، والاختلالات؛ مُلئت الفراغات ويكون السطح موحدًا. يجب أن يترك المعجون الناتج عن الحك في مكانه.

بعد الانتهاء من الأعمال الأخرى التي يمكن أن تؤثر على السطح، يجب الوصول إلى التشطيب النهائي عن طريق الحك باستخدام حجر كربورندوم الناعم والماء، ويجب أن يستمر الفرك حتى يصبح للسطح ملمسًا ناعمًا ولونًا موحدًا.

بعد إكمال الحك النهائي وتجفيف السطح، يحك باستخدام الخيش لإزالة المسحوق السائب، ويجب أن يكون خاليًا من الرقع غير السليمة، والمعجون، والمسحوق، والعلامات غير المقبولة.

عند استخدام قوالب معدنية، أو قوالب الألياف، أو القوالب المبطنة، أو قوالب الخشب الرقائقي في حالة جيدة؛ فإنه يجب على المهندس أن يتنازل عن متطلب التشطيب بالحك من الفئة (٢)، عندما يكون توحيد اللون والملمس في تشطيب الفئة (١) مساويًا بشكل أساسي لما يمكن الوصول إليه عند استخدام التشطيب بالحك من الفئة (٢)، في مثل هذه الحالات، يجب القيام بالتجليخ باستخدام جلاخات الأقراص، أو السفع الرملي الخفيف باستخدام رمل ناعم، أو وسائل أخرى يعتمدها المهندس مع التشطيب من الفئة (١).

١١-١٣-٤ الفئة (٣)؛ التشطيب بالأدوات:

يجب تأمين تشطيب خصائص الألواح هذه وغيرها من الأعمال المشابهة باستخدام منقاش (منحات مُسنن)، أو مثقاب، أو مطرقة كراندال، أو أداة أخرى معتمدة، ويُفضل استخدام الأدوات الهوائية. يجب ألا تستخدم أي أدوات حتى تُثبت الخرسانة مدة أربعة عشر يومًا على الأقل، وبقدر ما هو ضروري حتى لا تبرز حُبيبات الركام على السطح.

١١-١٣-٥ الفئة (٤)؛ تشطيب السفع الرملي:

يجب أن يستخدم السفع الرملي على السطح الخرساني المُعالج بالكامل باستخدام رمل صلب حاد؛ للوصول إلى سطح مستو، وحبيبات دقيقة قُطع بها المونة كاشفًا للركام.

١١-١٣-٦ الفئة (٥)؛ التشطيب بالفرشاة السلكية، أو بالفرك:

ابدأ بإزالة القوالب، وافرك السطح باستخدام فرشاة سلك صلب، أو فرشاة مصنوعة من الألياف، باستخدام محلول حمض الهيدروكلوريك، ثم اخلط المحلول بنسبة جزء واحد من الحمض إلى أربعة أجزاء من الماء، وافرك حتى تُزال الطبقة الإسمنتية، أو السطح بالكامل وتصبح حبيبات الركام مكشوفة، اترك تكوينًا سطحيًا مرصوفًا بالحصى بشكل متساو، يتميز بمظهر الجرانيت الناعم للحصول على تكتل خشن وفقًا لحجم الركام ودرجاته، ثم اغسل السطح بالكامل باستخدام الماء الذي يحتوي كمية صغيرة من الأمونيا.

١١-١٤ أجزاء الخرسانة سابقة الصب:

١١-١٤-١ عام:

يجب إنشاء أجزاء الخرسانة سابقة الصب وصبها في العمل وفقًا للتفاصيل المحددة في وثائق العقد.

في حالة موافقة المهندس، يجب أن تستخدم أساليب الصب المسبق لعناصر العمل التي ستُبنى بأسلوب الصب في الموقع. عند اقتراح هذا الصب المسبق، يجب أن يقدم المقاول رسومات العمل التي توضح تفاصيل الوصلة الإنشائية، وأي معلومات أخرى يطلبها المهندس.

١١-١٤-٢ رسومات العمل:

يجب أن يوفر المقاول رسومات العمل لأجزاء الصب المسبق كلما حُدد ذلك في وثائق العقد أو طلب المهندس، يجب أن تتضمن هذه الرسومات جميع التفاصيل غير المنصوص عليها في وثائق العقد الخاصة بالإنشاء وتثبيت الأجزاء، ويجب الموافقة عليها قبل صب أي جزء، يجب ألا تعف هذه الموافقة المقاول من أي مسؤولية بموجب وثائق العقد لإكمال العمل بنجاح.

١١-١٤-٣ المواد والتصنيع:

يجب أن يتبع إنشاء وحدات الخرسانة مسبقة الصب تعليمات المصنع المرفقة ويتوافق مع المتطلبات الآتية:

- يجب أن تكون الوحدات من الحجم والشكل الموضحة في وثائق العقد.
- يجب توصيل أو تثبيت نظام التسليح بقوة عند جميع التقاطعات، ويثبَّت في الوضع الصحيح في القالب بأجهزة معتمدة.

- يجب أن تصب الوحدات على منصات مستوية ومحكمة لن تستقر أثناء الصب أو المعالجة، يجب أن تتوافق القوالب مع المتطلبات العامة لهذا الجزء لعمل قالب الخرسانة، ويجب أن يكون موقع الصب سهل الوصول إليه؛ لإمكانية هز الخرسانة ودمكها. ضمن أساليب المعالجة العادية، يجب إزالة القوالب الجانبية في أي وقت بعد إجراء التحضير الأولي للخرسانة (ليس أقل من أربع ساعات بعد صب الخرسانة)؛ وعلى الرغم من ذلك، يجب ألا تخضع الوحدة بالكامل إلى أي إجهاد أثناء التعامل حتى تصل الخرسانة إلى قوة (٢٠ ميجا باسكال)، أو قوة محددة منصوص عليها في وثائق العقد.
- يجب أن يتوافق خلط الخرسانة وصبها مع المتطلبات السابقة لهذا الجزء، يجب أن تصب الركائز في وضع أفقي. لا يُسمح بالصب على شكل طبقات، يجب توخ الحذر الشديد، وهز الخرسانة ودمكها حول التسليح، وعلى طول القوالب ومقابلها. يجب أن تصب الخرسانة بشكل مستمر في كل وحدة مع توخي الحذر الشديد أثناء القيام بذلك؛ لتجنب مستويات الانقسام الأفقي أو القطري. يجب أن يصب كل حديد التسليح بدقة، ويثبّت بقوة في الموقع الموضح في وثائق العقد أو الرسومات المعتمدة، ويجب توخي الحذر الشديد من تضمين حديد التسليح في الخرسانة في الوحدة المكتملة بشكل صحيح وفقًا للمكان المُشار إليه في وثائق العقد.

١١-١٤-٤ الإنضاج:

بعد الصب، يجب حماية كل الخرسانة المكشوفة باستخدام خيش رطب، أو مادة معتمدة أخرى؛ لمنع فقد الرطوبة المفرط أثناء فترة التحضير الأولي، وبعد التحضير الأولي للخرسانة (لا يقل عن أربع ساعات بعد الصب)، يجب أن تزال القوالب الجانبية وتستمر المعالجة بإحدى الطرق التالية، كاستثناء لأساليب المعالجة التالية، عند الوصول إلى قوة ضغط تبلغ (٣٠ ميجا باسكال)، فإنك لن تُطالب بالمزيد من المعالجة. يجب إجراء كل تحديدات القوة عن طريق اختبارات الأسطوانة الخرسانية.

١١-١٤-٤-١ أسلوب المعالجة القياسي:

بعد إزالة الأشكال الجانبية، يجب أن تظل الوحدات الموجودة على المنصات ولا تتحرك مدة ثلاثة أيام بحد أدنى، حيث يجب أن تظل مغطاة بالخيش المُشبع، أو السُمك المزدوج، أو القماش العازل للماء. إذا لم تصل الوحدة إلى قوة (٢٠ ميجا باسكال) في نهاية هذه الفترة من فترة الثلاثة أيام هذه، يجب متابعة المعالجة مدة سبعة أيام إضافية باستخدام مركب معالجة الغشاء، مع التغطية بصفائح البولي إيثيلين، أو الغمر في الماء، أو التغطية بطبقة سميكة من الرمل الذي يظل رطبًا. في أي وقت من الأيام الثلاثة الأولى، إذا وصلت مقاومة الخرسانة إلى (٢٠ ميجا باسكال)، فإنه يجب إيقاف المعالجة ونقل الوحدات.

١١-١٤-٤-٢ أسلوب معالجة البخار:

بعد التحضير الأولي للخرسانة مسبقة الصب، يجب أن يستخدم البخار بطريقة ترفع درجة حرارة الهواء المحيط بالوحدات بمعدل لا يتجاوز خمس (٥) درجات مئوية لكل ساعة، ولدرجة حرارة لا تتجاوز واحد وسبعين (٧١) درجة مئوية، يجب الحفاظ على درجة الحرارة المرتفعة هذه مدة أربع وعشرين ساعة؛ ومع ذلك، إن لم تصل إلى قوة ضغط تبلغ (٢٠ ميجا باسكال) في نهاية مدة أربع وعشرين ساعة؛ فإنه يجب أن تستمر معالجة البخار حتى الوصول إلى القوة المطلوبة، إذا وصلت قوة الضغط إلى ٢٠ ميجا باسكال قبل نهاية مدة ٢٤ ساعة المذكورة، فإنه يجب إيقاف إجراء معالجة البخار إذا كانت الوحدات مغطاة بصفائح البولي إيثيلين مدة أربع وعشرين ساعة إضافية؛ لتعويض فترة التبخير الأقصر.

يجب أن تكون معالجة البخار لعناصر الخرسانة سابقة الإجهاد على النحو المحدد في وثائق العقد.

١١-١٤-٥ التخزين والمناولة:

يجب توخي الحذر الشديد عند مناولة ونقل أجزاء الخرسانة سابقة الإجهاد ومسبقة الصب، يجب أن تنقل العوارض مسبقة الصب في وضع رأسي واتجاهات ردود الأفعال فيما يتعلق بالجزء كما يجب أن يكون في الوضع النهائي تكون نقاط الدعم أثناء النقل والتخزين في نطاق (٧٥٠ ملم) من الموضع الأساسي؛ ويجب أن يظهر موقعها في الرسومات التنفيذية أيضًا.

يجب ألا تشحن أجزاء الخرسانة سابقة الإجهاد حتى تشر الاختبارات الموجودة على الأسطوانات الخرسانية، والمُصنعة من الخرسانة نفسها التي عُولجت في ظل الظروف نفسها مثل العوارض، أن خرسانة الجزء المحدد قد وصلت إلى قوة ضغط مساوية لقوة ضغط التصميم المحدد للخرسانة في الجزء.

يجب توخي الحذر أثناء التخزين، والرفع، والتعامل مع وحدات مسبقة الصب؛ لمنع التشقق، أو التلف، يجب أن تستبدل الوحدات المتضررة بسبب التخزين، أو التعامل الخاطئ على نفقة المقاول.

١١-١٤-٦ التركيب:

يجب أن يتحمل المقاول مسؤولية السلامة الهيكلية للأجزاء مسبقة الصب أثناء جميع مراحل البناء، يجب أن تستخدم أجهزة الرفع بطريقة لا تسبب ضررًا، أو انحناءً، أو قوى الالتواء. بعد تركيب الجزء وتأمين الوحدة بالهيكل، يجب أن تُوفَّرُ الدعامات المؤقتة حسب الضرورة؛ لمقاومة الرياح، أو الأحمال الأخرى. إذا نُقل الحمل العرضي على الجزء مسبق الصب، فإن على المقاول تحضير تقييم تأثيرات الحمل العرضي، ومشاركته مع المهندس؛ لضمان عدم تعرض الجزء للتلف، وللمهندس الحق بدوره في رفض العنصر إن لم يكن التحليل قاطعًا.

يجب أن تُركَّب ألواح تشكيل السطح مسبقة الصب وتُثبَّت بحيث تلائم الأسطح المزاوجة لمنع حدوث تسرب مفرط للجص. إن لم يكن هذا الأمر ملائمًا، فيجب أن يكون بالوصلات حشوة أسمنت رطبة، أو مغلقة باستخدام مركب مجلفن قبل صب الخرسانة المصبوبة في الموقع، يجب أن تنشر الألواح الطرفية للمباني المائلة لتلائم الانحراف.

١١-١٤-٧ مواد لصق الإيبوكسي للعوارض الصندوقية المقطعية مسبقة الصب:

١١-١٤-٧-١ المواد:

يجب أن تكون مواد لصق الإيبوكسي للوصلات المصبوبة المطابقة من مكونات صلبة حراريًا بنسبة (١٠٠٪)، ولا تحتوي مذيبًا، أو أي مكون عضوي غير تفاعلي، باستثناء الأصباغ المطلوبة للتلوين، يجب أن تتكون مواد لصق الإيبوكسي من مكونين؛ الراتنج، ومادة مُصلدة، يجب أن يكون المكونان مصبوغان بشكل واضح؛ بحيث ينتج الخليط لونًا ثالثًا مشابهًا للخرسانة في الأجزاء المراد لصقها، ويجب تعبئتها في حاويات مناسبة، وبها مُلصقات، وجاهزة للاستخدام.

يجب تكوين مواد لصق الإيبوكسي لتوفير نطاقات درجة الحرارة التي تسمح بتركيب أجزاء مصبوبة مطابقة في درجات حرارة الركيزة من أربع (٤) درجات إلى ست وأربعين (٤٦) درجة مئوية، إذا كان هناك سطحان مراد لصقهما بدرجات حرارة مختلفة للركيزة، يجب أن تستخدم المادة اللاصقة القابلة للاستخدام عند درجة حرارة منخفضة.

يجب أن تكون مواد لصق الإيبوكسي غير حساسة لظروف الرطوبة أثناء الاستخدام وبعد المعالجة يجب أن تظهر قوة لصق عالية للخرسانة التي عُولجت، ومقاومة جيدة للماء، وخصائص زحف منخفضة، وقوة شد أكبر من الخرسانة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون مواد لصق الإيبوكسي بمثابة مواد تشحيم أثناء جمع الأجزاء المصبوبة المطابقة، وحشوة لتتطابق بدقة مع سطح الأجزاء المراد جمعها ومادة قوية مانعة لتسرب الماء عند الوصلة، في حالة تعرض جزء مهم من الإيبوكسي للضوء، ولمنع الإيبوكسي من التفكك بسبب التعرض للأشعة فوق البنفسجية (UV)؛ يجب أن يستخدم أسلوب حماية خاص للأسطح المكشوفة.

يجب أن تختبر مواد لصق الإيبوكسي؛ لتحديد قابلية التشغيل، وزمن التجمد، والوقت المتاح، وقوة الربط، والضغط، والقص، ودرجة الحرارة التشغيل. يجب أن يكون عدد مرات إجراء الاختبارات كما هو محدد في وثائق العقد.

يجب على المقاول تسليم عينات المواد للمهندس؛ لإجراء اختبار ضمان الجودة، وشهادة من مختبر مستقل ومعروف تشير إلى أن المادة قد اجتازت الاختبارات المطلوبة.

يجب أن تكون الخصائص المحددة للإيبوكسي، وإجراءات الاختبارات المستخدمة لقياس هذه الخصائص كما هي موضحة في الأجزاء التالية.

١١-١٤-٧-١-١ الاختبار (١)؛ تدفق الترهل لمادة لصق الإيبوكسي المخلوط:

طريقة الاختبار: لا يلزم إجراء اختبار. المواصفات: يجب أن تكون مادة لصق الإيبوكسي (AASHTO M235M/M235) النوع (٦)، الدرجة (٣)، اتساق (غير مترهل) عند فئة درجة حرارة التطبيق المحدد لمواد اللصق المستخدمة.

١١-١٤-٧-١-٢ الاختبار (٢)؛ زمن التجمد لمادة لصق الإيبوكسي المخلوط:

زمن التجمد هو الفترة الزمنية التي يمكن خلالها استخدام مادة لصق الخليط في حاوية الخلط، ويجب استخدامها على أسطح الوصلات المصبوبة المطابقة.

طريقة الاختبار: (ASTM D2471)؛ يجب اختباره إلا إذا كانت الكمية لترًا واحدًا أو أربعة لترات.

المواصفات: ثلاثون دقيقة بحد أدنى للكميات: لتر واحد، وأربعة لترات عند درجة الحرارة القصوى لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد (ملاحظة: لا يخلط بين زمن التجمد، والوقت المتاح المحدد في الاختبار ٣).

١١-١٤-٧-١-٣ الاختبار (٣)؛ الوقت المتاح لمادة اللصق:

الوقت المتاح لمادة اللصق هو الفترة الزمنية لإمكانية عمل مادة لصق الإيبوكسي في عمليات التركيب والشد اللاحق.

طريقة الاختبار: يُحدد الوقت المتاح باستخدام عينات الاختبار كما هو مفصل في القسم الفرعي (١١-١٤-٧-١-٤)، تُخلط مادة لصق الإيبوكسي، عند أعلى درجة حرارة محددة للاستخدام، وتستخدم كما هو محدد في الاختبار (٤) على المناشير الخرسانية، التي يجب أن تكون كذلك عند أعلى درجة حرارة محددة للاستخدام. يجب الحفاظ على المناشير المطلية بالطبقة اللاصقة مدة ستين دقيقة عند أعلى درجة حرارة محددة للاستخدام وذلك باستخدام السطح المطلي بالطبقة اللاصقة، أو الأسطح المكشوفة وغير المغطاة قبل جمعها معًا، ثم تُعالج المناشير المجمعة، وتُختبر وفقًا للتعليمات في الاختبار (٤).

يجب أن تعد مادة لصق الإيبوكسي مقبولة لدرجة حرارة الاستخدام المحددة فقط خاصةً عندما يحدث كسر كلي في معجون الخرسانة والركام بدون أي دليل على ضعف المادة اللاصقة.

أحيانًا، يجب أن تتطلب حالات الإنشاء استخدام مادة لصق الإيبوكسي للجزء مسبق الصب قبل التركيب والتحديد والتجميع. يجب أن يتطلب هذا التشغيل مواد لصق الإيبوكسي التي تتميز بوقت متاح طويل. وبشكل عام، عندما تكون ظروف التركيب مهيأة لتتناسب مع الأجزاء المراد لصقها قبل استخدام الإيبوكسي، يجب أن تتميز مادة لصق الإيبوكسي بوجود وقت متاح لا يقل عن ستين دقيقة ضمن نطاق درجة الحرارة المحدد للاستخدام.

١١-١٤-٧-١-٤ الاختبار (٤)؛- اختبار ثني الشد ثلاثي النقاط:

طريقة الاختبار: ((AASHTO T 126 (ASTM C192) يجب سفع مناشير خرسانية (١٥٠ × ١٥٠ × ٢٢٥ ملم)، بقوة ضغط (٤٠ ميجا باسكال)، في ثمانية وعشرين يومًا في مرة واحدة، جانب (١٥٠ × ١٥٠ ملم) لإزالة عامل تحرير القالب، ورغوة الخرسانة، وما إلى ذلك، ويجب أن يغمر في ماء نظيف عند درجة حرارة منخفضة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد مدة ٧٢ ساعة. بعد إزالة المناشير الخرسانية من الماء، يجب أن تجفف الأسطح المسفوعة بالرمل بالهواء مدة ساعة واحدة عند درجة الحرارة نفسها، ورطوبة نسبية (٥٠٪)، ويجب أن تغطَّى كل منها بطبقة (١,٥ ملم) تقريبًا من عامل الربط المخلوط. بعد ذلك، توضع الوجوه المطلية بالمادة اللاصقة وتثبَّت بقوة تثبيت عادية للواجهة المربوطة (٠,٣٥ ميجا باسكال)، ثم يجب أن تلف المجموعة بقطعة قماش مبللة، وتظل رطبة أثناء فترة المعالجة مدة أربع وعشرين ساعة، عند درجة حرارة منخفضة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد.

بعد مرور أربع وعشرين ساعة من المعالجة عند درجة حرارة منخفضة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحددة لمادة لصق الإيبوكسي، يجب أن تفك العينة الملصوقة وتزال من مجموعة التثبيت وتختبر على الفور، يجب إجراء الاختبار باستخدام معيار ((AASHTO T97 (ASTM C78 اختبار مقاومة الانثناء باستخدام التحميل ثلاثي النقاط ووحدة (MR) القياسية. في الوقت الذي تُحضر فيه المناشير وتُعالج، يجب تحضير اختبار الشعاع مصاحب للخرسانة نفسها، ومعالجتها للفترة نفسها واختبارها باتباع إجراءات ((AASHTO T97 (ASTM C78

المواصفات: تقبل مادة لصق الإيبوكسي إذا كان الحمل على المناشير عند الفشل أكبر من (٩٠٪) من الحمل على اختبار الإشعاع المرجعي عند الفشل.

١١-١٤-٧-١-٥ الاختبار (٥)؛ قوة الضغط لمادة لصق الإيبوكسي المُعالجة:

طريقة الاختبار: (ASTM D695)

المواصفات: يجب ألا تقل قوة الضغط عند خمس وعشرين (٢٥) درجة مئوية عن (١٤ ميجا باسكال) بعد أربع وعشرين ساعة من المعالجة، عند أدنى درجة حرارة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد، و(٤٠ ميجا باسكال) عند ثمان وأربعين ساعة.

١١-١٤-٧-١-٦ الاختبار (٦)؛ الانحراف الحراري لمادة لصق الإيبوكسي:

طريقة الاختبار: (ASTM D648)

المواصفات: مطلوب أن لا تقل درجة حرارة الانحراف عن خمسين (٥٠) درجة مئوية عند تحميل إجهاد ليفي بقوة (١,٨ ميجا باسكال) في عينات الاختبار المُعالجة مدة سبعة (٧) أيام عند خمس وعشرين (٢٥) درجة مئوية.

١١-١٤-٧-١-٧ الاختبار(٧)؛ الضغط والقوة لمادة لصق الإيبوكسي المُعالجة:

طريقة الاختبار: تُحضر عينة اختبار الخرسانة في قالب أسطواني قياسي (١٥٠ × ٣٠٠ ملم)، ليكون الارتفاع عند نقطة المنتصف (١٥٠ ملم)، وسطح علوي بانحدار (٣٠) درجة عموديًا، يجب أن تشكل الأجزاء العلوية والسفلية للعينة باستخدام الأسطح المائلة باستخدام فتحة بيضاوية، أو عن طريق نشر أسطوانة كاملة الحجم (١٥٠ × ٣٠٠ ملم)، عند الرغبة يجب استخدام عينات بحجم (٧٥ × ٥٠ ملم)، أو (١٠٠ × ٢٠٠ ملم). بعد معالجة العينات بالرطوبة مدة أربعة عشر يومًا، يجب أن تحضر الأسطح المائلة بواسطة السفع الرملي الخفيف، أو الرمي بالحجارة، أو الحفر بالمادة الحمضية، ثم غسل الأسطح وتجفيفها، وأخيرًا بطلاء أحد الأسطح بسُمك (٠,٢٥ ملم) من مادة لصق الإيبوكسي قيد الاختبار. بعد ذلك، يجب أن تضغط العينات معًا وتثبَّت في مكانها مدة أربع وعشرين ساعة، ثم يجب أن تلف المجموعة بقطعة قماش مبللة ويجب أن تظل رطبة أثناء فترة المعالجة الإضافية مدة أربع وعشرين ساعة عند درجة

حرارة أقل من نطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد. بعد ذلك، يجب أن تختبر العينة عند درجة خمس وعشرين (٢٥) درجة مئوية باتباع إجراءات ((AASHTO T22 (ASTM C39/C39M). في الوقت الذي تُصنع به العينات وتُعالج، يجب أن تحضَّر أسطوانة اختبار قياسية مصاحبة للخرسانة نفسها، وتعالج للفترة نفسها وتختبر باتباع إجراءات ((AASHTO T22 (ASTM C39).

المواصفات: تكون مادة لصق الإيبوكسي مقبولة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد إذا كان الحمل على عينة الأسطوانة المائلة أكبر من (٩٠٪) من الحمل على الأسطوانة المصاحبة.

١١-١٤-٧-٢ خلط وتركيب الإيبوكسي:

نظرًا لأن التعليمات العامة الواردة في هذه الوثائق لا يمكن أن تغطي جميع الحالات، فإنه يجب الحصول على توصيات وتعليمات محددة في كل حالة من المهندس المسؤول.

يجب اتباع التعليمات التي يوفرها المورد بشأن التخزين الآمن، والخلط، والتعامل مع مادة لصق الإيبوكسي، يجب أن يخلط الإيبوكسي جيدًا حتى يصبح اللون موحدًا، يجب أن يستخدم خلاط ميكانيكي بحجم مناسب يعمل بما لا يزد عن (٦٠٠) دورة في الدقيقة. يجب ألا تستخدم محتويات الحاويات المتضررة أو المفتوحة مسبقًا.

يجب أن تكون الأسطح المراد استخدام الإيبوكسي عليها عند درجة حرارة أربعة (٤) درجة مئوية على الأقل، ويجب أن تكون خالية من الزيت، أو رغوة الخرسانة، أو عامل تحرير القالب، أو أي مواد أخرى تمنع الإيبوكسي من الالتصاق بسطح الخرسانة، يجب إزالة كل رغوة الخرسانة والملوثات الأخرى بالسفع الرملي الخفيف، أو الضغط العالي للماء بضغط لا يقل عن (٣٤ ميجا باسكال)، يجب أن تجفف الأسطح المبللة قبل وضع مواد لصق الإيبوكسي، ويجب أن يكون السطح مكافئًا على الأقل لسطح جاف مُشبع (الماء غير مرئي).

يجب ألا يبدأ الخلط حتى يُجهز المقطع للتركيب، ويجب أن يكون استخدام مادة لصق الإيبوكسي المختلطة وفقًا لتعليمات الشركة المُصنِعة باستخدام مجرفة، أو قفاز مطاطي، أو فرشاة على سطح واحد أو كلا السطحين المراد لصقهما، يجب أن يكون الطلاء أملسًا وموحدًا في السُمك، ويجب أن يُغطِّى السطح بالكامل بسُمك لا يقل عن (١,٥ ملم) على كلا السطحين،٦ يجب ملاحظة خط خرزي لا يمكن رؤيته بسهولة على كل مناطق التلامس المكشوفة بعد الشد المؤقت اللاحق، يجب أن تُنسَّق عمليات التركيب وتُنفذ لإكمال عمليات استخدام مادة لصق الإيبوكسي على المقاطع، والتركيب، والتجميع، والشد المؤقت اللاحق للمقطع المنضم حديثًا في غضون (٧٠٪) من فترة الوقت المتاح لمادة اللصق.

يجب أن تستخدم مادة الإيبوكسي على الأسطح المراد لصقها خلال النصف الأول من زمن التجمد، كما هو محدد على الحاويات. يجب أن تُجمَّع المقاطع في غضون خمس وأربعين دقيقة بعد استخدام مادة الإيبوكسي الأولى المصبوبة، ويُستخدم الحد الأدنى لمتوسط الإجهاد المسبق الذي يبلغ (٠,٣ ميجا باسكال) على المقطع العرضي خلال مدة قدرها (٧٠٪) من الوقت المتاح لمادة الإيبوكسي، يجب أن يكون الإجهاد المسبق المؤقت أقل من (٠,٢ ميجا باسكال) في أي نقطة من المقطع العرضي.

يجب أن تُفحص الوصلة على الفور بعد التركيب؛ للتحقق من عرض الوصلة الموحد، والتركيب الصحيح، يجب أن يزال الإيبوكسي الزائد من الوصلة حيثما يمكن الوصول إليها، يجب أن تُمسح مجاري كابلات الشد بعد الضغط عليها على الفور، بينما لا يزال الإيبوكسي في حالة غير متجمدة؛ لإزالة الإيبوكسي أو تنعيمه في المجرى، ولإغلاق أي جيوب أو فتحات فقاعية هوائية كانت قد تكونت عند المفصل.

إذا لم يكتمل التوصيل خلال (٧٠٪) من الوقت المتاح، فإنه يجب إنهاء العملية ويجب إزالة مادة لصق الإيبوكسي بالكامل عن الأسطح، يجب أن تُحضَّر الأسطح مرة أخرى، ويجب أن يُستخدم الإيبوكسي الحديث على السطح قبل استئناف عمليات الوصل.

١١-١٥ الملاط والمونة:

١١-١٥-١ عام:

يتكون هذا العمل من صُنع الملاط والمونة وصبه؛ لاستخدامه في هياكل خرسانية أخرى غير مجاري سابقة الإجهاد، تشمل هذه الاستخدامات؛ المونة للملء أسفل ألواح البناء، ولملء المجرى بين أجزاء الصب المسبق في وثائق العقد، والمونة المستخدم لملء الفراغات وإصلاح عيوب السطح، والملاط المستخدم لملء الجِلَب لمسامير التثبيت، والملاط والمونة لاستخدامات أخرى من هذا القبيل عند الحاجة أو الموافقة.

١١-١٥-٢ المواد والخلط:

يجب أن تتوافق مواد الملاط والمونة مع متطلبات الجزء (١١-٣)، يجب أن يُعدَّل تصنيف الرمل للاستخدام في المونة أو للاستخدام في المونة، عندما يكون عرض الفراغ أو عمقه أقل من (٢٠ ملم)، بحيث تمر جميع المواد عبر نخالة رقم ٨ (٢,٣٦ ملم).

يجب أن تكون نسبة الأسمنت إلى الرمل للملاط واحد إلى اثنين ما لم يُنص على خلاف ذلك في وثائق العقد أو يطلبه المهندس، ويجب أن تكون نسبة المونة واحد إلى واحد، ويجب أن تكون النسبة حسب الحجم السائب.

عند تحديد المونة أو المونة غير المنكمش، يجب أن تستخدم إما مادة مضافة غير قابلة للانكماش، أو أسمنت هيدروليكي متمدد مطابق لـ (ASTM C845) من نوع يعتمده المهندس.

يجب أن تستخدم كمية كافية من الماء للسماح بالصب والتعبئة، أما المونة فيجب أن يستخدم بكمية كافية من الماء فقط بحيث يُشكل كرة عند ضغطها برفق في اليد.

يجب أن يكون الخلط إما بالأساليب اليدوية أو باستخدام آلات خلط من نوع المجداف الدوار، ويجب أن يستمر الخلط حتى تختلط المكونات جيدًا، بمجرد الخلط، يجب ألا يُخلط المونة أو المونة مرة أخرى بإضافة الماء، ويجب أن يكون الصب خلال ساعة واحدة.

١١-١٥-٣ الصب والمعالجة:

يجب أن تنظف مناطق الخرسانة المراد ملامستها مع المونة أو المونة من المواد السائبة أو الغريبة التي قد تمنع الالتصاق، ويجب أن تُشطف الأسطح الخرسانية بالماء وتُترك لتجف حتى يكون السطح في حالة جافة قبل صب المونة أو المونة.

يجب ملء المونة أو المونة بالكامل، ويجب تعبئته بإحكام في التجاويف، والثقوب، وعلى الأسطح، وأسفل العوارض الهيكلية، وفي الأماكن الأخرى المحددة. بعد الصب، يجب أن تُعالج أسطح المونة أو المونة بأسلوب الماء كما هو مذكور في الجزء (١١-١٢) مدة لا تقل عن ثلاثة أيام.

يجب أن تكون المجاري والمسافات بين العوارض الهيكلية، والثقوب، والفراغات ضمن الأجزاء الهيكلية، والمواقع الأخرى التي يمكن أن يدخلها المونة محكمة الغلق قبل صب المونة.

يجب ألا يُسمح بوجود أي حمل على المونة المصبوب في الموقع أقل من اثنتين وسبعين ساعة ما لم يسمح المهندس بخلاف ذلك.

يجب أن يزيل المقاول كل المونة أو المونة المعالج بطريقة غير صحيحة، أو المعيب، ويستبدله على نفقته.

١١-١٦ تطبيقات الأحمال:

١١-١٦-١ عام:

يجب ألا تستخدم الأحمال على الهياكل الإنشائية الخرسانية حتى تصل الخرسانة إلى القوة الكافية، ويكتمل الإجهاد المسبق حسب الحاجة؛ حتى لا يقع أي ضرر.

١١-١٦-٢ الأحمال الأرضية:

يجب أن يكون تسلسل وضع الردم حول الهياكل الإنشائية إلى درجة حيث تقل قوى الانقلاب أو الردم إلى الحد الأدنى ما أمكن ذلك، عندما يتسبب صب الردم في إجهادات الثني في الخرسانة، وما لم يسمح المهندس بخلاف ذلك، يجب ألا يبدأ الصب حتى تصل الخرسانة إلى ما لا يقل عن (٨٠٪) من قوتها المحددة.

١١-١٦-٣ أحمال الإنشاء:

يجب أن تنقل المواد الخفيفة والمعدات على أسطح الجسر بعد صب الخرسانة مدة أربع وعشرين ساعة على الأقل، شرط عدم التداخل مع المعالجة وعدم تلف نسيج السطح، يجب أن يُسمح بالمركبات اللازمة لأنشطة البناء، التي يتراوح وزنها بين (٤٥٠ كيلوجرام) و(١٨٠٠ كيلو جرام)، والمواد المماثلة وأحمال المعدات على أي امتداد فقط بعد أن تصل خرسانة السطح المصبوبة الأخيرة إلى قوة ضغط لا تقل عن (٢٠ ميجا باسكال). يجب ألا تحمل الأحمال الزائدة عما سبق على أسطح الجسر حتى تصل خرسانة السطح إلى قوتها المحددة، بالإضافة إلى ذلك، وللهياكل مسبقة الشد، فيجب ألا يُسمح بوجود المركبات التي يزيد وزنها عن (٢٠٠٠ كيلوجرام)، والمواد المماثلة، وأحمال المعدات في أي امتداد؛ حتى يُشد الفولاذ مسبق الإجهاد لذلك الامتداد.

يجب ألا تصب عوارض الخرسانة المصبوبة مسبقًا أو العوارض المعدنية على عناصر البنية التحتية حتى تصل خرسانة البنية التحتية لنسبة (٧٠٪) من قوتها المحددة.

ما لم يُنص على خلاف ذلك، يجب ألا تتجاوز الأحمال المفروضة على الأجزاء الحالية، أو الجديدة، أو المكتملة جزئيًا من الهياكل الإنشائية؛ بسبب عمليات الإنشاء وقدرة تحمل الهيكل أو جزء من الهيكل، على النحو الذي تحدده تراكيب الأحمال لحد القوة II في الجدول (٣-١) كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). يجب أن تكون قوة ضغط الخرسانة (f_c') المراد استخدامها في حساب قدرة تحمل الحمولة أصغر من قوة الضغط الفعلية في وقت التحميل أو قوة الضغط المحددة للخرسانة.

١١-١٦-٤ الأحمال المرورية:

ما لم يُنص على خلاف ذلك في وثائق العقد، يجب ألا يُسمح بالمرور على الأسطح الخرسانية مدة أربعة عشر يومًا على الأقل بعد الصب الأخير لخرسانة السطح، وحتى تصل هذه الخرسانة لقوتها المحددة.

١١-١٧المتطلبات الخاصة للجسور المقطعية:

١١-١٧-١ التحكم الهندسي:

١١-١٧-١-١ بيانات الانحراف والحدبة:

يجب أن يقدم المقاول بيانات الانحراف والحدبة لكل مرحلة من مراحل الإنشاء كما هو مطلوب لإنشاء الهيكل حتى الوصول إلى المستوى النهائي، يجب أن يراعي الإجراء المستخدم تأثير خسائر الإجهاد المسبق والزحف المعتمد على الوقت وهو ما سيحدث أثناء مرحلة الإنشاء، يجب أن تُقدَّم البيانات الخاصة بالجسر بالكامل، استنادًا إلى تسلسل التركيب المقترح من المقاول، والأسلوب، والجدول الزمني إلى المهندس؛ للمراجعة قبل بدء إنشاء أعمدة الأرصفة.

سيراقب المقاول حدبة الهيكل في كل مرحلة، ويجب عليه تنفيذ الإجراءات التصحيحية التي يعتمدها المهندس لضمان التركيب المناسب للهيكل في درجته النهائية.

١١-١٧-١-٢ التحكم الهندسي

يجب أن يُقدِّمُ المقاول للمهندس موافقة على خطة تحكم هندسية، يجب أن تشير بالتفصيل إلى كيفية إجراء المسح والإجراءات التي اقترحها المقاول؛ لضمان التركيب السليم للهيكل حتى الدرجة النهائية الموضحة في رسومات العمل، ويجب أن توفر خطة التحكم الهندسي مراقبة منتظمة لانحرافات البنية التحتية بدءًا من إضافة مقاطع عتبات ناتئة أولى وختامًا بمقطع عتبة ناتئة أخير، كما يجب أن تتضمن الخطة إجراء الضبط المراد استخدامه، إذا انحرفت العتبة الناتئة -عند التركيب- عن المحاذاة المتوقعة بأكثر من (٢٥ ملم).

يجب أن يتحقق المقاول من الارتفاعات ومحاذاة الهيكل في كل مرحلة من مراحل الإنشاء، ويحتفظ بسجل لكل هذه الفحوصات وجميع التعديلات والتصحيحات التي أُجريت، يجب إجراء جميع عمليات المسح وقت يقلل من تأثير درجة الحرارة. تكون التصحيحات بالحشو إن وافق المهندس فقط.

للإنشاء المقطعي مسبق الصب باستخدام تقنيات تشكيل الخط القصير؛ يجب أن تُوفَّر أنظمة مسح دقيقة بحيث تُقاس المستويات والمحاذاة الأفقية أثناء الصب المسبق بدقة تبلغ (± ٠,٣ ملم)، أما الأنواع الأخرى من الإنشاء المقطعي والتركيب الجسور المقطعية؛ يجب أن يوفر المسح بدقة (± ٣ ملم).

للإنشاء المقطعي مسبق الصب باستخدام مقاطع مصبوبة مطابقة؛ يجب أن يجري المقاول فحوصات دقيقة لكل من القياسات والحسابات الهندسية قبل نقل المقاطع من موضع الصب، ويجب إكمال الإحداثيات المحسوبة لجميع الأجزاء المصبوبة قبل صب مقطع جديد، بالإضافة إلى منحنيات الصب المبنية المحسوبة للانحرافات الرأسية والأفقية، فإنه يجب أن يُحسب منحنى الالتواء التراكمي باستخدام المنحدرات المتقاطعة للوحدات الفردية؛ للتحقق من الانحرافات المقروءة. في حساب ارتفاعات المُعدة في عملية الصب المطابق، يجب أن تُعطى الأولوية لتصحيح أخطاء الالتواء بالدوران المعاكس المناسب، يجب ألا يتعرض المقطع في الموضع المصبوب المطابق للضغط فقد يتسبب في حدوث التواء.

١١-١٧-٢ التفاوتات:

يجب أن يكون تصنيع حديد التسليح وصبه يكون ضمن التفاوتات المحددة هنا (CRSI 1990) ما لم يُنص على خلاف ذلك.

للوصول إلى عمق فعال محدد (د)، والحد الأدنى من حماية الخرسانة النظيفة في الأجزاء المثنية، والجدران، وأجزاء الضغط، الجداول (١١-١٣)، و(١١-١٤)، و(١١-١٥)، وضحت التفاوتات المسموح بها.

الجدول (١١–١٣) التفاوتات في العمل الفعال والحد الأدنى للغطاء.

العمق الفعال (د)	التفاوت (د)	التفاوت في الحد الأدنى للغطاء
٢٠٠ ملم أو أقل	± ١٠ ملم	- ١٠ ملم

العمق الفعال (د)	التفاوت (د)	التفاوت في الحد الأدنى للغطاء
أكثر من ٢٠٠ ملم	± ١٢ ملم	- ١٢ ملم

لكن يجب أن يكون التفاوت على المسافة الواضحة للجوانب السفلية – ٦ ملم، ويجب ألا يتجاوز الحد الأدنى للتفاوت على الغطاء ثلث واحد من الحد الأدنى للغطاء الموضح على الرسومات الهيكلية أو في المواصفات.

- بالنسبة للموقع الطولي للانحناءات وأطراف القضبان: (± ٥٠ ملم)، باستثناء الأطراف غير المترابطة للأجزاء؛ إذ يجب أن يكون التفاوت (± ١٢ ملم).
- طالما حُوفظ على العدد الإجمالي للأشرطة المحددة؛ فإن التفاوت المعقول في تباعد الأشرطة الفردية هو (± ٢٥ ملم)، باستثناء الحالات التي قد تتطلب فيها الفتحات، وفتحات الإدخال، والعناصر المضمنة نقلاً إضافيًا للأشرطة.

يجب أن توضع المجاري المضمنة لكل أنواع إنشاء الجسور المقطعية على التفاوتات كما حدد في القسم الفرعي (١٣-٥-٣-٢).

يجب أن تؤخذ التفاوتات الخاصة بالمقاطع المكتملة كما حدد في الجدول (١١-١٤)، ويجب أن يكون استواء البلاطة العلوية (٣ ملم) في (٣,٠ م) في اتجاه المرور للجسور دون تراكب.

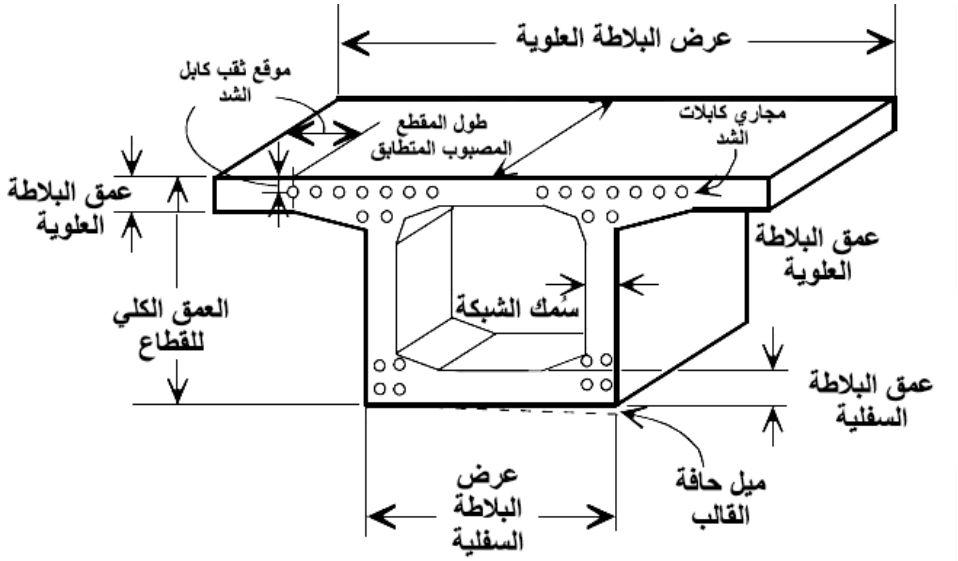
يجب أن تُعدل الأبعاد من مقطع إلى مقطع؛ للتعويض عن الانحرافات داخل مقطع واحد بحيث تتوافق المحاذاة الكلية للهيكل المكتمل مع الأبعاد الموضحة في وثائق العقد.

عند بناء عتبة ناتئة، يجب أن تذكر تفاوتات المحاذاة للعتبات الناتئة المقابلة في امتداد في وثائق العقد. كذلك، يجب أن تذكر القوة الصاعدة (القوة العادية) والقوة الهابطة (الوزن) التي يمكن وضعها في نهاية العتبة الناتئة في رسومات التصميم، ويجب مراعاة ضغوط الشد المسموح بها لتركيبات أحمال الإنشاء في الجدول (٥-١٩) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

بعد إكمال التركيب، والشد اللاحق النهائي، والتصحيحات النهائية، والتعديلات، ووضع الهيكل على المحامل الدائمة، يجب أن تتوافق البنية التحتية مع الدرجة والمحاذاة الموضحة في وثائق العقد، مع مراعاة انحرافات الزحف والأحمال الساكنة المتراكبة ضمن التفاوتات المسموح بها على النحو المحدد في رسومات العقد.

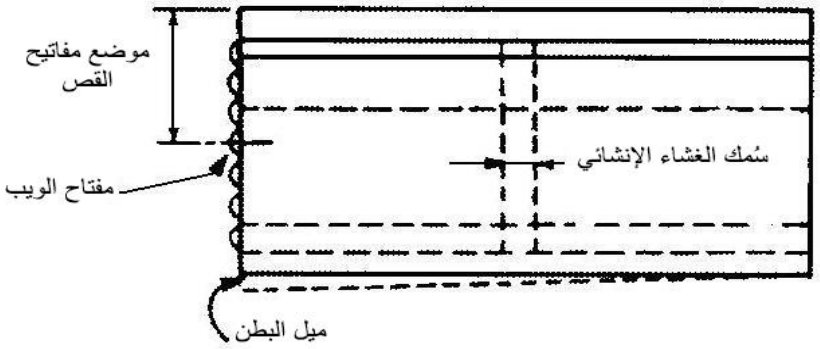
الجدول (١١–١٤) تفاوت المقع المكتمل لإنشاء جسر للعارضة الصندوقية المقطعية.

الأبعاد	التفاوت
طول المقطع المصبوب المتطابق (غير تراكمي) (٦,٥ ملم بحد أدنى/م +٢٥ ملم بحد أقصى)	± ٦,٥ ملم/م
طول المقطع المصبوب في الموقع	± ١٢,٥ ملم، ولكن ليس أكبر + ٥٠ ملم لكل امتداد
سُمك الشبكة	± ٩,٥ ملم
عمق البلاطة السفلية	± ٩,٥ ملم
عمق البلاطة العلوية	± ٩,٥ ملم
العرض الكلي للبلاطة العلوية	± ٥٢ ملم/م، ± ٢٥ ملم كحد أقصى.
سُمك الغشاء الإنشائي	± ١٢,٥ملم
ميل (انحدار) حافة القالب والبطن	± ٣ ملم في ٣ متر
موقع ثقب كابل الشد	± ٣ ملم
موضع مفاتيح القص	± ٦ ملم



الشكل (١١–١) رسم تخطيطي رئيسي للسماحية بين المقاطع.

العارضة الصندوقية المقطعية



الجزء الطولي

الشكل (١١–٢) رسم تخطيطي رئيسي للسماحية بين المقاطع.

١١-١٧-٣ الرسومات التنفيذية وحسابات التصميمات اللازمة لإجراءات الإنشاء:

١١-١٧-٣-١ عام:

قبل وقتٍ كافٍ من بدء عمليات الإنشاء الميدانية للبنية الفوقية، ولإتاحة فترة مراجعة للمهندس لا تقل عن ثلاثين يومًا، يجب على المقاول تقديم -وفقًا لجدول مواقيت الخدمة- تفاصيل ومعلومات كاملة تتعلق بالطريقة، والمواد، والمعدات، والإجراءات التي يقترح المقاول استخدامها في إنشاء ذلك الجزء من البنية الفوقية الذي وفِّرت المعلومات من أجله، ويجب أن تتضمن الأوراق المقدمة إجراءات التركيب خطوة بخطوة.

يجب أن يُسمح بأكثر من طريقة أو تقنية واحدة للتركيب في نطاق العمل الكلي، ولن يُسمح بأي انحراف لاحق عن المواد أو التفاصيل المعتمدة إلا إذا كانت التفاصيل مُقدمة من المقاول ومعتمدة مسبقًا من المهندس.

يجب أن تتضمن الأوراق المقدمة من المقاول للموافقة: الحسابات، والرسومات، والمعلومات الموضحة في القسمين الفرعية (١١-١٧-٣-٢) و(١١-١٧-٣-٣)، ومجموعتان من الرسومات والحسابات المطلوبة ويجب تقديمها وإعادة تقديمها إذا لزم الأمر لحين موافقة المهندس عليها، ويجب تقديم العدد المحدد من النُّسَخ الموّزعة بعد الموافقة.

١١-١٧-٣-٢ حسابات التصميمات اللازمة لإجراءات الإنشاء:

يجب أن تُقدم حسابات التصميمات للصقالات المؤقتة، أو معدات التركيب، أو إطار العمل، أو غيرها من الإنشاءات المؤقتة التي يجب أن تكون مطلوبة التي ستخضع لإجهادات محسوبة.

يجب أن يُنفَّذ تصميم السقالات المؤقتة أو معدات التركيب لخرسانة البنية الفوقية بالكامل تحت إشراف مهندس محترف وتُختم منه، ويجب أن تُقدَّم الحسابات للتأكد من صحة نظام وطريقة الإجهاد المقترحة من المقاول، كما يجب أن تتضمن مثل هذه الحسابات قوة الرفع، واستطالة كابلات الشد في وقت الشد، ومستوى إجهاد كابلات الشد عند أطراف الإجهاد بعد التركيب، والإجهادات في مناطق التثبيت وألواح التوزيع، ومنحنيات الإجهاد والانفعال النموذجية لحديد الإجهاد المسبق المراد توفيره، وحالات فقدان التثبيت، والإجهادات الزائدة المؤقتة، والتسليح المطلوب لمقاومة إجهادات كُتَل التثبيت.

وبالإضافة إلى ما سبق ذكره، يجب أن تقدم العمليات الحسابية للموافقة عليها فيما يتعلق بما يلي:

- حسابات الانحرافات والحدبة المطلوبة بسبب الحمل الساكن (وزن العربة فارغة)، وقوى الشد اللاحق، والزحف، والانكماش. ويجب تضمين جدولة للانحرافات وأبعاد الحدبة في الرسومات التنفيذية.
- تكون حسابات قوى الرفع مطلوبة عند الفواصل أثناء الشد اللاحق المؤقت.

١١-١٧-٣-٣ الرسومات التنفيذية

يجب أن يقدّم المقاول رسومات تنفيذية تفصيلية للموافقة عليها بما يتوافق مع وثائق العقد، ويجب أن تتضمن الرسومات التنفيذية المعلومات التالية :

- عروض ذات أبعاد كاملة ودقيقة توضح هندسة المقاطع بما في ذلك جميع الإسقاطات، والتجاويف، والشقوق، والفتحات، وانقطاعات التيار، والتفاصيل الأخرى ذات الصلة.
- يجب توضيح تفاصيل التسليح بالحديد غير مسبق الإجهاد من حيث؛ الحجم، والتباعد، والمكان، بما في ذلك أي تسليح خاص، حتى لو لم يكن موضحًا في وثائق العقد.
- يجب تقديم تفصيلات واضحة لحجم القنوات ونوعها لجميع كابلات الشد ذات الشد اللاحق ومقاطعها الأفقية والرأسية، وتوضيح ركائز القنوات، وأنابيب الحقن، وفتحات التهوية، والمصارف متضمنة الحجم والنوع والمواقع.
- يجب توضيح تفاصيل العناصر الأخرى التي ستضمن في المقاطع ومواقعها، مثل الإدخالات ومعدات الرفع ومعدات الشد اللاحق.
- تفاصيل الإجهاد المسبق بما في ذلك أحجام وخصائص كابلات الشد، والمراسي، واللوحات، والتركيبات، ومعدات الإجهاد، بالإضافة إلى تفاصيل إجراءات الإجهاد، وتسلسل الإجهاد، وتفاصيل ومواقع جميع المقرنات والتسليح الإضافي اللازم لمقاومة إجهادات طوية التثبيت.
- جدول يوضح تسلسل الرفع، وقوى الرفع، والاستطالة الأولية لكل كابل شد في كل مراحل التركيب لكافة حالات الشد اللاحق.
- جدول يوضح الارتفاعات والشكل الهندسي؛ لاستخدامهما في تحديد مواضع القوالب للمقطع التالي المطلوب صَبه.
- يجب تزويد المهندس بالرسوم البيانية، أو المخططات، أو الجداول التي توضح الموقع النظري لكل مقطع، كما رُكِّبَ أو وُضِع؛ لاستخدامه في فحص تركيب البنية الفوقية، يجب وصف الإجراءات التفصيلية لإجراء التصحيحات الهندسية.
- تفاصيل كابلات الربط والمجموعات المحملية المؤقتة والدائمة حسب الحاجة.

يجب تقديم تفاصيل عن معدات الحشو، وتصميم خليط المونة، وطريقة الخلط، ووضع المونة.

١١-١٧-٤ قوالب صب الخرسانة:

١١-١٧-٤-١ عام:

يجب تقديم الرسومات التنفيذية للقوالب وترحيلات القوالب على النحو المطلوب في وثائق العقد.

بالإضافة إلى متطلبات وثائق العقد، يجب أن تكون القوالب المستخدمة في صب المقاطع الخرسانية قادرة على:

- الصب المطابق (للإنشاء القطاعي مسبق الصب).
- إنتاج القطاعات في نطاق ما سُمِحَ وصُرّحَ به.
- استيعاب حالات فراغات الصب والفتحات والنتوءات.
- التكيف مع التغييرات في هندسة المقاطع كما هو موضح في وثائق العقد، أو تصحيح الأخطاء البسيطة السابقة في الصب لمنع التراكم.
- تجريد الخرسانة دون الإضرار بها.
- توفير مانع تسرب مُحكَم للانضمام إلى المقطع السابق.

يكون للحاجز الإنشائي المقدرة على ربط القنوات بطريقة تحافظ على مكانها وتمنع تغلغل المونة.

عندما تُربط أجزاء القوالب على الوجه الخارجي للمقطع، لن يُسمح بعوض (تعويض الفرق الزمني) يزد عن (١,٥ ملم) للأسطح المستوية و(٣ ملم) للزوايا والانحناءات، ويجب ألا يزيد العوض (تعويض الفرق الزمني) بين الوجوه المتوافقة المجاورة للمقاطع المصنّعة في الموقع عن (٦ ملم).

يجب ألا تُزال القوالب حتى تصل الخرسانة إلى قوة الإطلاق المحددة في وثائق العقد كما يتضح من أسطوانات الاختبار المصنوعة والمعالجة بنفس طريقة المقطع، وبدلًا من ذلك، يجب أن تُستخدم مقاييس النضج أو أسطوانات التحكم بالمعدات لتقييم مقاومة الخرسانة في المقطع، يجب توخي الحذر عند إزالة القوالب لتفادي تسرب الخرسانة وتقطعها.

١١-١٧-٤-٢ قوالب للإنشاء المقطعي مسبق الصب:

يجب إنشاء القوالب الجانبية، والسفلية، والداخلية، والرأسية للإنشاء المقطعي مسبق الصب من الحديد ما لم يقرر المهندس استخدام مواد أخرى.

ينبغي أن تتميز القوالب بسُمك كافٍ، وأدوات تقوية، وتدعيم خارجي جيد، ويجب أن تُثبَّت لمقاومة القوى الناتجة عن وضع الخرسانة واهتزازها، يجب أن تقتصر معدات التثبيت والتدعيم الداخلي في القوالب على مسامير تثبيت في شبكات يمكن إزالتها من سطح الخرسانة للسماح بالترقيع بعد إزالة القالب، ويجب أن تصمم الفواصل مع الحفاظ عليها من أجل إحكام المونة (المونة).

يجب أن يفحص ميل (انحدار) ومحاذاة القوالب في كل مرة تجمد (تشك) فيها، ويجب الحفاظ عليها أثناء صب الخرسانة. ويفحص ميل (انحدار) الشكل النهائي للبلاطة بعد وضع الخرسانة.

يجب أن تكون القوالب المعدنية خالية بدرجة معقولة من الصدأ، أو الشحوم، أو غيرها من المواد الغريبة، كما يجب أن تُنظَّف القوالب جيدًا قبل كل عملية صب، ويجب الحفاظ على الرأسيات الطرفية؛ لتوفير سطح مصبوب أملس.

يجب أن تُستخدم القوالب الخشبية على شرائح الإغلاق الطولية والعرضية المُصنّعة في الموقع.

يجب إنشاء جميع أسطح القوالب لمكونات الصبة والحفاظ عليها؛ لتوفير سماحية مقطعية تتوافق مع ما ورد في الجزء الفرعي (١١-١٧-٢).

يجب أن تُنظَّف أسطح القوالب -ما عدا الرأسيات الطرفية- تنظيفًا صحيحًا، وتُعالج بزيت القولبة أو أي طلاء آخر؛ لتكسير الروابط قبل صب الخرسانة، يجب أن توفَّر مادة تكسير الروابط بين المقاطع والرأسيات وفقًا للقسم الفرعي (١١-١٧-٦-٣)، ويجب أن يكون الزيت أو المواد الأخرى المستخدمة لهذا الغرض بقوام وتكوين يسهل إزالة القالب، ولن يتم إنشاء المواد التي تُلطخ الخرسانة أو تتفاعل معها؛ لتسهيل إزالة القطع دون إلحاق ضرر بالخرسانة.

١١-١٧-٥ أحكام خاصة للإنشاء المقطعي المُصنّع في الموقع:

١١-١٧-٥-١ عام:

يجب أن تعد رسومات العمل على افتراض أن البنية الفوقية ستُبنى بطريقة مختارة من الإنشاء المقطعي للخرسانة المسلحة المُصنّعة في الموقع، ويجب أن يُسمح بطرق الإنشاء البديلة وفقًا لوثائق العقد.

١١-١٧-٥-٢ نظام القولبة:

بالإضافة إلى الأوراق المطلوبة في الجزء الفرعي (١١-١٧-٣)، يجب أن تقدم الحسابات ورسومات العمل الآتية ليراجعها المهندس للتأكد من مطابقتها لوثائق العقد:

- يجب إكمال التفاصيل والحسابات الخاصة بالقوالب ونظام دعم القوالب، بما في ذلك التحميل الأقصى والإجهادات التي أُنشئت في المقاطع المكتملة بسبب قوالب المعدات ووضع الخرسانة، ويجب أن يتضمن تصميم نظام دعم القالب البدلات الكافية لأحمال الصدمات التي يجب أن تحدث أثناء صب الخرسانة وتقدم نظام القولبة.
- حسابات انحراف نظام القولبة أثناء صب الخرسانة.
- تفاصيل الدعامات المؤقتة وأربطة التثبيت حسب الحاجة لتثبيت الكابولي أثناء البناء.
- إجراءات تفصيلية خطوة بخطوة لوضع الخرسانة، والإجهاد، وتطوير نظام دعم القوالب، وضبط النظام للانحراف المحسوب.
- الإجراءات التفصيلية لتركيب أطراف الكابولي؛ للتكيف مع التغييرات التي تحدث في الموقع أو دوران كابولي بالنسبة للآخر أثناء صب الخرسانة اللاحقة للإغلاق بين الكوابيل.

- يعد استقرار الهيكل المكتمل جزئيًا مصدر قلق كبير في كل مرحلة من مراحل البناء؛ لذلك يُقيَّم استقرار الهياكل الإنشائية الجزئية لتجنب أي انهيار بسبب وجود مجموعة مختلفة من الأحمال، مثل؛ الإنشاء، وحِمل الرياح، والاهتزاز الناجم عن المعدات، وما إلى ذلك.

١١-١٧-٥-٣ إنشاء البنية الفوقية:

يجب أن يتكون هذا العمل من تركيب محامل مؤقتة إن أمكن، وتصنيع المقاطع في الموقع، ووضع الهيكل العلوي على محامل دائمة.

يجب أن يقدم المقاول تفاصيلاً وأوصافًا كاملة عن الطرق، والترتيبات، والمعدات إلى المهندس؛ للموافقة عليها قبل البدء في إنشاء البنية الفوقية.

يجب أن تشتمل طريقة الإنشاء على صب المقاطع، وطرق ربط الهياكل الإنشائية الفوقية أثناء التركيب الكابولي، وطريقة تطبيق جميع القوى المؤقتة التي ستستخدم لضبط المحاذاة الأفقية، والعمودية، ووضع الهيكل على محامل دائمة، ويجب أن يشمل ذلك أيضًا طرق التحكم؛ لضمان دقة محاذاة البنية الفوقية المكتملة.

يجب أن تؤخذ معدات العمل لتشمل الآلات، والمعدات، والعمالة، والمواد التي ستستخدم في التركيب، لكنها لن تصبح جزءًا دائمًا من البنية الفوقية المكتملة. لا تُشغل المعدات أو توضع على أي جزء من البنية الفوقية المركَّبة في أي مرحلة من مراحل البناء، بخلاف تلك التي تفي بمتطلبات إجمالي حمل العمل لكل جزء، على النحو المسموح به في مستندات العقد، أو على النحو المعتمد من قِبَل المهندس، وهذا يشمل معدات الشد اللاحق؛ معدات الوصل، والرافعة، والحشو، وأيّ معدات أخرى مهما كانت؛ والأفراد والمواد من أيّ نوع.

يُسمح بحمل (٤,٨×١٠$^{-٤}$ ميجا باسكال)، بالإضافة إلى الأحمال المقطعية غير المتوازنة المسموح بها لطريقة البناء، ويجب أن يشمل الحِمل؛ الأفراد، والمعدات المتنوعة، والمواد المخزَّنة، يجب أن يتحمّل المقاول مسؤولية ضمان عدم تجاوز هذا الحِمل المسموح به.

يجب أن يُعد الإجهاد وفقًا للجدول الآتي:

- يجب أن تطبق (٥٠٪) من قوة الشد اللاحق عندما تشير أسطوانات الضغط المعالجة ميدانيًا أن مقاومة الانضغاط لقطعة الخرسانة هي (٢٠ ميجا باسكال)، وانقضاء ثماني عشرة ساعة بعد الانتهاء من صب الخرسانة.
- يجب تحرير نظام دعم النموذج ودفعه عند تطبيق (٥٠٪) من إجهاد الشد اللاحق.
- يجب إجراء الإجهاد العرضي حسب الضرورة؛ لتجنب تجاوز الضغوط المسموح بها في البلاطة العلوية.
- يجب شد الكابلات بالكامل قبل صب الخرسانة للجزء التالي، باستثناء الكابل العرضي الأقرب للقطعة المُراد بناؤها، ويؤكد على هذا الكابل بنسبة (٥٠٪)، ثم يؤكد على الباقي عند إجهاد كابلات الشد في الجزء الجديد. يجب أن يُصمَّمُ نظام دعم القالب بحيث يتجنب الإجهاد الزائد على البلاطة العلوية في منطقة كابل الشد المتعرّض للإجهاد جزئيًا.

يجب أن تقتصر الفواصل الإنشائية على المواقع الموضحة في وثائق العقد أو كما اعتمد مسبقًا من قِبَل المهندس، يجب أن تُنظَّف الفواصل الإنشائية تمامًا من المواد الغريبة قبل صب الخرسانة للجزء المجاور.

يجب تحضير سطح فواصل المقطع وفقًا لوثائق العقد مباشرة قبل صب الخرسانة للجزء التالي.

ولوضع خرسانة الإغلاق بين الكابولي؛ يجب أن يُثبّت الكابولي لمنع دوران أو حركة الكابولي المقابل للآخر، ويجب أن يكون نظام قفل الكابولي، والتشكيل للإغلاق، وإجراءات وضع الخرسانة للإغلاق، بحيث يجب ألا تتعرض الخرسانة بعد المجموعة الأولية للشد الذي قد يتسبب في حدوث تصدع.

يجب أن يقدم المقاول جدول أعمال الإنشاء أو قائمة مراجعة توضِّح الترتيب الزمني لكل مرحلة ومرحلة تشييد وبناء البنية الفوقية.

يجب أن يُعِدُّ المقاول جدولًا للارتفاعات والمحاذاة المطلوبة في كل مرحلة من مراحل البناء، كما هو طلب في مستندات العقد، في نقاط الفحص المذكورة أدناه، أو بديل حسب اختيار المقاول، وتقديمه إلى المهندس.

- ستستخدم إحدى الزوايا السفلية في السطح العلوي لأي وسادات محمل مؤقتة كمرجع أثناء التركيب؛ ولإنشاء نقطة مرجعية بالارتفاعات الفعلية، والمحاذاة المطلوبة للبنية الفوقية الموضوعة بشكل دائم.
- جميع الزوايا الأربع وخط الوسط (عند أوجه المقطع) للبلاطة العلوية لمقاطع الرصيف لتحديد التسوية والتاج.
- نقطتان على الخط المركزي الطولي لكل مقطع من مقاطع الرصيف، واحدة على كل حافة، لإنشاء المحاذاة.
- نقطة واحدة على خط الوسط الطولي وركن واحد على الأقل من كل جزء على طول كل مفصل بين المقاطع المصنوعة في الموقع لإنشاء الارتفاعات والمحاذاة في كل مرحلة من مراحل التركيب.

يجب أن توضع وسادات المحمل المؤقتة إن أمكن على الأرصفة بعناية فائقة، ويجب أن تحتوي الأسطح العلوية لهذه الوسادات على الارتفاعات، والمحاذاة، والمنحدرات الصحيحة كما هو مطلوب في مستندات العقد، ثمّ تحدّدها الأحكام المذكورة أعلاه لوسادات المحمل المؤقتة. يجب أن تستخدم الحشوات أسفل الوسادات لتحقيق الدقة، يجب على المقاول أيضًا أن يبتكر تدبيرًا لإبقاء وسادات المحمل المؤقتة في موضعها أثناء صب مقطع الرصيف.

يجب أن يتحقق المقاول من الارتفاعات ومحاذاة الهيكل في كل مرحلة من مراحل البناء، وفقًا لخطة التحكّم الهندسية المقدمة وفقًا لأحكام القسم الفرعي (١١-١٧-١-٢)، ويجب أن يحتفظ بسجل لجميع هذه الفحوصات، وجميع التعديلات، والتصحيحات التي أُجريت.

١١-١٧-٦ أحكام خاصة بالإنشاء المقطعي للخرسانة مسبقة الصب:

١١-١٧-٦-١ عام:

يجب أن تُشيَّد البنية الفوقية بالطريقة المصمّمة والمفصّلة في وثائق العقد، أو بطريقة بديلة يقدّمها المقاول، ويجب أن يُسمح بطرق التشييد البديلة عند تحديدها في وثائق العقد.

وحيثما تستوجب وثائق العقد، يجب أن يعرض نظام الإجهاد وجميع تفاصيل التسليح والرفع بنجاح على جزء محدَّد في مستندات العقد قبل صبّ أي مقاطع دائمة، ويجب أن يتوافق المقطع مع الحجم والتكوين المطلوبَين في وثائق العقد، بما في ذلك جيوب تثبيت الشد اللاحق، وحديد التسليح، والخرسانة، والقنوات، بما في ذلك الانحناء والتباعد، يجب إجهاد الكابلات المحدَّدة في وثائق العقد لهذا الاختبار عند مستوى القوى الموضّحة، يجب ألا تُسدَّد أيّ مدفوعات إضافية لهذا الاختبار.

يجب أن تكون قاعدة الصب والقوالب مناسبة من الناحية الهيكلية؛ لدعم المقاطع دون تسوية ولا تشويه، يجب أن تُصمَّم قاعدة الصب بطريقة مناسبة ووفقًا للأدوات اللازمة؛ لضبط الدرجة والمحاذاة والحفاظ عليها، يجب أن تتضمَّن تفاصيل المعدات وإجراءات الضبط في مستندات العقد والمواصفات الخاصة بقاعدة الصب.

يجب أن يُراعي تصنيفُ نموذج السقف والجزء العلوي من كل جزء الوضعَ النسبي للعضو في الهيكل.

بعد صب المقطع الأول من كل وحدة، يجب أن تصب المقاطع التالية على مقاطع مسبقة الصب؛ لضمان المحمل الكامل والمحاذاة المناسبة على جميع أسطح التزاوج.

يجب أن يسمح نظام التثبيت بإدخال الكابلات في العضو بعد تركيب المقاطع.

يجب استخدام قارنات الكابلات فقط في المواقع الموضّحة على وجه التحديد في وثائق العقد، أو المعتمدة من قِبَل المهندس، يجب ألا تربط أكثر من (٥٠٪) من الكابلات في أي مقطع، عندما تتطلب وثائق العقد كابلات خارجية مؤقتة، يجب أن تكون الكابلات والمراسي في حاوية واقية قادرة على حمايتها من التلف بسبب معدات التشييد، وقادرة على حبس الكابلات التي تنكسر أو تنشر الإجهاد بسرعة أثناء الشد والتثبيت أو بعده، يجب تقديم عروض الحاوية الواقية للمهندس للموافقة عليها.

يجب التأكد من أن تشوهات أجزاء الصب المطابقة بسبب التدرجات الحرارية الناتجة عن حرارة الماء للخرسانة الجديدة المصبوبة لا تتجاوز -في وقت المجموعة الأولية للخرسانة الجديدة- (٠,٨ ملم) لقطعة واحدة، أو (٢٠ ملم) تراكمي للامتداد بأكمله، تُمنع هذه التشوهات بتوفير الحماية المناسبة لكل من مقاطع الصب المطابقة، ومقاطع الصب الجديدة في حاوية متساوية الحرارة، أو بطانيات معالجة وأغطية بلاستيكية.

١١-١٧-٦-٢ التصنيع:

يجب أن يُصنَّع حديد التسليح ويُوضع طبقًا لوثائق العقد، يحل أي تعارض أو تداخل مع الموقع الصحيح لمجاري الهواء، أو التسليح، أو العوائق على الفور ويجب أن يكون إجراء التصحيحات وفقًا لتوجيهات المهندس، يجب عدم قطع حديد التسليح وإزالته للسماح بالمحاذاة الصحيحة لمواسير الإجهاد، يجب أن يُستبدل أي قضيب لا يمكن تصنيعه؛ لتخليص مجرى الهواء اللاحق بقضبان إضافية ذات أطوال تداخل مناسبة ويجب أن تُقدّم للمهندس لاعتمادها.

يجب أن تمييز جميع الأجزاء من الداخل بتعريف فريد في وقت إزالة القالب، يجب أن يُستخدم هذا التعريف لتحديد كل مقطع في مستندات عقد الورشة، وتفاصيل وحسابات ما بعد الشد، وأي مستند آخر يتعلق بتصنيع وتركيب أجزاء الخرسانة مسبقة الصب.

يجب أن تُوفَّر الوسائل الإيجابية لتثبيت القناة في وضعها الصحيح في جميع الحالات، ويجب أن تكون موضَّحة في رسومات العمل المقدَّمة للاعتماد، يجب أن تدعم القناة على فترات كما هو محدَّد في القسم الفرعي (١٣-٤-٣-٢)، أو كما وضَّح في وثائق العقد، ويجب أن تُثبَّت بإحكام؛ لمنع الحركة أثناء صب الخرسانة.

١١-١٧-٦-٣ فصل مقاطع الصب المطابقة:

يجب أن يوفر المقاول المعدات التي ستستخدم للفصل الموحَّد لمقاطع الصب المطابقة دون تلف، تضمن الطريقة، بالإضافة إلى تفاصيل المعدات التي ستستخدم لفصل مقاطع الصب، في مستندات عقد الورشة. يجب أن تستخدم مادة تكسير الروابط على الجذع والشفاه الخاصة بالجزء المصبوب مسبقًا؛ لتسهيل فصل المقاطع، يجب أن تُستخدم مادة تكسير الرابطة لكسر رابطة الخرسانة بين وجه الأجزاء المصبوبة مسبقًا والجزء المصبوب حديثًا، وكذلك الرأسيات الطرفية، عند الحاجة، كما يجب أن تكون مادة تكسير الروابط من صابون الكتان، والتالك (Talc)، أو أي مادة أخرى يعتمدها المهندس. يجب إجراء عرض توضيحي على عينة مقاس (٦٠٠ ×

١٢٠٠ ملم)، قبل صب القطع؛ لإثبات كفاية المادة، يجب ألا تكون المادة ضارة بالخرسانة وتسمح بإزالة مقطع دون انسحابٍ ناتجٍ عن التصاق الخرسانة.

١١-١٧-٦-٤ مناولة وتركيب الأجزاء:

يجب أن يكون المقاول (المُصنِّع) مسؤولًا عن المناولة، والرفع، والتخزين، والنقل، والتركيب على نحو مناسب لجميع الأجزاء كي توضع في الهيكل دون تلف.

يجب أن يحافظ على المقاطع في وضع رأسي في جميع الأوقات وتُخزَّن، أو يجب أن تُرفع، أو تُحرّك بطريقة تمنع الالتواء والإجهاد غير الضروري، يجب أن ترفع الأعضاء أو تُخزَّن بأجهزة رفع معتمدة في مستندات عقد الورشة، أو بطرق أخرى يوافق عليها المهندس كتابةً.

يجب ألا تنقل المقاطع من ساحة الصب للوصول لمتطلبات المعالجة والقوة، ويجب أن تدعم بطريقة تقلِّل من الالتواء.

يجب إجراء اختبار شامل لمعدات الرفع والحمل المؤقت؛ لإثبات مدى كفاية هذه المعدات قبل البدء في أيّ تركيب للمقاطع.

١١-١٧-٧ أحكام خاصة للإطلاق التدريجي:

١١-١٧-٧-١ عام:

يجب أن تتوافق الهياكل الإنشائية المبنية بطريقة الإطلاق الإضافي مع أحكام الجزء الفرعي (١١-١٨-٣)، والأحكام الإضافية للأقسام الفرعية من (١١-١٧-٧-٢)، إلى (١١-١٧-٧-٥).

١١-١٧-٧-٢ صب المقاطع:

يعتمد إنشاء الجسور التي تطلق تدريجيًا على دورة أسبوعية لإنشاء كل مقطع، عندما تصب الشفة السفلية والجذوع، أو أجزاء من الجذوع، للأجزاء أولًا ثم الشفة العلوية بعد ذلك، يجب ألا يتجاوز الوقت بين المواضع الخرسانية ثلاثة أيام.

١١-١٧-٧-٣ السماحيات الهندسية:

يجب عدم تجاوز ما سُمح به هنا في منطقة الأسطح المنزلقة:

- في القوالب:
  - الانحرافات الرأسية في الاتجاه الطولي والعرضي: (± ٠,٨ ملم)، انحراف أفقي خارج الشبكات: (± ١,٥ ملم).
- في محامل الإطلاق:
  - العمودي: طوليًا بين الركائز: (± ١,٥ ملم)، بشكل عرضي بين المحامل: (± ٠,٨ ملم)، أفقي: انحراف الأدلة الجانبية: (± ١,٥ ملم).

١١-١٧-٧-٤ قوة الإطلاق:

يجب مراقبة قوة الإطلاق باستمرار ومقارنتها بالقيمة النظرية، ويجب الحفاظ على قيمة الاحتكاك بين (٠ و٤٪)، كما يجب أن تؤخذ قيمة الاحتكاك صفر في الاعتبار عند حساب القوة المطلوبة لكبح هيكل أُطلق على منحدر سالب.

١١-١٧-٧-٥ مراقبة الرصيف:

يجب التحكم في انحراف أسطح الرصيف باستمرار، ويُنصح باستخدام معدات التحكم التي تُوقف تشغيل معدات الإطلاق تلقائيًا في حال تجاوز الانحرافات المسموح بها للرصيف، يجب أن يوفر الاتصال بين كل محمل منزلق ومعدات الإطلاق.

يجب أن يفحص المستوى الصحيح لجميع المحامل المنزلقة على فترات منتظمة، ويجب الاحتفاظ بلوحات الحشوات في المخازن لجميع المحامل المنزلقة؛ للتعويض عن حالات هبوط الأرصفة إن وجدت.

١١-١٧-٨ العيوب والكسر:

تكون الشقوق أو الشقوق الصغيرة أو غير الإنشائية على سطح العضو التي -وفقًا لما يحدده المهندس- لا تمتد إلى مستوى أقرب تسليح مقبولة ما لم تكن متعددة وواسعة النطاق، يجب أن تخضع الشقوق القطرية التي تشير إلى التلف الناتج عن الالتواء، أو الشقوق

الطولية التي تتبع أوتار الضغط، أو أي شقوق تمتد إلى مستوى سطح حديد التسليح، أو الأوتار سابقة الإجهاد لمراجعة هيكلية قبل القبول، إذا ثبت أنها مقبولة، يجب إصلاح التشققات بالنظر بعمق (٦ ملم)، وعرضها وسدها بالإيبوكسي، أو تصلح بالحقن بالإيبوكسي.

يصلح الكسر البسيط، أو التشظي، أو تعشيش الخرسانة الذي يجب ألا يزد عمقه عن (٢٥ ملم) وفقًا لإجراءات الإصلاح المعمول بها، والمقدمة إلى المهندس، التي أخذت الموافقة قبل بدء تصنيع القطاع، يجب أن يخضع الكسر الكبير أو تعشيش الخرسانة الذي يزيد عن المقدار المحدد في هذه الوثيقة؛ لمراجعة هيكلية، إذا ثبت أنها مرضية، يجب إصلاح هذه المناطق حسب توجيهات المهندس، يجب إصلاح الكسر، أو التشظي، أو تعشيش الخرسانة على أي سطح تزاوجٍ مقبول، ومعالجة الخرسانة قبل صب قطعة التزاوج في حال لم تُصب هذه القطعة بعد.

١١-١٨الخرسانة للهياكل الصغيرة:

١١-١٨-١ الوصف:

يتكون هذا العمل من إنشاء هياكل خرسانية صغيرة، مثل؛ الجدران الأمامية لعبارة الأنابيب، وحوائط الاحتجاز، وجدران الأجنحة، والمآزر، والممرات المائية، ورصف المنحدرات، وأرصفة المشاة، والبردورات، وغيرها من الهياكل الإنشائية الخرسانية الصغيرة وفقًا لهذا القانون وفي توافق وثيق معقول مع الخطوط، والدرجات، والتفاصيل، والمواقع المبينة في المخططات، أو التي وضعها المهندس.

١١-١٨-٢ المواد:

يجب أن تتوافق جميع مواد الإنشاء الخرسانية الصغيرة مع المتطلبات الواردة في الجزء (١١-٣).

١١-١٨-٣ تكوين الخرسانة للهياكل الصغيرة:

يجب أن تتوافق الخرسانة الخاصة بالهياكل الإنشائية الصغيرة مع متطلبات الجدول (١١-١). قبل خلط الخرسانة، يجب أن يقدم المقاول النسب الخرسانية المقترحة للموافقة عليها، كحد أدنى، يجب أن يقدَّم ما يلي:

١- نوع ومصدر (مصادر) المواد المقترحة للاستخدام.
٢- شهادة المواد للمواد المقترحة للاستخدام بما في ذلك الأسمنت.
٣- الوزن الجاف للسطح المشبع للركام الناعم والخشن لكل متر مكعب من الخرسانة.
٤- تدرج الركام الناعم والخشن.
٥- وزن ماء الخلط لكل متر مكعب من الخرسانة.
٦- وزن الأسمنت لكل متر مكعب من الخرسانة.
٧- أقصى هبوط للخرسانة اللدنة بالمليمترات يلبي متطلبات الجدول (١١-١٥).

الجدول (١١–١٥) تكوين الخرسانة للهياكل الصغيرة.

الخواص	المواصفات
الحد الأدنى من محتوى الأسمنت	٣١٠ كجم/م^{٣}
الحد الأقصى لنسبة الماء/الأسمنت	٠,٤٥
الحد الأقصى للهبوط	١٠٠ ملم
حجم الركام الخشن	القسم الفرعي (١١-٣-٢-٢)
قوة ضغط لا تقل عن ثمانية وعشرين يومًا	٣٠ ميجاباسكال

ستكون الخرسانة الإنشائية المطابقة للفئة (ب) المتوافقة مع الجدول (١١-١) مقبولة كمزيج معتمد مع شهادة مناسبة.

يجب أن يُنفِّذُ المقاول الأعمال التحضيرية وفقًا للفصل ٠)، ويجب عليه تصميم وإنشاء قوالب خالية من الانتفاخات، والالتواء، والسماح بإزالتها دون الإضرار بالخرسانة، يجب أن يوضع حديد التسليح وفقًا لـ "دليل الممارسة القياسية "لمعهد حديد التسليح

للخرسانة، إن احتوت الخرسانة مادة مضافة مثبطة، أو رمادًا متطايرًا، أو بديلًا آخر للأسمنت من البوزولان، يجب أن تصمم القوالب لتشكل ضغطًا جانبيًا مساويًا للضغط الذي يمارسه مائع كتلته (٢٤٠٠ كجم/م^3).

يجب أن يستخدم الخشب، أو المعدن، أو أي مادة أخرى مناسبة، ويجب الحفاظ على القوالب نظيفة ومغطاة بعامل تحرير القوالب أو زيت القوالب قبل صب الخرسانة.

١١-١٨-٤ صب الخرسانة:

يجب أن تُرطب القوالب والأساسات مباشرة قبل صب الخرسانة، ويجب أن تفرغ الخرسانة خلال المهلة الموضحة في الجزء الفرعي (١١-٥-٤)٤-٥-١١.

يجب مناولة الخرسانة وصبها لتجنب الفصل وفقًا للجزء (١١-٨)، يجب ألا تستخدم مواسير الألومنيوم لنقل الخرسانة أو صبها، يجب ألا تتجاوز الفترات الفاصلة بين توصيل الدُفعات للصب الفردي على الهيكل ثلاثين (٣٠) دقيقة.

يجب أن يتوافق الصب مع متطلبات الجزء (١١-٧)، وعندما تكون هناك توقعات بدرجات حرارة أقل من درجة حرارة الجو بدرجتين مئويتين (٢ درجة مئوية)، أو أعلى من ٢٥ درجة مئوية (٢٥ درجة مئوية).

يجب عدم إمداد التشطيبات الخرسانية اللدنة بالماء أثناء عمليات الإنهاء.

١١-١٨-٥ معالجة الخرسانة:

يجب معالجة الهياكل الإنشائية الخرسانية الصغرى مدة سبعة (٧) أيام على الأقل، إذا استخدم أسمنت سريع التصلب، يجب معالجة الخرسانة لمدة ثلاثة (٣) أيام على الأقل، وتكون المعالجة وفقًا للجزء (١١-١٢).

١١-١٨-٦ القبول:

ستخضع الخرسانة الخاصة بالهياكل الإنشائية الصغيرة للقبول أو الرفض بالفحص البصري ومراجعة شهادة الحمل في موقع الصب، لن يسمح بإعادة تطبيع الخرسانة، سيأخذ المهندس أو يشرف على إجراء اختبارات الهبوط، أو أسطوانات أو قلوب الاختبار لإجراء فحوصات تحديد التصلب.

١١-١٩قبول الأعمال:

يجب التحكم في جميع المواد والأعمال وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية) ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل، يجب على المقاول أن يطبق ضبط الجودة لأعمال إنشاء الهيكل الخرساني بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

يجب على السلطة المختصة تطبيق ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة الخاصة بالمقاول، إما بالإشراف المباشر، أو بتنفيذ إجراءات ضمان الجودة تنفيذًا محايدًا، باستخدام اختبار على عينات تمثيلية، وبأعداد كافية للحكم على مستوى الجودة، وقبول الأعمال المنفذة، أو رفضها وفقًا للمبادئ المذكورة بالتفصيل أدناه في الجزأين (١١-١٩-١) و(١١-١٩-٢).

١١-١٩-١ ضبط الجودة:

التحكم في المواد والأعمال الخرسانية في إنشاء الهياكل الإنشائية وفقًا لمتطلبات إنتاج الخرسانة في الأجزاء الفرعية (١١-٣-١)، و(١١-٣-٢)، و(١١-٣-٣)، و(١١-٣-٤)، والجزء الفرعي (١١-٤-٤)، تفحص عمليات مواد الخلط؛ للتحكم والتأكد من أن جميع نسب الخلط صحيحة، بالإضافة إلى تطابق نسبة الماء/الأسمنت لمتطلبات الجزء (١١-٤)، والمواصفات المذكورة في الجدول (١١-١٨)، تستخدم النسب المسموح بها من المواد المضافة الكيميائية والمعدنية المذكورة في الجزء الفرعي (١١-٤-٤)، في حالة ما إذا كانت مستندات العقد تتضمن إذنًا باستخدام المزيج في الخرسانة، يكون التخزين، والقياسات، وكميات الخليط، وأخذ عينات من إنتاج الخرسانة وفقًا للجزء (١١-٥).

لقبول العمل؛ يجرى اختبار لمقاومة الانضغاط على عينات الخرسانة وفقًا لتكرار الاختبار ومتطلبات القبول المذكورة في الجزء الفرعي (١١-٥-٧).

يجب اتخاذ الاحتياطات حسب الحاجة لحماية الخرسانة من التلف؛ بسبب الطقس، أو الظروف البيئية الأخرى أثناء فترات الصب والمعالجة وفقًا للجزء (١١-٦).

١١-١٩-٢ ضمان الجودة:

تمتلك السلطة المختصة الحق في التأكد من مطابقة جودة خلط الخرسانة، وإنتاجها، ومعالجتها، وصبها للمواصفات المطلوبة للحصول على القوة المطلوبة، بإجراء أو إصدار أوامر للغير تحت إشرافها بإجراء الاختبارات التي تضمن جودة الخرسانة. أيضًا، يحق لهيئة جسور الطرق السريعة ضمان نتائج الاختبار المحددة إذا كان هناك أي شك في نتيجة الاختبار بمطالبة المقاول بإجراء الاختبار المطلوب على الخرسانة في الموقع.

١١-٢٠ القياس والدفع:

١١-٢٠-١ القياس:

باستثناء الخرسانة في مكونات العمل التي يدفع لها بموجب بنود العطاء الأخرى، يجب أن تقاس جميع الخرسانة الخاصة بالمنشآت إما بالمتر المكعب لكل فئة من الخرسانة المدرجة في مستندات العقد، أو بالوحدة لكل نوع من أنواع الخرسانة سابقة الصب المدرجة في وثائق العقد.

عندما تقاس بالمتر المكعب، يجب أن تحسب كمية الخرسانة من الأبعاد الموضحة بمستندات العقد، أو التي يصرح بها المهندس كتابةً مع الاستثناءات الآتية:

- يجب ألا تضمن أو تخصم كمية الخرسانة المستخدمة في الشرائح، والكسور، والشقوق التي تبلغ (٦٤٥ مم^٢) أو أقل في منطقة المقطع العرضي.
- إن وجد بند عطاء للخرسانة سيستخدم كطبقة مانعة للتسرب في السدود المؤقتة، ويجب أن تتضمن كمية هذه الخرسانة التي سيدفع ثمنها الحجم الفعلي للطبقة المانعة للتسرب المستخدمة، ولكن يجب -بأي حال من الأحوال- ألا يتجاوز الحجم الإجمالي المقيس ناتج المساحة بين الأسطح الرأسية (٣٠٠ ملم) خارج الخطوط المرتبة لطبقة منع التسرب على النحو الموضح في وثائق العقد وسمك طبقة منع التسرب، ويجب أن يكون سمك طبقة منع التسرب التي يجب دفع ثمنها هو السمك المحدد في مستندات العقد، أو التي يطلبها المهندس كتابةً.

سيكون عدد الأعضاء الخرسانية مسبقة الصب من كل نوع مدرج في مستندات العقد هو عدد الأعضاء المقبولة من كل نوع التي تزود وتركب في العمل.

ستقاس مجموعات دروع التمدد المشتركة وتدفع قيمتها.

عندما يعرض بديل أو خيار في مستندات العقد، يجب أن تحسب كميات الخرسانة على أساس الأبعاد المحددة في مستندات العقد ويجب ألا يجر أي تغيير في الكميات المقيسة للدفع بسبب استخدام المقاول لهذه البدائل أو الخيارات.

١١-٢٠-٢ الدفع:

يجب أن تدفع قيمة الأمتار المكعبة من الخرسانة، وعدد أعضاء الخرسانة مسبقة الصب، كما قيست أعلاه لكل نوع من الفئات المدرجة في مستندات العقد، مقابل أسعار العقد للمتر المكعب أو أسعار العقد لكل عضو.

يجب أن يعد الدفع مقابل الخرسانة من الفئات المختلفة والأعضاء الخرسانية مسبقة الصب من مختلف الأنواع بمثابة تعويض كامل عن تكلفة توريد العمالة، والمواد، والمعدات، والنفقات؛ وللقيام بجميع الأعمال التي ينطوي عليها إنشاء الأعمال الخرسانية كاملة في مكانها، كما هو محدد في مستندات العقد، يجب أن يؤخذ هذا الدفع بأنه يشمل التعويض الكامل عن التوريد ووضع حشوات وصلات التمدد، والوصلات المانعة للتسرب، وموانع المياه، والمصارف، والفتحات، والأجهزة المعدنية المتنوعة، وحفر الثقوب للمسامير وحشو المسامير في الثقوب المحفورة، ما لم تحدد قيمة الدفع مقابل هذا العمل في مستندات العقد ليضمّن في بند عطاء آخر.

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يعد الدفع مقابل أعضاء الخرسانة مسبقة الصب بمثابة تعويض كامل عن تكلفة جميع حديد التسليح، ومواد الإجهاد المسبق، والعناصر الأخرى المضمنة في العضو وتشييد الأعضاء.

سيدفع تحت بند واحد أو أكثر من البنود الواردة في متطلبات التحكم للهياكل الخرسانية الموضحة في الجدول (١١-٦). تُعرض متطلبات ضبط الجودة للهياكل الخرسانية في الجدول (١١-٧).

الجدول (١١–١٦) بنود الدفع للهياكل الخرسانية.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١-٣-١١	الخرسانة ذات الوزن العادي	م^{٣}
٢-٣-١١	الخرسانة خفيفة الوزن	م^{٣}
١-١١-١١	فواصل الانكماش	المتر الطولي
٢-١١-١١	فواصل التمدد	المتر الطولي
١-٢-١٢-١١	بلاطة الاقتراب	م^{٢}
٢-٢-١٢-١١	تراكب سطح الجسر	م^{٢}
١-١٥-١١	الخرسانة مسبقة الصب	بالقطعة
١-١٦-١١	الملاط والمونة	المبلغ الإجمالي
١-١٩-١١	الخرسانة للهياكل الصغيرة	م^{٣}

الجدول (١١–١٧) متطلبات ضبط الجودة للهياكل الخرسانية.

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
تقييم الخرسانة واعتمادها		معدل تكرار الاختبار (SBC)	اختبار الضغط	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة لكل ١٢٠ م^{٣} أو مرة واحدة لكل ٥٠٠ م^{٢}	الجزء الفرعي (١١-٦-٧)
		اختبار وتصحيح الأسطح	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	جميع الأسطح	القسم الفرعي (١١-١٢-٢-٤)
الجسور القطاعية		التحكم الهندسي	تحقق من الارتفاعات والمحاذاة	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	كل قطاع	القسم الفرعي (١١-١٨-١-٢)
تشطيب الأسطح الخرسانية المشكلة	الفئة ١: تشطيب السطح العادي	يجب أن تكون الأسطح الناتجة صحيحة وموحدة	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (١١-١٤-٢)
	الفئة ٢: تشطيب بالحك	ملمس ناعم ولون موحد	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (١١-١٤-٣)
	الفئة ٣: تشطيب بالأدوات	يجب عدم عمل أي أدوات حتى تُثبَّت الخرسانة مدة أربعة عشر يومًا على الأقل	عدد الأيام	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (١١-١٤-٤)
	الفئة ٤: تشطيب السفع الرملي	يجب أن يكون السطح الناتج دقيق الحبيبات	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (١١-١٤-٥)

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
	الفئة ٥: سلك تشطيب مصقول أو مغسول	امسح السطح بسلك صلب، أو فرش ليفية باستخدام محلول حمض المرياتيك	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	مرة واحدة	الجزء الفرعي (١١-١٤-٦)

الجدول (١١–١٨) مواصفات AASHTO وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Portland Cement	المواصفة القياسية للأسمنت البورتلاندي	M85	C150	كما هو محدد.
Standard Specification for Blended Hydraulic Cements	المواصفة القياسية للأسمنت الهيدروليكي المخلوط	M240	C595	كما هو محدد.
Standard Performance Specification for Hydraulic Cement	مواصفة الأداء القياسية للأسمنت الهيدروليكي	----------	C1157	كما هو محدد.
Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement	المواصفة القياسية للإسمنت الهيدروليكي التمددي	----------	C845	كما هو محدد.
Standard Specification for Fine aggregate for Portland cement concrete	المواصفة القياسية للركام الناعم لخرسانة الأسمنت البورتلاندي	M6	C897- 05	كما هو محدد.
Standard Specification for coarse aggregate for Portland cement concrete	المواصفة القياسية للركام الخشن لخرسانة الأسمنت البورتلاندي	M80	C33-07	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M21	A709/A709M	كما هو محدد.
Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete.	المواصفة القياسية للركام خفيف الوزن المستخدم في الخرسانة الهيكلية.	M195	C330	كما هو محدد.
Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete	المواصفة القياسية لرماد الفحم المتطاير والبوزولان الطبيعي الخام أو المكلس المستخدم في الخرسانة	M295	C618	كما هو محدد.
Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures	المواصفة القياسية لغبار السيليكا المستخدم في الخلطات الإسمنتية	M307	C1240	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars	المواصفة القياسية لإسمنت الخبث المستخدم في الخرسانة والمونة	M302	C989	كما هو محدد.
Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete	المواصفة القياسية للمضافات الكيميائية للخرسانة	M194	C494/C494M	كما هو محدد.
Standard Specification for Air Entraining Admixtures for Concrete	المواصفة القياسية للمضافات الحابسة للهواء المستخدمة في الخرسانة	M154	C260	كما هو محدد.
Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method	طريقة الاختبار القياسية لمحتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا باستخدام طريقة الضغط	T152	C231	محتوى الهواء الظاهر أقل من ٠,١٪
Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method	طريقة الاختبار القياسية لمحتوى الهواء في الخرسانة المخلوطة حديثًا باستخدام الطريقة الحجمية	T196	C173/C173M	النسبة المئوية للهواء أقل من ٠,٢٥٪
Air content of freshly mixed concrete by the chace indicator	محتوى الهواء للخرسانة المخلوطة حديثًا بواسطة مؤشر تشيس	T199	----------	محتوى الهواء أقل من ٠,١٪
Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars Using 2-in or [50-mm] Cube Specimens	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة انضغاط المونة الأسمنتي الهيدروليكي باستخدام عينات مكعبة حجمها ٢ بوصة أو [٥٠ ملم]	----------	C109	≥ ٩٠٪ من القوى من عينات مماثلة مصنوعة من مياه الشرب
Specification for Ready-Mixed Concrete	المواصفة للخرسانة الجاهزة سابقة الخلط	----------	C94	كما هو محدد.
Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing	مواصفة الخرسانة المصنوعة عن طريق الخلط الحجمي على دفعات والخلط المستمر	----------	C685	كما هو محدد.
Method of Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory	طريقة صُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في المختبر	----------	C192	كما هو محدد.
Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air Void System in Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية للتحديد المجهري لمعلمات نظام الفراغات الهوائية في الخرسانة المتصلبة	----------	C457	عامل تباعد القوى ≥ ٠,٢ ملم

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete	المواصفة القياسية لرماد الفحم المتطاير، والبوزولان الطبيعي الخام، أو المكلس المستخدم في الخرسانة	M295	C618	كما هو محدد.
Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars	المواصفة القياسية لإسمنت الخبث المستخدم في الخرسانة والمونة	M302	C989	كما هو محدد.
Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures	المواصفة القياسية لغبار السيليكا المستخدم في الخلطات الإسمنتية	M307	C1240	كما هو محدد.
Standard Specification for Ready Mixed Concrete	المواصفة القياسية للخرسانة المخلوطة الجاهزة	M157	C94/C94M	كما هو محدد.
Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete	الممارسة القياسية لأخذ عينات من الخرسانة المخلوطة حديثًا	T141	C172	كما هو محدد.
Standard Test Method for Density Unit Weight, Yield, and Air Content Gravimetric of Concrete	طريقة الاختبار القياسية لكثافة الخرسانة بوزن الوحدة، وحجمها الفعلي، ومحتوى الهواء فيها بقياس الثقل النوعي	T121	C138/C138M	وفقًا للإجراءات والحسابات المحددة
Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates	طريقة الاختبار القياسية للتحليل المنخلي للركام الناعم والخشن	T27	C136	وفقًا للإجراءات والحسابات المحددة
Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete	طريقة الاختبار القياسية لهبوط خرسانة الإسمنت الهيدروليكي	T119	C143C/C143M	صب الخرسانة إلى أقرب ٥ ملم
Standard Test Method for Density, Relative Density Specific Gravity, and Absorption of Fine Aggregate	طريقة الاختبار القياسية لتحديد الكثافة والثقل النوعي النسبي، والجاذبية الخاصة للركام الدقيق	T84	C128	كما هو محدد.
Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete	طريقة الاختبار القياسية لتحديد كثافة الخرسانة الهيكلية الإنشائية خفيفة الوزن	----------	C567	ستكون كثافة التوازن أقل بحوالي ٨٠ إلى ١٦٠ كجم/م ٣ من الكثافة الجديدة
Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في المختبر	T126	C 192/C192M	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في الموقع	T23	C31/C31M	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens	طريقة الاختبار القياسية لاختبار مقاومة عينات الخرسانة الأسطوانية للضغط	T22	C39/C39M	وفقًا للإجراءات والحسابات المحددة
Method of Sampling Freshly Mixed Concrete.	طريقة أخذ عينات من الخرسانة المخلوطة حديثًا.	----------	C172	وفقًا للإجراءات المحددة
Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field	ممارسة صُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في الموقع	----------	C31	وفقًا للإجراءات المحددة
Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete	طريقة لأخذ العينات اللبية المحفورة وعينات الكمرات المنشورة من الخرسانة واختبارها	----------	C42M	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete	طريقة الاختبار القياسية للكلوريد القابل للذوبان في الماء المستخدم في المونة والخرسانة	----------	C1218	حد الكلوريد (بنسبة كتلة الأسمنت) = (٠,٠٦) للخرسانة سابقة الإجهاد، و(٠,١٥) لخرسانة التسليح في حالة رطبة، و(٠,٣) لخرسانة التسليح في حالة جافة
Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction No extruding and Resilient Bituminous Types	المواصفة القياسية لمادة حشو فاصلة التمدد مسبقة التشكيل لرصف الخرسانة والإنشاء الهيكلي من أنواع البيتومين غير المقذوفة والمرنة	M213	D1751	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction	المواصفة القياسية للحشوات المطاطية الإسفنجية مسبقة التشكيل، والفِلِّين، وفاصل توسيع كلوريد متعدد الفينيل المعاد تدويره لرصف الخرسانة والإنشاء الهيكلي	M153	D1752	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Bituminous Type	المواصفة القياسية لمادة حشو وصلات التمدد مسبقة التشكيل للخرسانة من نوع البيتومين	M33	D994	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Test Methods for Breaking Load and Flexural	أساليب الاختبار القياسية لحمل الكسر وخصائص	----------	C203	وفقًا للإجراءات المحددة

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Properties of Block-Type Thermal Insulation	الانثناء للعزل الحراري من النوع الكتلي			
Standard Specification for Joint Sealant, Hot-Applied, Elastomeric-Type, for Portland Cement Concrete Pavements	المواصفة القياسية لمانع تسرب الفواصل اللدائنية المرنة والمصبوبة على الساخن المستخدمة في الأرصفة الخرسانية المصنوعة من الأسمنت البورتلاندي	M282	D3406	كما هو محدد.
Joint sealants, Hot-Poured, for concrete and Asphalt Pavements	مانعات تسرب الفواصل، المصبوبة على الساخن، لأرصفة الخرسانة والأسفلت	M301	----------	وفقًا للإجراءات المحددة
Standard Test Methods for Density and Specific Gravity Relative Density of Plastics by Displacement	طرق الاختبار القياسية للكثافة والثقل النوعي النسبي للبلاستيك عن طريق الإزاحة	----------	D792	الثقل النوعي أقل من ١,٣٥ ميجاباسكال
Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness	أسلوب الاختبار القياسي لخاصية المطاط – صلابة مقياس التحمل	----------	D2240	صلابة مقياس التحمل = ٧٥ ± ٥
Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers – Tension	أساليب الاختبار القياسية لخصائص شد المطاط الحراري المفلكن واللدائن الحرارية	----------	D412	الاستطالة = ٣٥٠٪ ومقاومة الشد = ١٢,٤١ ميجاباسكال
Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact	طريقة الاختبار القياسية لدرجة الهشاشة للبلاستيك والمطاط عن طريق التأثير	----------	D746	القصافة على البار – ٣٧ درجة مئوية
Standard Test Method for Apparent Bending Modulus of Plastics by Means of a Cantilever Beam	طريقة الاختبار القياسية لمعامل الانحناء الظاهري للبلاستيك من خلال حزمة الكابولي	----------	D747	مقاومة الانثناء = ٢,٤ ميجاباسكال
Standard Specification for Copper Sheet, Strip, Plate, and Rolled Bar	المواصفة القياسية للألواح والصفائح والشرائح والقضبان المدلفنة المصنوعة من البرونز الفسفوري	M138M/M138	B152/B152M	كما هو محدد.
Standard Test Methods for Breaking Load and Flexural Properties of Block-Type Thermal Insulation	أساليب الاختبار القياسية لحمل الكسر وخصائص الانثناء للعزل الحراري من النوع الكتلي	----------	C203	مقاومة الانثناء ٢٤٠ كيلو باسكال، وقوة الخضوع الانضغاطية بين ١١٠ و٢٧٥ كيلوباسكال، عند ضغط ٥٪

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete	المواصفة القياسية لمركبات تشكيل الغلاف السائل المستخدمة لمعالجة الخرسانة	M148	C309	يجب ألا تتسرب أكثر من ٥٥ كجم من الماء لكل متر مربع من البلاطة الخرسانية خلال ٧٢ ساعة
Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete	المواصفة القياسية لمواد الصفائح المستخدمة لإيناع الخرسانة	M171	C171	يجب ألا يقل سمك البلاستيك عن ٤ أميال، وأن يكون مقوى بألياف زجاجية
Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance	طريقة الاختبار القياسية لزمن شك الخلطات الخرسانية باستخدام مقاومة الاختراق	T197	C403/C403M	قراءة مقاومة اختراق واحدة على الأقل تساوي أو تتجاوز (٢٧,٦ ميجاباسكال)
Standard Specification for Epoxy.Resin.Base Bonding Systems for Concrete	المواصفات القياسية لأنظمة ربط الإيبوكسي والراتنج والقاعدة للخرسانة	M235M/M235	C881/C881M	كما هو محدد.
Standard Test Method for Gel Time and Peak Exothermic Temperature of Reacting Thermosetting Resins Withdrawn 2008	طريقة الاختبار القياسية لوقت الهلام ودرجة الحرارة الطاردة للحرارة القصوى لتفاعل الراتنجات التفاعل بالحرارة، سُحبت عام ٢٠٠٨	----------	D2471	كما هو محدد.
Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في المختبر	T126	C192	كما هو محدد.
Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete Using Simple Beam with Third-Point Loading	طريقة الاختبار القياسية لاختبار مقاومة الثني للخرسانة باستخدام شعاع بسيط مع النقطة الثالثة للتحميل	T97	C78	يكون عامل الربط بالإيبوكسي مقبولاً إذا كان الحمل على المنشور عند الفشل أكبر من ٩٠٪ من الحمل على حزمة الاختبار المرجعية عند الفشل
Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics	طريقة الاختبار القياسية للخصائص الانضغاطية للبلاستيك الصلب	----------	D695	يجب أن تكون مقاومة الانضغاط عند ٢٥ درجة مئوية (٢٥ درجة مئوية) بحد أدنى ١٤ ميجاباسكال بعد أربع وعشرين ساعة من المعالجة عند أدنى درجة حرارة لنطاق درجة حرارة الاستخدام المحدد ٤٠ ميجاباسكال عند ثماني وأربعين ساعة
Standard Test Method for Deflection Temperature of Plastics under Flexural Load in the Edgewise Position	طريقة الاختبار القياسية لدرجة حرارة انحراف البلاستيك تحت حمل ثني موضع الحافة	----------	D648	توفر درجة حرارة انحراف لا تقل عن خمسين درجة مئوية (٥٠ درجة مئوية) عند تحميل إجهاد ألياف يبلغ ١,٨ ميجاباسكال في عينات الاختبار المعالجة مدة سبعة أيام عند ٢٥ درجة مئوية (٢٥ درجة مئوية)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens	طريقة الاختبار القياسية لاختبار مقاومة عينات الخرسانة الأسطوانية للضغط	T22	C39/C39M	يعد عامل الربط بالإيبوكسي مقبولاً لنطاق درجة حرارة الاستخدام المعين إذا كان الحمل على عينة الأسطوانة المائلة أكبر من ٩٠٪ من الحمل على الأسطوانة المصاحبة
Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement	المواصفة القياسية للإسمنت الهيدروليكي التمددي	----------	C845	كما هو محدد.

١٢- حديد التسليح:

١٢-١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من توريد حديد التسليح ووضعه وفقًا لهذا المجلد وبما يتوافق مع مستندات العقد.

١٢-١-١ عام:

يجب أن تتشوه جميع قضبان التسليح فيما عدا القضبان العادية التي يجب أن تستخدم في الأشكال الحلزونية والروابط.

يجب أن يتوافق حديد التسليح مع المتطلبات الواردة في هذه الوثيقة.

١٢-٢ المواد:

١٢-٢-١ حديد التسليح المطلي:

يجب أن يكون حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي مطابقًا للجزء الفرعي (١٢-٢-٢).

عندما تكون هناك حاجة لطلاء الإيبوكسي لقضبان حديد التسليح، يجب أن تتوافق مواد الطلاء والعملية، والتصنيع، والمناولة، وتحديد القضبان، وإصلاح الطلاء التالف الذي يحدث أثناء التصنيع والمناولة إلى نقطة الشحن إلى موقع العمل لمتطلبات (AASHTO M284M/M284 (ASTM D3963/D3963M)، أو إلى (ASTM A934/A934M)، على النحو المحدد في مستندات العقد.

يجب طلاء قضبان حديد التسليح المطلية بالإيبوكسي في مصنع معتمد لطلاء الإيبوكسي وفقًا لبرنامج الاعتماد التطوعي لمعهد حديد التسليح الخرساني لمصانع تطبيق طلاء الإيبوكسي بالربط بالانصهار، أو ما يعادلها.

يجب أن يتوافق السلك المطلي بالإيبوكسي ونسيج الأسلاك الملحومة مع متطلبات (ASTM A884/A884M)، الفئة (أ).

يجب أن تكون كل شحنة من حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي مصحوبة بشهادة امتثال موقعة من قِبل القائم بالطلاء، وتثبت قضبان حديد التسليح المطلية بالإيبوكسي ويجب أن تتوافق مع متطلبات (AASHTO M317M/M317 (ASTM D3963/D3963M)، و(AASHTO M284M/M284 (ASTM A775/A775M أو ASTM A934/A934M)، أو أن الأسلاك المطلية بالإيبوكسي أو نسيج الأسلاك الملحومة تتوافق مع (ASTM A 884/A 884M)، الفئة (أ).

١٢-٢-٢ حديد التسليح غير المطلي:

يجب أن يكون حديد التسليح غير المطلي مطابقًا لإحدى المواصفات الآتية:

- قضبان حديدية-حديدية مشوهة ومسطحة لتسليح الخرسانة ((AASHTO M31M/M31 (ASTM A615/A615M)، يجب استخدام الدرجة (٤٢٠) ما لم يُنص على خلاف ذلك في مستندات العقد.
- قضبان الحديد المعدنية والقضبان المستوية ذات المحاور المعدنية لتسليح الخرسانة (AASHTO M322M/M322 (ASTM A 996/A996M))، يجب استخدام حديد من الدرجة (٤٢٠) ما لم يُنص على خلاف ذلك في مستندات العقد.
- قضبان الحديد المستوية والمشوهة منخفضة السبائك لتسليح الخرسانة (ASTM A706 / A706M).
- الأسلاك المعدنية المشوهة لتسليح الخرسانة ((AASHTO M225M/M225 (ASTM A496).
- نسيج أسلاك الفولاذ العادي الملحوم لتسليح الخرسانة ((AASHTO M55M/M55 (ASTM A185).
- الأسلاك المعدنية المستوية لتسليح الخرسانة ((AASHTO M32M/M32 (ASTM A82).
- تسليح بالأسلاك المعدنية الملحومة، المشوهة، للخرسانة ((AASHTO M221M/M221 (ASTM A497).

١٢-٢-٣ قضبان التسليح من الفولاذ المقاوم للصدأ:

عندما يحدد ذلك في مستند العقد، يجب أن تتوافق قضبان التسليح المشوهة أو العادية المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ مع متطلبات (.ASTM A955/A955M).

١٢-٢-٤ قضبان حديد التسليح الفولاذي منخفضة الكربون والكروم:

إن حدد في مستندات العقد، يجب أن تتطابق قضبان حديد التسليح المشوهة، منخفضة الكربون والكروم مع متطلبات (ASTM A1035/A1035M.).

١٢-٢-٥ قوائم القضبان ومخططات الانحناء:

عندما لا تتضمن مستندات العقد قوائم تفصيلية للقضبان ومخططات الانحناء، يجب أن يقدم المقاول هذه القوائم والمخططات إلى المهندس لمراجعتها والموافقة عليها، يجب ألا يبدأ تصنيع المواد حتى تصدر الموافقة على هذه القوائم، يجب ألا تعف الموافقة على قوائم القضبان ومخططات الانحناء المقاول من المسؤولية عن صحة هذه القوائم والمخططات، يجب أن يتحمل المقاول أي نفقات حدثت لمراجعة المواد المقدمة وفقًا لهذه القوائم والمخططات لكي تصبح متوافقة مع رسومات التصميم.

١٢-٣ التصنيع:

١٢-٣-١ الانحناء:

يجب أن تقطع قضبان حديد التسليح وتثنى حسب الأشكال الموضحة في مستندات العقد، ويجب أن تكون التفاوتات المسموح بها متوافقة مع (ACI 315-92.)، يجب ثني جميع القضبان على البارد، ما لم يُسمح بخلاف ذلك. يجب عدم ثني القضبان المغروسة جزئيًا في الخرسانة بصورة ميدانية إلا كما هو محدد في مستندات العقد.

١٢-٣-٢ أبعاد الخطافات والانحناء:

يجب أن تكون أبعاد الخطافات وأقطار الانحناءات المقيسة داخل القضيب كما هو موضح بمستندات العقد، إن لم توضح أبعاد الخطافات أو قطر الانحناءات، يجب أن تكون متوافقة مع البابين (٧) و(١٣) من (SBC 304C ،SBC 304).

١٢-٣-٣ تقارير اختبار الطحن:

عندما تقطع قضبان حديد التسليح المعدنية، بخلاف القضبان المطابقة لـ (ASTM A706/A706M)، باللحام أو عند الطلب، يجب أن تقدم نسخة مصدقة من تقرير اختبار الطحن التي توضح التحليل الفيزيائي والكيميائي لكل حرارة أو مجموعة من قضبان حديد التسليح إلى المهندس.

١٢-٤ طرق الإنشاء:

١٢-٤-١ المناولة والتخزين والحالة السطحية لحديد التسليح:

يجب أن يخزَّن حديد التسليح فوق سطح الأرض على منصات، أو منزلقات، أو دعامات أخرى، ويجب حمايته من التلف الميكانيكي وتدهور السطح الناتج من التعرض لظروف تسبب الصدأ، عند وضعه في العمل، يجب أن يكون حديد التسليح خاليًا من الأوساخ، أو الصدأ، أو القشور السائبة، أو المونة، أو الطلاء، أو الشحوم، أو الزيوت، أو الطلاءات غير المعدنية الأخرى التي قد تقلل الالتصاق، يجب أن يُسمح بطلاء الإيبوكسي لحديد التسليح وفقًا للمواصفات الواردة في هذا القانون. يجب أن يكون حديد التسليح خاليًا من العيوب، مثل؛ الشقوق، والصفائح، يجب ألا يكن الصدأ في اللحام، أو اللحامات السطحية، أو الاختلافات السطحية، أو مقياس الطحن سببًا للرفض، شرط أن يلبي الحد الأدنى من الأبعاد، ومساحة المقطع العرضي، وخصائص الشد للعينة المصقولة يدويًا بالفرشاة المتطلبات الفيزيائية لحجم الحديد المحدد ودرجته.

يجب أن يكون التعامل مع حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي وتخزينه بطرق لا تضر بطبقة الإيبوكسي، يجب أن تحتوي جميع أنظمة مناولة حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي على مناطق تلامس مبطنة بشكل مناسب، يجب أن تكون جميع شرائط التجميع مبطنة ويجب أن ترفع جميع الحزم بدعامة قوية، أو دعامات متعددة، أو جسر منصة؛ لمنع انتشار التآكل من قضيب إلى قضيب أو سلك إلى سلك في الحزم. يجب ألا تسقط القضبان أو الحزم أو تسحب، يجب أن ينقل حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي ويخزَّن على دعامات خشبية أو مبطنة.

يجب حماية حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي على الفور من أشعة الشمس، ورذاذ الملح، والتعرض للعوامل الجوية، يجب اتخاذ تدابير لتدوير الهواء حول حديد التسليح المحمي لتقليل التكثيف تحت الغطاء الواقي.

١٢-٤-٢ الوضع والتثبيت:

١٢-٤-٢-١ عام:

يجب أن يوضع حديد التسليح بدقة كما هو موضح في مستندات العقد، ويثبَّت بإحكام في مكانه أثناء صب الخرسانة ويوحَّد، يجب أن تربط القضبان عند جميع التقاطعات حول محيط كل حصيرة وعلى مراكز لا تقل عن (٦٠٠ ملم)، أو عند كل تقاطع أيهما أكبر، في أي مكان آخر، يجب أن تربط القضبان المجمعة معًا في مركز لا يزد عن (١,٨ م)، لتثبيت حديد التسليح المطلي بالإيبوكسي؛ يجب أن يكون سلك الربط والمشابك المعدنية مطلية بالبلاستيك أو مطلية بالإيبوكسي. إذا شحن نسيج الأسلاك الملحومة غير المطلية على شكل لفائف، يجب أن تقوَّم لتصبح صفائح مسطحة قبل وضعها، يجب ألا يسمح بلحام القضبان المتقاطعة (اللحام النقطي) لتجميع حديد التسليح ما لم يأذن المهندس بذلك كتابيًا.

١٢-٤-٢-٢ أنظمة الدعم:

يجب أن يدعم حديد التسليح في موضعه الصحيح باستخدام كتل خرسانية مسبقة الصب، أو دعامات قضبان سلكية، أو قضبان تكميلية، أو غيرها من الأجهزة المعتمدة، يجب أن تكون دعامات أو أجهزة التسليح بهذا الارتفاع وتوضع على فترات متكررة بصورة كافية للحفاظ على المسافة بين حديد التسليح، والسطح المشكل، أو السطح العلوي لألواح السطح في حدود (٦ ملم) من ذلك المحدد في مستندات العقد.

يجب أن تُدعم الأرصفة اللازمة لدعم العاملين والمعدات أثناء صب الخرسانة على الأشكال مباشرة، وليس على حديد التسليح.

١٢-٤-٢-٣ الكتل الخرسانية مسبقة الصب:

يجب أن يكون للكتل الخرسانية مسبقة الصب قوة ضغط لا تقل عن مقاومة الخرسانة المركبة فيها، ويجب ألا يتجاوز حجم واجهة المباني الملتحمة بالأشكال للأسطح المكشوفة (٥٠ × ٥٠ ملم)، ويجب أن يكون له اللون والسطح الذي يتناسب مع سطح الخرسانة. وعند الاستخدام على الأسطح الرأسية أو المائلة، يجب أن يكون لهذه الكتل سلك مضمن لإحكام تركيب الواجهة بحديد التسليح، وعند الاستخدام في البلاط، يجب أن يُستخدم سلك الربط، أو أخدود أعلى الكتلة عندما يكون وزن (كتلة) حديد التسليح كافيًا لإحكام تركيب الكتل الموجودة. أما فيما يتعلق بالقضبان المطلية بالإيبوكسي، فيجب أن تكون أسلاك الربط مطلية بالبلاستيك أو الإيبوكسي.

١٢-٤-٢-٤ دعامات قضيب سحب الأسلاك:

يجب أن تتطابق دعامات قضيب سحب الأسلاك، مثل؛ الكراسي المعدنية الحديدية، والمساند، مع معايير الصناعة كما هو مذكور في دليل الممارسة القياسية لمعهد حديد تسليح الخرسانة، ويجب أن تكون هذه الكراسي أو المساند التي تحمل مقابل الأشكال مع الأسطح المكشوفة إما من الحماية القصوى، الفئة ١؛ محمية بالبلاستيك، أو الفئة ٢؛ الحماية المعتدلة، الفئة ب؛ الطرف من الحديد، حيث يتوافق الحديد مع (ASTM A493,) النوع (٤٣٠)، وفيما يتعلق بالتسليح المطلي بالإيبوكسي، لا بد أن تكون جميع تدعيمات القضيب السلكي مطلية بالبلاستيك أو الإيبوكسي.

١٢-٤-٢-٥ التعديلات:

يجب ضبط التسليح سابق الإجهاد المستخدم في الخرسانة بعد الشد، أو إعادة تحديد مكانه أثناء تركيب القنوات، وكابلات الشد، أو شدها مسبقًا حسب اللازم لتوفير خلوص مخطط له لكابلات الشد سابقة الإجهاد، ومعدات الضغط حسبما يقرر المهندس.

١٢-٤-٢-٦ إصلاح طلاء الإيبوكسي التالف:

إضافة إلى متطلبات الجزء الفرعي (١١-٢-١)، يجب إصلاح جميع الطلاء التالف الموجود على قضبان التسليح المطلية بالإيبوكسي الذي قد ينشأ عند نقل قضبان التسليح، أو مناولتها، أو تركيبها، ويجب ألا يتجاوز مقدار المناطق المتضررة التي عولجت (٢٪) من منطقة السطح في كل قضيب أطوال (٣٠٠ ملم)، وفي حالة تجاوز مقدار الطلاء التالف أثناء النقل، أو المناولة، أو التركيب (٢٪) من منطقة السطح في كل قضيب أطوال (٣٠٠ ملم)، يجب أن يستبعد ذلك القضيب ويستبدل بقضيب مقبول مطلي بالإيبوكسي. ويجب ألا يتجاوز مقدار المناطق المغطاة بمادة الرقعة أثناء الإصلاحات في جميع مراحل العمل (٥٪) من إجمالي منطقة سطح أي قضيب، ويجب أن تكون مادة الرقعة مؤهلة مسبقًا حسب اللازم لمادة الطلاء والتغطية، ويجب إما أن يحدد على العبوة بأنها تفي بمتطلبات الملحق (AASHTO M317M/M317 (ASTM D3963/D3963M) A1)، و(AASHTO M284M/M284 (ASTM A775/A775M))، أو الملحق (أ١) من (ASTM A934/A934M)، أو يجب أن تكون مصحوبة بشهادة التزام تثبت أن المادة تفي بمتطلبات الملحق (أ١)؛ يجب ترقيع المناطق التالفة وفقًا لتوصيات الجهة المصنعة لمادة الرقعة. وفي نفس الوقت، يجب أن تكون الرقع قد أصبحت مناسبة تمامًا قبل وضع الخرسانة على القضبان المطلية.

١٢-٤-٣ توصيل القضبان:

١٢-٤-٣-١ عام:

يجب أن تجهز قضبان التسليح بكامل الأطوال كما هو وارد في مستندات العقد، ما لم يُصرح بخلاف ذلك. وما لم تكن الوصلات المحددة في مستندات العقد والوصلات التي بقطر (١٦ ملم) أو قضبانًا أصغر، فيجب ألا تُوصل القضبان بدون موافقة مكتوبة من المهندس، ويجب أن تكون الوصلات متقاربة قدر الإمكان.

١٢-٤-٣-٢ اللحام التشابكي:

يجب أن يكون اللحام التشابكي بالأطوال المحددة في مستندات العقد، وإن لم تذكر في مستندات العقد، يجب أن يكون طول اللحام وفقًا لما هو وارد في القسم الفرعي (٥-١٦-٥-٣-١)، أو القسم الفرعي (٥-١٦-٥-٥-١) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)، أو كما يحدد المهندس.

وفي اللحام التشابكي، يجب أن توضع القضبان وتربط بطريقة تحافظ على الحد الأدنى من المسافة التي تصل بسطح الخرسانة المذكورة في مستندات العقد. ويجب ألا يُستخدم اللحام التشابكي مع القضبان التي بقطر (٤٠ ملم)، و(٥٠ ملم)، ما لم ينص على خلاف ذلك في القسم الفرعي (٥-١٦-٥-٢-١)، أو القسم الفرعي (٥-١٦-٥-٥-١) من كود الطرق السعودي (٣١٠ تصميم الجسور والأنفاق).

١٢-٤-٣-٣ الوصلات الملحومة:

يجب ألا تُستخدم الوصلات الملحومة لقضبان التسليح ما لم تنص مستندات العقد على ذلك، أو إذا اعتمدها المهندس كتابة. ويجب أن يتوافق اللحام مع قضبان تسليح كود اللحام الإنشائي (ANSI/AWS D1.4)، ومستندات العقد.

ويجب ألا تُستخدم الوصلات الملحومة على قضبان التسليح المطلية بالإيبوكسي؛ لتجنب سخونة الطلاء، يجب عدم استخدام أي لحام بالقرب من القضبان المطلية بالإيبوكسي.

ويجب ألا تُستخدم الوصلات الملحومة مع قضبان التسليح المشوهة، أو التي تحتوي على كربون منخفض، أو الكروم، أو قضبان التسليح الحديدية التي تتوافق مع (ASTM A1035/A1035M).

١٢-٤-٣-٤ الوصل الميكانيكي:

يجب ألا يُستخدم الوصل الميكانيكي إلا إذا اعتمد مسبقًا أو حدد في مستندات العقد، أو إذا صرح به المهندس كتابة، ويجب أن يتطور الوصل الميكانيكي بالشد أو الضغط حسب اللازم بنسبة (١٢٥٪) من قوة الخضوع المحددة للقضيب الذي يوصل.

وفي حالة طلب المهندس، يجب أن يتخلص المقاول من وصلتين ميدانيتين من بين كل ١٠٠ بحد أقصى، أو أي جزء منها، موجودة في العمل ويختارها المهندس عشوائيًا، ويختبرها ليحدد مدى الالتزام بنسبة (١٢٥٪) المطلوبة من قوة الخضوع المحددة للقضيب الذي يُوصل.

١٢-٤-٣-٥ توصيل نسيج الأسلاك الملحومة:

يجب أن تُوصل هياكل نسيج الأسلاك الملحومة بتركيب كل منها وإدخالها في الأخرى بشكل كافٍ للحفاظ على قوة موحدة، يجب أن تُربط في النهايات والأطراف. ويجب ألا يتجاوز عرض وصلة التراكب الطرفية تشبيكة واحدة إضافة إلى (٥٠ ملم).

١٢-٤-٤ البدائل:

يجب ألا يُصرح باستبدال قضبان التسليح من مختلف الأحجام إلا إذا وافق المهندس على ذلك. ويجب أن يكون للقضبان البديلة مساحة تعادل تلك الخاصة بمنطقة التصميم أو أكبر، ويجب أن تتوافق مع متطلبات القسم الفرعي (٥-٧-٣-٤) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

١٢-٥ قبول الأعمال:

ينبغي أن تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. للحصول على الموافقة بالعمل؛ يجب على المقاول أن يطبق معايير ضبط الجودة بشأن تصنيع أعمال حديد التسليح وتركيبها بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة لضمان أن تفي المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة بمعايير الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ومستندات العقد الأخرى.

ويجب أن تطبق هيئة جسور الطرق معايير ضمان الجودة وتتحقق من اتباع المقاول لخطوات ضبط الجودة، إما بالإشراف المباشر، أو بتنفيذ إجراءات ضمان الجودة باختبار العينات بأعداد مناسبة للحكم على مستوى الجودة وقبول الأعمال المنفذة أو رفضها حسب المبادئ الواردة بالتفصيل في الفقرات التالية.

١٢-٥-١ ضبط الجودة:

ينبغي أن تخضع جميع أعمال التسليح للمراقبة حسب شروط إنتاج مواد التسليح الواردة في الجزء الفرعي (١٢-٢-١) للتسليح المطلي، والجزء الفرعي (١٢-٢-٢) للتسليح غير المطلي، وتراجع مخططات التسليح المشوهة وتفحص؛ للتأكد من سلامتها ومطابقتها لشروط الجزء الفرعي (١٢-٢-٣).

كذلك لا بد من مراجعة تقارير اختبار المصنع والتأكد من جودة الإنتاج، وأن التصنيع مطابق لمواصفات هذا الجزء والجدول (١٢-٥).

لكي يُقبل العمل؛ لا بد أن تتطابق جميع أعمال وضع قضبان التسليح في مكانها، وربطها ووصلها بالمواصفات الواردة في الجزء الفرعي (١٢-٤-٢)، و(١٢-٤-٣).

١٢-٥-٢ ضمان الجودة:

يحق للهيئة المختصة في أي وقت أن تضمن جودة أعمال قضبان التسليح، وتصنيعها، ومعالجتها ومناولتها، ووضع القضبان، وتوافقها مع المواصفات المطلوبة بتنفيذ الاختبارات التي تضمن جودة عمل قضبان التسليح أو مطالبة الغير بإجرائها تحت إشرافها، وهو ما يمكن فعله بطلب نتائج اختبار التصنيع والخطط الإنشائية.

١٢-٦ القياس والدفع:

١٢-٦-١ القياس:

يجب أن يستند قياس "قضيب التسليح" إلى العدد النظري للأطنان المكتملة المناسبة كما هو وارد في المخططات أو وضعها حسبما يطلب المهندس كتابة.

يجب ألا تدرج كتلة التسليح المستخدمة في عناصر، مثل؛ الحواجز، والعناصر مسبقة الصب؛ إذ إن سداد ثمن التسليح مدرج في ثمن العقد لهذا العنصر. ويجب أن تُدرج القضبان الملولبة أو المسامير الموضوعة بعد تثبيت العناصر مسبقة الصب في العمل، والمستخدمة لربط هذه العناصر الخاصة بالخرسانات المصبوبة في الموقع.

يجب ألا يوجد تعويض للمشابك، والأسلاك، والفواصل، والكراسي السلكية، والمواد الأخرى المستخدمة لربط التسليح المناسب، وفي حالة استبدال القضبان بناءً على طلب المقاول ونتيجة لاستخدام قضبان تسليح أكثر مما هو وارد في مستندات العقد، يجب ألا يُدرج سوى المبلغ المذكور في مستندات العقد.

كذلك يجب ألا تُدرج أي قضبان تسليح إضافية لازمة للوصلات غير المذكورة في مستندات العقد، ولكن مصُرح بها كما هو وارد في هذا المستند.

وفي نفس الوقت، يجب ألا يُصرف تعويض نظير كتلة طلاء الإيبوكسي عند حساب قضبان تسليح كتلة طلاء الإيبوكسي.

يجب أن تستند عملية حساب الأوزان إلى الجدول (١٢-١) والجدول (١٢-٢).

الجدول (١٢–١) قضبان التسليح القياسية.

تصميم القضيب (القطر)	القطر الاسمي (ملم)	المنطقة الاسمية (٢ ملم)	الكتلة الاسمية (كجم/م)
القطر ٦	٦	٢٨	٠,٢٢٢
القطر ٨	٨	٥٠	٠,٣٩٥
القطر ١٠	١٠	٧٩	٠,٦١٧
القطر ١٢	١٢	١١٣	٠,٨٨٨
القطر ١٤	١٤	١٥٤	١,٢١
القطر ١٦	١٦	٢٠١	١,٥٨
القطر ١٨	١٨	٢٥٤	٢,٠٠
القطر ٢٠	٢٠	٣١٤	٢,٤٧
القطر ٢٢	٢٢	٣٨٠	٢,٩٨
القطر ٢٥	٢٥	٤٩١	٣,٨٥
القطر ٢٨	٢٨	٦١٦	٤,٨٣
القطر ٣٢	٣٢	٨٠٤	٦,٣١
القطر ٣٦	٣٦	١٠١٨	٧,٩٩
القطر ٤٠	٤٠	١٢٥٧	٩,٨٧
القطر ٤٥	٤٥	١٥٩٠	١٢,٥
القطر ٥٠	٥٠	١٩٦٣	١٥,٤

الجدول (١٢–٢) التسليح السلكي القياسي.

تصميم السلك	القطر الاسمي (ملم)	المنطقة الاسمية، (٢ ملم)	الكتلة الاسمية (كجم/م)	المنطقة (ملم٢) لكل مسافة متر من المركز إلى المركز (ملم)							
				٥٠	٧٥	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠	٣٥٠	٤٠٠
WD 4.0	٤	١٢,٦	٠,٠٩٩	٢٥٢	١٦٨	١٢٦	٨٤	٦٣	٥٠	٤٢	٣٦	٣٢
WD 4.5	٤,٥	١٥,٩	٠,١٢٥	٣١٨	٢١٢	١٥٩	١٠٦	٨٠	٦٤	٥٣	٤٥	٤٠
WD 5.0	٥	١٩,٦	٠,١٥٤	٣٩٢	٢٦١	١٩٦	١٣١	٩٨	٧٨	٦٥	٥٦	٤٩
WD 5.5	٥,٥	٢٣,٨	٠,١٨٧	٤٧٦	٣١٧	٢٣٨	١٥٩	١١٩	٩٥	٧٩	٦٨	٦٠
WD 6.0	٦	٢٨,٣	٠,٢٢٢	٥٦٦	٣٧٧	٢٨٣	١٨٩	١٤٢	١١٣	٩٤	٨١	٧١

تصميم السلك	القطر الاسمي (ملم)	المنطقة الاسمية، (٢ ملم)	الكتلة الاسمية (كجم/م)	المنطقة (ملم٢) لكل مسافة متر من المركز إلى المركز (ملم)								
				٥٠	٧٥	١٠٠	١٥٠	٢٠٠	٢٥٠	٣٠٠	٣٥٠	٤٠٠
WD 6.5	٦,٥	٣٣,٢	٠,٢٦	٦٦٤	٤٤٣	٣٣٢	٢٢١	١٦٦	١٣٣	١١١	٩٥	٨٣
WD 7.0	٧	٣٨,٥	٠,٣٠٢	٧٧٠	٥١٣	٣٨٥	٢٥٧	١٩٣	١٥٤	١٢٨	١١٠	٩٦
WD 7.5	٧,٥	٤٤,٢	٠,٣٤٧	٨٨٤	٥٨٩	٤٤٢	٢٩٥	٢٢١	١٧٧	١٤٧	١٢٦	١١١
WD 8.0	٨	٥٠,٣	٠,٣٩٦	١,٠٠٦	٦٧١	٥٠٣	٣٣٥	٢٥٢	٢٠١	١٦٨	١٤٤	١٢٦
WD 8.5	٨,٥	٥٦,٧	٠,٤٤٥	١,١٣٤	٧٥٦	٥٦٧	٣٧٨	٢٨٤	٢٢٧	١٨٩	١٦٢	١٤٢
WD 9.0	٩	٦٣,٦	٠,٤٩٩	١,٢٧٢	٨٤٨	٦٣٦	٤٢٤	٣١٨	٢٥٤	٢١٢	١٨٢	١٥٩
WD 9.5	٩,٥	٧٠,٩	٠,٥٥٦	١,٤١٨	٩٤٥	٧٠٩	٤٧٣	٣٥٥	٢٨٤	٢٣٦	٢٠٣	١٧٧
WD 10.0	١٠	٧٨,٥	٠,٦١٧	١,٥٧٠	١,٠٤٧	٧٨٥	٥٢٣	٣٩٣	٣١٤	٢٦٢	٢٢٤	١٩٦
WD 10.5	١٠,٥	٨٦,٦	٠,٦٨	١,٧٣٢	١,١٥٥	٨٦٦	٥٧٧	٤٣٣	٣٤٦	٢٨٩	٢٤٧	٢١٧
WD 11.0	١١	٩٥	٠,٧٤٦	١,٩٠٠	١,٢٦٧	٩٥٠	٦٣٣	٤٧٥	٣٨٠	٣١٧	٢٧١	٢٣٨
WD 11.5	١١,٥	١٠٣,٩	٠,٨١٥	٢,٠٧٨	١,٣٨٥	١,٠٣٩	٦٩٣	٥٢٠	٤١٦	٣٤٦	٢٩٧	٢٦٠
WD 12.0	١٢	١١٣,١	٠,٨٨٨	٢,٢٦٢	١,٥٠٨	١,١٣١	٧٥٤	٥٦٦	٤٥٢	٣٧٧	٣٢٣	٢٨٣

لا يُصرف أي تعويض نظير وزن المعدن الملحوم المستخدم في تصنيع جملون القضيب، ولا يُقاس أيضًا حديد التسليح الملحوم (الشبكي) أو السلك الحديدي المسحوب على البارد حيث يعد تابعًا لهيكل العنصر الذي يوضع فيه.

١٢-٦-٢ الدفع:

سيدفع مبلغ المادة المكتملة والمقبولة، ويقاس كما هو ذكر أعلاه، في ثمن وحدة العقد لكل طن من قضبان التسليح، وقضبان التسليح بطلاء الإيبوكسي كما هو وارد في جدول الكميات، ويجب أن يكون السعر والسداد بمثابة تعويض كامل عن توفير جميع المواد، والعمالة، والمعدات، والأدوات، والعناصر الأخرى اللازمة لإكمال العمل بالصورة الصحيحة كما هو وارد في مستندات العقد.

ويكون السداد وفقًا للجدول (١٢-٣) لمتطلبات ضبط الجودة في قضبان التسليح المذكورة في الجدول (١٢-٤).

الجدول (١٢–٣) عناصر سداد قضبان التسليح.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٢-٢-١	حديد التسليح المطلي	طن
١٢-٢-٢	حديد التسليح غير المطلي	طن
١٢-٢-٣	قضبان التسليح من الفولاذ المقاوم للصدأ	طن
١٢-٢-٤	قضبان حديد التسليح الفولاذي منخفضة الكربون والكروم	طن

الجدول (١٢–٤) متطلبات ضبط الجودة لقضبان التسليح.

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
وضع	القضبان المربوطة	ليس أقل من ٦٠٠ ملم، أو في كل تقاطع	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٢-٤-٢-١)
	القضبان المجتمعة	مربوطة سويًا في مراكز لا تقل عن ١,٨ م	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٢-٤-٢-١)
	الوصلات المحددة في مستندات العقد	بقطر ١٦ ملم، أو القضبان الأصغر	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٢-٤-٣-١)
	اللحام التشابكي	لا تستخدم مع القضبان التي بقطر ٤٠ ملم، و٥٠ ملم	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٢-٤-٣-٢)
	الوصلات الملحومة	تتوافق مع قضبان التسليح بكود اللحام الإنشائي ANSI/ AWS D 1.4	الضمان	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	القسم الفرعي (١٢-٤-٣-٣)

الجدول (١٢–٥) مواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Fabrication and Job site Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars	المواصفة القياسية لتصنيع قضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي ومناولتها في موقع العمل	M284M/M284	D3963/D3963M	كما هو محدد.
Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars	المواصفة القياسية لقضبان التسليح المعدنية الجاهزة المطلية بالإيبوكسي	----------	A934/A934M	كما هو محدد.

حد القبول	ASTM	AASHTO	المُسمى مترجم للعربية	المُسمى بالإنجليزية
كما هو محدد.	A884/A884M، الفئة أ	----------	المواصفة القياسية للأسلاك المعدنية المغلفة بالإيبوكسي وتسليح الأسلاك الملحومة	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Reinforcement
كما هو محدد.	D3963/D3963M	M317M/M317	المواصفة القياسية لتصنيع قضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي ومناولتها في موقع العمل.	Standard Specification for Fabrication and Job site Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
كما هو محدد.	A775/A775M	M284M/M284	المواصفات القياسية لقضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars
كما هو محدد.	A884/A884M، الفئة أ	----------	المواصفة القياسية للأسلاك المعدنية المغلفة بالإيبوكسي وتسليح الأسلاك الملحومة	Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Reinforcement
كما هو محدد.	A615/A615M	M31M/M31	المواصفة القياسية لقضبان الصلب الكربوني المحزز والأملس للخرسانة المسلحة	Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
كما هو محدد.	A996/A996M	M322M/M322	المواصفة القياسية لقضبان فولاذ السكك الحديدية وفولاذ المحاور المحززة للتسليح الخرساني	Standard Specification for Rail-Steel and Axle-Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement
كما هو محدد.	A706/A706M	----------	المواصفة القياسية لقضبان الحديد منخفض السبائكية المحززة والعادية للتسليح الخرساني	Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement
كما هو محدد.	A496	M225M/M225	المواصفة القياسية للأسلاك المعدنية والمحززة المستخدمة في تسليح الخرسانة	Standard Specification for Steel Wire, Deformed, for Concrete Reinforcement
كما هو محدد.	A185	M55M/M55	المواصفة القياسية الملحومة للأسلاك المعدنية والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete
كما هو محدد.	A82	M32M/M32	المواصفة القياسية للأسلاك الحديدية والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة.	Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement.
كما هو محدد.	A497	M221M/M221	المواصفة القياسية لتسليح الأسلاك الحديدية الملحومة والمشوهة المستخدمة في الخرسانة	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Deformed for Concrete
كما هو محدد.	A955/A955M	----------	المواصفة القياسية لقضبان الصلب الفولاذي المقاوم للصدأ المحزز والأملس للخرسانة المسلحة	Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Bars for Concrete Reinforcement

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Deformed and Plain, Low-carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement	المواصفة القياسية لقضبان الفولاذ الكروميوم منخفض الكربون المحززة والعادية للتسليح الخرساني	----------	A1035/A1035M	كما هو محدد.
Standard Specification for Stainless Steel Wire and Wire Rods for Cold Heading and Cold Forging	المواصفة القياسية للأسلاك وقضبان الأسلاك المعدنية المقاومة للصدأ لفلطحة رؤوس المسامير بالطرق على البارد والتطريق على البارد	----------	A493 - النوع ٤٣٠	كما هو محدد.
Standard Specification for Fabrication and Job site Handling of Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars	المواصفة القياسية لتصنيع قضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي ومناولتها في موقع العمل	الملحق أ١ من AASHTO M317M/M317	D3963/D3963M	كما هو محدد.
Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars	المواصفات القياسية لقضبان التسليح المعدنية المطلية بالإيبوكسي	M284M/M284	A775/A775M	كما هو محدد.
Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars	المواصفة القياسية لقضبان التسليح المعدنية الجاهزة المطلية بالإيبوكسي	----------	الملحق أ١ من A934/A934M	كما هو محدد.
Standard Specification for Deformed and Plain, Low-carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement	المواصفة القياسية لقضبان الفولاذ الكروميوم منخفض الكربون المحززة والعادية للتسليح الخرساني	----------	A1035/A1035M	كما هو محدد.

١٣- الإجهاد المسبق:

١٣-١ عام:

١٣-١-١ الوصف:

يجب أن يتألف هذا العمل من الخرسانة سابقة الصب، أو سابقة الإجهاد، أو المصبوبة في الموقع بتجهيز الحديد سابق الإجهاد، ووضعه في مكانه، وشده وفقًا للتفاصيل المذكورة في المخططات وكما هو وارد في هذا الكود والشروط الخاصة. كما يتضمن الخرسانة سابقة الإجهاد إما بالشد المسبق، أو اللاحق، أو بالجمع بين هاتين الطريقتين.

يجب أن يتضمن هذا العمل أيضًا تجهيز أية عناصر تابعة لازمة للنظام المحدد سابق الإجهاد وتركيبها حسبما يرى المقاول، ويشمل ذلك -على سبيل المثال لا الحصر- المجاري، وتجميع وسائل التركيب، والحقن المستخدم لقنوات حقن الضغط، والقياسات، وأجهزة الاختبار لتقييم المعلمات المختلفة سابقة الإجهاد.

وعند إنشاء أعضاء مع جزء من التسليح سابق الإجهاد، وجزء بعده، يجب أن تُطبق المتطلبات المعمول بها مع كل طريقة في هذا الجزء.

١٣-١-٢ التعريفات:

يشير مصطلح "الخرسانة سابقة الإجهاد-بعد الإجهاد" إلى الخرسانة التي تُشد فيها الأسلاك أو الجدائل سابقة الإجهاد قبل وضع الخرسانة، وتُحرَّر بعد أن تقوى الخرسانة بشكل كافٍ لتحتفظ بالقوة سابقة الإجهاد بالربط.

ويشير مصطلح الخرسانة سابقة الإجهاد بعد الشد" إلى الخرسانة التي يركب فيها حديد إجهاد في فراغات أو قنوات داخل عضو الخرسانة، وتُضغط بعد تكون الخرسانة كقوة محددة وتثبَّت، وتُملأ الفراغات أو القنوات بالمونة تحت الضغط كتشغيل أخير.

وفيما يتعلق بالخرسانة سابقة الإجهاد وسابقة الصب في الموقع، يُطلق مصطلح "عضو" في هذا الجزء ويجب أن يقصد به الخرسانة المحددة لسابق الإجهاد.

١٣-١-٣ تفاصيل التصميم:

عند إعداد عمل سابق الإجهاد غير مذكور بكامل تفاصيله في المخططات، يجب أن يقدم المقاول التفاصيل أو نوع النظام سابق الإجهاد للاستخدام، ويحدد المواد والتفاصيل التي تتوافق مع هذا الكود حسب اللازم لتلبية متطلبات سابق الإجهاد المحددة، ويجب أن يوضح النظام المحدد حجم القوة سابقة الإجهاد، وتوزيعها، والقوة النهائية اللازمة التي تتطلبها المخططات دون تجاوز الضغوط المؤقتة المسموح بها. ما لم يُذكر خلاف ذلك في المخططات، يجب أن تتوافق جميع إجراءات التصميم وخسائر سابق الإجهاد والاحتكاك، والتسليح سابق الإجهاد والخلوص مع كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) حسب اللازم.

ويجب أن تُنفذ الأعمال سابقة الإجهاد إما بطريقة سابقة الشد أو الشد اللاحق، وإذا أظهرت المخططات تفاصيل الشد السابق فقط، فلن يُسمح باستخدام نظام الشد اللاحق إلا إذا وافق المهندس على التفاصيل الكاملة لأي تعديلات ضرورية.

وعندما تظهر القوة الفعالة أو العاملة أو الإجهاد في المخططات، يجب أن تعد أنها القوة أو الإجهاد المتبقي في الفولاذ سابق الإجهاد بعد حساب جميع حالات الفواقد، بما في ذلك تزحف، وانكماش الخرسانة، وتقصر الخرسانة، وليونة الفولاذ، والاحتكاك والامتصاص أو ارتكاز أدوات التثبيت، وجميع الفواقد الأخرى التي تخص طريقة أو نظام الإجهاد السابق قد حدثت أو جرى حسابها. وعندما تظهر قوة الرفع في المخططات، يجب أن تعد القوة المطبقة على كابل الشد قبل التثبيت وقبل حدوث أي فواقد، بما في ذلك فقد مجموعة التثبيت.

١٣-٢ الرسومات التكميلية:

١٣-٢-١ رسومات العمل والرسومات التنفيذية:

عندما لا تتضمن وثائق العقد تفاصيل كاملة عن النظام سابق الإجهاد وطريقة تركيبه، أو عندما تقدم تفاصيل كاملة في المخططات ويرغب المقاول في اقتراح أي تغيير، يجب أن يعد المقاول رسومات العمل الخاصة بنظام الإجهاد السابق المقترح للاستخدام ويقدمها للمهندس، ويجب عدم البدء في تصنيع أو تركيب مواد سابقة الإجهاد حتى يوافق المهندس على الرسومات.

يجب أن توضح رسومات العمل للنظام سابق الإجهاد التفاصيل الكاملة، والحسابات المثبتة للطريقة، والمواد، والمعدات التي يقترح المقاول استخدامها في عمليات الإجهاد السابق، بما في ذلك أي إضافات، أو إعادة ترتيب لحديد التسليح، وأي مراجعة في الأبعاد الخرسانية من ذلك في وثائق العقد، ويجب أن تحدد هذه التفاصيل طريقة، وتسلسل الإجهاد، ويجب أن تتضمن المواصفات والتفاصيل

الكاملة للفولاذ سابق الإجهاد وأجهزة التثبيت، وإجهادات العمل، وإجهادات التثبيت، واستطالة كابل الشد، ونوع القنوات، وجميع البيانات الأخرى المتعلقة بعملية الإجهاد السابق، بما في ذلك الترتيب المقترح للفولاذ سابق الإجهاد في العناصر.

يجب أن تُقدم رسومات العمل قبل البدء في الأعمال المتضررة بوقت كافٍ لإتاحة الوقت للمهندس لمراجعتها وتصحيح المقاول للرسومات دون تأخير العمل.

يجب على المقاول، عند الحاجة بموجب رسومات العقد أو في وثائق العقد، إعداد رسومات متكاملة لجميع العناصر المضمنة في الخرسانة، وإذا كان هذا الحكم يتضمن متطلبات لتفاصيل هندسية أو تصميمية إضافية، يجب أن تذكر هذه المتطلبات بوضوح، كما هو مذكور في الجزء الفرعي (١٣-١-٣).

يجب مراجعة الرسومات التنفيذية للشد اللاحق والتضمين والملحقات الأخرى، مثل؛ وصلات التمدد، والكمرات، ومسامير التثبيت المقدمة من الموردين، والموافقة عليها من جانب المهندس؛ للتأكد من مطابقتها لمفهوم التصميم ومطابقتها للتصميم.

الرسومات والمواصفات: عندما تعدل معلومات وثيقة العقد على نظام الشد اللاحق من جانب المقاول، أو عندما لا توفر رسومات العقد معلومات أبعاد مفصلة عن نظام الشد اللاحق، تقع على عاتق المقاول مسؤولية تنسيق وضع نظام الشد اللاحق مع التضمين الآخر، وتصحيح أي تداخلات حدثت بسبب نظام الشد اللاحق أو بسبب بدائل أخرى وفرها المقاول، ويجب أن يحكم تخطيط الشد اللاحق تخطيط التسليح الثانوي غير المجهد. وعند الضرورة، يعدل موقع التسليح غير المجهد لإزالة كابلات الشد، رهنًا بموافقة المهندس.

١٣-٢-٢ الرسومات المتكاملة:

يجب أن يعد المقاول -إن تضمنت وثائق العقد ذلك، بالإضافة إلى جميع رسومات العمل المطلوبة- رسومات تنسيب مركبة حسب الحجم بتفاصيل كافية؛ لبيان المواضع النسبية لجميع العناصر التي يجب تضمينها في الخرسانة، وعمق تضمينها، لأجزاء الهيكل التي ستجهد مسبقًا، ويجب أن تشمل هذه العناصر المضمنة قنوات سابقة الإجهاد، وفتحات التهوية، وتسليح التثبيت، والأجهزة، وحديد التسليح، ومسامير التثبيت، وأجهزة مقاومة الزلازل، ومجموعات موانع التسريب المشتركة على السطح، وأنظمة الصرف، وقنوات المرافق وغيرها من العناصر، كما يجب أن تكون هذه الرسومات كافية لضمان عدم وجود تعارض بين المواضع المخططة لأي عناصر مدمجة، وأن يكون الغطاء الخرساني مناسبًا. وعندما يطلب العقد من المقاول إعداد رسومات لأنظمة الشد اللاحق، أو حيث يجب أن يقوم المقاول بإجراء تعديلات على نظام (أنظمة) الشد اللاحق الموضحة في المخططات، فيجب عليه أن يعد رسومات عمل للعناصر المدمجة، أو يقترح تغييرات في أبعاد العمل حسب الضرورة؛ للقضاء على التعارضات، وتوفير غطاء مناسب حيثما تنشأ تعارضات مع نظام الشد اللاحق أو بسببه. تُحل النزاعات وفق حكم الجزء الفرعي (١٣-١-٣)، ويجب على المهندس اعتماد أي من هذه المراجعات قبل بدء العمل على أي عنصر متأثر، ويجب أن يتحمل المقاول جميع التكاليف المتعلقة بإعداد هذه الرسومات والمتعلقة بإجراء التعديلات اللازمة على العمل الناتج عنها، وسيتطلب ذلك تفصيل الرسومات المتكاملة على نطاق وجودة كافية؛ لإظهار تسليح الخط المزدوج وتفاصيل كابل الشد لاحق الشد إما في رسومات ثنائية الأبعاد، أو رسومات ثلاثية الأبعاد كاملة.

١٣-٣ مواد التقديم:

يجب أن يقدم المقاول مجموعة من رسومات العمل لنظام الإجهاد السابق المقترح للاستخدام ليوافق عليها المهندس ، أما المراجعة الأولية؛ فيجب أن تُقدم ست مجموعات من هذه الرسومات، يجب أن يعيد المهندس منها مجموعة واحدة معتمدة، أو مجموعة واحدة مع التصحيحيات والتعديلات، وبعد التعديل، يجب أن تقدم ست مجموعات من الرسومات (وما يرتبط بها من حسابات إذا أظهرت أية تصحيحيات مطلوبة لتصدر الموافقة النهائية عليها، ويجب أن تُقدم رسومات العمل قبل البدء في العمل المتضرر بوقت كاف لإتاحة الوقت للمهندس لمراجعتها وتصحيح المقاول للرسومات دون تأخير البدء المبرمج المعتمد للعمل. ويجب أن يتناسب هذا الوقت مع تعقيد العمل، ولكن يجب ألا يكون هذا الوقت أقل من شهرين أبدًا.

يجب أن توضح رسومات العمل للنظام سابق الإجهاد التفاصيل الكاملة والحسابات المثبتة للطريقة والمواد التي يقترح المقاول استخدامها في عمليات الإجهاد السابق، بما في ذلك أي إضافات، أو إعادة ترتيب حديد التسليح، وأي مراجعة في الأبعاد الخرسانية من ذلك في المخططات، ويجب أن تبين هذه التفاصيل طريقة وتسلسل الإجهاد، ويجب أن تتضمن المواصفات والتفاصيل الكاملة للفولاذ سابق الإجهاد، وأجهزة التثبيت السابقة للإجهاد، وإجهادات العمل، وإجهادات التثبيت، ومنحنيات الإجهاد والانفعال للفولاذ سابق الإجهاد، وإجهادات القياس المتوقعة، والقطاعات الجانبية للكابلات، واستطالة الكابلات سابقة الإجهاد، ونوع القنوات وجميع البيانات الأخرى المتعلقة بعملية الإجهاد السابق، بما في ذلك الترتيب المقترح للفولاذ سابق الإجهاد في العناصر.

يجب أن يُعد التصاميم خبير وافق عليه المهندس مسبقًا.

ولا تعفِ الموافقة على رسومات العمل وغيرها من البيانات المقدمة المقاول من المسؤولية عن أي من التزاماته التعاقدية، ولن يُدفع أي مبلغ إضافي للمقاول عن أي تغييرات مطلوبة نتيجة للمراجعات أو الموافقات.

يجب أن يقدم المقاول سجلات الخبرة وبيانات التأهيل لجميع موظفي التصميم الهيكلي، والتصنيع، والتركيب، وموظفي ضبط الجودة الرئيسيين التابعين للمقاول الذين سيعملون في عملية الإجهاد السابق، والخرسانة للموافقة عليها. وبمجرد الموافقة، يجب على المقاول عدم تغيير أو استبدال أي من الموظفين دون موافقة مسبقة من المهندس.

يجب أن تنطبق أيضا جميع المعايير التي يشملها هذا الجزء بشأن تقديم الطلبات والموافقة عليها على أي مقاول من الباطن يقوم بأي من أعمال الخرسانة سابقة الإجهاد ذات الصلة.

١٣-٤ المواد:

١٣-٤-١ الحديد سابق الإجهاد والتثبيت:

يجب أن يكون التسليح سابق الإجهاد خيطًا ذا قوة عالية من سبعة أسلاك، أو أسلاك حديدية عالية المقاومة، أو سبائك عالية المقاومة من الدرجة والنوع المطلوبين في المخططات أو في الأحكام الخاصة ويجب أن تتوافق مع متطلبات الأجزاء من (١٣-٤-١-١) إلى (١٣-٤-١-٣).

١٣-٤-١-١ الكابلات:

يجب أن تتوافق الكابلات ذات السبعة أسلاك غير المطلية مع متطلبات (ASTM A416/A416M) AASHTO M203M/M203. يجب أن ينطبق الملحق (S1؛ المرونة المنخفضة) عند الحاجة.

١٣-٤-١-٢ الأسلاك:

يجب أن تتوافق الأسلاك المعدنية غير المطلية والمخففة من الإجهاد مع متطلبات (ASTM A421/A421M) AASHTO M204.

١٣-٤-١-٣ القضبان:

يجب أن تتوافق القضبان عالية المقاومة غير المطلية مع متطلبات (ASTM A722/A722M) AASHTO M275M/M275. يجب أن تستخدم القضبان ذات أعلى قيمة من الحد الأدنى من القوة النهائية، ولكن فيما عدا ذلك تنتج وتختبر وفقًا لمواصفات ((ASTM A722/A722M) AASHTO M275M/M275)، بشرط ألا تكون لها خصائص تجعل جودتها من المادة المحددة.

١٣-٤-٢ أدوات التثبيت والمقرنات لاحقة الشد:

يجب أن توفر أدوات التثبيت والمقرنات (٩٥٪) على الأقل من القوة النهائية الفعلية للفولاذ سابق الإجهاد، عند اختبارها في حالة غير مرتبطة، وذلك دون تجاوز المجموعة المتوقعة، ويجب ألا يقلل اقتران كابلات الشد من متطلبات الاستطالة عند الصدع الأقل من متطلبات كابل الشد نفسه، يجب أن توضع المقرنات أو مكونات المقرنة في وحدات مبيت طويلة بما يكفي للسماح بالحركات الضرورية، ويجب أن تُستخدم مقرنات كابلات الشد فقط في المواقع المحددة أو المعتمدة من المهندس، ويجب عدم استخدام مقرنات عند نقاط الانحناء الحاد في كابلات الشد.

يجب أن يكون اختبار أداء وتد الكابلات وفقًا للمواصفة (PTI M50.I)، ومعايير القبول لأنظمة الشد اللاحق. وينطبق هذا الاختبار على كل من الأنظمة المرتبطة وغير المرتبطة.

١٣-٤-٢-١ النظام المرتبط:

يجب أن تكون أطوال تحويل المواد الرابطة بين أدوات التثبيت، والمنطقة التي تتطلب قوة الإجهاد السابق الكاملة الأقل من متطلبات الخدمة، والأحمال النهائية، كافية عادةً لتوفير الحد الأدنى المحدد من القوة النهائية للفولاذ سابق الإجهاد. وعندما توجد أدوات التثبيت أو المقرنات في المقاطع المهمة أسفل الحمل النهائي، يجب ألا تتجاوز القوة النهائية المطلوبة من كابلات الشد المرتبطة السعة النهائية لمجموعة كابلات الشد، بما في ذلك أداة التثبيت أو المقرنة، التي اختبرت في حالة غير مرتبطة.

يجب أن تصمم وحدات المبيت بحيث يجري حشو جميع مكونات المقرنة بالكامل أثناء حشو كابلات الشد بالمونة.

ويجب أن يشترط إجراء اختبارات ديناميكية على كابلات الشد المرتبطة حيث توجد أداة التثبيت، أو تُستخدم بطريقة يمكن معها توقع تطبيقات حمل متكررة على أداة التثبيت: وبخلاف ذلك، يجب ألا يلزم إجراء اختبارات ديناميكية إلا إذا حُددت في وثائق العقد.

١٣-٤-٢-٢ الأنظمة غير المرتبطة:

بالنسبة لكابلات الشد غير المرتبطة، يجب أن يجرى اختبار ديناميكي على عينة أداة تثبيت وعينة مقرنة نموذجية، ويجب أن يتحمل كابل الشد، دون فشل، ٥٠٠,٠٠٠ دورة من ٦٠ إلى ٦٦٪ من قوته النهائية الدنيا المحددة، و٥٠ دورة من ٤٠ إلى ٨٠٪ من قوته النهائية الدنيا المحددة. وتتضمن فترة كل دورة التغيير من مستوى الإجهاد المنخفض إلى مستوى الإجهاد الأعلى والعودة إلى المستوى الأدنى. ولا يجب أن تكون العينة المستخدمة للاختبار الديناميكي الثاني هي نفسها المستخدمة في الاختبار الديناميكي الأول. ويجب اختبار الأنظمة التي تستخدم كابلات أو أسلاكًا أو قضبان متعددة باستخدام كابل شد اختبار بسعة أقل من كابل شد كامل الحجم. ويجب أن يكرر كابل الشد الاختباري سلوك كابل الشد كامل الحجم ويجب ألا تقل سعة كابل الشد بالحجم الكامل بشكل عام عن ١٠٪. ولا يلزم إجراء اختبارات ديناميكية على كابلات الشد المرتبطة، ما لم يتم تحديد مكان أداة التثبيت أو استخدامها بطريقة يمكن من خلالها توقع تطبيقات التحميل المتكررة على أداة التثبيت.

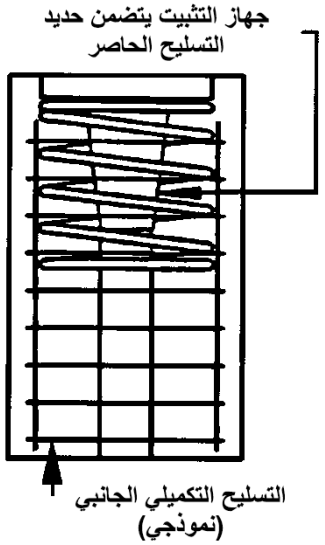
يجب ألا تتسبب أدوات التثبيت لكابلات الشد غير المرتبطة في تقليل الاستطالة الكلية الأقل من متطلبات الحمل النهائي لكابل الشد إلى أقل من ٢ في المئة مقاسة بمقياس أدنى يبلغ ٣ أمتار.

يجب حماية مكونات الاقتران بمادة طلاء قبل التغليف الخرساني النهائي.

١٣-٤-٢-٣ اختبار قبول جهاز التثبيت الخاص:

١٣-٤-٢-٣-١ متطلبات كتلة الاختبار:

يجب أن تكون كتلة الاختبار منشورًا مستطيل الشكل، ويجب أن تحتوي على مكونات أدوات التثبيت ستضمَّن أيضًا في خرسانة الهيكل، وأن يمتثل ترتيبها للتطبيق العملي ومواصفات الموردين، ويجب أن تحتوي كتلة الاختبار على قناة فارغة ذات حجم مناسب لحجم كابل الشد الأقصى الذي يمكن أن يستوعبه جهاز التثبيت.



الشكل (١٣–١) اختبار قبول جهاز التثبيت الخاص.

١٣-٤-٢-٣-٢ أبعاد كتلة الاختبار:

يجب أن تكون أبعاد كتلة الاختبار العمودية على كابل الشد في كل اتجاه هي أصغر مسافة للحافة الدنيا أو الحد الأدنى للمباعدة التي يحددها مورد جهاز التثبيت، مع اشتراط أن يكون الغطاء فوق أي فولاذ تسليح حاصر، أو تسليح الغطاء التكميلي مناسبًا للتطبيق والبيئة المعينة، ويجب أن يكون طول الكتلة على طول محور كابل الشد أكبر بمرتين على الأقل من أبعاد المقطع العرضي.

١٣-٤-٢-٣-٣ تسليح المنطقة المحلية:

يجب أن يكون حديد التسليح الحاصر في المنطقة المحلية نفس الفولاذ الذي يحدده مورد أجهزة التثبيت للنظام المعين.

١٣-٤-٢-٣-٤ تسليح السطح الخارجي:

بالإضافة إلى جهاز أداة التثبيت وحديد التسليح المحدد، يجب أن يوفَّر تسليح تكميلي جانبي في جميع أنحاء العينة، ويجب أن يحدد مورد جهاز الإرساء هذا التسليح التكميلي الجانبي يجب ألا يتجاوز النسبة الحجمية (٠,٠١).

١٣-٤-٢-٣-٥ مقاومة الخرسانة:

يجب أن تكون مقاومة الخرسانة في وقت الإجهاد أكبر من مقاومة الخرسانة لعينة الاختبار في وقت الاختبار.

١٣-٤-٢-٣-٦ إجراء الاختبار:

أي من إجراءات الاختبار الثلاثة الآتية مقبول.

- التحميل الدوري الموصوف في القسم الفرعي (١٣-٤-٢-٣-٧).
- التحميل المستمر الموصوف في القسم الفرعي (١٣-٤-٢-٣-٨).
- التحميل الأحادي الموصوف في القسم الفرعي (١٣-٤-٢-٣-٩).

تعطى الأحمال المحددة للاختبارات في أجزاء من الحمل النهائي (F_{pu}) لأكبر كابل شد صمم جهاز التثبيت لاستيعابه، يجب أن تحمَّل العينة وفقًا للاستخدام العادي للجهاز في تطبيقات الشد اللاحق، باستثناء أنه يمكن تطبيق الحمل مباشرةً على لوحة الإسفين أو المنطقة المكافئة.

١٣-٤-٢-٣-٧ اختبار التحميل الدوري:

في اختبار التحميل الدوري، يجب زيادة الحمل إلى ($0.8F_{pu}$)، ثم يجب أن يدوَّر التحميل بين ($0.1F_{pu}$)، و ($0.8F_{pu}$) إلى أن يستقر عرض الشق، ولكن مدة لا تقل عن عشر دورات. تعد عروض الشقوق مستقرة إن لم تتغير بقيمة أكثر من (٠,٠٢٥ ملم) خلال القراءات الثلاث الأخيرة، وعند الانتهاء من التحميل الدوري، يجب أن يُفضل تحميل العينة على حالة (failure)، أو إذا كانت محدودة بسعة معدات التحميل، تحمل على الأقل على ($1.1F_{pu}$).

يجب تسجيل عروض الشقوق وانماط الشقوق على التحميل الأولي البالغ على الأقل ($0.8F_{pu}$) في آخر ثلاث ذروات تحميلات متتالية قبل إنهاء التحميل الدوري، وعلى ($0.9F_{pu}$)، يجب أيضًا الإبلاغ عن التحميل الأقصى.

١٣-٤-٢-٣-٨ اختبار التحميل المستمر:

ويجب في اختبار التحميل المستمر؛ زيادة التحميل إلى ($0.8F_{pu}$)، وتثبيته حتى يستقر عرض الشق، ولكن مدة لا تقل عن ثماني وأربعين ساعة، تعد عروض الشقوق مستقرة إن لم تتغير بقيمة أكثر من (٠,٠٢٥ ملم) خلال القراءات الثلاث الأخيرة.

بعد اكتمال التحميل المستمر، يجب أن يفضل تحميل العينة على حالة (failure) "فشل"، أو إذا كانت محدودة بسعة معدات التحميل يجب التحميل على الأقل على ($1.1F_{pu}$).

يجب تسجيل عروض الشقوق وأنماط الشقوق على التحميل الأولي البالغ على الأقل ($0.8F_{pu}$) بثلاث مرات على فترات لا تقل عن أربع ساعات خلال الـ ١٢ ساعة الأخيرة قبل إنهاء التحميل المستمر، وتسجل أثناء التحميل على حالة (failure) على ($0.9F_{pu}$)، يجب أيضًا الإبلاغ عن التحميل الأقصى.

١٣-٤-٢-٣-٩ اختبار التحميل الأحادي:

في اختبار التحميل الأحادي، يجب أن يزاد الحمل إلى ($0.9F_{pu}$)، ويثبت مدة ساعة واحدة، يجب أن يُفضل بعد ذلك تحميل العينة إلى قيمة (failure)، أو يُفضل التحميل على الأقل إلى ($1.2F_{pu}$) إذا كانت محدودة بسعة معدات التحميل.

يجب تسجيل عروض الشقوق وأنماط الشقوق على ($0.9F_{pu}$) بعد مرور ساعة، وعلى (F_{pu}. ١,٠) يجب أيضًا الإبلاغ عن التحميل الأقصى.

١٣-٤-٢-٣-١٠ متطلبات منطقة التثبيت:

يجب أن تتجاوز قوة منطقة التثبيت:

- عينات اختبرت تحت التحميل الدوري أو المستمر: $(1.1F_{pu})$.
- عينات اختبرت تحت التحميل الأحادي: $(1.2F_{pu})$.

يجب استيفاء الحد الأقصى لمعايير عرض الشقوق المحددة أدناه للبيئات شديدة العدوانية:

- لا توجد شقوق أكبر من (٠,٢٥ ملم) عند $(0.8F_{pu})$ بعد اكتمال التحميل الدوري أو المستمر، أو عند $(0.9F_{pu})$ بعد ساعة واحدة من التحميل الأحادي.
- لا توجد شقوق أكبر من (٠,٤ ملم) عند $(0.9F_{pu})$ بعد اكتمال التحميل الدوري أو المستمر، أو عند $(1.0F_{pu})$ من التحميل الأحادي.

بالنسبة للبيئات العدوانية العالية، يجب أن تخفض معايير عرض الشقوق بنسبة (٥٠٪) على الأقل.

١٣-٤-٢-٣-١١ متطلبات سلسلة الاختبارات:

يجب أن تتألف سلسلة الاختبارات من ثلاث عينات اختبار، ويجب أن تستوفي كل عينة من العينات المختبرة معايير القبول، وإذا فشلت إحدى العينات الثلاث في اجتياز الاختبار، يُسمح بإجراء اختبار تكميلي لثلاث عينات إضافية، يجب أن تفي نتائج عينة الاختبار الثلاثة الإضافية بجميع معايير القبول المحددة في القسم الفرعي (١٣-٤-٢-٣-٦).

أما سلسلة أجهزة أدوات التثبيت الخاصة المماثلة، فيكون إجراء الاختبارات فقط للعينات النموذجية ما لم يطلب المهندس إجراء اختبارات لكل سعة من سعات أدوات التثبيت في السلسلة.

١٣-٤-٢-٣-١٢ سجلات جهاز التثبيت:

يجب أن تتضمن سجلات اختبار قبول جهاز التثبيت ما يلي:

١- أبعاد عينة الاختبار.
٢- رسومات وأبعاد جهاز التثبيت، بما في ذلك جميع أنواع حديد التسليح الحاصر.
٣- كمية وترتيب التسليح الجانبي التكميلي.
٤- نوع ومقاومة الخضوع لحديد التسليح.
٥- النوع ومقاومة الانضغاط في وقت اختبار الخرسانة.
٦- نوع إجراء الاختبار وجميع القياسات المطلوبة في الأقسام الفرعية من (١٣-٤-٢-٣-٧) إلى (١٣-٤-٢-٣-١٠) لكل عينة.

١٣-٤-٣ المونة:

يجب أن تتوافق المونة لاحقة الشد مع الخصائص الفيزيائية للملاط المذكورة في القسم الفرعي (١٣-٤-٣)، ويجب أن يصمَّم المونة إما تصميمًا فريدًا للمشروع، أو يوفَّر في شكل مملوء مسبقًا من الشركة المصنعة للملاط، أما المونة المصمم بشكل فريد، فيجب ألا يُغيَّر الأسمنت والمواد المضافة المستخدمة في مجموعات التجارب المعملية للملاط المقترح أثناء الإنشاء دون إعادة الاختبار، وتكون نضارة الأسمنت متوافقة مع ((AASHTO M85 (ASTM C150)، باستثناء ما حدد في هذه الوثيقة، يجب إجراء اختبار ميداني يومي للملاط لمعرفة الخصائص الآتية:

- الانسيابية.
- النضح خلال ثلاث ساعات.
- النفاذية.

يجب أن يُستخدم المونة المعتمد، والمعبأ مسبقًا، والمزود من قبل الشركة المصنعة للملاط بوصفه بديلاً للاختبار الميداني المطلوب، ويجب أن يُعبَّأ المونة في عبوات مبطنة أو مغلفة بالبلاستيك، مختومة بتاريخ التصنيع ورقم المجموعة وتعليمات الخلط، ويتطلب أي تغيير في المواد أو مصادر المواد إعادة اختبار، واعتماد مطابقة المونة لمتطلبات الخصائص الفيزيائية، ويجب أن تُزود الجهة الموردة للملاط المقاول بنسخة من صحيفة بيانات ضبط الجودة لكل رقم من أرقام الدفعات والشحنات المرسلة إلى موقع العمل، ويجب أن تقدم إلى المهندس. ويجب أن تُنقل المواد التي يزيد مجموع وقتها من الصنع إلى الاستخدام عن ستة أشهر من موقع العمل وتُستبدل.

١٣-٤-٣-١ الاعتماد:

يجب على الشركات المصنعة للملاط لاحق الشد تقديمُ تقارير اختبار معتمدة للموافقة عليها من معمل أبحاث الخرسانة الأسمنتية المستقلة والمدققة (CCRL) التي توضح أن المواد تلبي جميع المتطلبات المحددة في هذه الوثيقة.

١٣-٤-٣-٢ عملية الخلط:

يجب أن تخلط المادة وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة.

يجب أن تكون المياه المستخدمة في المونة صالحة للشرب، ونظيفة، وخالية من الكميات الضارة من المواد المعروف أنها ضارة بالأسمنت البورتلاندي أو الفولاذ سابق الإجهاد.

١٣-٤-٣-٣ الخصائص الفيزيائية للملاط:

يجب أن يحقق المونة خاصية عدم النضح. ويجب ألا يحتوي مسحوق الألمنيوم، أو نظام توليد الغاز الذي ينتج الهيدروجين أو ثاني أكسيد الكربون أو الأكسجين، ويجب أن يفي المونة الإسمنتي بالخصائص الفيزيائية المحددة المذكورة في هذه الوثيقة أو يتجاوزها كما هو محدد بالمعيار التالي وطرق اختبار (ASTM) المعدلة.

يجب تفسير فئات المونة على النحو المحدد في الجزء الفرعي (١٣-٤-٣)، ويجب أن تكون خصائص المونة على النحو المحدد في الجدول (١٣-١) والجدول (١٣-٢).

الجدول (١٣–١) فئات المونة.

الفئة	التعرض	المواد المكونة								
		الأسمنت (كجم)	الرماد المتطاير (النوع "و") (%)[١]	الخبث (%)[١]	غبار السيليكا (جاف) (%)[١]	نسبة الماء/المواد الأسمنتية [وزن/(سم+م)]	خافض محتوى الماء عالي الجودة[b] (النوع "و" أو "ز") (جم/كجم)	نتريت الكالسيوم (كجم/م٣)	الخلائط الأخرى[٤]	الاختبار المطلوب
A	غير عنيف: داخلي، أو خارجي غير عنيف	١٠٠	٠	٠	٠	٠,٤٥ على الأكثر	٠	٠	–	القسم الفرعي (١٣-٤-٣-٣)
B	عنيف: الدورات الرطبة/الجافة، البيئة البحرية الخاضعة.	١٠٠	٠ كحد أدنى ٢٥ على الأكثر	٠ كحد أدنى ٥٥ على الأكثر	٠ كحد أدنى ١٥ على الأكثر	٠,٤٥ على الأكثر	٠ كحد أدنى ٢٩ على الأكثر	٠ كحد أدنى ٢٥ على الأكثر	حسب توصية الشركات المصنعة	القسم الفرعي (١٣-٤-٣-٣)
C	عنيفة أو غير عنيفة	–	–	–	–	٠,٤٥ على الأكثر	–	–	–	انظر الملاحظة[٥]
D خاص	محدد من قبل المصمم المحدد									القسم الفرعي (١٣-٤-٣-٣)

ملاحظات:

١. نسبة بدائل الأسمنت.

٢.يجب أن يُسمح بمضافات من النوع "د" و "هـ" بموافقة المصمم.

٣. يجب استخدام مثبطات التآكل البديلة.

الفئة	التعرض	المواد المكونة								
		الأسمنت (كجم)	الرماد المتطاير (النوع "و") (%)[1]	الخبث (%)[1]	غبار السيليكا (جاف) (%)[1]	نسبة الماء/المواد الأسمنتية [وزن/(سم+م)]	خافض محتوى الماء عالي الجودة[b] (النوع "و" أو "ز") (جم/كجم)	نتريت الكالسيوم (كجم/م٣)	الخلائط الأخرى[4]	الاختبار المطلوب

٤. مضافات أخرى مثل المواد المضافة المضادة للنزيف، ومساعدات الضخ، وعوامل احتجاز الهواء.

٥. لا يلزم إجراء أي اختبار إذا كانت المواد معبأة مسبقًا، وقد أجرت الشركة المصنعة اختبار الأداء.

الجدول (١٣–٢) خصائص المونة الأسمنتية.

الخواص	قيمة الاختبار	طريقة الاختبار
مجموع أيونات الكلوريد	٠,٠٨٪ كحد أقصى من وزن المادة الإسمنتية	ASTM C1152/C1152M
الركام الناعم (إذا استُخدم)	حد أقصى أقل من عدد ٥٠ منخل	ASTM C33
تغيير الحجم في ثمانية وعشرين يومًا	من ٠,٠٪ إلى + ٠,٢٪ في أربع وعشرين ساعة وثمانية وعشرين يومًا	ASTM C1090[1]
التوسع	≥ ٠,٢٪ مدة تصل إلى ثلاث ساعات	ASTM C940
قوة الضغط ثمانية وعشرين يوم (متوسط ٣ مكعبات)	≥ ٤٠ ميجا باسكال	ASTM C942
المجموعة الأولية من المونة الأسمنتية	ثلاث ساعات كحد أدنى اثنتا عشرة ساعة كحد أقصى	ASTM C953
اختبار الميوعة[2] وقت التدفق من قمع التدفق مباشرة بعد الخلط ثلاثين دقيقة بعد الخلط مع إعادة الخلط مدة ثلاثين ثانية	إحدى عشرة ثانية كحد أدنى ثلاثون ثانية كحد أقصى تسع ثوانٍ كحد أدنى عشرون ثانية كحد أقصى ثلاثون ثانية كحد أقصى ثلاثون ثانية كحد أقصى	ASTM C939 ASTM C939 [3] ASTM C939 ASTM C939 [3]
النضح في ثلاث ساعات	٠,٠٪ كحد أقصى	ASTM C940[4]
نفاذية في ثمانية وعشرين يوما	٢,٥٠٠ كولوم في ٣٠ كحد أقصى فولت مدة ست ساعات	AASHTO T277 (ASTM C1202)

ملاحظات:

١. عدل (ASTM C1090) لتضمين التحقق في كل من أربع وعشرين ساعة و ثمانية وعشرين يومًا.

٢. ستُجرى تعديلات على معدلات التدفق بالامتثال الصارم لتوصيات الشركة المصنعة.

٣. يجب أن تفي ميوعة المونة الأسمنتية إما باختبار مخروط التدفق القياسي (ASTM C939)، أو الاختبار المعدل الموصوف هنا.

عدل اختبار (ASTM C939) بملء المخروط إلى الأعلى بدلاً من المستوى القياسي، وقت التدفق هو وقت ملء حاوية سعة ١ لتر موضوعة تحت مخروط التدفق مباشرة.

الخواص	قيمة الاختبار	طريقة الاختبار
٤. تعديل (ASTM C940) للتوافق مع اختبار التسرب الناجم عن الفتيل الموصوف أدناه: أ- هيء المكونات الجافة، وخلط الماء، وجديلة الإجهاد المسبق، وجهاز الاختبار طوال الليل عند ٢١ إلى ٢٥ درجة مئوية. ب- أدخل (٨٠٠ مللي لت)ر من المونة الأسمنتية الممزوجة بالماء المكيف في الأسطوانة المتدرجة (١،٠٠٠ مللي لتر). ضع علامة على مستوى الجزء العلوي من المونة الأسمنتية. ج- لف الجديلة بمجرى أو شريط كهربائي بعرض ٥ سم عند كل طرف قبل القطع لتجنب تناثر الأسلاك عند قصها. د- أزل الشحوم (بمذيب الأسيتون أو الهكسان) وفرشاة سلكية لإزالة أي صدأ سطحي على الكابل قبل تكييف درجة الحرارة، أدخل بالكامل طول (٥١٠ ملم) من كابل (ASTM A416/A416M) ذي السبعة أسلاك المكيفة والنظيفة بقطر (١٣ ملم) في الأسطوانة المتدرجة (١،٠٠٠ مل)، وسّط الخيط واربطه بحيث يظل موازيًا للمحور الرأسي للأسطوانة (ربما باستخدام حلقة تمركز). ضع علامة على مستوى الجزء العلوي من المونة الأسمنتية. ه- خزّن المونة الأسمنتية المخلوط في نطاق درجة الحرارة المذكورة أعلاه في "أ". و- قس مستوى الماء المنضوح كل ١٥ دقيقة للساعة الأولى وكل ساعة بعد ذلك لمدة ساعتين. ز- احسب ماء التسييل -إن وجد- في نهاية فترة الاختبار البالغة ثلاث ساعات والتمدد الناتج وفقًا للإجراءات الموضحة في (ASTM C940)، مع كمية الماء المنضوح معبرًا عنها كنسبة مئوية من حجم المونة الأسمنتية الأولية. لاحظ ما إذا كان الماء المنضوح لا يزال أعلى أو أسفل قمة المونة الأسمنتية.		

١٣-٤-٤ المجاري:

١٣-٤-٤-١ عام:

يجب أن تكون المجاري المستخدمة في عمل ثقوب أو فراغات في الخرسانة لوضع الكابلات لاحقة الشد إما مكونة من نواة قابلة للإزالة، أو يجب أن تكون مكونة من مجاري صلبة، أو شبه صلبة تصب في الخرسانة.

يجب أن تُشكل المجاري من أنوية قابلة للإزالة بدون قيود من شأنها أن تسد مرور المونة الأسمنتية، يجب إزالة جميع مواد الاستخلاص.

يجب أن تكون المجاري المتكونة من الغلاف المتروك في مكانه من النوع الذي لا يسمح بتغلغل المعجون الأسمنتي، يجب أن تنقل إجهادات الرابط حسب الحاجة ويجب أن تحافظ على الشكل تحت وزن الخرسانة، ويجب أن تتمتع بالقوة الكافية للحفاظ على محاذاة صحيحة دون تذبذب مرئي أثناء صب الخرسانة.

١٣-٤-٤-٢ المجاري المعدنية:

يجب أن يكون تغليف المجاري من المعدن، باستثناء ما هو منصوص عليه في هذا المستند. يجب أن تكون المجاري من معدن حديد مجلفن، ويجب أن تصنع إما بشرائح ملحومة، أو متشابكة. لن تكون هناك حاجة لجلفنة اللحامات الملحومة، يجب أن يكون للمجاري الصلبة جدران داخلية ملساء وقابلة للانحناء إلى التكوين المناسب دون تجعيد أو تسطيح، يجب أن تكون المجاري شبه الصلبة مموجة، وعند إدخال كابلات الشد بعد صب الخرسانة يجب أن يكون الحد الأدنى لسمك جدارها كما يلي: (٠,٤٥ ملم) للمجاري التي يساوي قطرها أو يقل عن (٦٦,٧ ملم)، و(٠,٦ ملم) للمجاري التي يزيد قطرها عن (٦٦,٧ ملم)، عندما تُجمع كابلات شد القضيب مسبقًا مع هذه المجاري، يجب ألا يقل سمك المجرى عن (٠,٢٥ ملم).

١٣-٤-٤-٣ المجاري البلاستيكية:

بالنسبة للمواقع الموجودة في بيئة المياه المالحة أو التعرض لمواد كيماوية لإزالة المواد الكيميائية، يجب مراعاة مادة المجاري البلاستيكية والتوصية بها.

يجب أن تُنشأ المجاري البلاستيكية المموجة التي تغرس في الخرسانة بالكامل إما من البولي إيثيلين، أو البولي بروبلين. يجب أن يحدد مورد المجرى أقل نصف قطر مقبول للانحناء وفقًا لطرق الاختبار القياسية، يجب أن يكون للمجرى سمك كما هوا مبين في الجدول (١٣-٣)، يجب أن تكون المجاري مغطاة بطبقة بيضاء من الخارج، أو يجب أن تكون من مادة بيضاء مع إضافة مثبتات فوق بنفسجية، يجب أن يُصنع مجري البولي إيثيلين من الراتنجات التي تلبي أو تتجاوز متطلبات (ASTM D3350) بتصنيف خلية (345464A)، يجب أن تصنع مجاري البولي بروبلين من الراتنجات التي تلبي أو تتجاوز متطلبات (ASTM D4101) مع نطاق تصنيف الخلايا من (PP0340BI4541 إلى PP0340B67884)، استخدم مادة الراتنج التي تحتوي على مضادات الأكسدة مع الحد الأدنى من وقت حث الأكسدة (OIT) وفقًا لـ (ASTM D3895) بما لا يقل عن عشرين دقيقة. يجب إجراء اختبار وقت حث الأكسدة على عينات مأخوذة من المنتج النهائي.

الجدول (١٣–٣) سُمك المجاري.

شكل المجرى	قطر المجرى (ملم)	سمك المجرى (ملم)
مسطح	أي حجم	٢,٠
دائري	٢٣	٢,٠
دائري	٦٠	٢,٠
دائري	٧٥	٢,٥
دائري	٨٥	٢,٥
دائري	١٠٠	٣,٠
دائري	١١٥	٣,٥
دائري	١٣٠	٤,٠
دائري	١٤٥	٤,٠

يجب أن تكون مجاري البولي إيثيلين السوداء الصلبة الناعمة سوداء اللون للاستخدام في حالة عدم وجود كابل الشد في الخرسانة في شكل أنابيب صلبة مصنوعة من راتنج بولي إيثيلين بكر (١٠٠٪) يفي بمتطلبات (ASTM D3350) مع فئة خلية لا تقل عن (344464C)، تستخدم مادة الراتنج التي تحتوي مضادات الأكسدة مع الحد الأدنى لوقت حث الأكسدة وفقًا لمواصفة (ASTM D3895) التي يجب ألا تقل عن (٤٠) كحد أدنى، يجب إجراء اختبار وقت حث الأكسدة على عينات مأخوذة من المنتج النهائي، يجب أن يُصنع المجرى بنسبة أبعاد تبلغ (١٧,٠) وفقًا للمحدد بواسطة (ASTM D3350) أو (ASTM F714) بما يتناسب مع عملية التصنيع المستخدمة.

١٣-٤-٤-٤ منطقة المجرى:

يجب أن تطبق أحكام القسم الفرعي (٥-٤-٦-٢) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

١٣-٤-٤-٥ تركيبات المجاري:

يجب أن تكون توصيلات الاقتران والانتقال للمجاري التي تُشكل بالإغماد إما من عديد أوليفينات فلزية حديدية (بولي إيثيلين أو بولي بروبيلين)، ويجب أن تكون مانعة للهواء والماء، وذات قوة كافية لمنع تشويه أو إزاحة المجاري أثناء صب الخرسانة و/أو ترويب كابل الشد.

يجب أن تُزوَّد المجاري أو مجموعات التثبيت بأنابيب أو وصلات أخرى مناسبة في كل نهاية من المجرى؛ لحقن المونة الأسمنتية بعد الإجهاد المسبق، وفقًا للمحدد في القسم الفرعي (١٣-٥-٣-٢-٢)، ويجب أن تزوَّد مجاري الهواء أيضًا بمنافذ للتنفيس أو الترويب في نقاط عالية وللتصريف عند النقاط المنخفضة المتوسطة.

يجب أن يكون قطر أنابيب التهوية والصرف (٢٠ ملم) على الأقل للحبال وقطر (١٢ ملم) على الأقل لكابلات شد القضيب الفردي وثلاثة أو أربعة جدائل للمجاري المسطحة، يجب أن توصَّل بالمجاري بواسطة مثبتات إنشائية معدنية أو بلاستيكية، يجب أن تكون المنافذ والمصارف مغلقة بالمونة، ومثبتة بالشريط اللاصق حسب الضرورة، ومركبة إما بوصلات تغليف ميكانيكية، أو منكمشة، يجب أن توفر المنافذ والمصارف وسائل لحقن المونة الأسمنتية بالفتحات ولإغلاقها لمنع تسرب المونة الأسمنتية.

١٣-٥ أعمال الإنشاءات:

١٣-٥-١ متطلبات الشد العامة:

يجب أن يحدث الشد عن طريق الشد المسبق، أو الشد اللاحق، أو الطرق المجمعة كما حدد في مستندات العقد، أو على رسومات العمل المعتمدة، أو التي اعتمدها المهندس كتابيًا.

يجب أن يُشد الفولاذ مسبق الإجهاد بواسطة روافع هيدروليكية؛ لإنتاج القوى الموضحة في مستندات العقد، أو على الرسم التشغيلي المعتمد، مع ترك المخصصات المناسبة لجميع الخسائر، يجب أن تكون الخسائر التي ستوفر على النحو المحدد في الجزء الفرعي (٥-٩-٥) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

بالنسبة لأعمال الشد اللاحق، يجب أن تشمل الخسائر أيضًا خسارة مجموعة المرساة المناسبة لنظام التثبيت المستخدم.

أما العناصر مسبقة الشد؛ فيجب ألا يتجاوز إجهاد الكبل قبل الارتكاز (إجهاد الرافعة) ٨٠٪ من الحد الأدنى لمقاومة الشد القصوى لفولاذ الإجهاد المسبق (٠,٨)، وهذا الضغط يجب أن يكون المسموح به، الذي يتجاوز قليلاً القيم المسموح بها في كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق) لتعويض فقد المرتكزات، ولتعويض الفروق في درجات الحرارة المحددة في القسم الفرعي (١٣-٥-٢-١).

أثناء شد الجديلة، يجب أن يقبل المهندس حالات فشل الأسلاك الفردية، شرط ألا يُكسر أكثر من سلك واحد في أي جديلة وألا تتجاوز مساحة الأسلاك المكسورة ٢٪ من المساحة الإجمالية لفولاذ الإجهاد المسبق في العنصر.

١٣-٥-١-١ مقاومة الخرسانة:

يجب ألا تطبق قوى الإجهاد المسبق أو تنقل إلى الخرسانة حتى تصل الخرسانة إلى القوة المحددة للضغط الأولي. بالإضافة إلى ذلك، يجب عدم شد الخرسانة المصنعة في مكانها لغير الجسور المشيدة بشكل مجزأ إلا بعد عشرة أيام على الأقل من وضع آخر خرسانة في العنصر لتُشد لاحقًا.

١٣-٥-١-٢ معدات الإجهاد المسبق:

يجب أن تكون الرافعات الهيدروليكية المستخدمة لشد كابلات الشد قادرة على توفير واستدامة القوى اللازمة، ويجب أن تكون مجهزة إما بمقياس ضغط، أو خلية تحميل لتحديد إجهاد الرافعة، يجب أن يوفر نظام الرفع وسيلة مستقلة يمكن بواسطتها قياس استطالة كابل الشد، يجب أن يكون لمقياس الضغط قرص قراءة دقيق بقطر (١٥٠ ملم) على الأقل أو شاشة رقمية، ويجب معايرة كل رافعة ومقياسها كوحدة مع امتداد الأسطوانة في الوضع التقريبي بحيث تكون عند قوة الرفع النهائية، ويجب أن تكون مصحوبة بمخطط أو منحنى معايرة معتمد، يجب معايرة خلية الحمل ويجب تزويدها بمؤشر يحدد بواسطته القوة سابقة الإجهاد في كابل الشد، يجب أن يكون مدى خلية الحمل بحيث لا يُستخدم أقل ١٠٪ من السعة المقدرة للشركة المصنعة في تحديد إجهاد الرفع. بعد اعتماد المهندس، يجب أن يُستخدم حلقات اختبار معايرة بدلاً من خلايا الحمل.

يجب تكرار إعادة معايرة المقاييس سنويًا على الأقل، وعندما يشير قياس الضغوط والاستطالات إلى ضغوط مختلفة ماديًا.

يجب أن يُستخدم لهب الأكسجين أو معدات القطع الميكانيكية فقط لقطع الجدائل بعد التثبيت في العنصر أو بعد الشد. يجب عدم استخدام معدات اللحام بالقوس الكهربائي.

١٣-٥-١-٣ تسلسل الإجهاد:

عندما لا يُحدد تسلسل الضغط على كابلات الشد الفردية في مستندات العقد أو في رسومات العمل المعتمدة، يجب إجهاد كابلات الشد اللاحق وتحرير كابلات الشد اللاحق في تسلسل ينتج عنه الحد الأدنى من القوة اللامركزية في عنصر.

١٣-٥-١-٤ قياس الإجهاد:

يجب أن يوفر المقاول سجلًا لضغوط المقاييس واستطالات كابلات الشد لكل كابل شد؛ لمراجعته واعتماده من قبل المهندس، يجب أن تقاس الاستطالات بدقة (١,٥ ملم)، يجب عدم قطع ذيول الشد الخاصة بكابلات الشد اللاحق حتى تصدر الموافقة على سجلات الشد.

يجب أن يُحدد الإجهاد في كابلات الشد أثناء الشد بواسطة قراءات الحجم أو خلية الحمل، ويجب أن يتحقق من ذلك باستخدام الاستطالات المقاسة، يجب أن تستخدم حسابات الاستطالات المتوقعة معامل المرونة، بناءً على المساحة الاسمية، على النحو الذي قدمته الشركة المصنعة لكثير من الفولاذ الذي يشد، أو على النحو المحدد باختبار مقاعد البدلاء للجدائل المستخدمة في العمل.

يجب أن تشد كابلات الشد إلى قوة أولية حسب الضرورة؛ لإزالة أي امتصاص في نظام الشد قبل بدء قراءات الاستطالة، ويجب أن تكون هذه القوة الأولية بين ٥ و٢٥٪ من قوة الرفع النهائية، يجب أن تقاس القوة الأولية بمقياس ديناميكي أو بطريقة أخرى معتمدة، بحيث يمكن استخدام مقدارها للتحقق من الاستطالة وفق حسابها وقياسها، يجب أن توضع علامة على كل جديلة قبل الشد النهائي للسماح بقياس الاستطالة والتأكد من أن جميع أسافين التثبيت مثبتة تثبيتًا صحيحًا.

من المتوقع أنه يجب أن يكون هناك تباين في الضغط المشار إليه بين ضغط الرافعة والاستطالة، في مثل هذه الحالة، يجب أن ينتج الحمل المستخدم كما هو محدد بواسطة ضغط المقياس ضغطًا زائدًا خفيفًا بدلاً من الضغط المنخفض، عند حدوث تباين بين ضغط المقياس والاستطالة بأكثر من ٥٪ في كابلات الشد التي يزيد طولها عن (١٥ متر) أو ٧٪ في كابلات الشد التي يبلغ طولها (١٥ متر) أو أقل، يجب أن تفحص العملية بأكملها بعناية ويحدد مصدر الخطأ ويصحح قبل المتابعة. عندما تتوفر مجاري مؤقتة لإضافة القوة سابقة الإجهاد في حالة وجود نقص واضح في قوة كابلات الشد التي يزيد طولها عن (١٥ متر)، يجب زيادة التناقض بين القوة المشار إليها بواسطة ضغط المقياس والاستطالة إلى ٧ % قبل التحقيق في مصدر خطأ.

١٣-٥-٢ العناصر مسبقة الشد:

١٣-٥-٢-١ المتطلبات لمسبقة الشد:

يجب الشد إما بالضغط أحادي الجديلة أو متعدد الجديلة، يجب أن يكون مقدار الضغط المعطى لكل جديلة كما هو موضح في مستندات العقد أو في رسومات العمل المعتمدة.

يجب إحضار جميع الجدائل التي سيشدد عليها في مجموعة (إجهاد متعدد الجدائل) إلى شد أولي موحد قبل إعطائها الشد الكامل، ويجب أن يكون مقدار قوة الشد الأولية في النطاق المحدد في القسم الفرعي (١٣-٥-١-٤)، ويجب أن تبلغ الحد الأدنى المطلوب للتخلص من كل الارتخاء، ولموازنة الضغوط في كابلات الشد على النحو الذي يحدده المهند. سيتأثر مقدار هذه القوة بطول طبقة الصب وحجم وعدد كابلات الشد في المجموعة المراد شدها.

يجب شد كابلات الشد مسبقة الشد المنسدلة إما جزئيًا بالرفع في نهاية الطبقة، وجزئيًا برفع كابلات الشد أو خفضها، أو يجب أن تشد بالكامل بالرفع، مع تركيب كابلات الشد في مواضعها الملفوفة بواسطة بكرات، أو دبابيس، أو طرق أخرى معتمدة أثناء عملية الرفع.

يجب استخدام وسائل تقليل الاحتكاك المعتمدة في جميع نقاط التغيير في منحدر مسار كابل الشد عند شد الجدائل مسبقة الشد الملفوفة، بغض النظر عن طريقة الشد المستخدمة.

إذا كانت حمولة جديلة ملفوفة، كما تحددها قياسات الاستطالة، أقل بنسبة ٥٪ من تلك المشار إليها بواسطة مقاييس الرافعة، فيجب شد الجديلة من طرفي الطبقة، ويجب أن يتفق الحمل المحسوب من مجموع الاستطالة عند كلا الطرفين في حدود ٥٪ مما هو محدد بواسطة مقاييس الرافعة.

بناءً على طلب المهندس، يجب أن يفحص المقاول جدائل الفولاذ سابقة الإجهاد في العناصر المسبقة، إذا شُدت بشكل فردي، للتحقق من فقدان الإجهاد قبل ثلاث ساعات من صب الخرسانة للعناصر، ويجب أن تخضع طريقة ومعدات فحص فقدان الإجهاد المسبق لموافقة المهندس، يجب أن يُشد جميع الجدائل التي تظهر فقدان الإجهاد المسبق بما يزيد عن ٣٪ إلى إجهاد الرفع المحسوب الأصلي.

يجب الحفاظ على الضغط على جميع الجدائل بين المراسي حتى تصل الخرسانة إلى مقاومة الانضغاط المطلوبة في وقت نقل الإجهاد إلى الخرسانة.

عند شد الفولاذ مسبق الإجهاد في العناصر مسبقة الشد عند درجة حرارة تزيد عن أربع عشرة درجة مئوية (١٤ درجة مئوية)، أقل من درجة الحرارة المقدرة للخرسانة وفولاذ الإجهاد المسبق في وقت المجموعة الأولية للخرسانة، فإن الاستطالة المحسوبة من حديد الإجهاد المسبق يجب أن تزاد؛ للتعويض عن الخسارة في الإجهاد بسبب التغير في درجة الحرارة، ويجب ألا يتجاوز إجهاد الرفع بأي حال من الأحوال ٨٠٪ من الحد الأدنى المحدد لمقاومة الشد القصوى للفولاذ مسبق الإجهاد.

يجب أن يعتمد المهندس طرق وأجهزة ربط الجديلة، عند استخدام الرافعة أحادية الجديلة، يُسمح فقط بلصق واحد لكل خصلة. عند استخدام الرافعة متعددة الجديلة، إما يجب أن تُقطع جميع الجدائل أو يجب ألا تُقطع أكثر من ١٠٪ من الجدائل، إن قطعت أكثر من جديلة، يكون موقع اللصق متداخلاً، يجب أن تكون الجدائل المجزأة متشابهة في الخصائص الفيزيائية، من نفس المصدر، ويجب أن يكون لها نفس "الالتواء" أو "الوضع"، يجب أن تكون جميع الوصلات موجودة خارج الوحدات سابقة الإجهاد.

يجب إزالة الأشكال الجانبية والشفة التي تمنع الانحراف قبل تحرير التسليح مسبق الشد.

ما لم يوضح خلاف ذلك في مستندات العقد، يجب أن تقطع خيوط الإجهاد المسبق المتساقطة مع نهاية العنصر، يجب تنظيف وطلاء الأطراف المكشوفة للشريط وشريط ٢٥ مم من الخرسانة المجاورة. يجب أن يكون التنظيف بالدفع الهوائي السلكية، أو التنظيف باستخدام الكاشطة؛ لإزالة جميع الأوساخ والبقايا غير الملتصقة بشدة على الأسطح المعدنية أو الخرسانية، يجب طلاء الأسطح بطبقة سميكة واحدة من الطلاء الغني بالزنك المطابق لمتطلبات المواصفات العسكرية الأمريكية (MIL-P-2444 1/20)، يجب أن يخلط الطلاء جيدًا وقت الاستخدام، ويجب عمل أي فراغات في الجدائل.

١٣-٥-٢-٢ وضع الحديد مسبق الإجهاد:

يجب حماية الفولاذ مسبق الإجهاد والموجود في طبقة الإجهاد من التآكل إذا تعرضت طبقة الإجهاد للظروف الجوية مدة تزيد عن ست وثلاثين ساعة قبل تغليفها بالخرسانة.

يجب أن تكون جميع الجدائل خالية من مكامن الخلل أو التقلبات، يجب تركيب حديد مسبق الإجهاد بدقة في الموضع والشد وفقًا للجزء (١٣-٥). يجب عدم السماح للجدائل بالفك أكثر من دورة واحدة. يجب الاحتفاظ بسجل قوة الرفع وقياسات الاستطالة بعد شد الجدائل حتى ٢٠٪ من قوة الرفع النهائية.

يجب أن يُشد الفولاذ مسبق الإجهاد بالضغط المطلوب، يُدرج المقاول في استطالة حسابات انزلاق جديلة المثبت في كابلات التثبيت، وانزلاق الوصلة، والحركة الأفقية للعنصر الإنشائي في مكانه أثناء عمليات الإجهاد المسبق، والتغييرات المسبقة في درجات حرارة الفولاذ بين وقت الشد والوقت الذي تأخذ فيه الخرسانة إعدادها الأولي. يجب إعداد جميع الحسابات بواسطة مهندس محترف.

يجب على المقاول الحفاظ على أشكال فراش الإجهاد، والجدائل، وقضيب التسليح بدرجة حرارة في حدود ١٥ درجة مئوية من درجة حرارة الخرسانة التي ستوضع في القوالب، يجب أن تدعم الجدائل ببكرات عند نقاط تغيير الاتجاه عندما يُشد الجدائل في وضع ملفوف، يجب استخدام بكرات تعمل بحرية مع أدنى حد من الاحتكاك. في البداية، عندما يُشد الجدائل ثم يسحبها إلى الوضع الملفوف، يجب على المقاول أن لا يزد عن الشد المطلوب مطروحًا منه الشد المتزايد بسبب إجبار الجدائل على تشكيل مسقط أفقي ملفوف. إذا كان الحمل في جديلة ملفوفة عند الطرف المسدود، كما هو محدد بواسطة قياسات الاستطالة، أقل من ٩٥٪ من حمل الرافعة، فيجب شد الخصلة من طرفي الطبقة. يجب أن يكون الحمل، وفقًا لحسابه من مجموع الاستطالات الناتجة عن طريق الرفع عند كلا الطرفين، يتفق في حدود ٥٪ من حمل الرافعة.

خلال ثلاث ساعات قبل صب الخرسانة، يجب فحص الشد على جدائل الإجهاد المسبق، يجب أن تخضع طريقة ومعدات فحص فقدان الإجهاد المسبق لموافقة المهندس، إذا شُدت الجدائل بشكل فردي، يجب يفحص كل حبل لفقدان الإجهاد المسبق. يجب على المقاول إعادة شد إجهاد الرفع المحسوب الأصلي لجميع الجدائل التي تظهر فقد الإجهاد المسبق بما يزيد عن ٣٪، إذا شُدت الجدائل في مجموعة، يجب تفحص المجموعة بأكملها من أجل الخسارة الكاملة للإجهاد المسبق. يجب على المقاول تحرير المجموعة بأكملها وإعادة شدها إذا أظهر الإجهاد الكلي خسارة تزيد عن ٣٪ أو إذا ظهر أي جديلة فردية مختلفة بشكل كبير عن بقية الجدائل في المجموعة.

١٣-٥-٢-٣ تحرير الحديد:

يجب أن يحرر الحمل المسبق الإجهاد إلى الخرسانة بعد أن تصل الخرسانة إلى مقاومة الانضغاط المطلوبة، يجب ألا تعرَّض الخرسانة لدرجات حرارة أقل من درجة التجمد مدة سبعة أيام على الأقل بعد الصب. يجب أن تقطع الجدائل أو تحرر بحيث يقلل الانحراف الجانبي لقوة الإجهاد المسبق، يجب أن يقطع الفولاذ مسبق الإجهاد مع نهاية العنصر.

١٣-٥-٣ عناصر الشد اللاحق:

١٣-٥-٣-١ متطلبات الشد اللاحق:

قبل الشد اللاحق لأي عنصر؛ يجب أن يثبت المقاول بما يرضي المهندس أن حديد الإجهاد المسبق خالٍ وغير مربوط في المجرى.

التأكيد على جميع الجدائل في كل كابل شد، باستثناء تلك الموجودة في القنوات المسطحة التي لا تزد عن أربع كابلات، في وقت واحد يجب استخدام رافعة متعددة الكابلات.

يجب الشد لتوفير القوى والاستطالات المحددة في القسم الفرعي (١٣-٥-٤-١).

باستثناء ما نص عليه في هذا المستند، أو عند التحديد في مستندات العقد، أو في رسومات العمل المعتمدة، يجب أن تشد كابلات الشد الموجودة في العناصر المستمرة بعد الشد بالرفع عند كل طرف من طرفي كابل الشد. أما كابلات الشد المستقيمة وعندما يظهر إجهاد أحد طرفيها في مستندات العقد، يجب أن يكون إجراء الشد بالرفع من طرف واحد أو طرفي كابل الشد حسب اختيار المقاول.

١٣-٥-٣-٢ وضع المجاري:

١٣-٥-٣-٢-١ عام:

يجب تدعيم المجاري بشكل صارم في الأماكن المناسبة في الأشكال بواسطة روابط مع حديد التسليح التي تكون كافية لمنع الإزاحة أثناء صب الخرسانة، يجب أن تستخدم قضبان الدعم التكميلية عند الحاجة؛ للحفاظ على المحاذاة المناسبة للمجاري. يجب استخدام روابط التثبيت للقوالب عندما يؤدي طفو المجاري في الخرسانة المائعة إلى رفع حديد التسليح.

يجب أن يدعم مجرى البولي إيثيلين، والمجرى المعدني للشد اللاحق الطولي، أو العرضي في الشفاه على فواصل لا تزيد عن (٠,٦ متر)، يجب أن تربط مجاري البولي إيثيلين في شبكات من أجل الشد اللاحق الطولي للركائب على فواصل لا تتجاوز (٦٠٠ ملم)، يجب أن يربط مجرى معدني للشد اللاحق الطولي في شبكة الركائب على فواصل لا تتجاوز (١,٢ متر).

يجب أن تقترن الوصلات بين أجزاء المجرى بوصلات موجبة لا تؤدي إلى تغيرات في الزاوية في الفواصل وتمنع تغلغل المعجون الأسمنتي.

بعد الانتهاء من رصف المجاري، واكتمال التسليح والتشكيل، يجب أن يجر فحص لتحديد الضرر المحتمل للمجاري.

إصلاح الثقوب أو الفتحات غير المقصودة في المجرى قبل صب الخرسانة.

تكون فتحات ومنافذ تهوية المونة الأسمنتية مثبتة بإحكام في المجرى وإما على النماذج أو بحديد التسليح؛ لمنع الإزاحة أثناء عمليات صب الخرسانة.

بعد التثبيت في القوالب؛ تغطى أطراف المجاري في جميع الأوقات حسب الضرورة لمنع دخول الماء أو الحطام.

أثناء صب الخرسانة للأجزاء مسبقة الصب، يجب استخدام الأعمدة الدوارة كمواد تقوية في كل مجرى هواء ويجب أن تمتد على طول المقطع المصبوب وعلى الأقل (٠,٦ متر) في المجرى المقابل للقطعة المصنعة مسبقًا. يجب أن تكون الأعمدة الدوارة صلبة إلى الحد الذي يمكن معه الحفاظ على هندسة المجاري ضمن التفاوتات المبينة في الجدول (١٣-٤).

الجدول (١٣–٤) تفاوتات موضع المجرى.

التفاوتات	الوضع الرأسي (ملم)	الوضع الجانبي (ملم)
كابلات الشد الأفقية في الألواح أو في مناطق الألواح ذات العناصر الأكبر	± ٦	± ١٢
كابلات شد البنية الفوقية الملفوفة طولية في شبكات كابلات الشد فوق الدعامات أو في الثلث الأوسط من الامتداد	± ٦	± ٦
كابل شد في النصف الأوسط من عمق الشبكة	± ١٢	± ٦
كابلات شد البنية الفوقية الطولية والأفقية بشكل عام في الجزء العلوي أو السفلي من العنصر	± ٦	± ٦
كابلات الشد الأفقية في البنى السفلية والأساسات	± ١٢	± ١٢
	الوضع الطولي (ملم)	**موضع عرضي (ملم)**
كابلات الشد العمودية في الشبكات	± ٦	± ٦
كابلات الشد العمودية في أعمدة الرصيف	± ٦	± ٦

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن ينطبق ما يلي:

- في جميع الحالات الأخرى، يُحدد كابلات الشد في حدود (± ٦ ملم) في أي اتجاه.
- يجب أن تكون زوايا الدخول والخروج لمسارات كابلات الشد عند المراسي أو عند وجوه الخرسانة في حدود (± ٣) درجات من الزاوية المرغوبة المقاسة في أي اتجاه، وأي انحرافات في المحاذاة تحقق بانتقالات سلسة دون أي التواءات.
- لا تزد الزوايا عند وصلات المجاري عن (± ٣) درجات في أي اتجاه ويجب ذلك بتحولات سلسة بدون أي التواءات.
- حدد مكان المراسي في حدود (± ٦ ملم) من الموضع المطلوب بشكل جانبي، و(± ٢٥ ملم) على طول كابل الشد باستثناء أنه يجب الحفاظ على الحد الأدنى من متطلبات الغطاء.
- يوضع تسليح حصر التثبيت على شكل حلزونات، أو قضبان، أو روابط متعددة على شكل حرف V، لتوسط توسيطًا صحيحًا حول القناة، وتبدأ خلال (١٢ ملم) من الجزء الخلفي من لوحة التثبيت الرئيسية.
- في حالة وجود تعارضات بين أنبوب التسليح وما بعد الشد، ضع أنبوب الشد اللاحق واضبط التسليح محليًا بموافقة المهندس.

١٣-٥-٣-٢-٢ مداخل ومخارج المجري:

يجب أن تزود مجاري الهياكل الإنشائية المستمرة بمخارج في النقاط العالية والمنخفضة من المسقط الأفقي للمجرى، باستثناء الحالات التي تكون فيها التغييرات الجانبية صغيرة، كما هو الحال في الألواح المستمرة، وفي مواقع إضافية كما هو محدد في مستندات العقد. يجب أن تظل منافذ النقاط المنخفضة مفتوحة حتى تبدأ عملية الترويب.

١٣-٥-٣-٢-٣ إثبات مجاري الشد اللاحق:

بعد الانتهاء من صب الخرسانة؛ يجب على المقاول إثبات أن مجاري ما بعد الشد نظيفة، وخالية من أي معوقات أو أضرار، وقادرة على قبول كابلات الشد اللاحق المقصودة بتمرير طوربيد عبر المجرى، يجب أن يكون للطوربيد نفس شكل المقطع العرضي للمجرى، ويجب أن يكون أصغر بمقدار(٦ ملم) في كل مكان من الأبعاد الداخلية الاسمية الواضحة للمجرى، لا يجوز إجراء أي استقطاعات لأبعاد جزء الطوربيد للتفاوتات المسموح بها في تصنيع أو تركيب المجاري، بالنسبة للمجاري المستقيمة، يجب أن يستخدم طوربيد بطول (٠,٦ متر) على الأقل. بالنسبة للمجاري المنحنية، يجب أن يحدد الطول بحيث عندما يلمس كلا الطرفين الجدار الخارجي للمجرى، يكون الطوربيد على بعد (٦ ملم) من الجدار الداخلي. إذا لم ينتقل الطوربيد بالكامل عبر المجرى، يجب على المهندس رفض العنصر، إن لم تجر إصلاحات عملية؛ يجب أن يمر الطوربيد عبر المجرى بسهولة يدويًا دون جهد زائد أو مساعدة ميكانيكية.

١٣-٥-٣-٢-٤ اختبار مجال ضغط المجرى:

قبل الضغط على كابلات الشد الداخلية أو الخارجية وترويبها؛ ثبت أغطية المونة الأسمنتية، والمداخل، والمنافذ، واختبر القناة بالهواء المضغوط؛ لتحديد ما إذا كانت توصيلات المجاري تتطلب الإصلاح. بحضور المهندس، اضغط على المجرى حتى (٣٤٥ كيلو باسكال) وأغلق مصدر الهواء الخارجي، سجل فقدان الضغط مدة دقيقة. يعد فقد الضغط البالغ (١٧٠ كيلو باسكال) مقبولاً للمجاري التي طولها (٤٥ م) أو أقل، وفقدان الضغط (١٠٠ كيلو باسكال) مقبول للقنوات التي يزيد طولها عن (٤٥ م)، إذا تجاوز فقدان الضغط المسموح به، أصلح الوصلات المتسربة باستخدام الطرق المعتمدة من قبل المهندس وأعد الاختبار.

١٣-٥-٣-٣ وضع الخرسانة:

في حالة عدم تغطية نهاية مجموعة الشد اللاحق بالخرسانة، علّق معدات التثبيت بحيث تكون أطراف حديد الإجهاد المسبق وجميع أجزاء معدات التثبيت (٥١ ملم) على الأقل داخل السطح النهائي للعناصر.

قبل صب الخرسانة؛ أظهر أن جميع المجاري خالية من العوائق، وبعد وضع الخرسانة مباشرة، انفخ الأنبوب المعدني بهواء مضغوط خالٍ من الزيت؛ لتفتيت وإزالة كل المونة في الماسورة قبل أن تتصلب، بعد أربع وعشرين ساعة من صب الخرسانة؛ اغسل الأنابيب المعدنية بماء يحتوي الجير (أكسيد الكالسيوم)، أو الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم) بكمية (١,١٣ كيلو نيوتن/م^{٣})، انفخ الماء بالهواء المضغوط الخالي من الزيت.

بالنسبة لعناصر الشد اللاحق التي ستعالج بالبخار، لا تُركب الفولاذ المشدد مسبقًا حتى اكتمال المعالجة.

١٣-٥-٣-٤ وضع حديد الشد اللاحق:

توضع أنواع الفولاذ سابقة الإجهاد المجمعة في المجاري وتركَّبُ قبل صب الخرسانة بدقة، ويجب أن تثبَّت في موضعها أثناء صب الخرسانة.

عندما تُركب الفولاذ مسبق الإجهاد بعد صب الخرسانة، يجب على المقاول أن يثبت بما يرضي المهندس أن المجاري خالية من الماء والحطام مباشرة قبل تركيب الفولاذ، يجب سحب العدد الإجمالي للكابلات الموجودة في كابل الشد الفردي في المجرى كوحدة، أو يجب سحب الكابل الفردي أو دفعه عبر المجرى.

يجب إعداد وتثبيت معدات التثبيت أو قوالب السد للمثبتات بحيث يتطابق محورها مع محور كابل الشد، وتكون لوحات التثبيت طبيعية في جميع اتجاهات كابل الشد.

يجب أن يُوزَّع الفولاذ مسبق الإجهاد بحيث تكون القوة في كل ساق عارضة متساوية أو وفقًا للمطلوب في الخطط، باستثناء ما هو منصوص عليه في هذا المستند. أما الجوائز الصندوقية التي تحتوي على أكثر من ساقين للعارضة، وفقًا لاختيار المقاول، يجب أن تختلف قوة الإجهاد المسبق بنسبة تصل إلى ١٪ من القوة النظرية المطلوبة لكل جذع عارضة شريطة الحصول على القوة الإجمالية المطلوبة في البنية الفوقية وتوزيع القوة بشكل متماثل حول خط الوسط للجزء النموذجي.

١٣-٥-٣-٤-١ حماية الحديد بعد التركيب:

يجب حماية الفولاذ المجهد مسبقًا والمستخدم في عناصر الشد اللاحق الخرسانية، الذي يروَّب خلال المهلة المحددة أدناه، يجب بشكل مستمر ضد الصدأ أو التآكل الآخر بمثبط التآكل الذي يوضع في المجاري، أو يطبق مباشرة على الفولاذ، حماية الفولاذ مسبق الإجهاد حتى يروب أو يغطى بالخرسانة. الفولاذ مسبق الإجهاد الذي ركب وشد في عناصر بعد وضع ومعالجة الخرسانة والمونة خلال المهلة الزمنية المحددة أدناه، لن يتطلب استخدام مثبط التآكل الموصوف هنا والصدأ الذي يتشكل خلال الفاصل بين تركيب كابلات الشد والترويب يجب ألا يكون سببًا لرفض الفولاذ.

يجب يكون الفاصل المسموح به بين تركيب كابلات الشد والترويب دون استخدام مثبط تآكل لظروف التعرض المختلفة على النحو الآتي:

- جو رطب جدًا أو فوق مياه مالحة (الرطوبة أكبر من ٧٠٪): سبعة أيام.
- الجو معتدل (الرطوبة من ٤٠ إلى ٧٠٪): خمسة عشر يومًا.
- جو جاف جدا (الرطوبة < ٤٠٪): عشرون يومًا..

بعد وضع كابلات الشد في المجاري، يجب أن تغلق الفتحات الموجودة في نهايات المجاري؛ لمنع دخول الرطوبة.

عند استخدام المعالجة بالبخار، يجب ألا يركب الفولاذ للشد اللاحق حتى الانتهاء من المعالجة بالبخار.

يجب حماية كابلات الشد من التآكل عبر مثبط تآكل يوضع في المجاري، أو على الفولاذ، أو يجب أن تُشدُّ وتروَّب خلال سبعة أيام بعد المعالجة بالبخار.

عند إجراء اللحام الكهربائي على أو بالقرب من الأجزاء المحتوية على حديد مُجدد مسبقًا، يجب تربط أرضية اللحام مباشرة بالفولاذ الذي سيلحم. يجب حماية قطع الفولاذ سابقة الإجهاد من تناثر اللحام أو أي تلف آخر.

١٣-٥-٣-٤-٢ حماية كابل الشد:

يجب حماية كابلات الشد من التآكل أو الآثار الضارة للحطام عبر سد أو إحكام إغلاق الفتحات ومنافذ التهوية؛ تنظيف الصدأ والمخلفات الأخرى من الأسطح المعدنية التي ساغطّى بغطاء المونة الأسمنتية؛ ووضع غطاء المونة الأسمنتية، يشمل ذلك سداد، فوق اللوحة الإسفينية حتى يُروَّب كابل الشد في أربع ساعات بعد الإجهاد وقبل الترويب.

١٣-٥-٣-٥ وضع المثبت:

المقاول مسؤول عن الوضع المناسب لجميع المواد وفقًا لمستندات التصميم الخاصة بمهندس السجل والمتطلبات المنصوص عليها من قبل مورد مُعدة التثبيت، ويجب عليه أن يقدم العناية والاهتمام الواجبين عند وضع معدات التثبيت، والتسليح، والخرسانة، وتوحيد الخرسانة في مناطق التثبيت. يجب على المهندس المحترف ومورد مُعدة التثبيت اعتماد التعديلات على تفاصيل المنطقة المحلية التي تم التحقق منها بموجب أحكام الأقسام الفرعية (١٣-٤-١-٢-٣)، و(٥-١٠-٩-٧) من كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

١٣-٥-٣-٦ سجل عملية الإجهاد:

يجب الاحتفاظ بسجل لعمليات الشد اللاحق الذي يلي كل كابل شد مركب:

- اسم ورقم المشروع.
- المقاول والمقاول من الباطن.
- موقع، وحجم، ونوع كابل الشد.
- تاريخ تركيب كابل الشد لأول مرة في المجرى.
- رقم الملف/البكرة للجدائل أو الأسلاك ورقم الحرارة للقضبان والأسلاك.
- المساحة المقطعية المفترضة والفعلية.
- معامل المرونة المفترض والفعلي.
- تاريخ الإجهاد.
- عدد الرافعات والعدادات في نهاية كابل الشد.
- قوة الرفع المطلوبة.
- ضغوط العداد.
- الاستطالات (المتوقعة والفعلية).
- مجموعات المرساة (المتوقعة والفعلية).
- تسلسل الإجهاد (أي كابلات الشد قبل وبعد كابل الشد هذا).
- وضع الإجهاد (طرف واحد/طرفان/متزامن).

- شهود عملية الإجهاد (المقاول والمفتش).
- تاريخ الترويب، الأيام من الضغط إلى الترويب، ضغط الحقن المطبق، ونهاية الحقن.
- سجل أي معلومات أخرى لها صلة بما في ذلك تواريخ الصب والتثبيت البيتوماستيك.

يجب أن يُزود المهندس بنسخة كاملة من جميع عمليات الضغط ونماذج معايرة الرافعة.

١٣-٥-٤ التحديد والاختبار:

يجب تخصيص رقم دفعة لكل الأسلاك أو الجدائل أو القضبان التي ستشحن إلى الموقع، ويجب وضع علامات عليها لأغراض التعريف، وتحديد مجموعات التثبيت التي ستشحن أيضًا.

يجب أن تكون كل دفعة من الأسلاك أو القضبان، وكل بكرة من حديد التسليح مصحوبة بشهادة المطابقة من الشركة المصنّعة، وشهادة المطحنة، وتقرير الاختبار، تتضمن شهادة المطحنة وتقرير الاختبار الآتي:

- التركيب الكيميائي (غير مطلوب للجديلة).
- مساحة المقطع العرضي.
- الخضوع والقوة المطلقة.
- الاستطالة عند التمزق.
- معامل المرونة.
- منحنى إجهاد الإجهاد للفولاذ الفعلي المجهد مسبقًا والمخصص للاستخدام.

يجب أن تستند القيم المعتمدة على قيم الاختبار والمساحات المقطعية الاسمية للمادة المصدق عليها.

يجب أن يزود المقاولُ المهندسَ بإجراء اختبار التحقق من العينات الموضحة في الأقسام الفرعية (١٣-٥-٤-١) إلى (١٣-٥-٤-٣) المختارين من كل دفعة، بناءً على طلب المهندس، يجب أن يكون اختيار العينات في مصنع الشركة المصنعة بواسطة المفتش.

يجب أن تكون العينات المقدمة ممثلة للدفعة التي ستوفر، وفي حالة الأسلاك أو الجدائل، يجب أن تؤخذ من السجل الرئيسي نفسه.

يجب ألا تقل القوة الفعلية لصلب الإجهاد المسبق عما هو محدد في مواصفة (ASTM) المطبق، ويجب أن يحدد عبر اختبارات العينات التمثيلية لمواد كابل الشد وفقًا لمواصفات (ASTM).

يجب أن توفر جميع المواد المحددة للاختبار مجانًا، ويجب أن تسلم في الوقت المناسب لإجراء الاختبارات في وقت مبكر جدًا من وقت الاستخدام المتوقع.

١٣-٥-٤-١ كابلات الشد مسبقة الشد:

للكابلات مسبقة الشد، يجب أن توفر عينة واحدة بطول (١,٥ م) على الأقل وفقًا لمتطلبات الفقرة (٩-١) من (AASHTO (M203M/M203 (ASTM A416/A416M).

١٣-٥-٤-٢ كابلات الشد اللاحق:

يجب أن توفر الأطوال التالية لكل دفعة (١٨,٠٠٠ كجم)، أو جزء منها من المواد المستخدمة في العمل:

- للأسلاك التي لا تتطلب طولًا كافيًا لتشكيل كابل متوازٍ واحد بطول (١,٥ متر) يتكون من نفس عدد الأسلاك مثل الكبل المراد تزويده.
- لتجهيز الجدائل بتركيبات (١,٥ متر) بين الأطراف القريبة من التركيبات.
- لتجهيز القضبان بنهايات ملولبة وصواميل (١,٥ متر) بين الخيوط عند النهايات.

١٣-٥-٤-٣ تجميعات المثبت والتثبيت:

يجب أن يجهز المقاول لاختبار عينة واحدة من كل حجم من أحجام كابل الشد مسبق الإجهاد، ويشمل ذلك أدوات التوصيل، من النوع المختار، مع التركيبات الطرفية ومجموعة التثبيت المرفقة، لاختبارات القوة فقط. يكون طول هذه العينات واضحًا (١,٥ متر)، وتقاس بين نهايات قطع التركيب، إذا كانت نتائج الاختبار تشير إلى ضرورة إجراء اختبارات الفحص، يجب أن تُقدَّمُ عينات إضافية بدون تكلفة.

عندما يكون الاختبار الديناميكي مطلوبًا، يجب على المقاول إجراء الاختبار ويجب تقديم نسخ مصدقة من نتائج الاختبار التي تشير إلى التوافق مع المتطلبات المحددة قبل تركيب المراسي أو قارنات التوصيل، ويجب أن يتحمل المقاول تكلفة هذا الاختبار.

للأنظمة سابقة الإجهاد التي اختبرت واعتمدت مسبقًا في المشاريع التي لها نفس تكوين كابلات الشد، لا يطلب المهندس عينات كابلات شد كاملة بشرط عدم وجود تغيير في المواد، أو التصميم، أو التفاصيل المعتمدة مسبقًا. يجب أن تحدد الرسومات التنفيذية أو تفاصيل التأكيد المسبق المشروع الذي صدرت الموافقة عليه، وإلا يجب إجراء الاختبار.

١٣-٥-٥ حماية الحديد مسبق الإجهاد:

يجب حماية الفولاذ مسبق الإجهاد من التلف المادي، والصدأ، أو غيره من نتائج التآكل من التصنيع إلى الترويب، يجب أن يكون الفولاذ مسبق الإجهاد خاليًا من المواد الضارة، مثل؛ الشحوم، أو الزيت، أو الشمع، أو الطلاء. يجب أن يرفض الفولاذ مسبق الإجهاد الذي تعرض لضرر مادي في أي وقت، يجب أن يكون سبب الرفض ظهور النقر أو أي نتائج أخرى للتآكل، بخلاف بقع الصدأ.

يجب أن يعبأ الفولاذ المجهد مسبقًا في حاويات، أو أشكال شحن لحماية الجديلة من التلف المادي والتآكل أثناء الشحن والتخزين، يجب أن يوضع مثبط التآكل الذي يمنع الصدأ أو أي نتائج أخرى للتآكل في العبوة أو الشكل، أو يجب أن يدمج في مادة تغليف من النوع الناقل لمثبط التآكل، أو عندما يسمح به المهندس، يجب أن يوضع على الفولاذ مباشرة. يجب ألا يكن لمثبط التآكل أي تأثير ضار على الفولاذ، أو الخرسانة، أو مقاومة الفولاذ للخرسانة، أو المونة الأسمنتية، يجب أن تستبدل العبوات أو الأشكال التالفة لأي سبب على الفور، أو تعاد إلى حالتها الأصلية.

يجب تمييز عبوة الشحن أو النموذج بوضوح ببيان يفيد أن العبوة تحتوي حديد عالي الإجهاد المسبق، ونوع مثبط التآكل المستخدم، بما في ذلك تاريخ التعبئة.

يجب حماية المراسي، والتركيبات الطرفية، والمقارنات، وكابلات الشد المكشوفة، التي تغلف بالخرسانة أو المونة الأسمنتية في العمل المنجز، بشكل دائم لمقاومة التآكل.

١٣-٥-٦ مثبط التآكل:

يجب أن يتكون مانع التآكل من مسحوق مثبط الطَور البخاري المطابق للمواصفات الفيدرالية (MIL-P-3420F-87)، أو على النحو الذي يعتمده المهندس. بعد الموافقة، يجب أن يستخدم الزيت القابل للذوبان في الماء على كابلات الشد كمثبط للتآكل.

١٣-٥-٧ الحقن بالمونة:

١٣-٥-٧-١ عام:

عند استخدام طريقة الشد اللاحق، يجب أن يزود حديد الإجهاد المسبق بحماية دائمة، ويربط بالخرسانة بملء الفراغ بين القناة وكابلات الشد بالمونة الأسمنتية، يجب أن تحقن المونة الأسمنتية من نقاط الضخ المنخفضة باتجاه المنفذ المرتفع. أما الإنشاء القطاعي الممتد، يجب أن فتحقن المونة الأسمنتية بواسطة مدخل روبة أسمنتية في منتصف الامتداد.

يجب أن تنفذ عمليات الترويب بالاستعانة بمشرفين ومراقبين ذوي خبرة، تلقوا تدريبًا أكاديميًا، ولديهم ثلاث سنوات على الأقل من الخبرة في المشاريع السابقة التي تنطوي على الترويب من نفس النوع والحجم.

يجب أن تقدم خطة تشغيل الترويب للموافقة عليها قبل خمسة وأربعين يومًا على الأقل من أي عمليات ترويب مجدولة، يجب الحصول على موافقة كتابية من المهندس على خطة تشغيل الترويب قبل إجراء أي ترويب لكابلات الشد الدائمة في الهيكل.

كحد أدنى، يجب أن توفر العناصر الآتية في خطة عملية الترويب:

- تقديم أسماء وإثباتات التدريب وسجلات الخبرة لطاقم الترويب ومشرف الطاقم بما يتوافق مع هذه المواصفات.
- النوع، والكمية، والعلامة التجارية للمواد المستخدمة في الترويب ويشمل ذلك جميع الشهادات المطلوبة.
- نوع المعدات المفروشة، ويشمل ذلك السعة فيما يتعلق بالطلب، وظروف العمل، وكذلك معدات الدعم، وقطع الغيار.
- إجراء الترويب العام.
- اختبار ضغط المجرى وإجراءات الإصلاح.
- طريقة للتحكم في معدل التدفق داخل المجاري.
- الحسابات النظرية لحجم المونة الأسمنتية.
- إجراءات الخلط والضخ.
- اتجاه الترويب.
- تسلسل استخدام أنابيب المداخل والمخارج.

- إجراءات التعامل مع العوائق.
- إجراءات الإصلاح المحتمل بعد الترويب.

قبل أن تبدأ عمليات الترويب، يجب عقد اجتماع مشترك بين المقاول وطاقم الترويب والمهندس. في الاجتماع، ستتم مناقشة خطة تشغيل الترويب والاختبار المطلوب والإجراءات التصحيحية، وأي مشاكل أخرى ذات صلة.

١٣-٥-٧-٢ إعداد المجاري:

يجب اختبار ضغط الهواء في كل مجرى هواء قبل تركيب حديد الإجهاد المسبق في المجاري. إذا وجد تسرب أثناء الاختبار، يجب أن يصلح المجرى لإزالة التسرب أو لتقليل عواقب التسرب.

يجب أن تكون المجاري نظيفة، وخالية من المواد الضارة التي من شأنها إضعاف الترابط، أو التداخل مع إجراءات الترويب.

يجب أن تنظف المجاري ذات الجدران الخرسانية (مجارٍ محفورة)؛ للتأكد من أن الخرسانة مبللة تماما يجب أن تشطف المجاري المعدنية إذا لزم الأمر لإزالة المواد الضارة.

يجب أن تحتوي المياه المستخدمة في مجاري التنظيف على الجير المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم)، أو الجير الحي (أكسيد الكالسيوم) بكمية (٠,٠١٢ كجم/لتر).

يجب أن ينفخ كل الماء خارج المجرى بهواء مضغوط خالٍ من الزيت بعد الشطف.

١٣-٥-٧-٣ المعدات:

يجب أن تشتمل معدات الترويب الخاصة بمادة المونة من النوع "ب"، على خلاط قص عالي السرعة قادر على الخلط الميكانيكي المستمر، الذي ينتج روبة أسمنتية خالية من الكتل، والأسمنت غير المتناثر، ومضخة روبة أسمنتية، ومعدات شطف احتياطية مزودة بإمدادات المياه، يجب أن تكون المعدات قادرة على ضخ المونة الأسمنتية المخلوطة بطريقة تتوافق مع جميع المتطلبات.

يجب أن توفير المعدات الملحقة التي توفر مقاييس صلبة وسائلة دقيقة لدفعات جميع المواد.

يجب أن تكون المضخة من النوع الإزاحي الموجب، وقادرة على إنتاج ضغط مخرج لا يقل عن (١ ميجا باسكال)، يجب أن تحتوي المضخة على موانع تسرب مناسبة لمنع دخول الزيت، أو الهواء، أو أي مادة غريبة أخرى إلى المونة الأسمنتية، ولمنع فقدان المونة الأسمنتية أو الماء.

يجب أن يوضع مقياس ضغط بقراءة كاملة لا تزد عن (٢ ميجا باسكال) عند نقطة ما في خط المونة الأسمنتية بين مخرج المضخة ومدخل القناة.

يجب أن تحتوي معدات الترويب على شاشة ذات فتحات واضحة بحجم (٣,٣٥ ملم) كحد أقصى لغربلة المونة الأسمنتية قبل إدخالها في مضخة المونة الأسمنتية. إذا استخدمت المونة الأسمنتية مع مادة مضافة متغيرة الانسيابية، فإن فتحة غربال (٤,٧٥ ملم) مرضية، يجب أن يكون الغربال سهل الوصول للفحص والتنظيف.

يجب أن تستخدم معدات الحقن تغذية الجاذبية لمدخل المضخة من قمع متصل بها وفوقها مباشرة، إبقاء القمع ممتلئًا جزئيًا على الأقل بالمونة الأسمنتية أثناء عملية الضخ؛ لمنع سحب الهواء إلى مجرى الشد اللاحق.

في الظروف العادية، يجب أن تكون معدات الترويب قادرة على الترويب المستمر لأكبر كابل شد في المشروع في مدة لا تزد عن عشرين دقيقة.

١٣-٥-٧-٤ خلط المونة:

يجب أن يضاف الماء إلى الخلاط أولاً، تليه المونة الأسمنتية.

يجب أن تخلط المونة الأسمنتية وفقًا لتعليمات الشركة المصنّعة باستخدام خلاط (colloidal mixer)؛ للحصول على خليط متجانس، يجب إجراء اختبار الميوعة على المونة الأسمنتية المخلوطة قبل بدء عملية الحقن، يجب الحصول على معدلات التدفق المستهدفة كدالة لنوع الخلاط المستخدم، ودرجات الحرارة المحيطة من الشركة المصنعة للروبة الأسمنتية. يجب ألا تبدأ عملية الترويب حتى الحصول على خصائص المونة الأسمنتية المناسبة.

يجب أن يكون الخلط مدة طويلة حتى تصبح المونة الأسمنتية متجانسة وممزوجة تمامًا، دون زيادة مفرطة في درجة الحرارة أو فقدان الخصائص التوسعية للخليط، يجب أن تحرك المونة الأسمنتية باستمرار حتى تضخ.

يجب عدم إضافة الماء لزيادة تدفق المونة الأسمنتية التي قللت بسبب الاستخدام المتأخر للروبة الأسمنتية.

يجب أن تستخدم طرق أخرى لتحديد الميوعة مثل طريقة سلاح المهندسين بالجيش الأمريكي (CRD C79).

١٣-٥-٧-٥ حقن المونة الأسمنتية:

يجب أن تفتح منافذ تهوية المونة الأسمنتية قبل بدء عملية الترويب.

يجب توفير منافذ للحقن والقذف مع سدادات موجبة، يجب السماح للروبة الأسمنتية بالتدفق من منفذ تهوية الحقن الأول حتى إزالة أي ماء متدفق متبقي، أو هواء محاصر قبل إغلاق منفذ التهوية هذا، يجب إغلاق المنافذ المتبقية بالتسلسل بنفس الطريقة، يجب الحفاظ على التدفق المستمر للروبة الأسمنتية بمعدل يتراوح بين (١٠ و١٥ متر) من المجرى لكل دقيقة.

يجب ألا يتجاوز ضغط الضخ في فتحة الحقن (١ ميجا باسكال)، يجب إجراء العمليات العادية عند (٠,٥ ميجا باسكال) تقريبًا. إذا تجاوز ضغط الترويب الفعلي الحد الأقصى المسموح به، يجب أن يغلق منفذ التهوية الخاص بالحقن، وحقن المونة الأسمنتية في منفذ التهوية التالي الذي أغلق، أو الجاهز للإغلاق، طالما يحافظ على تدفق أحادي الاتجاه، يجب ألا تحقن المونة الأسمنتية في منفذ تهوية تالٍ لم تتدفق منه المونة الأسمنتية بعد.

يجب أن تضخ المونة الأسمنتية عبر المجرى وتهدر باستمرار في منفذ الطرد حتى لا تخرج أي بقايا مرئية من الماء أو الهواء، يجب إجراء اختبار الميوعة على كل كابل شد وفقًا للقسم الفرعي (١٣-٤-٣-٣) الذي يقيس ميوعة المونة الأسمنتية من مخرج التصريف، يجب ألا يكن وقت تدفق المونة الأسمنتية المقاسة أسرع من وقت التدفق المقاس عند المدخل أو الحد الأدنى لوقت التدفق المحدد في القسم الفرعي (١٣-٤-٣-٣)، إذا كان وقت تدفق المونة الأسمنتية غير مقبول، يجب أن تفرغ المونة الأسمنتية الإضافية من مخرج التصريف، ويجب اختبار وقت تدفقها، تستمر هذه الدورة حتى الوصول ميوعة المونة الأسمنتية المقبولة. للتأكد من استمرار امتلاء كابل الشد ممتلئًا بالمونة الأسمنتية؛ يجب أن تغلق منافذ الإخراج والحقن بالتتابع، على التوالي، تحت الضغط عندما يمتلئ مجرى كابل الشد بالمونة الأسمنتية بالكامل، يجب عدم إزالة الفتحات الموجبة عند الحقن، ومنافذ الإخراج، أو المنافذ المفتوحة حتى تعد المونة الأسمنتية.

١٣-٥-٧-٦ اعتبارات درجة الحرارة:

في درجات حرارة أقل من الصفر مئوية (٠ درجة مئوية)، يجب أن تبقى المجاري خالية من الماء؛ لتجنب التلف الناتج عن التجمد، يجب أن تكون درجة حرارة الخرسانة درجتين مئويتين (٢ درجة مئوية)، أو أعلى من وقت الترويب حتى المعالجة الوظيفية تصل (٥٠ ملم) من مكعبات المونة الأسمنتية إلى مقاومة ضغط لا تقل عن (٥,٥ ميجا باسكال)، يجب ألا تزد المونة الأسمنتية عن خمس وثلاثين درجة مئوية (٣٥ درجة مئوية) أثناء الخلط أو الضخ. إذا لزم الأمر، برّد ماء الخلط.

١٣-٥-٧-٧ الترويب العمودي:

بدلاً من الإغلاق الموجب، يجب أن تنتهي مجاري كابلات الشد الرأسية أو القريبة من الرأسية للترويب في المكامن الموجودة في أقصى نقطة. يجب أن يكون للمكمن سعة كافية لتخزين الماء المنضوح الناتج عن المونة الأسمنتية، يجب الحفاظ على مستوى المونة الأسمنتية المرئية في المكامن، يجب الحفاظ على المكامن حتى تتماسك المونة الأسمنتية.

يجب أن تحقن المونة الأسمنتية بمعدل (٥ أمتار) من المجرى في الدقيقة.

١٣-٥-٧-٨ فحص الرويب اللاحق:

يجب أن يستخدم الترويب الفراغي لملء أي فراغات تكشف عن جدائل اكتشفت في عملية الترويب.

يجب أن تحفر المراسي وفتحات التهوية عالية النقاط وتجبر بعد ثماني وأربعين ساعة من الترويب، حتى يتأكد المهندس من عدم وجود مياه منضوحة أو فراغات هبوط (استقرار)، بعد أن يتأكد المهندس من عدم وجود فراغات، يجب أن تحفر مرساة واحدة أو اثنتان فقط لكل فترة وسبر لضمان جودة الترويب. تملأ أي فراغات تكتشف على الفور بالمونة الأسمنتية المعتمدة.

١٣-٥-٧-٩ التشطيب:

تطبق المتطلبات الآتية:

- يجب عدم إزالة أو فتح الصمامات، والأغطية، وأنابيب التهوية حتى تركب المونة الأسمنتية.
- يجب إزالة نهايات الفتحات بما لا يقل عن (٢٥ ملم) تحت سطح الخرسانة بعد تركيب المونة الأسمنتية.
- يجب أن يملأ الفراغ بروبة الإيبوكسي الأسمنتية، ويجب أن تزال جميع المواد المتنوعة المستخدمة في إحكام إغلاق أغطية المونة الأسمنتية قبل القيام بمزيد من الأعمال لحماية المراسي الطرفية.

١٣-٥-٧-١٠ حماية المراسي النهائية:

تحدد أغطية المونة الأسمنتية الدائمة المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ أو البوليمر المقوى بالألياف.

يجب تطبق المتطلبات الآتية:

- خلال سبعة أيام بعد الانتهاء من الترويب؛ يجب حماية مثبت قضبان وكابلات الشد اللاحق كما هو محدد في مستندات العقد، ويجب أن يتأخر تطبيق الطلاء المرن مدة تصل إلى تسعين يومًا بعد الترويب، يجب أن تستخدم أغطية ملولبة من البلاستيك أو الفولاذ المقاوم للصدأ لسد مداخل ومخارج المونة الأسمنتية، يجب أن تستخدم روبة إيبوكسي أسمنتية مملوءة بالرمال ومناسبة للوحة قاعدة الماكينة؛ لإنشاء السدادات الخلفية الموجودة عند مثبتات وصلات التمدد، أو المناطق الأخرى المعرضة للعناصر.
- يجب إزالة مواد التزجيج، والشحوم، ومركبات المعالجة، ومعالجات الأسطح، والطلاء، والزيوت بنسف الحصى، أو النفخ بالماء باستخدام ضغط فوهة لا يقل عن (٧٠ ميجا باسكال)، يجب أن يغسل السطح بالماء ويجفف بالنفخ، يجب أن تكون الأسطح نظيفة، وسليمة، وخالية من المياه الراكدة. خلاف ذلك يجب أن يتبع (ACI 503)؛ لاختبار الركيزة وتطوير توتر ما لا يقل عن (١,٢ ميجا باسكال) (قيمة سحب).
- يجب أن يخلط الإيبوكسي ويستخدم وفقًا للإرشادات الفنية القياسية الحالية للشركة المصنّعة، يجب أن يكون السكب العكسي في أشكال مانعة للتسرب مكونة خطوطًا أنيقة يجب أن يسمح بضخ روبة الايبوكسي الأسمنتية للتركيب الصحيح يجب أن تصنع القوالب بحيث تحافظ على رأس سائل لضمان التلامس الوثيق مع سطح الخرسانة، يجب أن تستخدم الفتحات حسب الحاجة لتوفير تسرب للهواء لضمان ملء النماذج بالكامل.
- يجب أن تطلى الأسطح المكشوفة من السطوح الخلفية أو أغطية المونة الأسمنتية، باستثناء كابلات الشد المستعرضة، بنظام طلاء مرن بسماكة تتراوح من (٧٦٠ إلى ١١٤٠ ميكرومتر)، يجب أن تكون الخرسانة، وأغطية المونة الأسمنتية، أو الركائز الأخرى سليمة إنشائيًا، ونظيفة، وجافة. يجب ألا يقل عمر الخرسانة عن ثمانية وعشرين يومًا، يجب إزالة السائل الأسمنتي، والشحوم، ومركبات المعالجة، ومعالجات الأسطح، والطلاء، والزيوت بنسف الحصى، أو النفخ بالماء باستخدام ضغط فوهة لا يقل عن (٧٠ ميجا باسكال) لإنشاء نمط التثبيت، يجب أن تنفخ الأسطح بالهواء المضغوط لإزالة الغبار أو الماء.
- يجب إنشاء قالب اختبار خرساني مقاس (٠,٦ × ١,٢ متر) بقوام سطحي مماثل للأسطح المراد طلاؤها، ويجب طلاء الوجه العمودي بنظام الطلاء المرن المختار يجب أن يحدد عدد الطلاءات المطلوبة لتحقيق سُمك طلاء يتراوح بين (٧٦٠ و١١٤٠ ميكرومتر) بدون دهان وقطرات. يجب يخلط الطلاء المرن ويستخدم وفقًا للمواصفات الفنية القياسية الحالية للشركة المصنعة، يجب أن يُسمح بالرش أو الرش باستخدام الأسطوانة؛ يفضل استخدام الرش. يجب أن يطبق الطلاءات بواسطة موظفين معتمدين وذوي خبرة لا تقل عن ثلاث سنوات في تطبيق أنظمة البولي يوريثين المماثلة، يجب أن تقدم أوراق اعتماد هؤلاء الأشخاص إلى المهندس لمراجعتها والنظر فيها للموافقة عليها.

١٣-٥-٧-١١ حركة الإنشاء والعمليات التي تسبب الاهتزازات:

للفترة الزمنية المحددة بعد بدء ترويب كابل الشد؛ يجب التخلص من الاهتزازات من جميع المصادر، مثل؛ المركبات المتحركة، وآلات ثقب الصخور، والضواغط، والمولدات...إلخ، التخلص من البنية الفوقية للجسر المتأثر، ويجب ألا يُسمح بدفع الخوازيق، ودمك التربة في نطاق (٩١ مترًا) من البنية الفوقية المتأثرة، يجب أن تؤخذ الفترة الزمنية المحددة أنها أربع ساعات للروبة الأسمنتية المقاومة للنضح المؤهل مسبقًا، وأربع وعشرون ساعة للروبة الأسمنتية العادية. يجب أن تؤخذ البنية الفوقية للجسر المتأثر على أنها ذلك الجزء من الهيكل الفوقي الكلي الذي يبلغ ارتفاعه أو أسفله (٩١ مترًا) من نهايات الامتداد الذي يروب فيه.

١٣-٥-٨ التفاوتات:

يجب إنتاج العناصر إنتاجًا جيدًا ضمن النطاق المقبول المحدد، يجب أن تصحح عملية الإنتاج عندما يقترب العناصر من حد معين أو يساويهم، يجب على المقاول إخطار المهندس على الفور بأي عناصر خارج التفاوت يجب أن تفحص تفاوتات الأبعاد القابلة للتطبيق قبل الصب وبعد الإزالة من النماذج، يجب أن يعاد فحص التفاوتات التي تعتمد على الوقت، مثل؛ الطول، وزاوية التحدب، وزاوية الامتداد خلال ثلاثة أيام قبل الشحن، يجب أن تفحص زاوية التحدب وزاوية الامتداد في وقت تكون فيه التأثيرات الحرارية لأشعة الشمس ضئيلة كما هو الحال في يوم غائم أو في الصباح الباكر، تعرف عملية زاوية الامتداد على أنها الانحراف الأفقي عن خط مستقيم موازٍ للخط المركزي للعنصر، تعرف زاوية التحدب على أنها انحراف تصاعدي للعنصر بسبب الإجهاد المسبق، يجب على المقاول التحقق من النعومة المحلية بمسحة (١,٥ متر).

يجب على المقاول الالتزام بأقصى تفاوتات في الأبعاد في الجدول (١٣-٥) لعوارض (AASHTO)، والكمرات ذات المقطع T ذو الانتفاخ السفلي، والجدول (١٣-٦) للكمرات بمقطع (T) المزدوجة، والجدول (١٣-٧) للخوازيق سابقة الإجهاد، والجدول (١٣-٨) لألواح السطح سابقة الإجهاد.

الجدول (١٣–٥) قابلية تحمل الأبعاد القصوى لعوارض (AASHTO) وكمرات بمقطع (T) ذو انتفاخ سفلي.

البُعد	التفاوت
الطول	(± ٠,٨ ملم/م، ± ٢٥ ملم كحد أقصى)
العرض (بشكل عام)	(+ ١٠ ملم، - ٦ ملم)
العرض (الجذع)	(+ ١٠ ملم، - ٦ ملم)
العمق (الإجمالي)	(+ ١٣ ملم، - ٦ ملم)
العمق (الشفاه)	(± ٦ ملم)
زاوية الامتداد	(١ ملم/م)
الاختلاف عن التربيع النهائي أو الانحراف	(± ١٦ ملم/م، ± ٢٥ ملم كحد أقصى)
اختلاف زاوية التحدب عن التصميم المتحدب[١]	(± ١ ملم/م)
لمسافات ٢٤ م أو أقل	(± ١٣ ملم كحد أقصى)
لمسافات تزيد عن ٢٤ م	(± ٢٥ ملم كحد أقصى)
زاوية التحدب التفاضلية بين العناصر المتجاورة	(١ ملم/م)
النعومة الموضعية لأي سطح تم تشكيله	(± ٣ ملم/١,٥٠٠ ملم)
موضع الجدائل	
فردي	(± ٦ ملم)
مجمع	(± ١٣ ملم)
نقطة تركيب جديلة ملفوفة	(± ٠,٥ م)
موضع اللوحات	
ألواح التحميل	(± ١٦ ملم)
لوحات أخرى	(± ٢٥ ملم)
قلب ووفرة اللوحات	
ألواح التحميل	(± ٠,٥٪، ± ٣ ملم كحد أقصى)
لوحات أخرى	(± ٦ ملم)
موضع الحشوات وتشمل فتحات الحاجز	(± ١٣ ملم)
موضع معدات المناولة	
بالتوازي مع الطول	(± ١٥٠ ملم)
عرضي للطول	(± ٢٥ ملم)
موضع الركائب	

البُعد	التفاوت
التباعد الطولي	(± ٥٠ ملم)
الإسقاط فوق القمة	(± ١٩ ملم)
ملاحظة: ١. استخدم تفاوت زاوية التحدب هذا عند تحديد زاوية تحدب التصميم.	

الجدول (١٣–٦) قابلية تحمل الأبعاد القصوى لكمرات بمقطع (T) مزدوج.

البُعد	التفاوت
الطول	(± ٠,٨ ملم/م، ± ٢٥ ملم كحد أقصى)
العرض (بشكل عام)	(± ٦ ملم)
العرض (الجذوع)	(± ٣ ملم)
العمق (الإجمالي)	(± ٦ ملم)
سمك (الشفاه)	(± ٦ ملم، - ٣ ملم)
نتوء الشفة (من حافة شفة إلى حافة شبكة)	(± ٦ ملم)
المسافة بين الشبكات	(± ٦ ملم)
زاوية الامتداد	(١ ملم/م)
الاختلاف عن التربيع النهائي أو الانحراف	(± ١٠ ملم/م، ± ٢٥ ملم كحد أقصى)
اختلاف زاوية التحدب عن التصميم المتحدب[١]	(± ١ ملم/م، ± ١٩ ملم كحد أقصى)
زاوية التحدب التفاضلية بين العناصر المتجاورة	(١ ملم/م، ١٩ ملم كحد أقصى)
موضع الحشوات وتشمل فتحات الحاجز	(± ١٣ ملم)
النعومة الموضعية لأي سطح شُكِّل	(± ٣ ملم/١,٥٠٠ ملم)
موضع الجدائل	
فردي	(± ٦ ملم)
مجمع	(± ١٣ ملم)
نقطة تركيب جديلة ملفوفة	(± ٣٠٠ ملم)
موضع اللوحات	
ألواح التحميل	(± ١٣ ملم)
لوحات أخرى	(± ٢٥ ملم)

البُعد	التفاوت
قلب ووفرة اللوحات	
ألواح التحميل	(± ٠,٥٪، ± ٣ ملم كحد أقصى)
لوحات أخرى	(± ٦ ملم)
موضع معدات المناولة	
بالتوازي مع الطول	(± ١٥٠ ملم)
عرضي للطول	(± ٢٥ ملم)
موضع الركائب	
التباعد الطولي	(± ٥٠ ملم)
الإسقاط فوق القمة	(± ١٩ ملم)
ملاحظة: ١. استخدم تفاوت زاوية التحدب هذا عند تحديد زاوية تحدب التصميم.	

الجدول (١٣–٧) قابلية تحمل الأبعاد القصوى للخوازيق الخرسانية سابقة الإجهاد.

البُعد	التفاوت
الطول	(± ٢٥ ملم)
العرض أو القطر	(± ١٠ ملم)
الاختلاف عن المحور الطولي (القوس)	(١ ملم/م)
الاختلاف عن التربيع النهائي أو الانحراف	(± ٦ ملم/٣٠٠ ملم، ± ١٣ ملم كحد أقصى)
موضع الجدائل الفردية	(± ٦ ملم)
موضع معدات المناولة	(± ١٥٠ ملم)
التباعد الطولي للتسليحات الحلزونية	(± ١٩ ملم)
النعومة الموضعية لأي سطح شُكِّل	(± ٣ ملم/١,٥٠٠ ملم)

الجدول (١٣–٨) قابلية تحمل الأبعاد القصوى البقاء للأشكال المصنعة في الموقع.

البُعد	التفاوت
الطول (في اتجاه جدائل اللوحة)	(+ ١٨ ملم، - ٦ ملم)
الجزيرة الوسطية	(+ ٦ ملم، - ١٢ ملم)
السُّمك	(+ ٦ ملم، - ٣ ملم)

الاختلاف عن التربيع النهائي أو الانحراف	(± ٦ ملم)
زاوية التحدب وزاوية الامتداد والانحراف[١]	(± ٢ ملم لكل متر من الطول)
النعومة الموضعية لأي سطح شكل	(± ٣ ملم/١٥٠٠ ملم)
موضع الجدائل الفردية	
عموديًا	(+ ٠ ملم، - ٦ ملم)
أفقيًا	(± ١٢ ملم)
موضع معدات المناولة	
بالتوازي مع الطول	(± ٧٥ ملم)
عرضي للطول	(± ٥٠ ملم)

ملاحظة:

١. عند قياس زاوية تحدب اللوحة، ضع في الاعتبار انحراف الحمولة الميتة للوحة. صممت لوحات السطح على شكل خطة استثمار منهجية بحيث لا تحتوي على زاوية تحدب، فقط انحراف الحمولة الميتة.

يجب أن يعالج المقاول العناصر الخارجية عن التفاوت بإحدى الطرق الآتية:

- استبدال العنصر دون أي تكلفة إضافية على الجهة صاحبة الشأن.
- تصحيح مشكلة تفاوت العناصر، إن أمكن، باستخدام إجراء تصحيح معتمد دون أي تكلفة إضافية على السلطة المختصة.
- إذا كان التصحيح غير ممكن، ولكن يعد العنصر قابلاً للاستخدام، يجب أن يقدمه المقاول للمراجعة والقبول بسعر مخفض، يجب تضمين وصف للمشكلة وأي إجراء تصحيحي مقترح، يجب على مهندس محترف توفير التقييم الإنشائي والمادي، حسب الحاجة. إذا رفض التقديم، يجب أن يستبدل العنصر دون أي تكلفة إضافية للسلطة ذات الصلة.

١٣-٦ قبول الأعمال:

التحكم في المواد والأعمال وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية) ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل؛ يجب أن يطبق المقاول ضبط الجودة للإجهاد المسبق على أعمال الخرسانة بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة، تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ومستندات العقد الأخرى.

يجب على السلطة المختصة تطبيق ضمان الجودة، والتحقق من إجراءات ضبط الجودة الخاصة بالمقاول، إما بالإشراف المباشر أو بتنفيذ إجراءات ضمان الجودة تنفيذًا محايدًا باستخدام الاختبار على عينات تمثيلية، وبأعداد كافية للحكم على مستوى الجودة، وقبول أو رفض الأعمال المنفذة وفقًا للمبادئ الموضحة أدناه في الجزأين الفرعيين (١٣-٦-١)، و(١٣-٦-٢).

١٣-٦-١ ضبط الجودة:

مراقبة العمل وتفتيشه؛ للتأكد من صحة الخطط واحتوائها على جميع تفاصيل العمل، وإجراء فحص ومراجعة للرسم؛ للتأكد من احتوائه جميع المعلومات التفصيلية المطلوبة وفقًا لهذا الجزء والجزء (١٣-٤)، وفحص جميع المواد المستخدمة في الإجهاد المسبق للخرسانة، والتأكد من استيفائها المواصفات المطلوبة في هذا المجلد والجدول (١٣-١١).

ولقبول العمل؛ يجب التحكم في أعمال الإجهاد المسبق وفقًا لطرق الشد المسبق وما بعد الشد المستخدمة ومراحل تطبيق متطلبات الإجهاد وفقًا للجزأين الفرعيين (١٣-٥-٢)، و(١٣-٥-٣).

١٣-٦-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة ضمان جودة أعمال الإجهاد المسبق، عبر مراجعة تقارير الاختبار وشهادات التصنيع الواردة مع المواد المستوردة، ومطابقتها للمواصفات المطلوبة بإجراء أو مطالبة الآخرين بالقيام تحت إشرافها بالاختبارات التي تضمن جودة طريقة الشد السابق واللاحق المستخدمة وفقًا للجزء الفرعي (١٣-٥-٢)، والجدول (١٣-١١).

١٣-٧ القياس والدفع:

١٣-٧-١ القياس:

يقاس الضغط المسبق للخرسانة المصنعة في الموقع بالمبلغ الإجمالي لكل عنصر أو موقع مذكور في مستندات العقد.

١٣-٧-٢ الدفع:

لن تسدد أي دفعة منفصلة لعناصر الخرسانة مسبقة الصب والإجهاد، يعد الدفع مقابل عناصر الخرسانة مسبقة الصب مدرجًا في سعر العقد المدفوع للأعضاء مسبقة الصب على النحو المنصوص عليه في الباب (١١).

يشمل السعر الإجمالي للعقد المدفوع مقابل الخرسانة سابقة الإجهاد المصنعة في الموقع التعويض الكامل عن تأثيث جميع العمالة، والمواد، والأدوات، والمعدات، والنفقات؛ وللقيام بجميع الأعمال المتعلقة بتأثيث، وتركيب، وشد الفولاذ المسبق الإجهاد في الهياكل الإنشائية الخرسانية المصنعة في الموقع، كاملة في مكانها، على النحو المحدد في مستندات العقد وفي هذا القانون، ووفقًا لتوجيهات المهندس.

تعويض كامل عن التأثيث ووضع الخرسانة الإضافية وحديد التسليح للقضبان المحززة الذي يتطلبه النظام المعين المستخدم؛ المجاري وأجهزة التثبيت، ولوحات التوزيع، أو التجميعات والأجزاء العرضية؛ لعينات التأثيث للاختبار، ورسومات العمل، ولمجاري الترويب بالضغط، تعد مدرجة في السعر الإجمالي للعقد المدفوع للخرسانة سابقة الإجهاد المصنعة في الموقع، أو في سعر العقد لتأثيث العناصر الجاهزة، ولن يسمح بتعويض إضافي لذلك.

يسدد بموجب واحد أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (١٣-٩). وترد متطلبات ضبط الجودة للإجهاد المسبق في الجدول (١٣-١٠).

الجدول (١٣–٩) عناصر الدفع مسبق الإجهاد.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٣-١	الخرسانة سابقة الإجهاد المصنعة في الموقع	م^3
١٣-٢	الخرسانة مسبقة الصب والإجهاد	بالقطعة

الجدول (١٣–١٠) متطلبات ضبط الجودة مسبقة للعناصر سابقة الإجهاد.

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
متطلبات الشد	بدلات لجميع الخسائر	محدد في الجزء الفرعي (٥-٩-٥)، "خسارة الإجهاد،" الخاص بكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)	الضمان	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٣-٥-١)
	عناصر مسبقة الشد	لا يتجاوز إجهاد الجيل قبل الارتكاز (٠,٨)	الضمان	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٣-٥-١)

	مقاومة الخرسانة	لا يجوز شد الخرسانة المصنعة في الموقع إلا بعد مرور عشرة أيام على الأقل	عدد الأيام	----------	----------	القسم الفرعي (١٣-٥-١-١)

الجدول (١٣–١١) مواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Uncoated High-Strength Steel Bars for Prestressing Concrete	المواصفة القياسية للقضبان المعدنية عالية المقاومة غير المطلية للتجهيز المسبق للخرسانة بالإجهاد	M275M/M275	A722/A722M	كما هو محدد.
Standard Specification for Uncoated Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete	المواصفة القياسية للأسلاك المعدنية المُخففة الإجهاد غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد	M204	A421/A421M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Strand, Uncoated Seven-Wire for Prestressed Concrete	المواصفة القياسية للجدائل المعدنية، والأسلاك السُباعية غير المطلية للخرسانة سابقة الإجهاد	M203M/M203	A416/A416M	كما هو محدد.
Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete	طريقة الاختبار القياسية للكلوريد القابل للذوبان في الأحماض المستخدم في المونة والخرسانة	----------	C1152/C1152M	كما هو محدد.
Standard Specification for Concrete Aggregates	المواصفة القياسية للركام الخرساني	----------	C33	كما هو محدد.
Standard Test Method for Measuring Changes in Height of Cylindrical Specimens of Hydraulic-Cement Grout	طريقة الاختبار القياسية لقياس التغيرات في ارتفاع العينات الأسطوانية من المونة الأسمنتي الهيدروليكي	----------	C1090	انظر الجدول (١٣-٢)
Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتمدد وتفوير المونة المخلوط حديثًا في خرسانة الركام سابقة الصب في المعمل	----------	C940	انظر الجدول (١٣-٢)
Standard Test Method for Compressive Strength of Grouts for Preplaced- Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتدفق المونة في خرسانة الركام سابقة الصب بطريقة قمع التدفق	----------	C942	انظر الجدول (١٣-٢)
Standard Test Method for Time of of Grouts for Preplaced- Setting	طريقة الاختبار القياسية لتمدد وتفوير المونة المخلوط حديثًا في خرسانة	----------	C953	انظر الجدول (١٣-٢)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Aggregate Concrete in the Laboratory	الركام سابقة الصب في المعمل			
Standard Test Method for Flow of Grout for Preplaced-Aggregate Concrete (Flow Cone Method)	طريقة الاختبار القياسية لتدفق المونة في خرسانة الركام سابقة الصب (طريقة قمع التدفق)	----------	C939	انظر الجدول (١٣-٢)
Standard Test Method for Expansion and Bleeding of Freshly Mixed Grouts for Preplaced-Aggregate Concrete in the Laboratory	طريقة الاختبار القياسية لتمدد وتفوير المونة المخلوط حديثًا في خرسانة الركام سابقة الصب في المعمل	----------	C940	انظر الجدول (١٣-٢)
Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration	طريقة الاختبار القياسية للإشارة الكهربائية إلى قدرة الخرسانة على مقاومة اختراق أيونات الكلوريد	T277	C1202	انظر الجدول (١٣-٢)
for Standard Specification Polypropylene Injection and Extrusion Materials	المواصفة القياسية لمواد حقن البولي بروبيلين والبثق	----------	D4101	كما هو محدد.
Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials	المواصفة القياسية لأنابيب البولي إيثيلين البلاستيكية ومواد التركيب	----------	D3350	كما هو محدد.
Standard Test Method for Oxidative- Induction Time of Polyolefin's by Differential Scanning Calorimetry	طريقة الاختبار القياسية لوقت الحث التأكسدي للمواد البوليمرية بقياس المسعرات التفاضلية	----------	D3895	حد أدنى لوقت حث الأكسدة وفقًا لـ (ASTM D3895)، لا يقل عن عشرين دقيقة
Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials	المواصفة القياسية لأنابيب البولي إيثيلين البلاستيكية ومواد التركيب	----------	F714	كما هو محدد.

١٤ـ الملاط المقذوف بالهواء المضغوط (الخرسانة المقذوفة):

١٤-١ عام:

١٤-١-١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من تأثيث ووضع ملاط هوائي (عملية رطبة وجافة) لإنشاء أجزاء من الهياكل الإنشائية، وإصلاح الهياكل الإنشائية الخرسانية، وتركيب الأسطح الخرسانية، وتغليف العناصر الهيكلية المعدنية، وخنادق التبطين والقنوات، ومنحدرات الرصف، وأعمال متنوعة أخرى، كل على النحو المحدد في مستندات العقد.

كما يجب أن يشمل هذا العمل تجهيز الأسطح لاستقبال المونة والتأثيث ووضع أي حديد تسليح ومثبتات للتقوية.

١٤-٢ مؤهلات المقاول:

١٤-٢-١ عام:

تنتج جودة تطبيق المونة المكتمل من المهارات والمعرفة المشتركة لطاقم الخرسانة المقذوفة، يجب أن يقوم رئيس العمال والطاقم بعمل مرضٍ في نفس القدرات لفترة محددة.

١٤-٢-١-١ رئيس العمال:

يتمتع رئيس العمال عادة بالكفاءة في جميع وظائف الطاقم ويكون مسؤولاً عن الطاقم، ويجب أن يتمتع رئيس العمال عادةً بسنة واحدة على الأقل من الخبرة في مشاريع المونة المُستخدم بالهواء المضغوط.

١٤-٢-١-٢ مشغل الفوهة:

يجب أن يكون مشغل الفوهة قد أكمل استخدامًا مشابهًا واحدًا على الأقل لمشغل الفوهة في مشروع مماثل، وعنده القدرة على إثبات -بالاختبار- قدرته على أداء المهام المطلوبة أداء مرضيًا واستخدام الخرسانة المقذوفة وفقًا لما تتطلبه المواصفات.

١٤-٢-١-٣ الصقال أو عامل الشاخص:

يكون لدى عامل التشطيب أو عامل المونة خبرة في استخدام المونة؛ ومع ذلك، إذا قدمت خبرته السابقة في العمل نتائج مقبولة، فيجب أن يؤهل هذا المصمم أو عامل التشطيب لهذا المنصب.

١٤-٢-١-٤ مشغل المسدس أو المضخة:

يكون مشغل المسدس أو المضخة على دراية، قادرًا على تشغيل معدات توصيل المونة المستخدمة بالهواء المضغوط، ومعرفة الطرق المناسبة لإعداد المواد وخلطها، وأن يكون على دراية بطريقة الاتصال المستخدمة. على نحو مفضل، ولديه سنة واحدة على الأقل من الخبرة كمشغل مسدس أو مضخة.

١٤-٣ المواد:

١٤-٣-١ أسمنت (ACI 506R):

تنتج معظم الخرسانة المقذوفة من النوع I أو I-II المطابق لـ (ASTM C150)، أو (C595)، يجب أن تتوافق المواد الأسمنتية الأخرى، مثل؛ الأسمنت الهيدروليكي المخلوط مع (ASTM C1157).

١٤-٣-٢ الركام:

١٤-٣-٢-١ مجموع الوزن الطبيعي:

يجب أن يتوافق وزن الركام الطبيعي للملاط مع متطلبات (ASTM C33)، يجب أن يستوفي الركام المجمع أحد التدرجات الموضحة في الجدول (١٤-١) التصنيف رقم ١، ويستخدم ملاط الركام الدقيق والتسوية رقم ٢ لجميع أعمال المونة الأخرى.

يجب أن يستخدم الركام الذي لا يتوافق مع التدرجات الموضحة إذا أثبت اختبار ما قبل الإنشاء نتائج مرضية أو في حالة توفر سجلات خدمة مقبولة للاستخدام السابق.

١٤-٣-٢-٢ مجاميع خفيفة الوزن:

يجب أن يتوافق الركام خفيف الوزن مع (ASTM C330) إذا استخدم في المونة، يجب أن يستوفي الركام بأحد التدرجات الموضحة في الجدول (١٤-١). يجب أن يكون من الصعب ضخ الخرسانة المقذوفة ذات الخليط الرطب مع الركام الخفيف الوزن؛ لأن الركام يمتص الماء، مما يقلل من ليونة الخليط. يقلل التشبع المسبق للركام خفيف الوزن قبل الخلط من فقدان القدرة على الضخ.

١٤-٣-٢-٣ ارتداد التعافي:

يجب أن يكون ارتداد التعافي نظيفًا، وخاليًا من المواد الغريبة؛ ليعاد استخدامه كركام ناعم بكميات لا تتجاوز ٢٠ % من إجمالي متطلبات الركام الناعم.

الجدول (١٤–١) حدود التسوية للركام المجمع.

قياس النخالة، شبكة مربعة قياسية أمريكية	النسبة المئوية للوزن الذي يمر من خلال المناخل الفردية	
	التصنيف رقم ١	التصنيف رقم ٢
١٩ ملم	—	—
١٢ ملم	—	١٠٠
١٠ ملم	١٠٠	من ٩٠ إلى ١٠٠
رقم ٤ (٤,٧٥ ملم)	من ٩٥ إلى ١٠٠	من ٧٠ إلى ٨٥
رقم ٨ (٢,٤ ملم)	من ٨٠ إلى ٩٨	من ٥٠ إلى ٧٠
رقم ١٦ (١,٢ ملم)	من ٥٠ إلى ٨٥	من ٣٥ إلى ٥٥
رقم ٣٠ (٦٠٠ ميكرومتر)	من ٢٥ إلى ٦٠	من ٢٠ إلى ٣٥
رقم ٥٠ (٣٠٠ ميكرومتر)	من ١٠ إلى ٣٠	من ٨ إلى ٢٠
رقم ١٠٠ (١٥٠ ميكرومتر)	من ٢ إلى ١٠	من ٢ إلى ١٠

١٤-٣-٣ الماء:

١٤-٣-٣-١ خلط الماء:

يجب أن يتوافق خلط المياه مع المتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (١١-٣-٤).

١٤-٣-٣-٢ مياه المعالجة:

تكون مياه المعالجة خالية من المواد التي تضر بالخرسانة ،والماء المستخدم في معالجة المونة المعماري خاليًا من العناصر التي تسبب تلطيخًا، ولا تقل درجة حرارة ماء المعالجة عن عشر درجات مئوية (١٠ درجات مئوية) أكثر برودة من سطح المونة في الوقت الذي يتلامس فيه الماء مع المونة.

١٤-٣-٤ مواد اخرى:

مركبات الترابط غير مطلوبة ولا يوصى باستخدامها في أعمال المونة المستخدم بالهواء المضغوط؛ لأن رابطة الخرسانة المقذوفة بالركائز المعدة بطريقة صحيحة تكون ممتازة في العادة.

إذا لزم الأمر، تتوفر مواد الإيبوكسي أو اللاتكس وتتطلب الوظيفة استخدامها، يجب اتباع تعليمات الشركة المصنعة. يمكن لمركبات الترابط المستخدمة بطريقة غير صحيحة أن تعمل كقواطع للروابط.

يجب أن تسبق تجارب ما قبل الإنشاء أي استخدام مكثف لمركب الترابط.

١٤-٣-٥ المواد المضافة:

يجب أن تفي المواد الإضافية المستخدمة في المونة المطلي بالهواء المضغوط بالمتطلبات الواردة في الجزء الفرعي (١٣-٣-٣).

١٤-٣-٦ التسليح:

١٤-٣-٦-١ قضبان التسليح:

يجب أن تتوافق قضبان التسليح المستخدمة في المونة مع مواصفات (ASTM).

يتطلب بناء المونة العناية في تباعد وترتيب التسليحات؛ لأن التركيزات الثقيلة من الفولاذ تتداخل مع تيار المونة، مع زيادة حجم القضيب أو في حالة انخفاض التباعد، تصبح مهارة مشغل الفوهة ذات أهمية متزايدة لضمان التغليف الكامل. كما تتداخل وصلات شريط القضيب، والوصلات القارنة، وعدد الستائر، وعمق المقطع مع تدفق الخرسانة المقذوفة، مما يزيد من تعقيد عملية التغليف ويتطلب اهتمامًا دقيقًا من مشغل الفوهة.

يجب أن يكون التسليح خاليًا من الزيت، أو الصدأ السائب، أو قشور المطحنة، أو أي رواسب سطحية أخرى تؤثر على ارتباطه بالمونة.

١٤-٣-٦-٢ تسليح الأسلاك:

يجب أن تكون تقوية الأسلاك الملحومة مطابقة للمواصفة (ASTM A185)، أو (ASTM A497)، وغير مطلية أو مجلفنة.

مقاييس النسيج شائعة الاستخدام هي سلك (W2 أو 4) W1.4 أو ٣ ملم))، متباعدة (١٠٠ ملم) في كلا الاتجاهين.

تحدد الشبكة المجلفنة أحيانًا لتقليل احتمالية تآكل الشبكة في البيئات العدوانية. ومع ذلك، يجب توخي الحذر عند تحديد استخدام الشبكة المجلفنة لتجنب خلق مشاكل أخرى. يمكن للشبكة المجلفنة أن تحفز الحركة الجلفانية عند ملامستها للفولاذ غير المجلفن الآخر.

١٤-٣-٦-٣ التسليح المطلي بالإيبوكسي:

نظرًا لطبيعة الكشط لعملية المونة، خاصة عملية الخلط الجاف، لا يوصى باستخدام التسليح المطلي بالإيبوكسي في استخدام المونة. في حالة الرغبة في التسليح المطلي بالإيبوكسي، يجب إطلاق نموذج بالحجم الطبيعي قبل الإنشاء، وفحص تأثير عملية المونة على طلاء الإيبوكسي عبر غسل المونة المُستخدم حديثًا، أو الاستخلاص، أو تشريح الخرسانة المقذوفة المتصلدة بعناية، وفحص طلاء الإيبوكسي.

١٤-٣-٦-٤ الخرسانة المقذوفة المسلحة بالألياف:

يمكن للألياف المعدنية التي يتراوح طولها بين ١٣ و٤٠ ملم مع معدلات جرعات تصل إلى ٢٪ من حجم المونة أن تقلل من انتشار الشقوق، وتزيد من صلابة الانحناء، وتحسن الليونة ومقاومة الصدمات. تتراوح إضافات الألياف المعدنية في العادة بين ٢٠ و(٧٠ كجم/م^٣)؛ ١٪ بالحجم يتطلب (٧٨,٥ كجم/م^٣). يجب أن تتوافق الألياف المعدنية مع (ASTM A820).

تكون الألياف الاصطناعية للملاط من مادة البولي بروبيلين، إما خيوطًا مفردة أو ليفية، ويبلغ طولها من (٢٥ إلى ٥٠ ملم). إضافات الألياف الليفية من ١ إلى (٣ كجم/م^٣) شائعة؛ ١٪ من حيث الحجم يتطلب (٩ كجم/م^٣). تتوفر ألياف الشعيرات الأحادية ويمكن إضافتها بجرعات تصل إلى ٢٪ من حجم الخرسانة المقذوفة ذات الخليط الرطب. يجب أن تتوافق الألياف الاصطناعية مع (ASTM C1116).

١٤-٣-٦-٥ الحديد مسبق الإجهاد:

يجب أن يتوافق الفولاذ مسبق الإجهاد مع مواصفات (ASTM).

١٤-٣-٦-٦ أشكال أخرى من الحديد:

يجب أن تتوافق الأشكال والقضبان الحديدية الأخرى المستخدمة مع الجزء ٣ من المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) 318)).

١٤-٤ عمليات الخرسانة المقذوفة:

تصنف الخرسانة المقذوفة وفقًا للعملية المستخدمة (الخليط الرطب أو الخليط الجاف) وحجم الركام المستخدم (خشن أو ناعم). راجع الجدول (١٤-١) لتصنيف الركام الدقيق (رقم ١) وتصنيف الركام الخشن (رقم ٢).

١٤-٤-١ عملية الخلط الجاف:

تتكون عملية الخلط الجاف من خمس خطوات:

١- تخلط المكونات جيدًا باستثناء الماء.
٢- تغذية خليط الركام الأسمنتي في مغذي ميكانيكي خاص أو مسدس يسمى مُعدة التوصيل.
٣- يدخل الخليط عادة في خرطوم التوصيل بواسطة مُعدة قياس، مثل؛ عجلة التغذية، أو الدوار، أو وعاء التغذية، بعض المعدات تستخدم ضغط الهواء وحده (تغذية الفوهة) لتوصيل المواد إلى الخراطيم.
٤- تنقل المواد بالهواء المضغوط عبر خرطوم التوصيل إلى جسم الفوهة، جهز جسم الفوهة بالداخل بحلقة ماء، يدخل بواسطتها الماء تحت الضغط ويخلط جيدًا مع المكونات الأخرى.
٥- تدفع المواد من الفوهة بسرعة عالية إلى السطح لترش بالخرسانة.

١٤-٤-٢ عملية الخلط الرطب:

تتكون عملية الخلط الرطب من خمس خطوات:

١- تخلط المكونات جيدًا، ويشمل ذلك ماء الخلط.
٢- إدخال المونة أو الخرسانة في غرفة معدات التوصيل.
٣- يقاس الخليط في خرطوم النقل، وينقل بالإزاحة الإيجابية، أو ينقل بواسطة الهواء المضغوط إلى فوهة.
٤- يحقن الهواء المضغوط في الفوهة لزيادة السرعة وتحسين نمط التسوية بالقذف.
٥- يدفع ملاط أو خرسانة من الفوهة بسرعة عالية إلى السطح لترش بالخرسانة.

١٤-٤-٣ مقارنة العمليات:

يمكن لأي من العمليتين إنتاج الخرسانة المقذوفة المناسبة لمتطلبات الإنشاء العادية. ومع ذلك، فإن الاختلافات في رأس المال وتكلفة الصيانة للمعدات، والميزات التشغيلية، ومدى ملاءمة الركام المتوفر، وخصائص التنسيب، يجب أن تجعل أحدهما أو الآخر أكثر جاذبية لاستخدام معين. الجدول (١٤-٢) يجب أن يعطي اختلافات في الميزات التشغيلية وغيرها من الخصائص التي تستحق الدراسة.

الجدول (١٤–٢) مقارنة بين عمليات الخلط الجاف والخلط الرطب.

عملية الخلط الجاف	عملية الخلط الرطب
• تحكم لحظي في خلط الماء وقوام الخليط في الفوهة؛ لتلبية الظروف الميدانية المتغيرة. • الأنسب لوضع المخاليط المحتوية على ركام خفيف الوزن أو مواد مقاومة للصهر. • القدرة على النقل لمسافات أطول. • خراطيم التوصيل أسهل في الحركة. • حجم أقل لكل حجم خرطوم.	• التحكم في مياه الخلط في معدات الخلط ويمكن قياسها بدقة. • ضمان أفضل أن ماء الخلط مختلط جيدًا مع المكونات الأخرى. • فقدان كمية أقل من الغبار والمواد الأسمنتية أثناء عملية التسوية بالرش. • يكون عادةً ارتداد أقل، مما يقلل الضياع. • حجم أعلى لكل حجم خرطوم.

١٤-٥ الإجراءات الأولية:

١٤-٥-١ عام:

تعتمد جودة تطبيق المونة على العناية المتخذة في تحضير وصيانة السطح قبل وأثناء تطبيق المونة.

يجب الانتباه إلى حالة وسلامة سطح الاستقبال الذي سيوضع المونة عليه.

١٤-٥-٢ تجهيز السطح:

تعتمد كمية تجهيز السطح المطلوبة على حالة وطبيعة السطح الذي ستوضع الخرسانة المقذوفة عليه، والمنتج النهائي المطلوب. إذا كان سطح الاستلام مجرد شكل وكان الرابط غير مهم، فهناك حاجة إلى القليل من التحضير، إن وجد. نظرًا لأن تأثير الخرسانة المقذوفة سيتسبب في دمج مادة سائبة من الركيزة مع الخرسانة المقذوفة، فإن البوصات القليلة الأولى من الخرسانة المقذوفة في الموقع ستحتوي مادة سائبة مختلطة في الخرسانة المقذوفة في الموقع، تناقش الأجزاء التالية المتطلبات الخاصة لإعداد السطح للأرض، والفولاذ، والخرسانة، والبناء، والصخور، والأسطح الخشبية.

١٤-٥-٢-١ الأسطح المعدنية:

قبل استخدام الخرسانة المقذوفة على الأسطح المعدنية، يجب إزالة جميع الكميات غير المقبولة (التي يحكم عليها المصمم) من قشور المطحنة السائبة، أو الصدأ، أو الزيت، أو الطلاء، أو الملوثات الأخرى كما هو موضح أدناه بالسفع الرملي أو بطرق أخرى. راجع المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) 546R, SSPC-SP13/ نيس (NACE)) رقم ٦ والمبادئ التوجيهية الفنية للمعهد الدولي لإصلاح الخرسانة (ICRI) رقم (٠٣٧٣٧)، "دليل تحضير الأسطح الخرسانية للإصلاح باستخدام طرق الهدم المائي".

استخدم رش الماء بالضغط العالي، فيجب إزالة جميع المياه الراكدة قبل وضع الخرسانة المقذوفة.

١٤-٥-٢-٢ الأسطح الخرسانية:

إزالة الخرسانة المتصدعة، والمتشققة بشدة، والمتدهورة، والسائبة، وغير السليمة تمامًا من السطح الخرساني الحالي بالتقطيع، أو الخدش، أو السفع بالرمل، أو نفخ المياه، أو أي طرق ميكانيكية مناسبة أخرى (راجع SSPC- SP13/نيس (NACE) رقم ٦ لمزيد من المعلومات). يجب إزالة أي خرسانة ملوثة بالمواد الكيميائية أو الزيوت. يجب تجنب التغييرات المفاجئة في سمك الإصلاح. قطع محيط الإصلاح بالمنشار إلى عمق يتوافق مع عمق الإصلاح ونوعه. يجب أن تنحرف الحواف المتكسرة بمقدار ٤٥ درجة تقريبًا باتجاه مركز منطقة الإصلاح. يجب تجنب حافة الكسوة.

إذا استخدمت أدوات الصدمات الهوائية أو الكهربائية لإزالة الخرسانة، فيجب اختيار الأدوات لتقليل الأضرار التي تلحق بالخرسانة السليمة التي يجب أن تكون ناقصة أو مجاورة للمواد المتهالكة، في حالة وضع المونة على سطح خرساني أملس، يخشن السطح بالسفع الرملي، أو طرق الدعامات، أو بوسائل ميكانيكية مناسبة أخرى.

بعد الإزالة الأولية، يفحص سطح الخرسانة الموجودة للتأكد من بقاء المواد السليمة فقط، يعد هذا أمرًا بالغ الأهمية بشكل خاص إذا استخدمت إزالة الصدمات الميكانيكية، مثل مطرقة الأدغال، نظرًا لوجود احتمالية لوجود شظايا متكسرة متبقية على السطح. لطالما استُخدم السبر بالمطرقة كطريقة للفحص للتحقق من عدم وجود فجوات أو فجوات؛ ومع ذلك، يجب أن تكون هذه الطريقة قادرة فقط على اكتشافها في حدود من (١٠٠ إلى ١٥٠ ملم) من السطح.

عند اكتمال تجهيز السطح، تنظف مناطق الإصلاح تمامًا بواسطة السفع الرملي، أو المعالجة المائية، أو طرق أخرى؛ لإزالة أي آثار للأوساخ، أو الشحوم، أو الخرسانة المكسورة، أو الزيت، أو غيرها، من المواد التي يمكن أن تتداخل مع رابطة المونة الموضوع حديثًا. في حالة استخدام السفع الرملي، يفرغ الرمل الزائد، والحطام السائب، أو ينفخ من السطح باستخدام الهواء المضغوط أو الماء أو كليهما. يجب توخي الحذر بشكل خاص لإزالة هذا الحطام حول المراسي أو قضبان التسليح.

يجب إجراء عملية التبليل المسبق الكافي للركيزة الخرسانية قبل عملية إنتاج الخرسانة المقذوفة، يجب أن تكون الركائز الخرسانية في حالة سطح جاف مشبع مباشرة قبل استخدام المونة لتحقيق أقصى قدر من الالتصاق.

١٤-٥-٢-٣ الأسطح الحجرية:

تتطلب أسطح الإنشاء تحضيرًا مشابهًا لتحضير الأسطح الخرسانية؛ ومع ذلك، فإن منع امتصاص الماء من المونة إلى الإنشاء الأساسي أمر بالغ الأهمية، قد يحدث تشقق شديد في المونة، إحدى الطرق المستخدمة لمنع هذه المشكلة هي ترطيب سطح الإنشاء قبل استخدام المونة.

١٤-٥-٢-٤ الأسطح الصخرية:

إزالة المواد السائبة، أو الحطام، أو الرقائق، أو الوحل، أو الأوساخ، أو أي مواد غريبة أخرى؛ لضمان ارتباط قوي بين الصخر والمونة، إذا رغبت في ذلك.

يجب في حالات معينة تكون فيها الإزالة الكاملة خطرة أو غير مستحسنة، كما هو الحال في بعض الاستخدامات تحت الأرض حيث يكون الدعم المبكر مطلوبًا. في مثل هذه الحالات يجب على المقاول بالتشاور مع المهندس توفير بدائل للتخفيف من الموقف المحتمل.

١٤-٥-٢-٥ أسطح الأرض:

يعد التحضير والدمك المناسبين للأرض أمرًا ضروريًا، ثم يقلم سطح الأرض إلى خط ودرجة لتوفير الدعم الكافي والمساعدة في الحصول على السُمك المصمم للملاط.

لا يجب على عنصر رش الخرسانة أن يضع المونة على سطح أرضي متجمد أو إسفنجي، ولمنع الامتصاص المفرط لخلط الماء من المونة، تتوفر التقنيات الآتية:

- يجهز سطح الأرض برش الماء قبل استخدام المونة، ستعتمد كمية التخميد المسبق على صفات امتصاص الأرض؛ ومع ذلك، يجب تجنب الوحل أو البرك أو ترك المياه الراكدة بذاتها.
- يُركَّب نظام حاجز للرطوبة يمنع حركة الرطوبة من المونة الموضوع حديثًا إلى الأرض، في حالة استخدام مادة الصحائف، يجب توخي الحذر لتجنب التجعد أو الطي؛ للقضاء على تكون الفراغات تحت حاجز الرطوبة، أو إنشاء طبقة رقيقة من المونة.

لمنع غسل المونة الموضوع حديثًا بسبب تسرب المياه، يجب التحكم في التسرب باستخدام مواسير لتوجيه المياه. بعد التحكم في تسرب المياه، يمكن بعد ذلك وضع المونة وعندما يضبط المونة، يمكن توصيل مواسير المياه يدويًا باستخدام أسمنت إعداد الفلاش.

١٤-٥-٢-٦ أشكال الخشب:

في حالة إزالة الأشكال بعد الاستخدام، يجب تطبيق عامل تحرير الشكل على النموذج لمنع امتصاص الرطوبة وتثبيط الترابط بين المونة والنموذج، يجب أن يتسبب رش الخرسانة مقابل نموذج مع عامل تحرير نموذج في خلط العامل مع المونة، بالتالي، يجب اختيار نوع عامل تحرير النموذج بعناية حتى لا يتلف الجلد السطحي للملاط. خلاف ذلك، فإن متطلبات الشكل تشبه الخرسانة التقليدية.

١٤-٥-٣ المراسي:

يُستخدم معدات خاصة في أعمال المونة لتثبيت التسليح أو دعمه أو إبعاده، بعض العوامل المشمولة في تحديد نوع وحجم وتباعد هذه الأجهزة هي: نوع التطبيق؛ تصميمه؛ السمك؛ المونة؛ طبيعة السطح الأصلي؛ ونوع ووزن وهندسة التسليح. الحد الأقصى للتباعد الموصى به للمثبتات لمعظم التطبيقات هو (٠,٩ متر) في الوسط، كلا الاتجاهين للأسطح الأفقية، (٠,٦ متر) في كلا الاتجاهين للأسطح الرأسية والمائلة، و(٠,٤٥ متر) في كلا الاتجاهين للأسطح العلوية. في حالة وجود ظروف خاصة، يفحص تصميم مسافات المثبت وحجمه؛ للتأكد من كفايته في السحب والقص، توضع المراسي أو الفواصل للتسليح لتوفير خلوص كافٍ حول التسليح، والسماح بالغطاء المناسب، والتغطية الكاملة بملاط سليم. يُستخدم موصلات ربطة قوسية خاصة أحيانًا مع المونة المقوى بالألياف لتوفير اتصال ميكانيكي للمثبتات.

١٤-٥-٣-١ التثبيت المعدني:

يمكن تركيب التسليح على الأسطح المعدنية باستخدام مشابك ميكانيكية، أو صواميل فارغة ملحومة بالفولاذ، أو معدات ملحومة بمسامير، أو دعامات ألواح، أو براغي ذاتية النقر؛ عن طريق التعلق المباشر أو بأي طريقة لا تضر بسلامة العنصر الهيكلي.

تستخدم المشابك والدعامات فقط لربط الشبكة بالفولاذ مباشرة، يمكن استخدام الأزرار أو الصواميل لربط قضبان التسليح أو الشبكة، يجب تجنب حفر الثقوب بالعناصر الهيكلية لتسهيل تركيب التسليح. استشر المهندس الإنشائي قبل الحفر في الأجزاء الهيكلية أو قبل لحام حديد التسليح.

١٤-٥-٣-٢ التثبيت الخرساني، والحجري، والصخرية

يمكن ربط التسليحات بالخرسانة، والبناء، والأسطح الصخرية باستخدام مسامير تركيب التمدد، والمسامير حديدية، ومثبتات حفر ذاتية، ودروع تمدد، يعتمد الاختيار إلى حد كبير على الاستخدام ونوع التسليح المحدد، وموقع العمل، وعدد وحجم المراسي، والتكلفة. يجب اتباع توصيات الشركة المصنعة بشأن الحجم وعمق الثقب وأحمال العمل الآمن في القص والانسحاب بشكل صريح.

مسامير تركيب التمدد هي أكثر المراسي الخرسانية شيوعًا، وتتوفر بشكل مستقيم وملولب بصمولة في الطرف المكشوف، أو بدون خيوط ذات طرف مكشوف أو على شكل حرف L، يحتوي كلا الأسلوبين على نوع من الكم المتوسع أو الإسفين على الطرف المدمج لتوفير إجراء قفل إيجابي في ثقب مثقوب مسبقًا، تأتي هذه المراسي بأطوال متغيرة بحيث يمكن تهيئتها مع المونة بسمك يتراوح من (٤٠ إلى ١٥٠ ملم).

يجب استخدام مثبتات الحفر الذاتي ودروع التمدد وتكون مفيدة للطبقات السميكة بسمك (١٥٠ ملم) وحتى مقاطع المونة غير المنتظمة، وحيث يُحدد طبقات متعددة من التسليح.

تُستخدم المسامير المعدنية أو قضبان التسليح في استخدامات المونة الإنشائي عندما يكون سُمك الأجزاء (١٥٠ ملم) أو أكثر، ويجب دعم وترسيخ الأقفاص الثقيلة لقضبان التسليح. كما أنها تستخدم لتثبيت المونة على الصخور. يجب ضبطها بعمق كافٍ لاستيفاء مواصفات الإفلات وتركيبها باستخدام روبة إسمنتية غير متقطعة أو إيبوكسي، أو راتنج بوليستر.

١٤-٥-٣-٣ التثبيت على الأسطح الخشب:

يجب أن يركب التسليح على الأسطح الخشبية باستخدام كراسي قضبان فردية، أو مساند البلاط (مرتكزات متصلة)، أو مسامير؛ توضع لتوفير غطاء مناسب والتغليف بالمونة، يجب قطع أرجل الدعامة عندما تكون متجاورة أو موازية للتسليح. إذا كان سطح الخشب في شكل قابل للإزالة، فلا تستخدم المسامير، وتكون المرتكزات والدعامات مائلة بالبلاستيك لإزالة الصدأ على السطح المتشكل.

يجب ألا تتطابق قضبان التسليح أو الأسلاك الفردية في الشبكة مع السلك الطولي لمسند البلاط.

١٤-٥-٤ حماية الأسطح المجاورة:

قد يؤدي الارتداد والرش الزائد والغبار الناتج عن استخدام المونة إلى تلويث الهياكل الإنشائية والمعدات والأراضي المجاورة، تتفاقم هذه المشكلة بشكل خاص في الأيام العاصفة. لذلك، من المهم تقييم تأثير تطبيق المونة على الأسطح المجاورة واتخاذ الترتيبات اللازمة لحمايتها. من الناحية المثالية، عزل عملية المونة عن المناطق أو الأسطح التي تحتاج إلى حماية، رغم أن هذا ليس ممكنًا دائمًا، إلا أن الحماية قد تتخذ شكل غطاء، أو مواد إخفاء، أو طلاءات واقية مؤقتة، يجب أن تشتمل الأغطية على خشب الأبلكاج، أو المواد المماثلة، أو غشاء بولي إيثيلين، أو قماش حماية، في العادة يُستخدم مواد التقنيع مع المواد المذكورة أعلاه، الطلاءات الوقائية المؤقتة تشمل الشحوم وزيت الديزل والمواد الأخرى التي يمكن إزالتها دون صعوبة كبيرة.

إذا لم يكن أي مما سبق عمليًا، تنظف الأسطح المجاورة وتغسل قبل الارتداد والرش الزائد، يجب أن تشمل حماية الأسطح المجاورة الاهتمام بالإنشاء التدريجي للرش الزائد، والارتداد، والغبار على الأسطح التي تستقبل المونة، إذا سُمِحَ لهذه المواد بالإنشاء التدريجي، فسوف تتسبب في انخفاض قوة المونة وتتداخل مع الالتحام.

١٤-٦ اختبار التناسب وما قبل الإنشاء:

١٤-٦-١ نسبة خليط الخرسانة المقذوفة:

١٤-٦-١-١ عام:

ليس من العملي إجراء مخاليط تجريبية معملية لعملية الخلط الجاف، وهناك أيضًا مشاكل في تكرار حالات القذف لعملية الخلط الرطب. لذلك، يجب استخدام التجارب الميدانية واختبارات ما قبل البناء، كما هو موضح في الجزء الفرعي (١٤-٦-٢)، لتحديد نسب الخليط المؤهلة.

تصمم نسب الخليط لإنتاج قوة عينة أعلى من قوة التصميم، راجع المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) 214R)) للحصول على إرشادات.

١٤-٦-١-٢ عملية الخلط الرطب:

تحتوي نسبة خليط الخرسانة المقذوفة الرطبة النموذجية على ما يتراوح من (٣٩٠ إلى ٤٥٠ كجم) من الأسمنت بالإضافة إلى الرماد المتطاير، أو البوزولان الآخر لكل متر مكعب من الخرسانة، يتكون الركام من ٢٠ إلى ٣٠٪ حصى بحجم البازلاء (١، ١٣

ملم) كحد أقصى، من ٧٠ إلى ٨٠٪ من الرمل أو الرمال الخرسانية مع مُعامل نقاوة رمل مدمج من ٢,٥ إلى ٢,٩، خليط مخفض للماء، ومحتوى مائي ينتج عنه ركود من ٤٠ إلى ٧٥ ملم.

تكون الخرسانة متناسبة بحيث يمكن ضخها بما لا يقل عن ١٥ إلى ٣٠٪ من الركام الناعم الذي يمر عبر الغربال رقم ١٠٠ (٠,١٥ ملم) وبحد أقصى للحجم الاسمي أقل من ٣/١ من قطر خرطوم المادة.

يكون هبوط الخرسانة المقذوفة بعملية الخليط الرطب هو الحد الأدنى الذي يمكن للمضخة التعامل معه، ينتج عن الركود الزائد ملاط أضعف وتقشير عندما يوضع المونة على الأسطح الرأسية أو العلوية، يجب أن يكون الخليط شديد الصلابة من الصعب ضخه وسحجه ولا يجب تغليف التسليح بالكامل.

من أجل المتانة والقدرة على الضخ، تتراوح نسبة الأسمنت المائي لملاط الخلط الرطب العادي في العادة من (٠,٤ إلى ٠,٥) بدون مواد مضافة، من الممكن تقليل وزن الماء مع استخدام المواد المضافة التي تقلل الماء (جميع الأنواع).

تكون الخرسانة المقذوفة بالخليط الرطب مقيدة بالهواء عندما تتعرض الخرسانة المقذوفة للتجميد والذوبان في ظروف مشبعة، يعد الحد الأدنى من محتوى الهواء الكلي بنسبة ٦٪ في الخرسانة قبل الضخ مرغوبًا بشكل عام.

١٤-٦-١-٣ عملية الخلط الجاف:

١٤-٦-١-٣-١ نسبة الركام:

تكون المجاميع مزيجًا من الأحجام وفقًا للمطلوب لإنتاج تصنيف مشترك ضمن حدود الجدول (١٤-١)، سيكون توزيع حجم الجسيمات للركام في الموقع أدق بشكل ملحوظ مما كان عليه عند التجميع؛ لأن الجسيمات الأكبر لها خسارة ارتداد أكبر نسبيًا، قد تسبب خسائر الارتداد تغير تقريبي تبلغ نسبته ٣٠ % من نسبة الأسمنت إلى الركام، قد يؤدي دخول مزيج ١:٣ إلى مسدس إلى مزيج ١:٢ في الموقع.

١٤-٦-١-٣-٢ نسبة الخليط:

لا توجد طريقة منطقية معترف بها تناسب الخرسانة المقذوفة الجافة للقوة، يُسمح عادةً للمستخدمين، الذين يستخدمون نفس المصادر المتسقة للمواد ويمكنهم توفير بيانات تناسبية كافية من الخبرة السابقة، باستخدام الخلائط التي أثبتت جدواها، هذا النهج مناسب للعديد من المشاريع الصغيرة حيث تكون تكلفة اختبار ما قبل الإنشاء باهظة، يلزم إجراء اختبار ما قبل الإنشاء في حالة عدم توفر البيانات السابقة، أو إذا كانت الخصائص الأخرى غير القوة تؤثر على مواصفات التصميم، أو إذا كانت متطلبات التصميم تختلف من جزء من العمل إلى آخر، يُنصح أيضًا بإجراء اختبار ما قبل الإنشاء لتحديد نسب الخليط إذا كان هناك بعض التساؤل حول التدرج أو الجودة للركام وتأثير الكمية والتباعد بين حديد التسليح.

من الممكن إنتاج الخرسانة المقذوفة ذات الخليط الجاف عالية المقاومة إلى أقصى مدى إذا استخدمت محتويات عالية من الأسمنت، والركام عالي الجودة، وإذا حققت درجة عالية من الدمك في الموقع، قدّم تقرير عن قوة ضغط تصل إلى (٨٠ ميجا باسكال) لألواح الخليط التجريبية، وتقتبس نقاط قوة (٧٠ ميجا باسكال) بشكل شائع في المؤلفات.

ومع ذلك، لا ينبغي تحديد نقاط القوة الأعلى من (٣٥ ميجا باسكال) إلا في المشاريع التي يتم التحكم فيها بعناية حيث أجري بحث كافٍ حول الأداء المحتمل للمواد المحلية.

بالنسبة لمخاليط الخرسانة المقذوفة الركامية الخشنة، يوضح الجدول (١٤-٣) بعض البيانات النموذجية حول تأثير محتوى الأسمنت كمجموعة على قوة خلائط الخرسانة المقذوفة المخلوطة الجافة النموذجية.

التجارب الميدانية مطلوبة لتحديد محتوى الأسمنت النهائي، فصلت طريقة تقييم محتوى الأسمنت في الموقع ومقاومة الخرسانة المقذوفة في (ACI 506.4R).

الجدول (١٤–٣) المقاومة مقابل محتوى الأسمنت.

مقاومة الانضغاط عند ثمانية وعشرين يومًا (ميجاباسكال)	محتوى الأسمنت على شكل دفعة (كجم/م^3)
٢١	٢٩٥ ـ ٣٨٥
٢٨	٣٢٥ ـ ٤١٥
٣٥	٣٨٥ ـ ٥٠٥

١٤-٦-٢ اختبار ما قبل الإنشاء:

بالنسبة لدراسات ما قبل البناء؛ توفر لوحات اختبار التسوية بالقذف التي تحاكي ظروف العمل الفعلية، مثل تكديس قضيب التسليح، مؤشرًا موثوقًا بدرجة كافية للجودة المتوقعة في الهيكل.

١٤-٦-٢-١ التجارب الميدانية:

يُصنع اللوح عن طريق التسوية بالقذف على شكل خلفي من الخشب الرقائقي الثقيل أو لوح فولاذي وفقًا لـ (ASTM C1140). تُصنَّع لوحة منفصلة لكل نسبة خليط تؤخذ في الاعتبار، وأيضًا لكل موضع تسوية بالقذف يواجهُ في الهيكل مثل الأفقي، أو الرأسي، أو العلوي، يجب أن تكون نتائج الاختبارات السابقة للمواد المماثلة، ونسب الخليط، والاستخدامات مقبولة من المهندس بدلاً من اختبار ما قبل البناء.

تصنّع لوحات اختبار منفصلة لتقييم نسبة الخليط وتأهيل مشغل الفوهة، يجب أن تكون ألواح اختبار نسبة الخليط (٦١٠ × ٦١٠ × ٨٩ ملم) مع جوانب متوهجة وبدون تقوية، تكون لوحة اختبار تأهيل مشغل الفوهة كبيرة بما يكفي لمحاكاة أحوال المشروع الفعلية بحجم لا يقل عن (٧٦٠ × ٧٦٠ × ٧٥ ملم)، ويجب تقويتها لمحاكاة حجم وتعقيد التسليح الذي سيتم قذفه في المشروع.

١٤-٦-٢-٢ الاستخلاص:

يجب أن يكون كلا النوعين من لوحات الاختبار محفورًا أو منشورًا للحصول على قلب بقطر (٧٥ ملم)، أو مكعبات (٧٥ ملم). يجب اختبار الأنوية أو المكعبات غير المسلحة لمقاومة الانضغاط، يجب الإبلاغ عن قوة المكعب على أنها محددة أو تحول إلى قوة أسطوانة مكافئة بالضرب في (٠,٨٥)، المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) 506.2)) يسرد متطلبات الاختبار.

يجب أيضًا فحص الأسطح المقطوعة للعينات بعناية، وكشف الأسطح الإضافية بالنشر، أو كسر اللوحة عند الضرورة؛ للتحقق من سلامة المادة وتوحيدها، تكون جميع الأسطح المقطوعة والمكسورة كثيفة، وخالية من التصفيح، والفراغات، والجيوب الرملية.

تحدد الإجراءات الموصوفة سابقًا النسب المثلى لتحقيق النتيجة المحددة باستمرار، بمجرد أن يحدد المهندس نسب الخليط، يجب مراقبتها. يجب أن يكون مسموحًا، مع ذلك، جعل لوحات الاختبار متزامنة مع بداية البناء، أو يمكن أخذ الأنوية من الخرسانة المقذوفة الأولى الموضوعة في الهيكل.

في الأعمال الصغيرة نسبيًا وحيث أعطت المواد، ونسب الخليط، والمعدات، والموظفين نتائج مرضية عن الأعمال السابقة، يجب ألا تبرر دراسات ما قبل البناء.

١٤-٦-٢-٣ اختبار الأنوية:

يجب أن تنقع الأنوية في الماء أربعين ساعة قبل الاختبار مباشرة، ويجب أن تختبر ثلاثة أنوية من كل لوحة اختبار بعد أربعة أيام من التجربة الميدانية، يجب أن تختبر الأنوية الثلاثة المتبقية بعد ثمانية وعشرين يومًا من التجربة الميدانية، يجب إجراء الاختبارات وفقًا لـ ((AASHTO T23 (ASTM C31).

يجب أيضًا إجراء اختبارات لمعامل التمزق، ومتانة الانحناء للخرسانة المرشوشة المسلحة بالألياف، والامتصاص، وانكماش التجفيف، ومقاومة التجمد والذوبان، وخصائص أخرى إذا لزم الأمر، باستخدام عينات مناسبة محفورة أو منشورة من اللوحة. يجب أن تفي جميع الاختبارات بمتطلبات (.ASTM E329).

١٤-٦-٢-٤ قبول تصميم الخليط:

يجب تقديم بيانات الاختبار والوصف المرئي لكل نواة إلى المهندس، يجب أن تضمّن التفاصيل المتعلقة بوجود الفراغات، والجيوب الرملية، والتصفيح، وأوجه القصور الأخرى، يعتمد قبول الفوهات وتصميم المزيج على التجارب الميدانية السابقة للإنشاء ونتائج الاختبارات. يجب ألا تكن الجودة المرئية للباب أقل من الدرجة ٢ وفقًا لمتطلبات تصنيف المونة المستخدم بالهواء المضغوط بالمعهد الأمريكي للخرسانة (.506.2 (ACI)).

يجب أن تقدم تقارير اختبار ضبط الجودة الميدانية في غضون يومي عمل من إجراء الاختبارات.

١٤-٧ وضع مونة مُستخدمة بالهواء المضغوط:

١٤-٧-١ وضع التسليح:

يجب أن يركب حديد التسليح حسب الحاجة بما يتوافق مع متطلبات الباب (١٢).

يجب أن يوضع التسليح عند الإنشاء الجديد على النحو المحدد في مستندات العقد، وتؤمَّن لضمان عدم حدوث إزاحة نتيجة تأثير المونة الذي الموضوع بالهواء المضغوط أثناء الاستخدام.

أما أعمال الإصلاح؛ فيجب أن يدعم حديد التسليح بمسامير تركيب مثبتة في المبنى الحالي، باستثناء الحالات التي يرى فيها المهندس أن حديد التسليح الموجود في منطقة الإصلاح مناسب لهذا الغرض،- يجب ألا يزد تباعد المراسي عن (٣٠٠ ملم) من المركز إلى المركز على الأسطح العلوية؛ (٤٥٠ ملم)، من المركز إلى المركز، على الأسطح الرأسية؛ و(٩٠٠ ملم)، من الوسط إلى الوسط، على الأسطح الأفقية العلوية .يجب أن تستخدم ثلاثة (٣) مثبتات على الأقل في كل منطقة تركيب فردية.

يجب أن يبلغ المهندس مسبقاً بتاريخ بدء تركيب مسامير التثبيت، يجب انتقاء مواقع الدعامات بحيث لا يحدث ضرر لكابلات سابقة الإجهاد أو المواسير المغروسة في الخرسانة.

ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد، لأعمال الإصلاح، يجب أن تعزز المناطق التي يزيد سمك المونة فيها عن (٣٨ ملم) بطبقة واحدة إما (٢ × (٥٠ ملم × ٥٠ ملم))، أو (٧٥ ملم × ٧٥ ملم) من نسيج الأسلاك الملحومة، أما المناطق التي يزيد سمك المونة فيها عن (١٠٠ ملم)، يجب أن تُستخدم طبقة واحدة من القماش السلكي لتقوية كل (١٠٠ ملم) من الرقع أو الأجزاء الكسرية، يجب أن توضع الأنسجة بالتوازي مع السطح النهائي المقترح. يجب أن تُغطى كل طبقة من النسيج بالكامل بالمونة الذي أخذ مجموعته الأولية قبل تركيب الطبقة التالية من النسيج. يجب ألا يكون النسيج المدعم بجوار سطح الإنشاء المجهز أقرب من (١٢ ملم) من السطح المذكور، يجب أن يكون النسيج مسبق الصنع بعناية قبل التركيب لتلائم الزوايا الداخلة والخارجة، ولا يجب بأي حال من الأحوال أن تنفصل في مكانها.

يجب ألا تكن عناصر الفولاذ، بما في ذلك المراسي وقضبان التسليح ونسيج الأسلاك، أقرب من (٢٥ ملم) من السطح النهائي للملاط.

١٤-٧-٢ وضع المونة:

يجب أن يوظف أصحاب الخبرة فقط، ويجب أن تقدم أدلة مرضية على هذه الخبرة عند طلب المهندس.

يجب أن يُستخدم المونة بواسطة معدات تعمل بالهواء المضغوط، التي تقوم برش الخليط على السطح المحضر بالسرعة العالية المطلوبة حسب الحاجة؛ لإنتاج كتلة مدمجة، وكثيفة، ومتجانسة، يكون ضاغط الهواء وخراطيم التوصيل بسعة وحجم مناسبين؛ لتوفير ضغط أدنى قدره (٠,٢٤ ميجا باسكال) عند الفوهة لفوهات (٢٥ ملم)، وأكبر نسبيًا للفوهات الأكبر، يجب الحفاظ على سرعة المادة أثناء خروجها من الفوهة بشكل موحد بمعدل محدد لظروف العمل المحددة لإنتاج الحد الأدنى من الارتداد.

إمداد الماء المضاف إلى الفوهة عند ضغط منتظم يجب ألا يقل عن (٠,١ ميجا باسكال) أكبر من ضغط الهواء عند الفوهة.

يجب أن يستخدم المونة الجاف قدر المستطاع؛ لمنع تشقق الانكماش، يجب أن تستخدم شرائط التسوية بالقذف لضمان الزوايا المربعة، والخطوط المستقيمة، والسطح المستوي من المونة، ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد أو يوافق عليه المهندس. يجب وضعها بحيث تحافظ على محاصرة الارتداد عند الحد الأدنى، في نهاية كل يوم عمل أو فترات توقف مماثلة تتطلب فواصل إنشائية، يجب أن ينحدر المونة إلى حافة رفيعة. قبل وضع قطاع مجاور، تنظف الوصلات الإنشائية وترطَّب جيدًا وفقًا للمطلوب في الجزء (١٤-٥-٢)، عند تسوية جميع الأسطح بالقذف، يجب أن يصطدم تيار المواد المتدفقة من الفوهة بأكبر قدر ممكن بزاوية قائمة على السطح المغطى، ويجب أن تكون الفوهة على مسافة من (٠,٦ إلى ١,٢ متر) من سطح العمل.

يجب أن يطبق عدد كافٍ من طبقات المونة للحصول على السُمك المطلوب، على الأسطح الرأسية والسطوح العلوية، يجب ألا يزد سمك كل طبقة عن (٢٥ ملم)، باستثناء ما يقره المهندس، ويجب أن توضع بحيث لا تتراجع أو تنقص رابط الطبقة السابقة، يجب يجب أن يكون الفاصل بين الطبقات المتتالية في العمل المنحدر أو الرأسي أو المتدلي كافياً للسماح بالتطور الأولي وليس النهائي للمجموعة. في الوقت الذي تطوَّر المجموعة الأولية، ينظَّف السطح؛ لإزالة الطبقة الرقيقة من التأجيل لتوفير ارتباط مع الاستخدامات اللاحقة.

إزالة الرمل السائب المرتد أو المتراكم من السطح المراد تغطيته قبل وضع طبقات المونة الأصلية أو اللاحقة ولا يتم غرسها في العمل.

لا يجب استخدام المواد المخلوطة مدة تزيد عن خمس وأربعين دقيقة ولم تدمج في العمل، ما لم يسمح المهندس بخلاف ذلك.

بعد المعالجة وقبل القبول النهائي، يجب أن تفحص جميع المناطق التي أُصلحت، وتزال وتستبدل جميع المناطق غير السليمة والمتشققة.

١٤-٧-٣ التشطيب:

بعد وضع المونة على السُمك المرغوب، يجب أن تقطع جميع البقع المرتفعة بمجرفة حادة، أو تسوَّى إلى مستوى حقيقي حسب المحدد بواسطة شرائط التسوية بالقذف، أو سطح الإنشاء الأصلي، أو حسب التوجيهات. يجب أن توضع أذرع تسوية القطع، عند

استخدامها، برفق على جميع الأسطح حتى لا تفسد المونة لعمق ملموس، ويجب أن تعمل في اتجاه تصاعدي عند وضعها على الأسطح الرأسية. ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد، يجب طلاء سطح المونة النهائي بطبقة نهائية من المونة بحوالي (٣ ملم). يجب توخي الحذر الشديد للحصول على مظهر موحد على جميع الأسطح المكشوفة.

١٤-٧-٤ قيود الطقس:

١٤-٧-٤-١ رش الخرسانة في الطقس الحار:

في عملية الخلط الجاف، لا يتجاوز الوقت من الخلط إلى تسوية الخليط بالقذف خمس عشرة دقيقة؛ خلاف ذلك، قد يحدث انخفاض غير مرغوب فيه في القوة بسبب الجفاف المسبق.

مع عملية الخلط الرطب، تكون التأثيرات غير المرغوبة مماثلة لتلك التي تُواجه مع الخرسانة العادية التي تُضخ. تشمل المشاكل زيادة الطلب على المياه، وزيادة معدل فقدان الركود، وزيادة معدل المجموعة، وصعوبة تنظيم محتوى الهواء الداخلي. تكون هناك إجراءات للتعامل مع هذه المشاكل لضمان تركيب مُرضٍ للملاط.

بمجرد وضع المونة في مكانه، تكون إجراءات الصب والتشطيب والمعالجة مماثلة لتلك الخاصة بالخرسانة.

يجب أن تستمر عمليات التسوية والإنهاء بالسرعة التي تسمح بها ظروف الخرسانة المقذوفة، وأن تبدأ المعالجة على الفور بعد اكتمال التشطيب. بشكلٍ مثالي، يجب الحفاظ على درجة حرارة المونة بين عشر درجات مئوية (١٠ درجات مئوية)، وثمانية وثلاثين درجة مئوية (٣٨ درجة مئوية) خلال جميع مراحل إجراء التثبيت.

١٤-٧-٤-٢ رش الخرسانة في الطقس البارد:

عنصر رش الخرسانة يجب ألا يضع الخرسانة المقذوفة على الأسطح المجمدة، يجب أيضًا استخدام هذا والاحتياطات الأخرى المستخدمة لحماية الخرسانة من التجمد لحماية المونة.

يتميز المونة بدرجة حرارة ترطيب أكبر من الخرسانة التقليدية المصبوبة في الموقع؛ نظرًا لارتفاع عامل الأسمنت الذي يساعد في مقاومة التجمد، ولكن يُوضع في طبقات رقيقة ذات مساحات سطحية كبيرة مما يوفر فقدانًا سريعًا للحرارة يوازن جزئيًا فوائد حرارة الماء.

يمكن السماح بالتسوية بالقذف إذا كانت درجة الحرارة لا تقل عن خمس درجات مئوية (٥ درجات مئوية)، وترتفع وتتوقف عند خمس درجات مئوية (٥ درجات مئوية) وتنخفض.

بمجرد وضع المونة في مكانه والانتهاء منه، يجب معالجته وحمايته من التجمد حتى يصل إلى القوة الكافية، لا يُوص بمعالجة المياه في بيئة متجمدة. يجب الحفاظ على درجة الحرارة أثناء المعالجة فوق خمس درجات مئوية (٥ درجات مئوية). عندما يُوضع المونة في ظروف الطقس البارد، توضع خطة تحدد إجراءات تجهيز السطح، ووضع المونة، والمعالجة، والحماية.

١٤-٨ المعالجة والحماية

يعالج المونة حتى تتطور قوته المحتملة ومتانته بشكل كامل، هذا ينطبق بشكل خاص على المقاطع الرقيقة والماء/الأسمنت المنخفض المرتبط بالمونة، أفضل طريقة للمعالجة هي إبقاء الخرسانة المقذوفة رطبة بشكل مستمر مدة سبعة أيام، مع الحفاظ على درجة حرارة تزيد عن خمس درجات مئوية (٥ درجات مئوية)، لا تقل درجة حرارة ماء المعالجة عن عشر درجات مئوية (١٠ درجات مئوية)، أكثر برودة من سطح الخرسانة المقذوفة في الوقت الذي يتلامس فيه الماء مع الخرسانة المقذوفة، تغطية المونة بمواد الصفيحة (ASTM C171) هي طريقة أخرى تستخدم لعلاج الخرسانة المقذوفة.

تكون مركبات المعالجة مرضية إذا لم تكن ظروف التجفيف شديدة، ولم يُستخدم الخرسانة المقذوفة أو الطلاء الإضافي، ويكون المظهر الناتج مقبولاً. عندما يحتوي السطح على مسدس طبيعي، أو (flash finish)، يستخدم مركب معالجة الغشاء السائل (ASTM C1315) بضعف معدل ما أوصت به الشركة المصنعة للمركب.

يجب أن يسمح بالمعالجة الطبيعية إذا ظلت الرطوبة النسبية ثابتة عند ٨٥٪ أو أعلى. يمكن العثور على مزيد من المعلومات التفصيلية حول المعالجة في المعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) (308.1))، والمعهد الأمريكي للخرسانة (ACI) (506.2))، يجب تجنب التجفيف السريع للخرسانة المرشوشة في نهاية فترة المعالجة.

١٤-٩ ضبط الجودة:

١٤-٩-١ المواد:

تقديم مصدر المواد إلى سلطة التصميم للموافقة عليها، إذا صدرت الموافقة على المصدر، فإما أن تكون المادة مصدق عليها من قبل المورد بأنها تفي بالمواصفات، أو تختبر على أساس منتظم. حجم المشروع وملامحه هو من سيحدد الإجراء المناسب.

يجب أن تكون نسب الخليط مفصلة في المواصفات، أو يختارها المقاول لإنتاج قوة ضغط محددة أو خصائص أخرى. في كلتا الحالتين، يجب القيام بتصميم أو خليط مقاوم واختباره، يفحص تسليم المواد، ومناولتها، وتخزينها؛ للتأكد من مطابقتها للمواصفات، للحصول على معلومات تكميلية حول تفاصيل محددة لضبط جودة مواد الخرسانة المقذوفة، راجع المعهد الأمريكي للخرسانة ((ACI 506.2)، والجزء (١٤-٣).

١٤-٩-٢ تقنيات الوضع:

من أهم العوامل التي يجب مراعاتها في تركيب الخرسانة المقذوفة هي تقنية التنسيب، إذا كانت ضبط الجودة ممتازة في جميع الجوانب الأخرى لتطبيق الخرسانة المقذوفة، ولكن وضع الخرسانة المقذوفة مشكوك فيه؛ يجب أن ينتج عن ذلك منتج غير مرض، يجب اتباع الإجراءات والتقنيات الموضحة في الأجزاء الأخرى من هذا المجلد عن كثب؛ لأنها تمثل ممارسة الخرسانة المقذوفة الجيدة.

١٤-٩-٣ الفحص:

وجود مفتش على دراية شاملة ومؤهل يعد مطلبًا ضروريًا لتنفيذ إجراءات ضمان الجودة، يجب أن يكون المفتش على دراية بالخطط، والمواصفات، والمعايير المعمول بها، يجب أن يفهم المفتش جميع جوانب عملية الخرسانة المقذوفة، وخاصة تقنية التركيب المشار إليها في الجزء (١٤-٧)، يجب أن يقوم المفتش بفحص العمل باستمرار، مع الانتباه إلى المواد والأشكال والتسليح، والمعدات، ووضع المنتج النهائي، والتشطيب، ومعالجته، وحمايته، وهو مسؤول أيضا عن الاختبار الميداني على النحو المبين في الجزء الفرعي (١٤-٩-٤).

١٤-٩-٤ إجراءات الاختبار:

يتمثل أحد الجوانب المهمة لضمان الجودة في الاختبار المادي للملاط قبل وضعه وأثناءه وبعده، يصف (ACI 506.2) الإجراءات التي يجب اتباعها في اختبار ما قبل الإنشاء والتشييد، يجب أن يفي الاختبار أو التفتيش بمتطلبات (ASTM E329).

أعمار الاختبار العادية لقوة الانضغاط هي سبعة وثمانية عشرون يومًا؛ ومع ذلك، يجب أن تكون هناك فترات أقصر لاستخدامات أو شروط معينة، يكون إجراء الاختبار في العادة مرة واحدة في اليوم أو كل ٤٠ م^{٣} أيهما أكبر. ومع ذلك، يجب أن يتنوع أخذ العينات وإجراء الاختبارات وفقًا لحجم وتعقيد المشروع، تُؤخذ العينات وفقًا لـ (ASTM C1385)، تعمل أحيانًا أسطوانات أو ألواح إضافية إذا اختلفت نتائج الاختبار.

يجب أن تشمل الاختبارات الأخرى اختبارات امتصاص الماء، وانكماش التجفيف، ومقاومة دورات التجميد، والذوبان. يجب أن تتطلب المونة المسلحة بالألياف اختبارات تجفيف الألياف أو اختبار صلابة الانحناء وفقًا للمواصفة (ASTM C1018).

يجب أن يعتمد قبول المونة على النتائج التي حُصِلَ عليها من الأنوية المحفورة، أو المكعبات المنشورة (ASTM C42). يجب أن يكون استخدام البيانات من معدات الاختبار غير الإتلافية، مثل؛ مطارق، أو مسابير الصدم، (ASTM C805، ASTM C803)، ومعدات الموجات فوق الصوتية (ASTM C597)، وأجهزة السحب (ASTM C900) مفيدة في تحديد التوحيد وجودة الخرسانة المقذوفة في الموقع. ومع ذلك، يجب ألا توفر هذه الاختبارات قيمًا موثوقة لمقاومة الانضغاط. راجع (ACI 228.2R) للحصول على معلومات إضافية حول الاختبار غير الإتلافي.

التصنيف الأساسي هو طريقة تستخدم لتقييم تغليف التسليح، ويُستخدم فقط لتقييم مشغل الفوهة وفقًا لـ (ACI CP-60)، ولا يستخدم لتقييم الهياكل الإنشائية.

١٤-١٠ القياس والدفع:

١٤-١٠-١ القياس:

يجب أن تقاس كمية المونة المطبق هوائيًا إما بالمتر المربع، أو بالمتر المكعب كما هو محدد في مستندات العقد.

يجب أن تستند قياسات المتر المربع إلى قياسات مساحة سطح المونة المقبولة، الموضوعة في العمل المنجز على طول مستوي أو منحنى كل سطح، يجب أن يكون قياس المتر المكعب على أساس أبعاد هذا العمل الموضحة في مستندات العقد، أو التي طلبها المهندس.

١٤-١٠-٢ الدفع:

يجب أن يُدفع ثمن المونة المُستخدم بالهواء المضغوط حسب سعر العقد المحدد للوحدة، يجب أن يعد هذا الدفع بمثابة تعويض كامل عن تكلفة تأثيث جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والنفقات، وعن القيام بالأعمال المتعلقة بإعداد السطح وتركيب المونة، وحديد التسليح، ومسامير التثبيت، والرؤوس، وحشوات الوصلات، والبنود الأخرى كما هو محدد في مستندات العقد.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (١٤-٤). وترد متطلبات ضبط الجودة للملاط المُستخدم بالهواء المضغوط في الجدول (١٤-٥).

الجدول (١٤–٤) عناصر الدفع بالمونة المُستخدم بالهواء المضغوط.

لا	نوع العمل	وحدات الدفع
١-٤-٢٣	الخرسانة المقذوفة	متر مربع أو متر مكعب

الجدول (١٤–٥) متطلبات ضبط الجودة للملاط المُستخدم بالهواء المضغوط.

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
تجهيز السطح	أرض	تُصنَّف المنطقة بدقة، وتُدَكُّ جيدًا	اختبار المسح والدمك	في الموقع والمختبر	حسب توجيهات المهندس	القسم الفرعي (١٤-٥-٢-٥)
	أشكال الخشب	حالة الهياكل الإنشائية المؤقتة	المطابقة والفحص	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	القسم الفرعي (١٤-٥-٢-٦) والباب (٤)
	الخرسانة أو الصخور	لبيان سمك طبقات المونة المستخدمة بالهواء المضغوط	تُركب مقاييس العمق على مراكز بطول ٢ متر بشكل طولي وعرضي	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	القسم الفرعي (١٤-٥-٢-٢)
وضع التسليح		يجب ألا تكن جميع العناصر المعدنية، بما في ذلك المراسي وقضبان التسليح ونسيج الأسلاك، أقرب من ٢٥ ملم من السطح النهائي للملاط	المطابقة والفحص والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	الجزء الفرعي (١٤-٧-١) ومتطلبات الباب (١٢)
وضع المونة		السرعة العالية اللازمة لإنتاج فوهة مضغوطة، يجب أن تبقى الفوهة من ٠,٦ إلى ١,٢ متر من سطح العمل	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	الجزء الفرعي (١٤-٧-٢)

الجدول (١٤–٦) مسميات وعناوين (AASHTO وASTM).

المسمى بالإنجليزية	ترجمة المُسمى للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field	الممارسة القياسية لصُنع عينات اختبار الخرسانة وإيناعها في الموقع	T23	C31	كما هو محدد.
Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete	طريقة الاختبار القياسية لأخذ العينات اللبية المحفورة وعينات الكمرات المنشورة من الخرسانة واختبارها	T24	C42	متوسط قوة ضغط النواة ≤ المحددة بقوة ضغط ثمانية وعشرين يومًا ناقصًا (٣,٥ ميجا باسكال)
Standard Specification for Portland Cement	المواصفة القياسية للأسمنت البورتلاندي	--------	C150	كما هو محدد.
Standard Specification for Blended Hydraulic Cements	المواصفة القياسية للأسمنت الهيدروليكي المخلوط	--------	C595	كما هو محدد.
Standard Performance Specification for Hydraulic Cement	مواصفة الأداء القياسية للأسمنت الهيدروليكي	--------	C1157	كما هو محدد.
Standard Specification for Concrete Aggregates	المواصفة القياسية للركام الخرساني	--------	C33	كما هو محدد.
Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete	المواصفة القياسية للركام خفيف الوزن المستخدم في الخرسانة الهيكلية	--------	C330	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete	المواصفة القياسية الملحومة للأسلاك المعدنية والعادية المستخدمة في تسليح الخرسانة	--------	A185	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Deformed, for Concrete	المواصفات القياسية لتقوية الأسلاك المعدنية الملحومة، المحززة، للخرسانة	--------	A497	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete	المواصفة القياسية للألياف المعدنية للخرسانة المسلحة بالألياف	--------	A820	كما هو محدد.
Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete	المواصفة القياسية للخرسانة المسلحة بالألياف	--------	C1116	كما هو محدد.
Standard Practice for Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels	الممارسة القياسية لإعداد العينات المأخوذة من ألواح اختبار الخرسانة المقذوفة واختبارها	--------	C1140	كما هو محدد.
Standard Specification for Agencies Engaged in Construction Inspection and/or Testing	المواصفة القياسية للجهات المشاركة في فحص عمليات الإنشاء أو الاختبار	--------	E329	كما هو محدد.

المسمى بالإنجليزية	ترجمة المُسمى للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete	المواصفة القياسية لمواد الصفائح المستخدمة لإيناع الخرسانة	--------	C171	كما هو محدد.
Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds Having Special Properties for Curing and Sealing Concrete	المواصفات القياسية لمركّبات تشكيل الأغشية السائلة التي لها خصائص خاصة لمعالجة الخرسانة ومنع التسرب بها	--------	C1315	كما هو محدد.
Standard Practice for Sampling Materials for Shotcrete	الممارسة القياسية لأخذ عينات المواد المستخدمة للخرسانة المقذوفة	--------	C1385	كما هو محدد.
Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لعدد الارتدادات في الخرسانة المتصلبة	--------	C805	متوسط مقاومة الانضغاط ≤ ٨٥٪ من القوة المحددة.
Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة اختراق الخرسانة المتصلبة	--------	C803	متوسط مقاومة الانضغاط ≤ ٨٥٪ من القوة المحددة.
Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete	طريقة الاختبار القياسية لسرعة النبضات عبر الخرسانة	--------	C597	متوسط مقاومة الانضغاط ≤ ٨٥٪ من القوة المحددة.
Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية لمقاومة السحب الخاصة بالخرسانة المتصلبة	--------	C900	متوسط مقاومة الانضغاط ≤ ٨٥٪ من القوة المحددة.

١٥ـ المنشآت المعدنية

١٥ـ١ عام:

١٥ـ١ـ١ الوصف:

يجب أن يتكون هذا العمل من تأثيث، وتصنيع، وتركيب المنشآت المعدنية، وأجزاء المعدن الإنشائية للمنشآت الأخرى وفقًا لهذا المجلد، وفي مستندات العقد.

ما لم ينص على خلاف ذلك، يجب أن تكون الشهادة من برنامج شهادة الجودة بالمعهد الأمريكي للإنشاءات المعدنية مطلوبة للمصنعين وفقًا للمتطلبات القياسية والتكميلية المناسبة لنوع العمل الذي ينفذ. يجب أن تتوافق تفاصيل التصميم التي يسمح المقاول باختيارها مع أحكام المواصفات الحالية لتصميم الجسور حسب تصميم عامل الحمل والمقاومة وفقًا لـ (AASHTO)، وكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

يجب أن يتوافق الطلاء مع أحكام الباب (٢٢).

يجب أن تتوافق السقالات المؤقتة المستخدمة في تركيب المعدن الإنشائي مع أحكام الباب (٤).

يجب أن تتوافق المكونات الهيكلية المحددة في مستندات العقد على أنها "حرجة للكسر"، مع أحكام قانون لحام الجسور بـ(AASHTO) جمعية اللحام الأمريكية (D1.5M/D1.5)، الجزء ١٢.

يجب أن تتوافق اختبارات تأهيل إجراءات التصنيع واللحام مع الأحكام أو كود لحام الجسر (AASHTO) جمعية اللحام الأمريكية.(D1.5M/D1.5.)

١٥ـ١ـ٢ إشعار بدء العمل:

يجب على المقاول تسليم المهندس إخطاراً وافياً ببدء العمل في المصنع (يعني أي مطحنة درفلة أو مسبك تُصنع فيه مادة العمل) أو في الورشة بحيث يتم إجراء الفحص، يجب ألا تُصنَّع أي مواد أو أوتنجز أعمال في الورشة قبل إبلاغ المهندس بذلك.

١٥ـ١ـ٣ الفحص:

سيفحص المعدن الإنشائي في موقع التصنيع.

يقدم المقاول للمهندس نسخة من جميع طلبات المطاحن وتقارير اختبار المطحنة المعتمدة، يجب أن تظهر تقارير اختبار المطحنة التحليل الكيميائي، ونتائج الاختبار الفيزيائي لكل حرارة من الفولاذ المستخدم في العمل، بموافقة المهندس، يجب تقديم شهادات المطابقة بدلاً من تقارير اختبار المطحنة للمواد التي تزوَّد عادةً بتقارير اختبار المطحنة وللبنود مثل الحشو، ولوحات التقوية الصغيرة، والمواد المماثلة عندما تكون الكميات صغيرة، والمواد مأخوذة من المخزون.

يجب أن تتضمن تقارير اختبار المطاحن المعتمدة للفولاذ مع قيم تأثير محددة نتائج اختبارات تأثير بندول شاربي بالإضافة إلى نتائج الاختبارات الأخرى، عندما يُحدد ممارسة الحبوب الدقيقة، يجب أن يؤكد تقرير الاختبار المادة التي تم إنتاجها على هذا النحو. يجب تقديم نسخ من طلبات المطاحن في وقت تقديم الطلبات إلى الشركة المصنعة، يجب تقديم تقارير اختبار المطحنة المعتمدة، وشهادات الامتثال، قبل بدء تصنيع المواد التي تغطيها هذه التقارير، يجب على الشركة المصنعة توقيع شهادة الامتثال، ويجب أن تشهد بأن المواد مطابقة للمواصفات التي صنعت من أجلها.

يجب أن توفر المواد التي ستستخدم للمهندس بحيث يمكن فحص كل قطعة، يجب أن يتمتع المهندس بحرية الوصول في جميع الأوقات إلى أي جزء من موقع التصنيع حيث تخزَّن المواد أو يُنفَّذ العمل على المواد.

١٥ـ١ـ٤ سلطة المفتش:

يجب أن يكون للمفتش سلطة رفض المواد أو الأعمال التي لا تفي بمتطلبات هذه المواصفات. في حالة الخلاف، يحق للمقاول الاستئناف أمام المهندس، ويجب أن يكون قراره نهائيًا. التفتيش في المصنع والمتجر يعد وسيلة لتسهيل العمل، وتجنب الأخطاء، ومن المفهوم صراحة أنه يجب ألا يعفِ المقاول من أي مسؤولية فيما يتعلق بالمواد، أو العمل المعيب وضرورة استبدالها على حساب المقاول.

لا يجب أن يكون قبول المفتش لأي مادة أو عناصر منتهية الصلاحية عائقاً أمام رفضهم اللاحق، إذا تبين وجود عيب فيه. يجب استبدال المواد والأعمال المرفوضة في أقرب وقت عملي أو تصحيحها من قبل المقاول.

١٥-١-٥ مواد الشحن والمناولة والتخزين:

العناصر التي يزيد وزنها عن (٢٦,٥ كيلو نيوتن) يجب وضع علامة على الكتلة الموجودة عليها.

عند التعامل مع أعمال الفولاذ وشحنها، يجب توخي الحذر لتجنب ثني القطع أو كشطها أو إجهادها بشكل مفرط. سترفض جميع القطع المثنية أو الملفوفة.

يجب تحميل ونقل وتفريغ المواد الإنشائية بحيث يظل المعدن نظيفًا، تُوضع المواد المراد تخزينها فوق سطح الأرض على منصات، أو زلاجات، أو دعامات أخرى، ويجب أن تبقى خالية من الأوساخ والشحوم والمواد الغريبة الأخرى، ويجب أن تُصرف بطريقة صحيحة وتحمى من التآكل. توضع العوارض والكمرات بشكل مستقيم ومثبت، يجب دعم العناصر الطويلة، مثل؛ الأعمدة والحبال، على ألواح خشبية موضوعة بالقرب من بعضها بشكل كافٍ لمنع حدوث تلف ناتج عن الانحراف.

١٥-١-٦ السقالات المؤقتة:

يجب أن تتوافق الأعمال الكاذبة المستخدمة في تركيب المعدن الإنشائي مع الأحكام الواردة في الجزء ٤-، فيما عدا أن الأحمال الميتة يجب أن تتكون من كتلة المعدن الإنشائي، وأي أجزاء أخرى من الهيكل تكون مدعومة بالسقالات المؤقتة.

يجب إنشاء السقالات المؤقتة والأشكال الداعمة للأعمال الخرسانية على المنشآت المعدنية، بحيث تطبق أي أحمال مطبقة على شبكات العوارض في حدود (١٥٠ ملم) من الحافة أو التقوية، ويجب أن تُوزَّع بطريقة لا تؤدي إلى حدوث تشويه محلي للشبكة، تتوفر الدعامات والعَلاقات المؤقتة حسب الضرورة لمقاومة الأحمال الجانبية المطبقة على شفاه العارضة، ويجب منع الحركة الرأسية النسبية الملحوظة بين حافة شكل السطح والعارضة المعدنية المجاورة.

يجب أن تتوافق طرق ومعدات الإنشاء التي يستخدمها المقاول مع الأحكام الواردة في الجزء (٣-٣)، ويجب ألا تتجاوز الأحمال المفروضة على الهياكل الإنشائية القائمة، أو الجديدة، أو المكتملة جزئيًا السعة التحميلية للهيكل أو جزء من الهيكل، وفقًا لما تحدده طرق تصميم عامل التحميل لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)، باستخدام مجموعة الحمل IB.

١٥-١-٧ عناصر مستمرة:

في حالة استخدام إجراءات التركيب التي ستوفر استمرارية العارضة المصممة للحمل الميت، يجب على المقاول التقديم للمهندس لمراجعة بيان إجراءات تركيب الفولاذ مع الحسابات بتفاصيل كافية لإثبات أن هندسة العارضة ستكون صحيحة.

إذا استخدمت إجراءات التركيب التي ستوفر استمرارية العارضة المصممة للحمل الميت، فيجب تجميع عناصر وصلات المجال مسبقًا في حالة عدم التحميل في وضع أفقي أو عمودي.

في حالة استخدام إجراءات التركيب التي ستؤدي إلى عدم وصول العوارض المعدنية إلى استمرارية الحمل الميت المفترض في التصميم، يجب على المقاول التقديم للمهندس لمراجعة بيان إجراءات تركيب الفولاذ مع الحسابات، بتفاصيل كافية لإثبات سعة العارضة والهندسة ستكون صحيحة.

إذا استخدمت إجراءات التركيب التي ستؤدي إلى عدم وصول العوارض المعدنية إلى استمرارية الحمل الميت المفترض في التصميم، فيجب أن يكون للهيكل -بعد التركيب- قدرة تحمل حمولة مساوية على الأقل للهيكل المصمم الموضح في المخططات. يجب على المقاول زيادة مساحة المقطع العرضي أو تغيير درجات الفولاذ لتوفير قدرة تحمل الحمولة المحددة، بشرط يجب موافقة المهندس. يعد أي حديد إضافي أو حديد عالي القوة مطلوبًا؛ لاستيعاب طريقة التركيب المختارة لراحة المقاول، ولن تسدد أي مدفوعات إضافية.

١٥-٢ رسومات العمل:

يجب أن يفهم المقاول صراحةً أن موافقة المهندس على رسومات العمل المقدمة من المقاول تغطي متطلبات "القوة والتفاصيل"، وأن المهندس لا يتحمل أية مسؤولية عن الأخطاء في الأبعاد.

يجب على المهندس اعتماد رسومات العمل قبل أداء العمل المطلوب ولا تعفِ هذه الموافقة المقاول من أي مسؤولية بموجب العقد لإنجاز العمل بنجاح.

١٥-٢-١ عام:

يجب يقدم المقاولُ للمهندس رسومات العمل للموافقة عليها على شكل رسومات تنفيذية، ورسومات تركيب، ورسومات نقل للفولاذ الإنشائي، للمراجعة الأولية، يجب أن تقدم ست (٦) مجموعات من هذه الرسومات. بعد المراجعة، يجب أن تقدم ما بين ست (٦) إلى اثني عشرة (١٢) مجموعة، بناءً على طلب المهندس، للموافقة النهائية ولاستخدامها أثناء الإنشاء.

يجب أن تُظهر رسومات العمل أي تغييرات مقترحة في العمل، وتفاصيل وحسابات للوصلات بدون أبعاد في المخططات، واتجاه دحرجة الألواح حيث يكون الاتجاه المحدد مطلوبًا، وتسلسل تجميع وتشييد المتجر والميدان، وتسلسل وإجراءات اللحام، وموقع جميع الوصلات الملحومة تناكبيًا على رسم تخطيطي للهيكل بأكمله، وموقع أي دعامات مؤقتة ستستخدم، والمحاذاة الرأسية للعارضة في كل مرحلة من مراحل التشييد. يجب تقديم إثباتات حسابات زاوية التحدب والرسومات البيانية مع رسومات العمل.

يجب تقديم رسومات العمل قبل وقت كافٍ من بدء العمل المتأثر لإتاحة الوقت للمهندس لمراجعتها وتصحيح المقاول للرسومات دون تأخير العمل، يجب أن يكون هذا الوقت متناسبًا مع مدى تعقيد العمل، ولكن لا يجوز بأي حال من الأحوال أن يكون هذا الوقت أقل من ستة (٦) أسابيع.

أي مادة يطلبها المقاول وتصنيع أي مادة، قبل الموافقة النهائية على الرسومات من قبل المهندس، يجب أن تكون على مسؤولية المقاول.

١٥-٢-٢ الرسوم التنفيذية:

يجب أن يقدم المقاولُ نسخًا من الرسوم التنفيذية للمهندس للموافقة عليها، يجب تقديم الرسومات التنفيذية قبل وقت كافٍ من بدء العمل المتأثر لإتاحة الوقت للمراجعة من قبل المهندس والتصحيحات من قبل المقاول، إن وجدت، دون تأخير العمل.

يجب أن توضح الرسومات التنفيذية للهياكل المعدنية أبعاد وأحجام كاملة ومفصلة للأجزاء المكونة للهيكل، وتفاصيل جميع الأجزاء المتنوعة، مثل؛ المسامير، والصواميل، والمسامير، والمصارف إلخ.

عند الحاجة إلى توجيه محدد للألواح، يجب توضيح اتجاه دحرجة الألواح.

يجب أن تحدد الرسوم التنفيذية المواصفات المطلوبة ودرجة كل قطعة.

١٥-٢-٣ رسومات التركيب:

يجب أن يقدم المقاول رسومات توضح طريقة التركيب المقترحة، يجب أن تُظهر الرسومات تفاصيل جميع ثغرات السقالات المؤقتة، والدعامات، والدفينة، وأجهزة الرفع، والمرفقات لعناصر الجسر: تسلسل التركيب، وموقع الرافعات والصنادل، وسعات الرافعات، وموقع نقاط الرفع على عناصر الجسر، وأوزان العناصر. يجب أن تكون الرسومات كاملة بالتفصيل لجميع المراحل والظروف المتوقعة أثناء الانتصاب. يجب أن تكون الحسابات مطلوبة لإثبات عدم تجاوز المقاومات المحسوبة إلى عوامل، وأن قدرات العناصر والهندسة النهائية ستكون صحيحة.

١٥-٢-٤ مخطط زاوية التحدب:

يجب أن تزوّد الشركة المصنعة المهندس بمخطط زاوية التحدب توضح زاوية التحدب عند كل نقطة لوحة في حالات الجمالونات أو أضلاع القوس، وفي موقع الانشقاقات الميدانية وكسور طول الامتداد (أرباع نقاط كحد أدنى) في حالات شعاع وعوارض مستمرة أو إطارات صلبة. يجب أن يُظهر مخطط زاوية التحدب زوايا التحدب المحسوبة لاستخدامها في التجميع المسبق للهيكل وفقًا للجزء الفرعي (١٥-٥-٣).

١٥-٢-٥ رسومات النقل:

يجب أن تقدم رسومات النقل للموافقة عليها إذا لزم الأمر، ستعرض جميع نقاط الدعم، وأربطة التثبيت، والجملونات أو كمرات التقوية المؤقتة، وأي تفاصيل أخرى لازمة لتسليح العنصر ودعمه. يجب أن يقدم المقاول أوراق حساب توضح الحمل الميت بالإضافة إلى ضغوط الصدمات الناتجة عن إجراءات التحميل والنقل، يجب أن تكون ضغوط الصدمات المستخدمة ٢٠٠٪ على الأقل من إجهاد الحمل الميت. يجب ألا تقل الحمولة الإجمالية التي ستستخدم، بما في ذلك التأثير، عن ٣٠٠٪ من الحمل الميت.

يجب أن تشحن جميع العناصر، المستقيمة والمنحنية على حد سواء، وتخزَّن في وضع مستقيم.

١٥-٣ المواد:

١٥-٣-١ الحديد الإنشائي:

١٥-٣-١-١ عام:

يجب أن يُأثث الحديد بالمواصفات التالية. يجب أن تكون درجة أو درجات الفولاذ المراد توفيرها على النحو المحدد في مستندات العقد.

يجب أن يتوافق كل الفولاذ المستخدم في المكونات الرئيسية التي تحمل الأحمال المعرضة لضغط الشد مع متطلبات اختبار تأثير بندول شارْبي المطبقة وفقًا لـ ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، باستثناء الإطارات المتقاطعة والأغشية في الجسور المنحنية أفقيًا.

يجب حماية عناصر المعدن الإنشائية من التآكل إذا أُنشئت في بيئة تآكل.

١٥-٣-١-٢ اللوحات والأشكال الهيكلية:

يجب أن تتوافق الألواح والأشكال الهيكلية للإنشاءات الملحومة أو الملحومة مع (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M).

يجب أن تعد الأشكال الهيكلية المصنوعة من السبائك المعدنية المخمدة والمطبعة مع قوة شد قصوى محددة تبلغ (٩٦٥ ميجا باسكال)، ولكنها تلبي جميع المتطلبات الميكانيكية والكيميائية الأخرى لـ (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، درجة (HPS 100W)، تعد ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، درجة (HPS I00W).

١٥-٣-١-٣ الأنابيب الهيكلية:

باستثناء ما حدد هنا، يجب أن تكون الأنابيب الإنشائية إما أنابيبًا ملحومة على البارد، أو غير ملحومة، مطابقة للمواصفة ASTM A500، ASTM A1085)، الدرجة B أو الدرجة C، أو (ASTM A847)؛ أو الأنابيب الملحومة أو غير الملحومة المشكلة على الساخن المطابقة للمواصفة (ASTM A501)، أو (ASTM A618).

يجب أن تتوافق الأنابيب المعدنية للأنابيب المعدنية المركبة المملوءة بالخرسانة المركبة (CFSTs)، المصممة وفقًا لأحكام الجزء الفرعي (٦-٩-٦) من مواصفات تصميم الجسر المواصفات الحالية لتصميم الجسور حسب تصميم عامل الحمل والمقاومة، وفقًا لـ (AASHTO) مع متطلبات:

- معيار معهد البترول الأمريكي 5L (API)، الحد الأدنى من الدرجة (X42)، أو (PSL1)، أو (PSL2).
- (ASTM A252)، الدرجة ٣، مع جميع اللحامات التي تلبي متطلبات الإصدار الحالي من (AWS D1.1/D1.1M) كود اللحام الإنشائي.

١٥-٣-١-٤ الفولاذ الكربوني:

ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد، يجب أن يتوافق الفولاذ الكربوني الإنشائي للإنشاء الملولب أو الملحوم مع: المعدن الإنشائي للجسور، ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، درجة ٢٥٠.

١٥-٣-١-٥ الفولاذ الهيكلي عالي القوة ومنخفض السبائك:

يجب أن يتوافق الفولاذ عالي القوة منخفض السبائك مع المعدن الإنشائي للجسور أو (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)) أو الدرجات ٣٤٥ أو (345S)، أو (345W)، أو (HPS 345W).

١٥-٣-١-٦ لوح سبائك فولاذي هيكلي عالي القوة، ومنخفض السبائك، ومخمد ومطبع:

يجب أن تتوافق الألواح المعدنية عالية المقاومة ومنخفضة السبائك والمخمدة والمطبعة مع المعدن الإنشائي للجسور، (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، الدرجات (485W)، أو (HPS 485W).

١٥-٣-١-٧ لوح سبائك فولاذي عالي القوة والخضوع ومخمد ومطبع:

يجب أن تتوافق الألواح المعدنية ذات قوة الخضوع العالية، والمخمدة والمطبعة مع:

- الفولاذ الهيكلي للجسور ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، الدرجات ٦٩٠ أو (690W).
- الأشكال الهيكلية المصنوعة من سبائك الفولاذ المخمدة والمطبعة والأنابيب الميكانيكية غير الملحومة التي تلبي جميع المتطلبات الميكانيكية والكيميائية لـ ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، الدرجات ٦٩٠ أو (690W)، باستثناء أن أقصى مقاومة شد محددة يجب أن تكون (٩٦٥ ميجا باسكال) للأشكال الإنشائية و(١٠٠٠ ميجا باسكال) للأنابيب الميكانيكية غير الملحومة وفقًا لـ ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، والدرجات ٦٩٠، و(690W) من الفولاذ.

١٥-٣-١-٨ القضبان المنتهية بعروتين:

يجب أن يكون حديد القضبان المنتهية بعروتين من درجة قابلة للحام. تشمل هذه الدرجات المعدن الإنشائي المطابق لما يلي:

- المعدن الإنشائي للجسور، ((AASHTO M270M/M 270 (ASTM A709/A709M))، الدرجة ٢٥٠.
- المعدن الإنشائي للجسور، ((AASHTO M270M/M 270 (ASTM A709/A709M))، الدرجات ٣٤٥، (345W)، أو (HPS 345W).

١٥-٣-٢ مثبتات عالية المقاومة:

١٥-٣-٢-١ عام:

يجب أن تتوافق المسامير ذات المقاومة العالية للوصلات المعدنية الإنشائية إما مع (AASHTO M164 (ASTM A325) ((AASHTO M164M (ASTM A325M))، أو (AASHTO M253 (ASTM A490) ((AASHTO M253M (ASTM A490M))، عند استخدام البراغي عالية المقاومة مع درجات التجوية غير المطلية من الفولاذ، يجب أن تكون المسامير من النوع ٣.

يجب على المورد تقديم الكثير من الأرقام التي تظهر على عبوة الشحن وشهادة تشير إلى متى وأين أجريت جميع الاختبارات، بما في ذلك اختبارات سعة الدوران، وسمك الزنك عند استخدام البراغي والصواميل المجلفنة.

يجب أن تكون الصلابة القصوى لمسامير (AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) 33 HRC.

يجب إجراء اختبارات إثبات الحمل ((ASTM F606M) ASTM F606، الطريقة الأولى) للمسامير. اختبارات الوتد للبراغي بالحجم الكامل مطلوبة وفقًا للجزء (٨-٣) من AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)). يجب أن يتم اختبار المسامير الملولبة المجلفنة على شكل إسفين بعد الجلفنة. اختبارات مقاومة التحميل لـ (AASHTO M291 (ASTM A563) (AASHTO M291M (ASTM A563M)) مطلوبة للصواميل. يجب إجراء اختبارات مقاومة الحمل للصواميل التي ستستخدم مع البراغي المجلفنة بعد الجلفنة واللف والتشحيم.

باستثناء ما ذكر أدناه:

- يجب أن تتوافق صواميل مسامير AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) مع AASHTO M291 (ASTM A563) (AASHTO M291M (ASTM A563M)) ودرجات DH و DH3 و C و C3 و D (فئة الممتلكات 8S أو 8S3 أو l0S أو 10S3).
- يجب أن تتوافق صواميل مسامير AASHTO M 253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)) مع متطلبات AASHTO M291 (ASTM A563) (AASHTO M291M (ASTM A563M))، الدرجات DH و DH3 (فئة الممتلكات 10S أو 10S3).

الاستثناءات هي:

- يجب أن تكون الصواميل المراد جلفنتها (بالغمس الساخن أو المجلفن ميكانيكياً) من الدرجة DH (فئة الخاصية 10S).
- يجب أن تكون الصواميل المستخدمة مع مسامير AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) من النوع ٣ من الدرجة C3 أو DH3 (فئة الممتلكات 8S3 أو 10S3).
- الصواميل المستخدمة مع AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M))، يجب أن تكون البراغي من النوع ٣ من الدرجة DH3 (فئة الممتلكات 10S3).

يجب أن تشحيم جميع الصواميل المجلفنة بمادة تشحيم تحتوي على صبغة مرئية.

يجب أن تكون المسامير السوداء زيتية الملمس عند تسليمها وتركيبها.

تكون حلقات الإحكام عبارة عن حلقات إحكام من الصلب المقوى ومطابقة لمتطلبات AASHTO M293 (ASTM F436) (AASHTO M293M (ASTM F 436M)) والقسم الفرعي (١٥-٥-٦-٤-٣).

١٥-٣-٢-٢ المواد:

يجب أن تتوافق المسامير الملولبة عالية المقاومة للوصلات المعدنية الإنشائية مع (.ASTM F3125) يجب أن تكون الصواميل وحلقات الإحكام لكرات (ASTM F3125)، وفقًا للمذكور في (ASTM F3125)، على النحو الموصى به أو المناسب للمسمار. عند استخدام البراغي عالية المقاومة مع درجات التجوية غير المطلية من الفولاذ، يجب أن تكون المسامير من النوع ٣. يجب تشحيم الصواميل المطلية بالزنك بمادة تشحيم تحتوي على صبغة مرئية طبقاً للمواصفة (ASTM A563) والمتطلبات التكميلية S1 و S2.

يجب أن تكون المسامير والصواميل زيتية الملمس عند تسليمها وتركيبها. يجب على المورد توفير رقم الدفعة على عبوة الشحن وشهادة تشير إلى وقت ومكان إجراء جميع الاختبارات، بما في ذلك اختبارات القدرة الدورانية، وسمك الزنك عند استخدام المسامير والصواميل المجلفنة.

١٥-٣-٢-٣ مؤشرات الشد المباشر:

يمكن استخدام مؤشرات الشد المباشر المطابقة لمتطلبات (ASTM F959) مع المسامير والصواميل وحلقات الإحكام المحددة في القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٣). يمكن أيضًا استخدام مؤشرات الشد المباشر الذي يتضمن أيضًا ميزة الإشارة الذاتية، أو مسامير وصواميل مؤشرات الشد المباشر المأسسة. يجب أن يخضع استخدام خاصية التحديد الذاتي لاستبدال استخدام مقاييس المجس لموافقة المهندس.

١٥-٣-٢-٤ تحديد العلامات:

تتطلب ((AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) للمسامير والمواصفات المشار إليها هنا للصواميل أن يُحدد المسامير والصواميل المصنّعة وفقًا للمواصفات بعلامات محددة أعلى رأس البرغي وعلى وجه واحد من الصامولة، يجب أن تحدد علامات الرأس الدرجة بالرمز "("A 325M") "325 A، والشركة المصنعة، والنوع، إذا كان النوع ٣. يجب أن تحدد علامات الصواميل فئة الخاصية والشركة المصنعة والنوع إذا كان النوع ٣. العلامات على مؤشرات الشد المباشر (مؤشرات الشد المباشر، ASTM F959 (ASTM F959M)) يجب أن تحددها الشركة المصنعة والنوع "٣٢٥" (الفئة "٨,٨"). يجب أن تحدد علامات حلقة الإحكام الأخرى للشركة المصنعة، وإذا كان النوع ٣، فيجب تحديد النوع.

تتطلب ((AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)) للمسامير والمواصفات المشار إليها هنا للصواميل أن يُحدد المسامير والصواميل المصنّعة وفقًا للمواصفات بعلامات محددة أعلى رأس البرغي وعلى وجه واحد من الصامولة. يجب أن تحدد علامات الرأس الدرجة بالرمز "("A 490M") "490 A، والشركة المصنعة، والنوع، إذا كان النوع ٣. يجب أن تحدد علامات الصامولة فئة الخاصية والشركة المصنعة والنوع إذا كان النوع ٣. يجب أن على العلامات على مؤشرات الشد المباشر الإشارة إلى الشركة المصنعة والنوع "٤٩٠" (الفئة "١٠,٩"). يجب أن تحدد علامات حلقة الإحكام الأخرى للشركة المصنعة، وإذا كان النوع ٣، فيجب تحديد النوع.

١٥-٣-٢-٥ الأبعاد:

يجب أن تتوافق أبعاد المسامير والصمولة مع متطلبات المسامير الهيكلية السداسية الثقيلة والصواميل السداسية الثقيلة نصف النهائية (مسامير هيكلية سداسية ثقيلة مترية وصواميل سداسية ثقيلة نصف منتهية) الواردة في مواصفات (ANSI B18.2.1، وB18.2.3.7M) B18.2.2، و(B18.2.4.6M)، على التوالي.

١٥-٣-٢-٦ مثبتات مجلفنة عالية المقاومة:

يجب ألا تكون مسامير ((AASHTO M 253M (ASTM A 490M) (AASHTO M 253 (ASTM A 490 مجلفنة.

عندما تكون أدوات التثبيت مجلفنة، يجب أن تكون مجلفنة بالغمس الساخن وفقًا للمواصفة (AASHTO M232M/M232 (ASTM A153/A153M))، أو الفئة "ج"، أو مجلفنة ميكانيكيًا وفقًا لـ (AASHTO M298 (ASTM B695، الفئة ٥٠ (الفئة ٣٤٥). تكون المسامير المجلفنة إما ((AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M من النوع الأول. يجب إجراء اختبار الشد على البراغي المجلفنة بعد عملية الجلفنة. تجلفن حلقات الإحكام والصواميل والمسامير من أي مجموعة بنفس العملية. يجب الضغط على الصواميل إلى الحد الأدنى المطلوب لتجميع المثبت ويجب تشحيمها بمواد تشحيم تحتوي على صبغة مرئية حتى يمكن إجراء فحص بصري لمادة التشحيم في وقت التركيب الميداني.

١٥-٣-٢-٧ المراسي البديلة:

المراسي أو مجموعات التثبيت الأخرى، مثل تلك:

- مطابقة لمتطلبات (ASTM F 1852).
- تلبية متطلبات المواد والتصنيع والتركيب الكيميائي لـ (AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) أو AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)).
- تلبية متطلبات الخصائص الميكانيكية لنفس المواصفات في اختبارات الحجم الكامل.

- يجب استخدام قطر الجسم ومناطق المحمل أسفل الرأس والصامولة، أو ما يعادلها، بما لا يقل عن تلك التي تُوفر بواسطة مسمار وصامولة من نفس الأبعاد الاسمية المنصوص عليها في القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٣).

ويجب أن تخضع هذه المراسي لموافقة المهندس. يجب أن تختلف المراسي البديلة هذه في أبعاد أخرى عن تلك الخاصة بالمسامير والصواميل المحددة.

مع مراعاة موافقة المهندس، يجب أن يُستخدم دبوس قفل ومشابك طوق من الفولاذ عالي القوة كبديل للمسامير عالية المقاومة حسب الموضح في مستندات العقد، يجب أن يفي ساق ورأس دبوس القفل، ومشابك طوق المعدنية عالية المقاومة، بمتطلبات القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٣)، يجب أن يوفر كل قفل جسم ساق صلب بقطر كافٍ لتوفير قوة شد وقص مكافئة، أو أكبر من تلك الخاصة بالمسمار المحدد في مستندات العقد، ويكون له رأس مطروق على البارد في أحد طرفيه، من النوع والأبعاد كما هو معتمد من قبل المهندس؛ تثبَّت بطول عرقوب مناسب لسمك المادة؛ أخاديد القفل؛ أخدود سريع؛ وأخاديد السحب (جميع الأخاديد الحلقية) على الطرف المقابل. يجب أن يوفر كل مثبت طوق الإغلاق الفولاذي بالحجم المناسب لقطر الساق المستخدم الذي يتأرجح على البارد، بأدوات التثبيت المناسبة، في الأخاديد القفلية التي تشكل رأسًا للنهاية المحززة للقفل بعد إزالة جزء أخدود السحب. يجب أن يكون طوق القفل الفولاذي منتجًا قياسيًا لشركة مُصنِّعة مُعترف بها لمسامير القفل وأدوات التثبيت، حسب موافقة المهندس.

١٥-٣-٢-٨ معدات مؤشر الحمل

يجب أن تُستخدم معدات الإشارة إلى الحمل مع المسامير والصواميل وحلقات الإحكام المحددة في القسم الفرعي (١٥-٣-٢-١)، يجب أن تتوافق معدات الإشارة إلى الحمل مع متطلبات مواصفات (ASTM) لمؤشرات الشد المباشر من نوع حلقات الإحكام القابلة للضغط للاستخدام مع المراسي الإنشائية، ((ASTM F959M) ASTM F959)، باستثناء ما هو منصوص عليه في الفقرة التالية.

مع مراعاة موافقة المهندس، يجب أن تُستخدم معدات بيان الشد المباشر للتصميم البديل بشرط استيفائها لمتطلبات القسم الفرعي (١٥-٥-٦-٤-٦)، أو غيرها من المتطلبات المفصلة في المواصفات المقدمة من قبل الشركة المصنعة ورهناً بموافقة المهندس.

١٥-٣-٣ موصلات شد مسامير اللحام:

١٥-٣-٣-١ عام:

يجب أن تفي موصلات شد مسامير اللحام بجميع المتطلبات المعمول بها في كود لحام الجسور (AAHTO/AWS D1.5M/D1.5)، المتعلق بالمواد، والتصنيع، والخصائص الفيزيائية، والشهادة، واللحام. يجوز للمهندس أن يختار، على نفقة المقاول، المسامير من كل نوع وحجم مستخدم بموجب مستندات العقد حسب الضرورة للتحقق من المتطلبات المطبقة.

يجب أن تتوافق موصلات القص المسننة مع متطلبات الأعمدة وقضبان الصلب الكربوني المُصنَّعة على البارد، AASHTO M169 (ASTM A108)، القضبان المسحوبة على البارد، الدرجات (١٠١٥، أو ١٠١٨، أو ١٠٢٠*، إما نصف أو ميتة بالكامل. في حالة استخدام أغطية الاحتفاظ بالتدفق، يجب أن يكون الفولاذ المستخدم في الأغطية من درجة كربونية منخفضة ومناسبة للحام ومطابقة لشريط الصلب الكربوني المدرفل على البارد، (ASTM A109/A109M.).

يجب أن تتوافق خصائص الشد، على النحو المحدد في اختبارات مخزون القضبان بعد الرسم أو الصواميل النهائية، مع المتطلبات الواردة في الجدول (١٥-١) حيث تكون مقاومة الخضوع على النحو المحدد عبر طريقة إزاحة ٠,٢٪.

الجدول (١٥–١) خصائص الشد الخاصة بموصلات القص المسننة.

الخواص	القيمة المطلوبة
قوة الشد	٤١٤ ميجاباسكال
قوة الخضوع	٣٤٥ ميجاباسكال
الاستطالة	٢٠٪ في ٥١ ملم
تقليل المنطقة	٥٠٪

١٥-٣-٣-٢ طرق الاختبار:

يجب أن تحدد خصائص الشد وفقًا للأجزاء المعمول بها في (AASHTO T244 (ASTM A370)، الاختبار الميكانيكي لمنتجات الصلب. يجب إجراء اختبارات الشد للصواميل النهائية على الصواميل الملحومة لاختبار الألواح باستخدام تركيبات اختبار مماثلة لتلك الموضحة في الشكل (٧-٢) من كود لحام الجسر(AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي. إذا حدث كسر خارج النصف الأوسط من طول المقياس،يجب أن يعاد الاختبار.

١٥-٣-٣-٣ التشطيب:

يجب أن تكون المسامير النهائية بجودة وحالة موحدة وخالية من المخالفات، مثل؛ الثنيات، أو الزعانف، أو اللحامات، أو الشقوق، أو الالتواءات، أو الانحناءات، أو غيرها من العيوب الضارة، يجب أن يكون الإنهاء كالإنتاج عبر السحب على البارد، أو الدرفلة على البارد، أو المعالجة الآلية.

١٥-٣-٣-٤ الشهادة:

يجب على الشركة المصنعة أن تشهد بأن الصواميل مثلما سلمت تتوافق مع متطلبات المواد في هذا الجزء.يجب أن يُزوَّد المهندس بنسخ مصدقة من تقارير اختبار ضبط الجودة داخل المصنع عند الطلب.

١٥-٣-٣-٥ فحص العينات:

يجب أن يختار المهندس على نفقة المقاول المسامير من كل نوع وحجم مستخدَم بموجب مستندات العقد حسب الضرورة للتحقق من متطلبات هذا الجزء.

١٥-٣-٤ المطروقات المعدنية وأعمدة الفولاذ:

١٥-٣-٤-١ المطروقات المعدنية:

يجب أن تتوافق المطروقات المعدنية مع (AASHTO M102M/M102 (ASTM A668/A668M)، أو الفئة "ج"، أو "د"، أو "هـ"، أو "و".

١٥-٣-٤-٢ أعمدة الفولاذ الكربوني الجاهزة على البارد:

يجب أن يكون عمود الدوران المصنوع من الصلب الكربوني المشتمل على البارد مطابقًا للمواصفة (AASHTO M169 (ASTM A108.) يجب تقديم الدرجات من ١٠١٦٠ إلى ١٠٣٠٠، ضمناً، ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد.

١٥-٣-٥ المصبوبات المعدنية:

١٥-٣-٥-١ المصبوبات المعدنية الخفيفة:

يجب أن تتوافق المصبوبات المعدنية المستخدمة في مكونات جسر الطرق السريعة مع أي مما يلي، ما لم ينص على خلاف ذلك:

- (ASTM A781/A781M)، فئة ٧٠.
- ((AASHTO M103M/M1033 (ASTM A27/A27M)، فئة ٧٠ أو درجة ٧٠-٣٦.
- ((AASHTO M163M/M163 (ASTM A743/A743M)، درجة CA 15.

١٥-٣-٥-٢ المصبوبات المعدنية المعدنية السبائكية المحتوية على الكروم:

يجب أن تتوافق مصبوبات سبائك الكروم والفولاذ مع مواصفات سبائك الحديد، والكروم المقاومة للتآكل، والكروم، والنيكل، والسبائك القائمة على النيكل للاستخدامات العامة، ((AASHTO M163M/M163 (ASTM A743/A743M). يجب توفير درجة CA 15M ما لم ينص على خلاف ذلك.

١٥-٣-٦ المصبوبات الحديدية:

١٥-٣-٦-١ المواد:

يجب أن تتوافق المصبوبات الحديدية المستخدمة في مكونات جسر الطرق السريعة مع أي مما يلي، ما لم ينص على خلاف ذلك:

- يجب أن تتوافق المصبوبات الحديدية الرمادية؛ مصبوبات الحديد الرمادي مع (AASHTO M105 (ASTM A48/A48M)، الفئة ٣٠.
- يجب أن تتوافق مصبوبات حديد الدكتايل مع (ASTM A536)، درجة ٦٠-٤٠-١٨. بالإضافة إلى البطانات الاختبارية المحددة، تختبر عينات الاختبار من الأجزاء المتكاملة مع المصبوبات، مثل المنصات الرفيعة، للمصبوبات التي يزيد وزنها عن ٤٥٥ كجم (٤,٤٤ كيلو نيوتن) لتحديد أن الجودة المطلوبة يتم الحصول عليها في المصبوبات في حالة منتهية.
- يجب أن تتوافق المصبوبات القابلة للطرق مع (ASTM A47/A47M). يجب تأثيث الصف ٣٥٠١٨.

١٥-٣-٦-٢ جودة العمل والتشطيب:

يجب أن تكون مصبوبات الحديد مطابقة للنمط من حيث الشكل والأبعاد خالية من عيوب السكب، والمرونة، والشقوق، وفتحات النفخ، والعيوب الأخرى في المواضع التي تؤثر على قوتها ووظيفتها للخدمة المقصودة.

يجب أن تُقطع المصبوبات بجرأة من الزوايا ويجب أن تكون النتوءات حادة وكاملة.

١٥-٣-٦-٣ التنظيف:

يجب سفع جميع المصبوبات بالرمل، أو تنظيفها بشكل فعال من القشور والرمل؛ لتقديم سطح أملس ونظيف وموحد.

١٥-٣-٧ الجلفنة:

عندما يُحدد الجلفنة في مستندات العقد، يجب أن جلفنة المنتجات المعدنية الحديدية، بخلاف المراسي وعناصر الأجهزة، وفقًا لمواصفات طلاء الزنك (المجلفن على الساخن) على المنتجات المصنعة من ألواح الصلب المدرفلة والمضغوطة والمطروقة والقضبان والشرائط، .((AASHTO M111M/M111 (ASTM A123/A123M) يجب أن تكون أدوات التثبيت والأجهزة مجلفنة وفقًا لمواصفات طلاء الزنك (الغمس على الساخن) على معدات الحديد والصلب، AASHTO M232M/M232 (ASTM A153/A153M)، باستثناء أن المراسي عالية المقاومة يجب أن تكون مطلية وفقًا لأحكام (ASTM F3125)، والمتطلبات المذكورة في القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٦).

١٥-٣-٨ تخزين المواد:

تخزن المواد الإنشائية، سواء كانت عادية أو مُصنَّعة، فوق سطح الأرض على منصات أو زلاجات أو دعامات أخرى. يجب أن تبقى خالية من الأوساخ والشحوم والمواد الغريبة الأخرى، ويجب حمايتها قدر الإمكان من التآكل، يجب أن يتوافق تخزين أدوات التثبيت عالية المقاومة مع القسم الفرعي (١٥-٥-٦-٤).

١٥-٤ التصنيع

١٥-٤-١ عام:

يجب أن تتبع الأحكام الواردة في هذا الجزء متطلبات التصنيع في (.ANSI/AASHTO/AWS D1.5).

١٥-٤-٢ جودة الصنعة:

يجب أن تكون الصنعة والتشطيب معادلين لأفضل الممارسات العامة في مرافق تصنيع الجسور الحديثة.

١٥-٤-٣ التعرف على الفولاذ أثناء التصنيع:

يجب أن يكون نظام التجميع الذي يقوم به المقاول، الذي يتضمن تعليم القطع الفردية وإصدار تعليمات القطع للمحل، مثل الحفاظ على هوية القطعة الأصلية.

يجب على المقاول توفير المواد التي يمكن تحديدها برقم الحرارة وتقرير اختبار المطحنة من المخزون.

أثناء التصنيع وحتى نقطة تجميع العناصر، يجب أن تظهر كل قطعة من الفولاذ مواصفاتها بوضوح وبشكلٍ مقروء.

أي قطعة من الفولاذ، بخلاف الفولاذ من الدرجة ٢٥٠، التي ستخضع لعمليات تصنيع، مثل؛ التنظيف بالسفع، أو الجلفنة، أو التسخين للتشكيل، أو الطلاء الذي قد يمحو الوسم قبل التجميع إلى عناصر، يجب تمييزها بالدرجة بختم الفولاذ بالقالب أو عن طريق علامة كبيرة ملصقة بإحكام. يجب أن تكون أختام الفولاذ من النوع المنخفض الضغط.

بناءً على طلب المهندس، يجب على المقاول تقديم إفادة كتابية تثبت أنه تم الحفاظ على تعريف الفولاذ وفقًا لهذه المواصفات طوال عملية التصنيع.

١٥-٤-٤ تخزين المواد:

يجب أن تُخزَّن المواد الإنشائية، سواء كانت عادية أو مُصنَّعة، فوق سطح الأرض على منصات أو زلاجات أو دعامات أخرى. يجب أن تبقى خالية من الأوساخ والشحوم والمواد الغريبة الأخرى، ويجب حمايتها قدر الإمكان من التآكل.

١٥-٤-٥ اللوحات:

١٥-٤-٥-١ اتجاه الدحرجة:

ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد، يجب أن تُقطع وتُصنَّع الألواح المعدنية للعناصر الأولية ووصلات الأجنحة بحيث يكون الاتجاه الأساسي للدرفلة موازٍ لاتجاه الشد الرئيسي أو إجهاد الانضغاط. يجب ألا تُضمَن لصق الويب المعدنية، والحشوات، وألواح التقوية التي لا تعمل كتوصيلات أوتار، ولوحات التوصيل، وأدوات تقوية الويب في متطلبات اتجاه التدحرج هذا.

١٥-٤-٥-٢ الحواف المقصوصة:

يجب تخطيط حواف المقصوصة أو الألواح التي تزيد سماكتها عن (١٥,٨ ملم)، وتحمل الإجهاد المحسوب عليها، أو يجب تحويلها بالطحن أو الجرش أو القطع الحراري إلى عمق (٦,٤ ملم).

١٥-٤-٥-٣ اللوحات المنحنية:

١٥-٤-٥-٣-١ عام:

يجب أن تكون الألواح والقضبان المعرضة للكسر وغير المعرضة للكسر مثنية على البارد، ما لم يُسمح بخلاف ذلك وفقًا لأحكام القسم الفرعي (١٥-٤-٥-٣-٢)، يجب إجراء الانحناء وفقًا لكود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5)، وأحكام القسم الفرعي (١٥-٤-٥-٣-٢).

١٥-٤-٥-٣-٢ الانحناء على البارد:

ما لم يُسمح بخلاف ذلك في هذه الاتفاقية أو يوافق عليه المهندس، يجب أن يؤخذ الحد الأدنى من نصف قطر الانحناء للثني على البارد (عند درجة حرارة الغرفة)، تقاس على الوجه المقعر للوحة، يجب أن تؤخذ على أنها (٥,٠س) لجميع درجات وسمك الفولاذ المطابق للمواصفة (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، إذ "س" هي سُمك اللوحة بالمليمترات. بالنسبة لجميع درجات الفولاذ الأخرى، يجب اتباع الحد الأدنى لتوصيات نصف قطر الانحناء من منتج الألواح، لكن يجب ألا تقل أنصاف الأقطار عن الحد الأدنى المحدد هنا. بالنسبة للوحات التوصيل ذات الإطار المتقاطع أو الغشاء حتى (١٩ ملم)، يمكن عد أنصاف أقطار الانحناء الدنيا (١,٥ طن).

حيثما أمكن، يجب أن تكون خطوط الانحناء موجهة بشكل متعامد مع اتجاه التدحرج النهائي للوحة. إذا كانت خطوط الانحناء موازية لاتجاه التدحرج النهائي، فيجب زيادة نصف قطر الانحناء الأدنى إلى (٧,٥ طن)، لا تُضمَّن لصق الويب المعدنية، والحشوات، وألواح التقوية التي لا تعمل كتوصيلات أوتار، ولوحات التوصيل، وأدوات تقوية الويب في متطلبات اتجاه التدحرج هذا.

١٥-٤-٥-٣-٣ الانحناء على الساخن:

يمكن ثني الألواح والقضبان غير الحاسمة المعرضة للكسر على الساخن بعد موافقة المهندس. في حالة استخدام الانحناء على الساخن، يجب تقديم إجراء التسخين والانحناء للمراجعة والموافقة من قبل المهندس. يجب ثني الألواح والقضبان الساخنة عند درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الصلب الزرقاء الهشة (٧٠٠ درجة فهرنهايت (٣٧٢ درجة مئوية)) ولكن لا تزد عن (١٢٠٠ درجة فهرنهايت (٦٤٨ درجة مئوية))، باستثناء (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، الدرجات HPS 70W و(HPS 100W)، يجب أن تُثنّى الألواح والقضبان الساخنة عند درجة حرارة لا تزد عن (١١٠٠ درجة فهرنهايت (٥٩٤ درجة مئوية)). يجب أن يلبي الحد الأدنى من نصف قطر الانحناء الساخن متطلبات القسم الفرعي (١٥-٤-٥-٣-٢).

١٥-٤-٥-٤ حواف مقطوعة بالألواح:

١٥-٤-٥-٤-١ تخطيط الحافة:

تُخطط حواف المقصوصة أو الألواح التي تزيد سمكها عن (١٦ ملم)، وتحمل الإجهاد المحسوب عليها، أو يجب تحويلها بالطحن أو الجرش أو القطع الحراري إلى عمق (٦ ملم).

١٥-٤-٥-٤-٢ قطع الأكسجين:

يجب أن يتوافق القطع بالأكسجين للصلب الإنشائي مع متطلبات كود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي.

١٥-٤-٥-٤-٣ الفحص البصري وإصلاح الحواف المقطوعة بالألواح:

يجب أن يكون الفحص البصري وإصلاح حواف القطع المقطوعة وفقًا لكود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي.

١٥-٤-٦ تناسب التقوية:

يجب أن تكون لمواد تقوية المحامل الطرفية للعوارض، ومواد التقوية المخصصة كدعامات للأحمال المركزة تحمل كامل؛ (إما مطحون، أو أرضي، أو حديد قابل للحام في مناطق ضغط من الفلنجات، ملحومة كما هو محدد في مستندات العقد) على الحواف التي تنقل إليها الحمولة، أو التي يتلقون منها الحمولة، يجب أن تكون أدوات التقوية الوسيطة غير المخصصة لدعم الأحمال المركزة، ما لم تحدد في مستندات العقد، ملائمة بإحكام في مواجهة شفة الانضغاط.

١٥-٤-٧ وصلات التلامس:

يجب أن تطحن الأطراف المتاخمة لعناصر الانضغاط في الجمالونات والأعمدة، أو تُقطع بالمنشار لإعطاء وصلة مربعة ومحمل موحد. في الوصلات الأخرى، التي لا يلزم تغطيتها، يجب ألا تتجاوز الفتحة (١٠ ملم).

١٥-٤-٨ مواجهة أسطح المحمل:

يجب أن تفي النهاية السطحية للمحمل، وألواح القاعدة، وأسطح المحامل الأخرى التي تتلامس مع بعضها البعض أو بالخرسانة بمتطلبات خشونة السطح (ANSI) على النحو المحدد في (ANSI B46.1)، خشونة السطح، والتموج، والتلاشي، الجزء الأول:

- **الألواح المعدنية:** ANSI 50 ميكرومتر (RMS).
- **اللوحات الثقيلة التي تلامس العروات المراد لحامها**: (ANSI 25) ميكرومتر (RMS).
- **الأطراف المطحونة لعناصر الضغط أو الأطراف المطحونة أو المطحونة من مواد التقوية والحشو**: ANSI 12.5 ميكرومتر (RMS).
- **بكرات الجسر والهزازات:** ANSI 6.3 ميكرومتر (RMS).
- **الدبابيس وثقوب الدبوس:** ANSI 3.2 ميكرومتر (RMS).
- **محامل منزلقة**: ANSI 3.2 ميكرومتر (RMS).

١٥-٤-٩ مادة الاستقامة:

يجب أن تقوَّم الألواح والزوايا والأشكال الأخرى والعناصر المركبة، متى سمح المهندس بذلك، بطريقة لا تؤدي إلى حدوث كسر أو تلف آخر للمعدن. يجب تقويم الأعضاء المشوهة بوسائل ميكانيكية أو، إذا وافق عليها المهندس، بإجراءات مخططة بعناية وتطبيق مراقب لكمية محدودة من الحرارة الموضعية، باستثناء تلك التسوية الحرارية لـ (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، درجات (HPS 70W)، وعناصر الصلب (HPS 100W) يجب أن يتم عملهم فقط في ظل إجراءات خاضعة للرقابة الصارمة، ويخضع كل طلب لموافقة المهندس. يجب ألا تتجاوز درجة الحرارة القصوى بأي حال من الأحوال (٥٩٤ درجة مئوية) ١١٠٠ درجة فهرنهايت).

في جميع أنواع الفولاذ الأخرى، يجب ألا تتجاوز درجة حرارة المنطقة المسخنة ستمائة وخمسين درجة مئوية (١٢٠٠ درجة فهرنهايت (٦٥٠ درجة مئوية) وفقًا لدرجة الحرارة التي تشير إلى أقلام الشمع، أو السوائل، أو موازين الحرارة ثنائية المعدن. يجب أن يؤدي التسخين الزائد عن الحدود الموضحة إلى رفض عنصر الفولاذ المصاب، ما لم يسمح المهندس بإجراء الاختبار للتحقق من سلامة المواد.

يجب أن تكون الأجزاء المراد تقويمها بالحرارة خالية إلى حد كبير من الإجهاد ومن القوى الخارجية، باستثناء الضغوط الناتجة عن الوسائل الميكانيكية المستخدمة مع تطبيق الحرارة.

يجب أن يكون دليل الكسر بعد تقويم الانحناء أو الإبزيم سببًا لرفض القطعة التالفة.

١٥-٤-١٠ التلدين وتخفيف الإجهاد:

يجب أن تكون العناصر الإنشائية المشار إليها في مستندات العقد المراد تلدينها أو تطبيعها قد اكتملت من التصنيع الآلي، والتثقيب، والتقويم بعد المعالجة الحرارية. يجب أن يكون التطبيع والتلدين (التلدين الكامل) على النحو المحدد في (ASTM A941.)، والحفاظ على درجات الحرارة موحدة في جميع أنحاء الفرن أثناء التسخين والتبريد، بحيث تختلف درجة الحرارة عند عدم وجود نقطتين على العنصر بأكثر من خمسة وخمسين درجة مئوية (٥٥ درجة مئوية) في أي وقت.

يجب ألا تلدين أو تطبيع أعضاء (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M) من درجات (690/690W)، أو درجة (485W)، والتخلص من الإجهاد فقط بموافقة المهندس.

يجب أن يحدد سجل كل شحنة فرن القطع الموجودة في الشحنة ويوضح درجات الحرارة والجدول الزمني المستخدم بالفعل. يجب توفير الأدوات المناسبة، بما في ذلك تسجيل البيرومترات، لتحديد درجات حرارة العناصر في الفرن في أي وقت. يجب أن تكون سجلات عملية المعالجة متوفرة وأن تستوفي متطلبات موافقة المهندس، ويجب أن تكون درجة حرارة التثبيت لتخفيف الضغط وفقًا للجزء (٤-٤) من كود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي.

يجب تخفيف الضغط على العناصر، مثل؛ عروات الجسر، أو الركائز، أو الأجزاء الأخرى التي تنشأ بواسطة اللحام، يجب أن يخفف الضغط على أجزاء اللوحة معًا وفقًا للإجراء الوارد في الجزء (٤-٤) من قانون لحام الجسر (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي، عندما يكون ذلك مطلوبًا وفقًا لمستندات العقد.

١٥-٤-١١ فتحات المسمار

١٥-٤-١١-١ ثقوب للمسامير عالية المقاومة والمسامير غير المكتملة:

١٥-٤-١١-١-١ عام:

يجب أن تكون ثقوب المسامير إما مثقوبة أو مفتوحة، باستثناء ما هو مذكور في هذا المستند. ويؤخذ عرض كل ثقب قياسي للمسامير على أنه القطر الاسمي للمسمار زائد ٢ ملم، ويجب أن يؤخذ حجم الفتحة القياسي للمسامير المترية (M24)، وما دونها على أنه قطر التربـاس زائد ٢ ملم، أما المسامير المترية (M27) وما فوق، فيجب أن يؤخذ حجم الفتحة القياسي على أنه قطر التربـاس زائد ٣ ملم. يجب تثقيب أجزاء تشكيل المواد لعضو لا يزد سمكه عن مقدار خمسة سماكات من المعدن بالحجم الكامل عندما لا يزد سمك المادة عن (٢٠ ملم) للصلب الإنشائي، و(١٦ ملم) للصلب عالي القوة، أو (١٢ ملم) لسبائك الصلب المخمد والمطبع، ما لم يطلب التثقيب الفرعي والتوسيع بموجب القسم الفرعي (١٥-٤-١١-٢-٥).

يجب أن عندما تكون المادة أكثر سمكًا من (٢٠ ملم) للفولاذ الإنشائي، أو (١٦ ملم) للفولاذ عالي القوة، أو (١٢ ملم) للفولاذ المصنوع من سبائك الفولاذ المخمدة والمطبعة، يجب أن تكون الثقوب إما مثقوبة من الباطن ومُعاد تشكيلها، أو مثقوبة بالحجم الكامل. أيضًا، عندما تربط أكثر من خمسة عناصر سمك، كما هو مطلوب في القسم الفرعي (١٥-٤-١١-٢-٥)، يجب أن تحفر المادة من الباطن، ويعاد تكثيفها أو حفرها بالحجم الكامل أثناء التجميع.

يجب أن تكون جميع الثقوب إما مفتوحة أو مثقوبة من الباطن (مثقوبة من الباطن إذا كانت حدود السُمك) أصغر بمقدار (٥ ملم)، وبعد التجميع، يعاد تشكيلها أو حفرها بالحجم الكامل.

عند العرض بمستندات العقد، يُسمح بالثقوب الموسعة أو المشقوقة بمسامير عالية المقاومة.

١٥-٤-١١-١-٢ الثقوب المفتوحة:

يجب ألا يتجاوز قطر القالب قطر الثقب بأكثر من (١,٥ ملم)، إذا كان لا بد من توسيع أي ثقوب للسماح للمسامير، فيجب إعادة تشكيل هذه الثقوب. يجب أن تكون الثقوب نظيفة بدون حواف ممزقة أو خشنة، يعد الثقب المخروطي قليلاً الذي ينتج بشكل طبيعي من عمليات التثقيب مقبولاً.

١٥-٤-١١-١-٣ ثقوب محفورة أو مفتوحة:

يجب أن تكون الثقوب المتفاعلة أو المحفورة أسطوانية، ومتعامدة على العضو، ومطابقة لمتطلبات القسم الفرعي (١٥-٤-١١-١) من حيث الحجم. حيثما كان ذلك عمليًا، يجب توجيه موسعات الثقوب بوسائل ميكانيكية. يجب إزالة النتوءات الموجودة على الأسطح الخارجية. يجب أن تتم عملية توسيع الثقوب والحفر باستخدام المثاقب الملتوية أو موسعات الثقوب الملتوية أو قواطع الشوكة الدوارة. يجب تجميع الأجزاء الموصلة التي تتطلب ثقوبًا متفاعلة أو محفورة وتثبيتها بإحكام أثناء إعادة تشكيلها أو حفرها، ويجب أن تكون علامات مطابقة قبل التفكيك.

١٥-٤-١١-١-٤ دقة الثقوب:

يجب أن تكون الثقوب التي لا يزد قطرها عن (٠,٨ ملم) أكبر من المكافئ العشري الحقيقي للقطر الاسمي الناتج عن مثقاب، أو موسع ثقوب بالقطر الاسمي تعد مقبولة. لا يزد عرض الفتحات المشقوقة الناتجة عن القطع باللهب، أو الجمع بين الحفر، أو التثقيب والقطع باللهب عن (٠,٨ ملم) أكبر من العرض الاسمي. يجب أن يكون السطح المقطوع باللهب ناعمًا.

١٥-٤-١١-٢ دقة مجموعة الفتحات:

١٥-٤-١١-٢-١ قبل التوسيع:

يجب أن تكون الثقوب المفتوحة بالحجم الكامل أو المثقوبة، أو المثقوبة من الباطن، والمثقوبة بدقة بحيث يدخل دبوس أسطواني أصغر بقطر (٣ ملم) من الحجم الاسمي للفتحة بشكل عمودي على وجه العنصر، دون انجراف، في ٧٥٪ على الأقل من الثقوب المتجاورة في نفس المستوى. في حالة عدم استيفاء المتطلبات، يجب أن ترفض القطع المثقوبة بشكل سيئ. إذا لم يمر أي ثقب بدبوس أصغر بقطر (٥ ملم) من الحجم الاسمي للفتحة المثقوبة، فيجب أن يكون هذا سببًا للرفض.

١٥-٤-١١-٢-٢ بعد توسيع الثقوب:

عند إعادة تشكيل الثقوب أو حفرها، فإن ٨٥٪ من الثقوب في أي مجموعة متجاورة يجب، بعد التوسيع أو الثقب، ألا تظهر أي إزاحة أكبر من (٠,٨ ملم) بين السماكات المتجاورة من المعدن.

يجب أن تحتوي جميع القوالب المعدنية على بطانات حديدية صلبة في فتحات بأبعاد دقيقة من الخطوط المركزية للتوصيل كما هو مذكور في القالب. يجب استخدام خطوط الوسط في تحديد موقع القالب بدقة من الأطراف المطحونة أو المخططة للعناصر.

١٥-٤-١١-٢-٣ الوصلات الميدانية المحفورة التي يتم التحكم فيها عدديًا:

بدلاً من الثقوب الصغيرة والتوسيع أثناء التجميع، أو حفر الثقوب بالحجم الكامل أثناء التجميع، يجب أن يكون للمقاول خيار حفر أو ثقب فتحات المسامير بالحجم الكامل في القطع غير المجمعة أو الوصلات، بما في ذلك القوالب للاستخدام مع الثقوب المتوافقة والمغروسة، عبر معدات حفر أو ثقب يمكن التحكم فيها عدديًا. يجب أن تفي الثقوب المفتوحة بالحجم الكامل بمتطلبات القسم الفرعي (١٥-١١-٤-١).

في حالة استخدام معدات الحفر أو التثقيب التي يمكن التحكم فيها عدديًا، على المقاول إثبات دقة إجراء الحفر أو التثقيب وفقًا لأحكام القسم الفرعي (١٥-٥-٣-٣) عبر فحص التجميعات.

يجب حفر أو ثقب الثقوب التي حفرت أو ثقبت بواسطة معدات يتم التحكم فيها عدديًا إلى الحجم المناسب، إما بالقطع الفردية أو حفرها بأي مجموعة من القطع التي تثبّت معًا بإحكام.

١٥-٤-١١-٢-٤ ثقوب للمسامير المضلعة أو المسامير الملفوفة أو المسامير الأخرى المعتمدة من النوع المحمل:

يجب تثقيب جميع الفتحات الخاصة بالمسامير المضلعة، أو المسامير الملفوفة، أو غيرها من المسامير ذات النوع المحمل المعتمد، أو ثقبها من الباطن بشكلٍ أصغر بمقدار (٥ ملم) من القطر الاسمي للمسمار، ويعاد تعبئتها عند التجميع، أو الحفر في قالب من الفولاذ، أو بعد التجميع، تحفر صلبة حسب خيار الشركة المصنعة. على أي حال، يجب أن توفر الثقوب النهائية ملاءمة للقيادة وفقًا للمحدد في مستندات العقد.

١٥-٤-١١-٢-٥ إعداد التوصيلات الميدانية:

الثقوب في جميع الوصلات والتوصيلات الميدانية للعنصر الرئيسي في الجمالونات، والأقواس، وامتدادات العوارض المستمرة، والانثناءات، والأبراج (كل وجه)، وعوارض الألواح والإطارات المعدنية، يجب تثقيبها أو حفرها من الباطن، ثم إعادة تشكيلها لاحقًا أثناء التجميع أو الحفر بالحجم الكامل بقالب فولاذي أثناء التجميع. يجب أن تحفر ثقوب التوصيلات الميدانية لكابلات الكمرات الملفوفة، أو الكمرات المستمرة فوق الأرضية، أو الإطارات المتقاطعة بالحجم الكامل غير المجمعة إلى قالب من الفولاذ.يجب أن تحفر جميع الثقوب الخاصة بكمرات الأرضيات أو الإطارات المتقاطعة بالحجم الكامل غير المجمعة في قالب من الفولاذ، باستثناء أن جميع الثقوب الخاصة بعارضة الأرضية والمثبتات لمجال الركيزة يجب تثقيبها وإعادة تجميعها أثناء التجميع أو الحفر بالحجم الكامل لقالب من الفولاذ. يجب التوسيع أو الحفر بالحجم الكامل لثقوب التوصيل الميدانية بقالب فولاذي بعد تحديد موقع القالب بعناية فائقة فيما يتعلق بالموضع والزاوية وتثبيته بإحكام في مكانه، يجب أن تكون القوالب المستخدمة لتوسيع ثقوب العناصر المتطابقة، أو الوجوه المقابلة لعنصر واحد مكررة تمامًا، يجب أن يحدد موقع القوالب المستخدمة في التوصيلات على الأجزاء المتشابهة، أو العناصر بدقة بحيث تكون الأجزاء أو العناصر مكررة ولا تتطلب أي علامات مطابقة.

بدلاً من إجراء عملية الثقب الفرعي والتحجير، أو الحفر الفرعي والتحجير، يجب أن يكون على الشركة المصنعة -حسب اختيارها- حفر الثقوب بحجم كامل، وبجميع السماكات، أو المواد المجمعة في الموضع الصحيح لأي توصيلة.

١٥-٤-١٢ الدبابيس والبكرات:

١٥-٤-١٢-١ عام:

يجب تدوير الدبابيس والبكرات بدقة للأبعاد الموضحة في الرسومات، ويجب أن تكون مستقيمة، وسلسة، وخالية من العيوب. يجب أن تصنع الدبابيس والبكرات التي يزيد قطرها عن (٢٢٥ ملم) بالطرق والتلدين، ويجب أن تكون الدبابيس والبكرات التي يبلغ قطرها (٢٢٥ ملم) أو أقل إما مطروقة وملدنة، أو منهية على البارد من الفولاذ الكربوني.

في المسامير التي يزيد قطرها عن (٢٢٥ ملم)، يجب ثقب فتحة بقطر لا يقل عن ٥٠ ملم بكامل طول المحور بعد السماح للتطريق بالتبريد إلى درجة حرارة أقل من النطاق الحرج، في ظل ظروف مناسبة لمنع التلف بمقدار التبريد السريع، وقبل تلدينها.

١٥-٤-١٢-٢ حفر ثقوب الدبوس:

يجب أن تكون ثقوب المسامير محفورة وفقًا للقطر المحدد، وسلسة، ومستقيمة بزوايا قائمة مع محور العنصر ومتوازية، مع بعضها البعض ما لم يتطلب الأمر غير ذلك، يجب إنتاج السطح النهائي بقطع نهائي.

يجب ألا يزد قطر ثقب المسمار عن قطر المسمار بأكثر من (٠,٥ ملم) للسنون التي يبلغ قطرها (١٢٥ ملم) أو أقل، أو بمقدار (٠,٨ ملم) للمسامير الأكبر حجمًا.

يجب ألا تختلف المسافة من الخارج إلى الخارج للفتحات الطرفية في عناصر الشد ومن الداخل إلى الفتحات الطرفية في عناصر الانضغاط عن تلك المحددة بأكثر من (٠,٨ ملم)، يجب أن تحفر ثقوب المسامير في العناصر المبنية بعد تجميع العنصر.

١٥-٤-١٢-٣ أسنان للمسامير والدبابيس:

يجب أن تتوافق سنون جميع المسامير والمسامير الخاصة بالإنشاء الفولاذي الإنشائي مع المعيار الموحد من سلسلة معيار السن اللولبي الموحد (ANSI B1.1)، والفئة "٢-أ" للخيوط الخارجية والفئة "٢-ب" للخيوط الداخلية، باستثناء نهايات المسامير التي يبلغ قطرها (٣٥ ملم) أو أكثر، يجب أن تكون ملولبة لستة سنون للبوصة (٢٥,٤ ملم).

١٥-٤-١٣ القضبان المنتهية بعروتين:

يجب أن تكون ثقوب المسامير مقطوعة باللهب بقطر لا يقل عن (٥٠ ملم) من قطر المسمار النهائي. تيجب أن تُركَّب جميع القضبان المنتهية بعروتين، التي ستوضع معًا في الهيكل بإحكام بالترتيب الذي ستوضع فيه ويجب ثقب كلا الطرفين أثناء تثبيتهما. تعبأ القضبان المنتهية بعروتين وتوضع عليها علامات مطابقة للشحن والتركيب، يجب أن تختم علامات التعريف باستنسل من الفولاذ على حافة رأس واحد لكل عنصر بعد الانتهاء من التصنيع، بحيث يمكن رؤيتها عندما تتداخل القضبان في مكانها على الهيكل، يجب أن تكون أختام الفولاذ من النوع المنخفض الضغط، لا يُسمح باللحام على المشابك أو لتأمين القضبان المنتهية بعروتين المجاورة.

يجب أن تكون القضبان المنتهية بعروتين مستقيمة وخالية من الالتواءات، ويجب أن تكون فتحات المسامير في موضع دقيق على الخط المركزي للقضيب، يجب ألا يزد ميل أي قضيب إلى مستوى الجمالون عن انحدار ٠,٥٪. يجب أن تقطع حواف القضبان المنتهية بعروتين التي تقع بين خط الوسط المستعرض لفتحات المسامير في نفس الوقت؛ باستخدام شعلتين تشغل ميكانيكيًا بجانب بعضهما البعض، مع توجيههما بقالب كبير، بطريقة تمنع تشويه اللوحات.

١٥-٤-١٤ العوارض المنحنية:

١٥-٤-١٤-١ عام:

يجب تقطع حواف العوارض المنحنية والملحومة إلى نصف القطر المحدد في مستندات العقد، أو تُقوَّس باستخدام الحرارة وفق المحدد في الأجزاء التالية، شرط ألا يقل نصف القطر عن المسموح به في الجزء الفرعي (١٠-١٥-٢) من المواصفات القياسية (AASHTO) لجسور الطرق السريعة، الإصدار ١٧، مواصفات التصميم.

١٥-٤-١٤-٢ تشكيل الأعمدة المتدحرجة والكمرات الملحومة بالحرارة:

١٥-٤-١٤-٢-١ المواد:

باستثناء الحديد (ASTM A709/A709M) فئة (HPS 485W)، يجب ألا يكون الحديد المصنوع إلى حد أدنى محدد للإنتاجية الأكبر من (٣٤٥ ميجا باسكال) منحنيًا بالحرارة.

١٥-٤-١٤-٢-٢ التحدب:

يجب أن تكون العوارض متحدبة قبل التقويس الحراري، يجب أن يحصَّل على زاوية التحدب للكمرات المدرفلة بطرق التقويس الحراري التي يعتمدها المهندس، أما العوارض الخشبية؛ يجب أن يقطع النسيج إلى زاوية التحدب المحددة مع السماح المناسب للانكماش بسبب القطع، واللحام، والانحناء الحراري. ومع ذلك، -وبشرط موافقة المهندس- يجب أن تُصحح الانحرافات المعتدلة عن زاوية التحدب المحددة بتطبيق حرارة يشرف عليها بعناية.

١٥-٤-١٤-٢-٣ قياس الانحناء وزاوية التحدب:

يجب أن يقاس الانحناء الأفقي وزاوية التحدب الرأسية للقبول النهائي بعد الانتهاء من عمليات اللحام، والتسخين، وتبريد الأجنحة إلى درجة حرارة موحدة، يجب أن يفحص الانحناء الأفقي باستخدام العارضة في الوضع الرأسي.

١٥-٤-١٥ الأعمال الهيكلية الفوقية بألواح أورثوتروبية:

١٥-٤-١٥-١ عام:

يجب أن تُطبَّق حدود تفاوت الأبعاد لعناصر جسر السطح العظمي على كل عنصر مكتمل، ولكن غير محمل، ويجب أن تكون على النحو المحدد في الفقرة (٣,٥) من رمز لحام الجسر الحالي (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5)، باستثناء ما يلي:

- أجزاء الهيكل الفوقي للجسر هي لوحات معدنية أورثوتروبية رأسية.
- يجب أن يكون الانحراف عن التسطيح التفصيلي، أو الاستقامة، أو الانحناء في أي نقطة هو المسافة العمودية من تلك النقطة إلى حافة القالب، التي لها استقامة أو انحناء مفصل، التي تكون على اتصال بالعنصر عند نقطتين أخرتين.
- يجب ألا يتجاوز طول حافة القالب البعد الأكبر للعنصر قيد الفحص، ولا يتجاوز (١,٥) مرة الأبعاد الصغرى للوحة التي تفحص، ويجب أن يوضع في أي مكان داخل حدود العنصر المراد فحصه.
- يجب أن يقاس الانحراف بين نقاط التلامس المتجاورة لحافة القالب مع العنصر؛ ويجب أن يستخدام المسافة بين نقاط الاتصال المجاورة هذه في الصيغ؛ لتحديد حدود التفاوت للمقطع الذي يقاس، عندما تكون هذه المسافة أقل من البعد القابل للتطبيق للعنصر المحدد للصيغة.

١٥-٤-١٥-٢ تسطيح الألواح:

الحد الأقصى للانحراف، δ، عن التسطيح التفصيلي أو الانحناء للوح يجب ألا يزيد عن (٥ ملم)، أو:

المعادلة (١٥-١)

$$\delta \leq \frac{D}{726\times\sqrt{T}}$$

إذ إن:

δ = أقصى انحراف بالمليمتر.

D = البعد الأقل على طول حدود اللوحة بالمليمتر.

T = الحد الأدنى لسُمك اللوح الذي يتألف منه اللوحة بالمليمتر.

١٥-٤-١٥-٣ استقامة أدوات التقوية الطولية المعرضة للإجهاد الضغطي المحسوب، بما في ذلك أضلاع السطح المقوية

الحد الأقصى للانحراف، δ، عن الاستقامة المفصلة، أو الانحناء في أي اتجاه متعامد، مع طوله لتقوية شبكة طولية، أو مادة تقوية أخرى خاضعة لإجهاد الضغط المحسوب:

المعادلة (١٥-٢)

$$\delta \leq \frac{L}{48}$$

إذ إن:

δ = أقصى انحراف بالمليمتر.

L = طول عنصر التقوية، أو الضلع بين الأعضاء المتقاطعة، أو الجذوع، أو الشفاه بالملليمتر.

١٥-٤-١٥-٤ استقامة أدوات تقوية الشبكة العرضية وغيرها من أدوات التقوية التي لا تخضع لضغط محسوب:

الحد الأقصى للانحراف، δ، عن الاستقامة المفصلة أو الانحناء في أي اتجاه متعامد مع طوله لتقوية جذع مستعرضة، أو مادة تقوية أخرى غير خاضعة لإجهاد الضغط المحسوب:

المعادلة (١٥-٣)

$$\delta \leq \frac{L}{240}$$

إذ إن:

δ = أقصى انحراف بالمليمتر

L = طول عنصر التقوية، أو الضلع بين الأعضاء المتقاطعة، أو الجذوع، أو الشفاه بالملليمتر.

١٥-٤-١٦ اختبارات الحجم الكامل:

عندما يلزم إجراء اختبارات بالحجم الكامل للعناصر الهيكلية المصنعة، أو القضبان المنتهية بعروتين في مستندات العقد، يجب على المقاول توفير المرافق، والمواد، والإشراف، والعمالة المناسبة؛ لإجراء الاختبارات المطلوبة وتسجيلها، ويجب عليه أيضًا أن يوفر للمهندس خطة اختبار تفصيلية تتضمن: نموذج التحميل، وإعداد الاختبار، وعدد الدورات لكل تحميل، وتكرار التحميل، وتخطيط معدات القياس.

يدفع للأعضاء المختبرين وفقًا لمستندات العقد وفقًا للجزء الفرعي (١٥-٩-٢).

١٥-٤-١٧ وضع العلامات والشحن

يجب رسم أو تمييز كل عنصر بعلامة تركيب للتعريف ويجب تزويد المهندس بمخطط تركيب يوضح هذه العلامات.

يجب أن يزود المقاولُ المهندسَ بعدد من نسخ أوامر المواد، وبيانات الشحن، ومخططات التركيب، حسب توجيهات المهندس، يجب أن تظهر كتلة العناصر الفردية في البيانات. العناصر الذين يزيد وزنها عن (٢٦,٥ كيلو نيوتن) توضع علامة الكتلة عليها. يجب تحميل العناصر الإنشائية على شاحنات أو سيارات بحيث تُنقل وتُفرَّغ في وجهتها دون أن تتضرر.

يجب أن تشحن المسامير، والصواميل، وحلقات الإحكام (عند الضرورة) من كل دفعة ذات قدرة دورانية في نفس الحاوية. إذا كان هناك رقم دفعة إنتاج واحدة فقط لكل حجم من صامولة وحلقة إحكام، فيجب شحن الصواميل وحلقات الإحكام في حاويات منفصلة. يجب أن تشحن الدبابيس، والأجزاء الصغيرة، وحزم المسامير، وحلقات الإحكام، والصواميل، في صناديق، أو علب، أو براميل، يجب ألا يتجاوز الوزن الإجمالي لأي طرد (١,٣ كيلو نيوتن)، يجب وضع علامة واضحة على قائمة ووصف المواد الموجودة على السطح الخارجي لكل حاوية شحن.

١٥-٥ التجميع:

١٥-٥-١ دق المسمار:

يجب أن تنظف الأسطح المعدنية الملامسة قبل التجميع. يجب أن تُجمع أجزاء العنصر، وتُثبَّت جيدًا، وتسحب معًا بإحكام قبل البدء في الحفر أو التوسيع أو التثبيت بالمسامير، يجب تفكيك القطع المجمعة، إذا لزم الأمر؛ لإزالة النتوءات، والقشارة الناتجة عن العملية، يجب أن يكون العنصر خاليًا من الالتواءات والانحناءات والتشوهات الأخرى.

يجب أن يكون الانحراف الذي يتم أثناء التجميع فقط من أجل وضع الأجزاء في موضعها وليس كافيًا لتوسيع الثقوب أو تشويه المعدن.

١٥-٥-٢ وصلات ملحومة:

يجب أن تكون الأسطح والحواف المراد لحامها ناعمة، وموحدة، ونظيفة، وخالية من العيوب التي قد تؤثر سلبًا على جودة اللحام. يجب أن تُحضَّر الحواف وفقًا لكود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي.

١٥-٥-٣ التجميع المسبق للتوصيلات الميدانية:

١٥-٥-٣-١ عام:

يجب أن تُجمَّع الوصلات الميدانية للعناصر الرئيسية للدعامات، والأقواس، والكمرات المستمرة، وعوارض الألواح، والأبراج والإطارات الصلبة مسبقًا قبل التركيب، حسب الحاجة للتحقق من هندسة الهيكل، أو الوحدة المكتملة، وللتحقق من التوصيلات الميدانية أو تحضيرها، يجب أن تقع مسؤولية الحصول على هندسة دقيقة على عاتق المقاول، ويجب عليه اقتراح طريقة مناسبة للتجميع المسبق لاعتمادها من قبل المهندس، يجب أن تكون طريقة وتفاصيل ما قبل التجميع متسقة مع إجراءات التركيب الموضحة في مخططات التركيب ومخططات زاوية التحدب التي أعدها المقاول واعتمدها المهندس، كحد أدنى، يجب أن تتكون إجراءات ما قبل التجميع من تجميع ثلاثة ألواح متجاورة تضبط بدقة للخط وزاوية التحدب، يجب أن تتكون التجميعات المتتالية من جزء أو لوحة واحدة على الأقل من التجميع السابق (يعاد وضعها وتثبيتها بطريقة مناسبة لضمان المحاذاة الدقيقة)، بالإضافة إلى جزأين أو أكثر من اللوحات المضافة في النهاية المتقدمة، في حالة الهياكل الإنشائية التي يزيد طولها عن (٤٦ مترًا)، لا يقل طول كل مجموعة عن (٤٦ مترًا) بغض النظر عن طول الألواح أو المقاطع الفردية المستمرة. بناءً على خيار الشركة المصنعة، يجب أن يبدأ تسلسل التجميع من أي مكان في الهيكل استئناف واحد أو كلا الاتجاهين طالما استوفت المتطلبات السابقة.

وفقًا لتقدير المهندس، إذا تسبب إجراء التجميع المسبق في حدوث أي تلف في التوصيلات أو أي من الملحقات الهيكلية، فيجب استبدال الجزء المصاب على نفقة المقاول.

١٥-٥-٣-٢ التوصيلات المثبتة:

يجب أن تجهز الثقوب على النحو المبين في الجزء الفرعي (١٥-٤-١١) للوصلات الملولبة عند الحاجة، ويجب أن تجمع المكونات الرئيسية بنهايات مطحونة لعناصر الضغط في محمل كامل ثم يجب أن تعاد فتحاتها الفرعية إلى الحجم المحدد أثناء تجميع الوصلات.

١٥-٥-٣-٣ تحقق من الحفر المتحكم فيه رقميًا:

إن اختار المقاول استخدام الحفر الذي يمكن التحكم فيه رقميًا، يجب إجراء فحص للتجميع لكل نوع إنشائي رئيسي لكل مشروع، ما لم يُحدد خلاف ذلك في مستندات العقد، ويجب أن يتكون من ثلاثة أجزاء على الأقل من الورش المتجاورة، في الجمالون، جميع العناصر فيما لا يقل عن ثلاث لوحات متجاورة ولكن ليس أقل من عدد اللوحات المرتبطة بثلاثة أطوال وتر متجاورة (أي الطول بين الوصلات الميدانية).

يجب أن تستند مجموعات الفحص إلى الترتيب المقترح للتركيب، والفواصل في المحامل، ونقاط معقدة خاصة، واعتبارات مماثلة.

إذا فشلت مجموعة الفحص بطريقة معينة في إثبات أن الدقة المطلوبة قد حصل عليها، فيجب على المهندس طلب المزيد من مجموعات الفحص حيث لن تفرض تكلفة إضافية على المالك.

يجب اعتماد كل مجموعة، بما في ذلك زاوية التحدب، والمحاذاة، ودقة الثقوب، وملاءمة الوصلات المطحونة، من قبل المهندس قبل البدء في التوسيع أو قبل تفكيك مجموعة فحص حفر غير متوقعة.

١٥-٥-٣-٤ وصلات ملحومة ميدانيًا

بالنسبة للوصلات الملحومة ميدانيًا، يجب تحضير أو التحقق من تركيب الأعضاء بما في ذلك الفراغ المناسب بين الأجنحة المتاخمة للقطعة المجمعة مسبقًا وفقًا للقسم الفرعي (١٥-٥-٣-١).

١٥-٥-٤ مطابقة العلامات:

يجب أن تكون قطع التوصيل المجمعة مسبقًا في الورشة؛ للتأكد من ملاءمتها في الميدان موسومة بشكل مطابق، ويجب تقديم رسم تخطيطي يوضح هذه العلامات للمهندس.

١٥-٥-٥ الوصلات باستخدام مسامير غير مكتملة أو مخروطة أو مضلعة:

١٥-٥-٥-١ عام:

عندما يُحدد مسامير غير مكتملة، يجب أن تكون المسامير غير مكتملة، أو مقلوبة، أو مضلعة، مطابقة لمتطلبات المسامير من الدرجة "أ" للمواصفات القياسية للمسامير والمسامير المصنوعة من الصلب الكربوني، (ASTM A307)، قوة شد (٤١٤ ميجاباسكال)، (الكربون والسبائك المعدنية المترابطة خارجيًا، ASTM F568M، فئة الممتلكات ٤,٦، قوة شد ٤٠٠ ميجا باسكال). يجب أن تحتوي المسامير على صواميل ذاتية الإغلاق أو صواميل مزدوجة ما لم ينص على خلاف ذلك في مستندات العقد. يجب أن تستخدم حلقات الإحكام المشطوفة حيث يكون ميل وجه المحمل أكثر من (١:٢٠) للمستوى الطبيعي لمحور المسمار. لا تتعلق مواصفات هذا الجزء باستخدام المسامير عالية المقاومة. يجب أن تتوافق الوصلات الملولبة المصنوعة بمسامير عالية المقاومة مع الجزء الفرعي (١٥-٥-٦).

١٥-٥-٥-٢ المسامير المدببة:

يجب أن يفي سطح جسم المسامير الملفوفة بقيمة تصنيف خشونة (ANSI B46.1) البالغة (٣,٢ ميكرومتر)، يجب أن تكون الرؤوس والصواميل سداسية بأبعاد قياسية للمسامير ذات الحجم الاسمي المحدد، أو بالحجم الاسمي الأكبر التالي، يجب أن يكون قطر الأسنان مساويًا لجسم المسمار أو القطر الاسمي للمسمار المحدد، يجب إعادة ربط فتحات المسامير المدببة بعناية بواسطة مسامير مجهزة لتوفير ملاءمة قيادة خفيفة، يجب أن تكون الأسنان خارج الثقوب بالكامل، يجب أن تتوفر حلقة إحكام تحت الصامولة. لن تكون هناك حاجة لتجميعات المتجر بخلاف مجموعات الفحص.

١٥-٥-٥-٣ المسامير المضلعة:

يجب أن يكون جسم المسامير المضلعة من الشكل المعتمد مع أضلاع طولية مستمرة، ويجب أن يكون قطر الجسم المقاس على شكل دائرة عبر نقاط الضلوع أكبر بمقدار (٢ ملم) من القطر الاسمي المحدد للمسامير.

يجب أن تزود المسامير المضلعة برؤوس مستديرة مطابقة للمواصفة (ANSI B 18.5.2.2M) ANSI B 18.5، أو B 18.5.2.3M) وفقًا للمحدد. يجب أن تكون الصواميل سداسية الأضلاع إما غائرة، أو بحلقة إحكام ذات سُمك مناسب، ويجب أن تكون المسامير المضلعة ملائمة للقيادة مع الثقوب، يجب أن تكون الأضلاع صلبة بحيث لا تتشوه للسماح للمسامير بالالتفاف في الفتحات أثناء الشد. إذا التوى المسمار لأي سبب من الأسباب قبل إحكام السحب، فيجب إعادة ربط الثقب بعناية واستخدام مسمار كبير الحجم كبديل.

١٥-٥-٦ وصلات باستخدام مسامير عالية المقاومة:

١٥-٥-٦-١ عام:

يغطي هذا الجزء تجميع الوصلات الهيكلية باستخدام مسامير عالية المقاومة (AASHTO M164 (ASTM A325 [[(AASHTO M164M (ASTM A325M))]، أو (AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M))، أو مثبتات مماثلة مثبتة على هذا النحو لتطوير الحد الأدنى المطلوب من شد المسامير المحدد في الجدول (١٥-٢). يُستخدم المسامير في الثقوب المطابقة لمتطلبات الجزء الفرعي (١٥-٤-١١).

١٥-٥-٦-٢ الأجزاء المثبتة بالمسامير:

يجب أن تكون جميع المواد الموجودة داخل مقبض المسمار من الفولاذ؛ يجب ألا تكون هناك مواد قابلة للضغط، مثل؛ الحشوات، أو العزل داخل المقبض، يجب أن تُركَّب الأجزاء المعدنية المثبتة بمسامير مع بعضها بقوة بعد إحكام ربط المسامير وتغليفها أو عدم

طلائها، يجب ألا يتجاوز ميل أسطح الأجزاء الملامسة لرأس المسمار أو الصامولة ١:٢٠ فيما يتعلق بالمستوى الطبيعي لمحور المسمار.

١٥-٥-٦-٣ ظروف السطح:

في وقت التجميع، يجب أن تكون جميع أسطح الوصلات، بما في ذلك الأسطح المجاورة لرأس المسمار والصامولة، خالية من القشور، باستثناء مقياس الطاحونة المحكم، ويجب أن تكون خالية من الأوساخ أو المواد الغريبة الأخرى، ويجب إزالة النتوءات التي تمنع الاستقرار الثابت للأجزاء المتصلة في حالة الإحكام.

يُسمح بالطلاء على سطح الطلاء بما في ذلك الوصلات الحرجة عند التصميم وفقًا لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

يجب أن تفي الأسطح الملامسة للوصلات الانزلاقية الحرجة بمتطلبات الفقرات الآتية، حسب الحاجة:

- يجب في الوصلات غير المطلية، يستبعد الطلاء، بما في ذلك أي رش زائد غير مقصود، من المساحات الأقرب من قطر مسمار التثبيت، ولكن لا يقل عن (٢٥ ملم) من حافة أي فتحة وجميع المناطق داخل نموذج المسمار.

يجب أن تنظف الفواصل المحددة بأنها ذات أسطح صلبة مطلية بالسفع، وتُغلَّف بطلاء مؤهل وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي (٣١٠؛ تصميم الجسور والأنفاق).

- يجب عدم تجميع الوصلات المطلية قبل معالجة الطلاء للحد الأدنى من الوقت المستخدم في اختبار التأهيل.
- يجب أن تكون السطوح المعدنية المراد جلفنتها مجلفنة بالغمس على الساخن طبقاً للمواصفة (AASHTO M111M/M111 (ASTM A123/A123M)، بعد ذلك يجب أن تُخشَّن بواسطة الفرشاة اليدوية بالأسلاك. غير مسموح بتنظيف سلك الطاقة.

تشير "ظروف السطح" إلى كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

١٥-٥-٦-٤ تركيب المراسي:

١٥-٥-٦-٤-١ عام:

يجب أن تعيَّن دفعة أرقام لمكونات المثبت، بما في ذلك دفعة أرقام السعة الدورانية، قبل الشحن، ويجب أن تُجمَّع المكونات عند تركيبها، يجب حماية هذه المكونات من الأوساخ والرطوبة في موقع العمل، يجب فقط إزالة عدد المكونات المتوقعة التي ستُركَّب وتُشدّ أثناء وردية العمل من التخزين الوقائي، يجب إعادة المكونات غير المستخدمة إلى التخزين الوقائي في نهاية الوردية. تنظيف وتزييت تركيبات التوصيلات الحاسمة التي يتراكم فيها الصدأ أو الأوساخ الناتجة عن ظروف موقع العمل، واختبار قدرتها على الدوران قبل التركيب، يجب تشحيم جميع الصواميل المجلفنة بمادة تشحيم تحتوي على صبغة مرئية. يجب أن تكون المسامير الملولبة زيتية الملمس عند تسليمها وتركيبها. يجب إزالة مواد التشحيم الموجودة على الأسطح المكشوفة قبل الطلاء.

يجب أن يكون مُعدة قياس شد المسامير (مُعدة معاير سكيدمور ويلهيلم، أو أي مُعدة آخر مقبول لتحديد شد المسامير) في جميع مواقع العمل، إذ تركب المسامير عالية المقاومة وتشد، يجب أن تستخدم مُعدة قياس الشد لإجراء اختبار القدرة الدورانية وللتأكيد على:

- ملاءمة تلبية متطلبات الجدول (١٥-٢) من مجموعة أدوات التثبيت الكاملة، بما في ذلك التزييت إذا لزم الأمر لاستخدامها في العمل.
- معايرة المفاتيح.
- فهم طاقم المسامير واستخدامه السليم لطريقة التثبيت.

لإجراء اختبار التحقق من مفتاح الربط المعاير لمسامير الإمساك القصيرة، يجب أن تستخدم مؤشرات الشد المباشر مع الألواح الصلبة بدلاً من مُعدة قياس الشد، يجب أولاً التحقق من دفعة مؤشرات الشد المباشر، بمسامير قبضة أطول في معاير سكيدمور ويلهيلم، أو مُعدة مكافئ مقبول، يجب أن يكون تردد اختبار التأكيد، وعدد الاختبارات التي يجب إجراؤها، وإجراء الاختبار على النحو المحدد في الأقسام الفرعية من (١٥-٥-٦-٤-٤) إلى (١٥-٥-٦-٤-٧)، حسب الحاجة. يجب تأكيد دقة مُعدة قياس الشد عبر وكالة اختبار معتمدة على الأقل سنويًا.

تركب المسامير والصواميل مع حلقات الإحكام بالحجم والجودة المحددة في مستندات العقد، والموجودة على النحو المطلوب أدناه، في فتحات محاذية وتشد وتفحص بأي من طرق التثبيت الموضحة في الأقسام الفرعية من (١٥-٥-٦-٤-٤) إلى (١٥-٥-٦-٤-٧) إلى الحد الأدنى من الشد المحدد على الأقل في الجدول (١٥-٢). يجب الشد على الأقل إلى الحد الأدنى من الشد المحدد في الجدول بتدوير المسمار بينما تمنع الصامولة من الدوران. عندما يكون من غير العملي لف الصامولة، يجب أن تكون مفاتيح الربط، إذا استخدمت، بسعة كافية، ومزودة بالهواء بشكل كافٍ لتطبيق الشد المناسب على كل مسمار خلال عشر ثوانٍ تقريبًا.

لا يجوز إعادة استخدام[(AASHTO M253M (ASTM A490M)] AASHTO M253 (ASTM A490) المراسي، والمراسي المجلفنة AASHTO M164M (ASTM A325M) (AASHTO M164 (ASTM A325). يجب إعادة استخدام

مسامير ((AASHTO M164M (ASTM A325M) (AASHTO M164 (ASTM A325) إذا وافق المهندس على ذلك. لا يُعد لمس المسامير التي سبق شدها أو ارتدادها، التي يجب فكها عبر شد المسامير المجاورة إعادة استخدام، بشرط أن يستمر العزم من الموضع الأولي، ولا يتطلب دورانًا أكبر، ويشمل ذلك التفاوت المسموح به، أكثر من المطلوب بواسطة الجدول (١٥-٣).

يجب تركيب المسامير في جميع فتحات الوصلة وإحكام التوصيل.

يجب ربط الأجزاء بإحكام بشكل تدريجي، بدءًا من الجزء الأكثر صلابة في الاتصال حتى الحواف الحرة. يجب تكرار تسلسل الربط بإحكام حتى يصبح التوصيل الكامل في حالة الإحكام.

الجدول (١٥–٢) الحد الأدنى المطلوب لشد المسامير (كيلو نيوتن).

حجم المسمار (ملم)	AASHTO M164 ASTM A325	AASHTO M253 ASTM A490
١٣	٥٣,٥	٦٦,٧
١٦	٨٤,٥	١٠٦,٨
١٩	١٢٤,٦	١٥٥,٧
٢٢	١٧٣,٥	٢١٨
٢٥	٢٢٧	٢٨٤,٧
٢٩	٢٤٩	٣٥٦
٣٢	٣١٦	٤٥٣,٧
٣٥	٣٧٨	٥٣٨,٢
٣٨	٤٥٨	٦٥٨,٣

يجب أن يؤخذ الحد الأدنى من شد المسامير بنسبة ٧٠٪ من الحد الأدنى لقوة الشد المحددة للمسامير، على النحو المحدد في مواصفات (ASTM) لاختبارات المسامير بالحجم الكامل؛ (A325M) A325، و(A490M) A490 مع معيار السن اللولبي الموحد (سلسلة السن المتري الخشن،(ANSI B1 .13M محملة في الشد المحوري) بالتقريب إلى أقرب (١،٠٠٠ نيوتن).

الجدول (١٥–٣) دوران الصامولة من حالة مثبتة بإحكام.

هندسة الوجوه الخارجية للأجزاء المثبتة بالمسامير			
يقاس طول المسمار من الجانب السفلي للرأس حتى نهاية المسمار	كلا الوجهين عادي لمحور المسمار.	وجه واحد عادي لمحور المسمار والوجه الآخر منحدر لا يزد عن ١:٢٠. حلقة إحكام مائلة غير مستخدمة.	لا يزد ميل كلا الوجهين عن ١:٢٠ من المحور العادي إلى المحور المسمار. حلقات إحكام مائلة غير مستخدمة.
تصل إلى وتشمل أربعة أقطار	٣/١ دورة	٢/١ دورة	٣/٢ دورة
أكثر من أربعة أقطار، ولكن لا تزد عن ثمانية أقطار	٢/١ دورة	٣/٢ دورة	٦/٥ دورة

هندسة الوجوه الخارجية للأجزاء المثبتة بالمسامير			
أكثر من ثمانية أقطار، ولكن لا تزد عن ١٢ قطرًا	٣/٢ دورة	٦/٥ دورة	١ دورة

الدوران كما هو مستخدم في الجدول (١٥-٣)، يجب أن يؤخذ المسمار بغض النظر عن العنصر (الصامولة أو المسمار) الذي يجري تدويره. تكون التفاوتات ناقص (٠، زائد ٣٠) درجة للمسامير المثبتة بمقدار ٢/١ دورة أو أقل؛ بالنسبة للمسامير المثبتة بمقدار ٣/٢ دورة أو أكثر، يكون التفاوت سالب ٠، بالإضافة إلى ٤٥ درجة.

يجب أن تنطبق القيم الواردة في الجدول (١٥-٣)، فقط على التوصيلات التي تكون فيها جميع المواد الموجودة في قبضة المسمار من الصلب.

في الحالات التي يتجاوز فيها طول المسمار المقاس من الجانب السفلي للرأس إلى نهاية المسمار ١٢ قطرًا، يجب تحديد الدوران المطلوب بالاختبارات الفعلية في مُعدة شد مناسب يحاكي الظروف الفعلية.

١٥-٥-٦-٤-٢ اختبارات القدرة الدورانية:

مطلوب اختبار القدرة الدورانية لجميع مجموعات أدوات التثبيت، يجب اختبار التركيبات المحددة على أنها مجلفنة بعد الجلفنة. يجب أن تكون حلقات الإحكام مطلوبة بوصفها جزءًا من الاختبار، حتى لو لم تكن مطلوبة كجزء من إجراءات التركيب. يسري ما يلي:

- باستثناء ما عُدِّل هنا، يجب إجراء اختبار القدرة الدورانية وفقًا لمتطلبات AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)).
- يجب اختبار كل مجموعة من دفعة إنتاج المسامير، ومجموعة الصامولة، ومجموعة حلقة الإحكام كمجموعة. عندما لا تكون حلقات الإحكام مطلوبة بموجب إجراءات التثبيت، فلا داعي لإدراجها في تعريف الدفعة.
- يجب تعيين رقم دفعة سعة التناوب لكل مجموعة من الدفعات المختبرة.
- يجب أن يكون الحد الأدنى لتكرار الاختبار مجموعتين لكل دفعة سعة دورانية.
- بالنسبة للمسامير الطويلة بما يكفي لتلائم معادل سكيدمور ويلهيلم، يجب تجميع مجموعة المسامير، والصواميل، وحلقات الإحكام في معاير سكيدمور ويلهيلم، أو مُعدة مكافئ مقبول.
- يجب اختبار المسامير التي تكون أقصر من اختبارها في مُعدة معاير سكيدمور ويلهيلم في وصلة حديدية. لا يلزم تطبيق متطلبات الشد الواردة في الجزء أدناه. يجب حساب الحد الأقصى لمتطلبات عزم الدوران، عزم الدوران ٠,٢٥٠ PD، باستخدام القيمة P بما يساوي شد اختبار الدوران المأخوذ على أنه ١,١٥ مرة من شد المسمار في (١٥-٢).
- يجب أن يكون التوتر الذي وصل إليه عند الدوران أدناه، أي اختبار الشد للعازلية، مساويًا أو أكبر من ١,١٥ مرة من شد أداة التثبيت المطلوبة، أي شد التثبيت، كما هو موضح في الجدول (١٥-٢).
- في مُعدة قياس الشد، يجب أن يكون الحد الأدنى للدوران من شد ابتدائي بنسبة ١٠٪ من الحد الأدنى المطلوب للشد ضعف عدد الدورات المطلوب المشار إليه في الجدول (١٥-٣) بدون تقشير أو إخفاق.

بعد تجاوز شد التركيب المطلوب المذكور أعلاه، يجب أخذ قراءة واحدة للشد وعزم القوة وتسجيلها. يجب أن تتوافق قيمة عزم القوة مع ما يلي:

المعادلة (١٥-٤) $$Torque \leq 0.25 \times P \times D$$

إذ إن:

عزم القوة = عزم القوة المقاس، N ملم

P = قياس شد المسمار، N

D = قطر التربّاس، ملم.

١٥-٥-٦-٤-٣ متطلبات حلقات الإحكام:

عندما يكون للوجه الخارجي للأجزاء المثبتة بمسامير انحدار أكبر من ١:٢٠ فيما يتعلق بمستوى عادي لمحور المسمار، يجب استخدام حلقة إحكام مشطوفة مسلحة للتعويض عن نقص التوازي.

يجب أن تكون حلقات الإحكام المشطوفة المسلحة للكمرات والقنوات القياسية الأمريكية مطلوبة، ويجب أن تكون مربعة أو مستطيلة، وتتوافق مع متطلبات [((AASHTO M293M (ASTM F436M))] AASHTO M293 (ASTM F436)، ويجب أن يكون سمكها مستدقًا.

عند الضرورة، يجب أن تقص الحلقات من جانب واحد إلى نقطة لا تقل عن (٠,٨٧٥) ضعف قطر المسمار من مركز حلقة الإحكام.

حلقات الإحكام المسلحة غير مطلوبة للتوصيلات باستخدام مسامير AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) وAASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M))، باستثناء ما يلي:

- يجب أن ُستخدم حلقات إحكام مسلحة أسفل العنصر الملفوف عند إجراء الشد بطريقة مفتاح الربط المعاير.
- بغض النظر عن طريقة الشد، يجب استخدام حلقات إحكام مسلحة تحت كل من الرأس والصمولة عند تركيب مسامير A AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M))، في مادة لها نقطة إنتاج محددة أقل من (٢٧٥ ميجا باسكال). عند استخدام مؤشرات الشد المباشر، يجب أن تحل محل حلقة الإحكام المسلحة بشرط استخدام فتحة بالحجم القياسي.
- تركيب مسامير AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A 325M)) من أي قطر أو مسامير AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)) التي تساوي أو تقل عن (٢٤ ملم) في القطر، تستخدم ثقوب كبيرة الحجم أو بفتحات قصيرة في طبقة خارجية، حلقة إحكام مسلحة مطابقة للمواصفة .AASHTO M293 (ASTM F436) (AASHTO M293M (ASTM F436M))
- تركب مسامير AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)) بقطر يزيد عن (٢٤ ملم) في فتحة كبيرة الحجم أو بفتحات قصيرة في طبقة خارجية، وحلقات إحكام مسلحة تتوافق مع AASHTO M293 (ASTM F436) (AASHTO M293M (ASTM F436M)) يُستخدم، باستثناء الحد الأدنى من السُمك (٨ ملم)، تحت كل من الرأس والصمولة بدلاً من حلقات الإحكام المسلحة ذات السُمك القياسي. لا لا تلبي حلقات الإحكام متعددة الصلابة ذات السماكة المجمعة التي تساوي أو تزيد عن (٨ ملم) هذا المطلب.
- تركب مسامير AASHTO M164 (ASTM A325) (AASHTO M164M (ASTM A325M)) من أي قطر أو مسامير AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M))، تتوفر فتحة بفتحات طويلة في أبلكاج خارجي، أو حلقة إحكام اللوح، أو قضيب متصل بسمك لا يقل عن (٨ ملم) مع ثقوب قياسية. يجب أن يكون لحلقات الإحكام أو القضبان هذه حجم كافٍ لتغطية الفتحة بالكامل بعد التركيب، وتكون من مواد ذات درجة إنشائية، ولكن لا يلزم تقويتها إلا على النحو التالي.
- حيث يجب أن ُستخدم مسامير AASHTO M253 (ASTM A490) (AASHTO M253M (ASTM A490M)) بقطر يزيد عن (٢٤ ملم) في الثقوب ذات الفتحات الطويلة في الطبقات الخارجية، حلقة إحكام مفردة صلبة مطابقة للمواصفة AASHTO M293 (ASTM F436) (AASHTO M293M (ASTM) F436M)، ولكن بسُمك لا يقل عن (٨ ملم)، يجب أن تستخدم بدلاً من حلقات الإحكام، أو القضبان المصنوعة من مادة الدرجة الإنشائية. لا تلبي حلقات الإحكام متعددة الصلابة ذات السماكة المجمعة التي تساوي أو تزيد عن (٨ ملم) هذا المطلب.

مشابك تصميم بديلة تلبي متطلبات القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٨) مع هندسة توفر دائرة محمل على الرأس، أو الصمولة، بقطر يساوي أو أكبر من قطر حلقات الإحكام المصلدة التي تلبي متطلبات (AASHTO M293 (ASTM F436) (AASHTO M293M (ASTM F436M))، يلبي متطلبات حلقات الإحكام المحددة هنا ويجب استخدامه بدون حلقات إحكام.

١٥-٥-٦-٤-٤ طريقة تركيب الصامولة بتقنية تدوير الجزء المثبت في البداية:

عند استخدام طريقة التثبيت بالدوران، لا يجب وجود حلقات إحكام مسلحة، باستثناء ما هو محدد في القسم الفرعي (١٥-٥-٦-٤-٣).

يجب إجراء اختبار التحقق باستخدام عينة تمثيلية لا تقل عن ثلاث مجموعات تركيب لكل قطر وطول ودرجة؛ لاستخدامها في العمل في بداية العمل، في مُعدة قادر على الإشارة إلى شد البراغي، يجب أن يوضح اختبار التحقق هذا أن الطريقة المستخدمة من قبل طاقم الربط بالبراغي لتطوير حالة مثبتة بإحكام وللتحكم في المنعطفات من حالة محكمة التثبيت، ينتج عنها شد لا يقل عن ٥٪ أكبر من الشد المطلوب بواسطة الجدول (١٥-٢). يجب إجراء إعادة الاختبار الدوري بناءً على طلب المهندس.

يجب تحقيق المقدار المطبق من الدوران المحدد في الجدول (١٥-٣). أثناء عملية الشد يجب ألا يكون هناك دوران للجزء الذي لم يلف بمفتاح الربط. يجب أن يتقدم الشد بشكل منتظم من الجزء الأكثر صلابة في الوصلة إلى حوافها الحرة.

١٥-٥-٦-٤-٥ طريقة التركيب باستخدام مفتاح الربط المعاير:

يجب استخدام طريقة مفتاح الربط المعاير فقط عند معايرة مفاتيح الربط على أساس يومي، وعند استخدام حلقة إحكام مسلحة تحت العنصر الملفوف، عزم القوة القياسي المحدد من الجداول أو من الصيغ التي يُفترض أنها تتعلق بعزم القوة بالشد يجب ألا يكون مقبولاً.

عند استخدام مفاتيح معايرة للتركيب، يجب إعدادها لتوصيل عزم دوران تمت معايرته لإنتاج شد لا يقل عن ٥٪ عن الحد الأدنى للشد المحدد في الجدول (١٥-٢)، يجب معايرة إجراءات التركيب عبر اختبار التحقق مرة واحدة على الأقل كل يوم عمل لكل مجموعة قفل تركب في العمل في ذلك اليوم، يجب إجراء اختبار التحقق هذا باستخدام مُعدة قياس الشد القادر على الإشارة إلى الشد الفعلي للمسمار باختبار ثلاث مجموعات تركيب نموذجية من كل دفعة. يجب أن تؤخذ عينات من المسامير، والصواميل، وحلقات الإحكام الموجودة أسفل العنصر الملفوف من دفعات الإنتاج، يجب إعادة معايرة مفاتيح الربط عند ملاحظة اختلاف كبير في حالة سطح المسامير، أو السن، أو الصواميل، أو حلقات الإحكام، أثناء التركيب الفعلي في أعمال الصلب المجمعة يجب التحقق من أن ضبط مفتاح الربط المحدد بواسطة المعايرة لا ينتج عنه صمولة، أو دوران رأس المسمار، من حالة مثبتة بإحكام أكبر مما هو مسموح به في الجدول (١٥-٣). إذا استخدمت مفاتيح ربط يدوية، فيجب ربط الصواميل في اتجاه الشد عند قياس عزم القوة.

عند استخدام مفاتيح معايرة لتركيب ومسامير شد في الوصلة، يجب أن تركب المسامير بحلقات مسلحة أسفل العنصر الملفوف، بعد التثبيت، يجب شد الوصلة باستخدام مفتاح الربط المعاير، يجب أن يتقدم الشد بطريقة منتظمة من الجزء الأكثر صلابة في الوصلة إلى حوافها الحرة، يجب إعادة مفتاح الربط إلى "ملامسة" المسامير التي سبق شدها، التي يجب إرخاءها نتيجة الشد اللاحق للمسامير المجاورة حتى يُشد جميع المسامير بالقدر المحدد.

١٥-٥-٦-٤-٦ التصميم البديل لطريقة تركيب المسمار:

عندما تركب السحابات التي تتضمن ميزة تصميم تهدف بشكل غير مباشر إلى أن عزم الدوران المطبق يطور شد المسمار المطلوب، أو لتطوير الشد المطلوب تلقائيًا بواسطة الجدول (١٥-٢)، التي تأهلت بموجب القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٧)، يجب إجراء اختبار التحقق باستخدام عينة تمثيلية لا تقل عن ثلاث مجموعات تركيب لكل قطر وطول ودرجة؛ لاستخدامها في العمل في موقع العمل في مُعدة قادر على الإشارة إلى شد البراغي، يجب أن تشتمل مجموعة الاختبار على حلقات إحكام مسطّحة معالجة بالتصليد، إذا لزم الأمر في الوصلة الفعلية، مرتبة كما هو الحال في الوصلات الفعلية المراد شدها. يجب أن يوضح اختبار التحقق أن كل مسمار يطور شدًا لا يقل عن ٥٪ أكثر من الشد المطلوب بواسطة الجدول (١٥-٢). يجب اتباع إجراءات التركيب الخاصة بالشركة المصنعة لتركيب المسامير في مُعدة المعايرة وفي جميع التوصيلات، يجب يكون إعادة الاختبار الدوري بناءً على طلب المهندس.

عند استخدام مثبتات تصميم بديلة، التي تهدف إلى التحكم في شد المسامير أو الإشارة إليه، يجب أن تُركَّب المسامير في جميع فتحات الوصلة وتثبت في البداية بشكل كافٍ لجعل جميع طبقات الوصلة في تلامس ثابت، ولكن دون حدوث خضوع أو كسر لعنصر التحكم أو مؤشر المراسي. يجب بعد ذلك شد جميع أدوات التثبيت، بحيث تتقدم بشكل منهجي من الجزء الأكثر صلابة من الوصلة إلى الحواف الحرة، بطريقة تقلل من ارتخاء المسامير التي سبق شدها، في بعض الحالات، يجب أن يتطلب الشد المناسب للمسامير أكثر من دورة واحدة من الشد الجزئي المنتظم قبل العائد النهائي، أو كسر عنصر التحكم، أو المؤشر للمثبتات الفردية، في حالة حدوث الانكسار أو الكسر قبل دورة الشد النهائية يجب أن تستبدل مجموعة التثبيت الفردية بأخرى جديدة.

١٥-٥-٦-٤-٧ طريقة تركيب مؤشر الشد المباشر:

عندما تفي مؤشرات الشد المباشر بمتطلبات القسم الفرعي (١٥-٣-٢-٨) مع مسامير عالية المقاومة للإشارة إلى شد المسامير، يجب أن تخضع لاختبار التحقق الموصوف أدناه وتثبت وفقًا للطريقة المحددة أدناه. يجب أن تُركب مؤشرات الشد المباشر تحت رأس المسمار وتدور الصامولة لشد المسمار ما لم يوافق المهندس على خلاف ذلك. يجب اتباع توصيات الشركة المصنّعة للتوجيه الصحيح لمؤشرات الشد المباشر وحلقات الإحكام الإضافية، إن وجدت، اللازمة للاستخدام الصحيح لمؤشرات الشد المباشر. يجب أن سُمح بتركيب مؤشرات الشد المباشر تحت العنصر المخروطي إذا استخدمت حلقة الإحكام لفصل العنصر الذي تم تحويله عن مؤشرات الشد المباشر.

التحقق:

يجب إجراء اختبار التحقق في مُعدة معاير لقياس شد المسامير. يُستخدم ملحق مسطح خاص بدلاً من ملحق تركيب رأس المسمار العادي. يجب إجراء ثلاث اختبارات تحقق لكل مجموعة من مجموعات السعة الدورانية لتجميع المثبت، ودفعة مؤشرات الشد المباشر، وموضع مؤشرات الشد المباشر بالنسبة للعنصر المخروطي (رأس المسمار أو الصامولة)؛ لاستخدامه في المشروع، يجب أن تركب مجموعة المثبت في مُعدة قياس الشد مع وجود مؤشرات الشد المباشر في نفس الموضع كما في العمل، يجب أن يكون العنصر المراد ثابتًا (مسمار أو صامولة) من الدوران.

يجب إجراء اختبارات التحقق على مرحلتين. يجب أن تُركَّب صامولة المسمار ومجموعة مؤشرات الشد المباشر بحيث توضع ثلاثة على الأقل، ويفضل ألا يزد عن خمسة أسنان بين وجه محمل الصامولة ورأس المسمار، يجب شد المسمار أولاً بالحمل المساوي للحمل المذكور في الجدول (١٥-٤) K خضوعًا للتحقق من الشد من درجة وقطر المسمار، في حالة استخدام مفتاح الصدم، لا يزد

الشد الناتج باستخدام مفتاح الصدم عن ثلثي الشد المطلوب. بعد ذلك، يجب استخدام مفتاح ربط يدوي لتحقيق الشد المطلوب، يسجل عدد حالات الرفض لمقياس المجس المستدق بسمك (٠,١٢٥ ملم) في الفراغات بين النتوءات، لا يتجاوز عدد حالات الرفض الخاصة بمؤشرات الشد المباشر غير المطلي تحت العنصر الثابت أو المنعطف، أو مؤشرات الشد المباشر المطلي تحت العنصر الثابت، العدد المدرج ضمن أقصى عدد من حالات الرفض للتحقق في درجة وقطر المسمار المستخدم.

يجب ألا يزد رفض التحقق من مؤشرات الشد المباشر المطلي (المجلفن أو المطلي أو المطلي بالإيبوكسي)، عند استخدامه تحت العنصر المخروطي، عن عدد المسافات في مؤشرات الشد المباشر أقل من واحد. يجب أن ترفض دفعة مؤشرات الشد المباشر إذا تجاوز عدد حالات الرفض القيم الواردة في الجدول، أو إذا رفض العداد في جميع المساحات بالنسبة إلى مؤشرات الشد المباشر المطلي.

بعد تسجيل عدد حالات الرفض عند حمولة التحقق، يجب شد المسمار مرة أخرى حتى يرفض المقياس المحسس (٠,١٢٥ ملم) في جميع الفراغات، وتوجد فجوة مرئية في مساحة واحدة على الأقل، يجب أن يسجل الحمل في هذه الحالة ويزال المسمار من مُعدة قياس الشد، يجب أن تكون الصامولة قادرة على الجري باليد لأسفل بطول الخيط الكامل للمسمار باستثناء نفاذ الخيط. إذا تعذر تشغيل الصامولة لأسفل لطول السن هذا، فيجب رفض دفعة مؤشرات الشد المباشر ما لم يكن الحمل المسجل أقل من ٩٥٪ من متوسط الحمل المقاس في اختبار قدرة الدوران لدفعة التثبيت وفقًا للمحدد في القسم الفرعي (١٥-٥-٦-٤-٢).

إذا كان المسمار قصيرًا جدًا بحيث لا يمكن اختباره في مُعدة المعايرة، فيجب التحقق من دفعة مؤشرات الشد المباشر على مسمار طويل في مُعدة المعايرة لتحديد عدد حالات الرفض عند شد التحقق المدرج في الجدول (١٥-٤)، يجب ألا يتجاوز عدد حالات الرفض القيم المدرجة ضمن حالات رفض التحقق القصوى في الجدول (١٥-٤)، بعد ذلك يجب أن يجري التحقق من مؤشرات الشد المباشر الأخرى من نفس الدفعة، باستخدام المسمار القصير في ثقب مناسب في العمل، يجب شد المسمار حتى يرفض مقياس حساس (٠,١٢٥ ملم) في جميع الفراغات، وتوجد فجوة مرئية في مساحة واحدة على الأقل، يجب بعد ذلك إزالة المسمار من مُعدة قياس الشد، ويجب أن تكون الصامولة قادرة على الجري باليد لأسفل بطول الخيط الكامل للمسمار، باستثناء نفاذ السن، يجب أن ترفض دفعة مؤشرات الشد المباشر إذا تعذر تشغيل الصامولة بطول هذا السن.

الجدول (١٥–٤) متطلبات مؤشر الشد المباشر.

حجم المسمار (ملم)	التحقق من الشد (كيلو نيوتن)		الحد الأقصى لرفض التحقق		مساحات مؤشرات الشد المباشر		الحد الأدنى من رفض التثبيت	
	A325	A490	A325	A490	A325	A490	A325	A490
١٣	٥٧,٨	٧١,٢	١	٢	٤	٥	٢	٣
١٦	٨٩	١١١,٢	١	٢	٤	٥	٢	٣
١٩	١٢٩	١٦٤,٦	٢	٢	٥	٦	٣	٣
٢٢	١٨٢,٤	٢٢٧	٢	٢	٥	٦	٣	٣
٢٥	٢٤٠,٢	٢٩٨	٢	٣	٦	٧	٣	٤
٢٩	٢٦٢,٤	٣٧٣,٧	٢	٣	٦	٧	٣	٤
٣٢	٣٣٣,٦	٤٧٦	٣	٣	٧	٨	٤	٤
٣٥	٣٩٦	٥٦٤	٣	٣	٧	٨	٤	٤
٣٨	٤٨٠,٤	٦٨٩,٥	٣	٤	٨	٩	٤	٥

التركيب:

يجب أن تُركب مجموعات التثبيت باستخدام مؤشرات الشد المباشر على مرحلتين، يجب أن يركب العنصر الثابت مقابل الدوران خلال كل مرحلة من مراحل التثبيت، يجب أن تركب الوصلة أولاً بمسامير مثبتة في جميع فتحات الوصلة، وتشد بشكل كافٍ لجعل جميع طبقات الوصلة في تلامس ثابت، عدد المساحات التي يرفض فيها مقياس المجس (٠,١٢٥ ملم) في مؤشرات الشد المباشر بعد

التثبيت بإحكام، ويجب ألا يتجاوز ذلك المدرج ضمن الحد الأقصى لرفض التحقق في الجدول (١٥-٤). إذا تجاوز الرقم القيم الواردة في الجدول، فيجب إزالة مجموعة المثبت وتركيب مؤشرات الشد المباشر الأخرى بشكلٍ محكم.

أما مؤشرات الشد المباشر غير المطلية، والمستخدمة تحت عنصر ثابت أو متحرك، ولمؤشرات الشد المباشر المطلية المستخدمة تحت عنصر ثابت، يجب أن تشد المسامير مرة أخرى حتى يكون عدد مرات الرفض لمقياس المجس (٠,١٢٥ ملم) مساويًا، أو أكبر من الرقم المدرج تحت الحد الأدنى لرفض التركيب في الجدول (١٥-٢). إذا شد المسمار بحيث لا توجد فجوة مرئية في أي فراغ، يزال المسمار ومؤشرات الشد المباشر ويجب أن تستبدل بمسمار جديد مشدود شدًا صحيحًا ومؤشرات شد مباشر.

عند استخدام مؤشرات الشد المباشر المطلي (المجلفن، المطلي، أو المطلي بالإيبوكسي) تحت عنصر مخروطي، يجب رفض مقياس المجس (٠,١٢٥ ملم) في جميع المساحات.

١٥-٥-٦-٤-٨ دبوس القفل ومثبتات الطوق:

يجب أن تُركب دبوس القفل ومثبتات الطوق بالطرق والإجراءات المعتمدة من المهندس.

١٥-٥-٦-٤-٩ الفحص:

١٥-٥-٦-٤-٩-١ عام:

يجب أن يحدد المهندس مدى استيفاء متطلبات "مسؤوليات المهندس"، و"إجراءات الفحص"، على النحو التالي في العمل.

١٥-٥-٦-٤-٩-٢ مسؤوليات المهندس:

قبل تركيب المراسي في العمل يجب على المهندس:

- تحقق من وضع العلامات، وحالة السطح، وتخزين المسامير، والصواميل، وحلقات الإحكام، ومؤشرات الشد المباشر، إذا استخدمت، والأسطح المتشققة للوصلات للتوافق مع متطلبات الجزء الفرعي (١٥-٣-٢)، والأقسام الفرعية (١٥-٥-٦-١)، و(١٥-٥-٦-٤-١).
- مراقبة إجراءات المعايرة أو الاختبار المطلوبة في الأقسام الفرعية (١٥-٥-٦-٤-٤)، و(١٥-٥-٦-٤-٥)، و(١٥-٥-٦-٤-٦)، و(١٥-٥-٦-٤-٧)، وحسب الحاجة، لتأكيد استخدام الإجراء المحدد استخدامًا صحيحًا، وأنه عند استخدامه مع مجموعات التثبيت الموفرة، تطور عناصر الشد المحددة.

يجب على المهندس مراقبة تركيب المراسي في العمل؛ للتأكد من اتباع طريقة التركيب المختارة، كما هو موضح في الاختبار الأولي لتطوير الشد المحدد، بشكل روتيني.

١٥-٥-٦-٤-٩-٣ إجراءات التفتيش:

يقوم المهندس أو المقاول، بحضور المهندس حسب اختياره، بفحص المسامير المشدودة باستخدام مفتاح ربط عزم القوة للفحص، ما لم يُستخدم مثبتات بديلة أو معدات مؤشر شد مباشر، مما يسمح بالتحقق بطرق أخرى، يجب إجراء اختبارات الفحص قبل الفقد المحتمل للتشحيم أو تأثير التآكل على إحكام عزم القوة.

يجب أن توضع ثلاث مجموعات تركيب مثبتة في نفس الحالة التي تخضع للفحص بشكل فردي في مُعدة تمت معايرته لقياس شد البراغي، يجب إجراء عملية المعايرة هذه مرة واحدة على الأقل كل يوم فحص، يجب أن تكون هناك حلقة إحكام أسفل العنصر الملفوف لشد كل مسمار إذا استخدمت حلقات إحكام حلزونية في الهيكل، إذا لم تُستخدم حلقات الإحكام على الهيكل، فإن المادة المستخدمة في مُعدة قياس الشد الذي يحيط بالجزء المقلوب يجب أن تكون من نفس المواصفات المستخدمة في الهيكل، في الجهاز المعاير، يجب شد كل مسمار بأية وسيلة ملائمة للشد المحدد. ثم يجب أن يُستخدم مفتاح الفحص على مسمار التثبيت المشدود لتحديد عزم القوة المطلوب لتدوير الصامولة أو الرأس خمس درجات (٢٥ ملم بنصف قطر ٣٠٠ ملم) في اتجاه الشد. يجب أن يؤخذ متوسط عزم القوة المطلوب لجميع المسامير الثلاثة على أنه عزم فحص الوظيفة.

يجب اختيار ١٠٪ (اثنان على الأقل) من المسامير المشدودة على الهيكل الممثلة بمسامير الاختبار عشوائيًا في كل وصلة، يجب أن يطبق عزم قوة فحص العمل على كل منها، مع لف مفتاح الفحص في اتجاه الشد، إن لم يقم هذا العزم بتدوير رأس المسامير أو الصامولة، يجب أن تعد المسامير الموجودة في الوصلة مشدودة بطريقة صحيحة، إذا أدار عزم القوة رأسًا أو صامولة أو أكثر من رؤوس المسامير، فيجب عندئذٍ تطبيق عزم فحص الوظيفة على جميع المسامير في الوصلة. يجب إعادة فحص أي مسمار يلف رأسه، أو صامولة في هذه المرحلة وإعادة فحصه. ومع ذلك، يجب على المقاول إعادة تركيب جميع المسامير في الوصلة وإعادة تقديمها للفحص، طالما أن مؤشرات الشد المباشر لم تشد بدرجة زائدة ولم تتضرر تركيبات التثبيت.

١٥-٥-٧ اللحام:

يجب أن يتوافق اللحام، ومؤهلات اللحام، والتأهيل المسبق لتفاصيل اللحام، وفحص اللحامات مع متطلبات كود لحام الجسور (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) الحالي.

لا يجب لحام، أو إحكام تركيب الدعامات، أو المشابك، أو أدوات الشحن، أو المواد الأخرى غير المطلوبة في مستندات العقد لأي عنصر ما لم يُحدد ذلك في مستندات العقد رهنا بموافقة المهندس.

١٥-٦ التشييد:

١٥-٦-١ عام:

يجب أن يوفر المقاول الأدوات، والآلات، والمعدات اللازمة لإنشاء الهيكل.

يجب أن تكون السقالات المؤقتة والنماذج وفقاً لمتطلبات الباب (٤).

١٥-٦-٢ مواد المناولة والتركيب:

يجب أن توضع المواد التي ستخزن في موقع العمل على ألواح تزلج فوق الأرض، ويجب أن تبقى نظيفة، وجافة بطريقة صحيحة، يجب أن توضع العوارض والكمرات بشكل مستقيم ومثبت، يجب دعم العناصر الطويلة، مثل الأعمدة والحبال، على ألواح خشبية موضوعة بالقرب من بعضها بشكل كافٍ؛ لمنع حدوث تلف ناتج عن الانحراف. إذا كانت مستندات العقد مخصصة للتركيب فقط، يجب على المقاول التحقق من المواد المستلمة مقابل قوائم الشحن، والإبلاغ كتابيًا على الفور عن أي نقص أو إصابة تكتشف. بعد استلام المقاول للمواد يجب أن يكون المقاول مسؤولاً عن أي ضرر أو فقد للمواد.

١٥-٦-٣ المحامل والمراسي:

يجب تجهيز وتركيب محامل الجسور بما يتوافق مع الباب (٢٠).

إذا كان الهيكل الفولاذي سيوضع فوق بنية أساسية بنيت بموجب عقد منفصل، يجب على المقاول التحقق من أن الإنشاء قد شُيِّد في الموقع الصحيح، وعلى الخطوط والارتفاعات الصحيحة قبل طلب المواد.

١٥-٦-٤ إجراء التركيب:

١٥-٦-٤-١ المطابقة للرسومات:

يجب أن يتوافق إجراء التركيب مع رسومات التركيب المقدمة وفقًا للجزء الفرعي (١٥-٢-٣)، يجب أن تتطلب أي تعديلات أو انحرافات عن إجراء تركيب رسومات منقحة والتحقق من الضغوط والهندسة.

١٥-٦-٤-٢ ضغوط الإجهادات:

يجب على المقاول أن يأخذ في الحسبان أي ضغوط على التركيب تحدث في الهيكل، نتيجة لاستخدام طريقة تركيب تختلف عن مستندات العقد، يجب إعداد حسابات تصميم التركيب لهذه الطرق المتغيرة على نفقة المقاول وتقديمها إلى المهندس، يجب أن تشير الحسابات إلى أي تغيير في الضغوط أو تغيير في السلوك للهياكل المؤقتة والنهائية، يجب توفير المواد الإضافية المطلوبة للحفاظ على كل من الضغوط المؤقتة والنهائية ضمن الحدود المسموح بها المستخدمة في التصميم على نفقة المقاول.

يجب أن يكون المقاول مسؤولاً عن توفير معدات تقوية أو تقوية مؤقتة؛ لاستيعاب ضغوط المناولة في العناصر الفردية، أو أجزاء من الهيكل أثناء التركيب. عندما يتعرض الهيكل الجزئي لمخاوف الملاءمة، يجب أن يقدم المقاول الحسابات المطلوبة التي توضح أن الهيكل الجزئي سيظل مستقرًا حتى الوصول إلى الاستمرارية الكاملة للهيكل.

١٥-٦-٤-٣ الحفاظ على المحاذاة وزاوية التحدب:

أثناء البناء، يجب أن يكون المقاول مسؤولاً عن دعم أجزاء الهيكل بطريقة تنتج المحاذاة الصحيحة، وزاوية التحدب في الهيكل المكتمل. يجب تركيب إطارات متقاطعة ودعامات قطرية حسب الضرورة أثناء عملية التركيب؛ لتوفير الاستقرار، وضمان الهندسة الصحيحة. يجب أن يوفر المقاول دعامة مؤقتة، إذا لزم الأمر، في أي مرحلة من مراحل الإنشاء.

١٥-٦-٥ الجمعية الميدانية:

يجب أن تجمع الأجزاء بدقة كما هو محدد في مستندات العقد أو رسومات التركيب، ويجب اتباع أي علامات مطابقة. يجب التعامل مع المواد بعناية بحيث لا تنثني أي أجزاء، أو تتكسر، أو تتلف، لا يجب القيام بالطرق الذي سيجرح أو يشوه العناصر، تنظف أسطح المحامل، والأسطح المراد ملامستها بشكل دائم قبل تجميع العناصر، يجب أن تكون التوصيلات والوصلات الميدانية نصف الفتحات مملوءة بمسامير ودبابيس تركيب أسطوانية (نصف مسامير ونصف دبابيس)، قبل تركيب وشد موازين المسامير عالية المقاومة. يجب ملء ثلاثة أرباع الثقوب في الوصلات والتوصيلات التي تحمل حركة المرور أثناء الانتصاب.

يجب أن تكون مسامير التثبيت من نفس مسامير التثبيت عالية المقاومة المستخدمة في التركيب. إذا استخدمت مسامير تركيب أخرى، فيجب أن تكون من نفس القطر الاسمي للمسامير ذات القوة العالية، ودبابيس التثبيت الأسطوانية، التي يجب أن تكون أكبر بمقدار (٠,٨ ملم).

١٥-٦-٦ توصيلات الدبابيس:

يجب استخدام صواميل التوجيه والصواميل في دبابيس القيادة، يجب أن يوفرها المقاول دون مقابل. ويجب أن تكون الدبابيس مدفوعة بحيث تأخذ العناصر تأثيرًا كاملاً عليها. يجب شد صواميل المسمار بإحكام وشطب الأسنان عند وجه الصامولة بأداة مدببة.

١٥-٦-٧ غير أكفاء:

يعد تصحيح الأخطاء الطفيفة التي تنطوي على كميات طفيفة من التوسيع، والقطع، والطحن، والتقطيع، جزءًا شرعيًا من التركيب. ومع ذلك، فإن أي خطأ في تصنيع المتجر، أو التشوه الناتج عن المناولة والنقل، يجب أن يكون سبباً للرفض.

يجب أن يكون المقاول مسؤولاً عن جميع الأخطاء، والهفوات، والأضرار، ويجب عليه إجراء التصحيحات والاستبدال اللازمة.

١٥-٧ وصلات التمدد:

تصنع وصلات التمدد وفقًا لمتطلبات هذا الجزء. يجب أن تُركب وصلات التمدد وفقًا لمتطلبات الباب (١٨).

يجب تقديم رسومات عمل كاملة لتصنيع وتركيب وصلات التمدد، يجب أن يضمِّن المقاول تعليمات الشركة المصنعة المشتركة للتركيب الصحيح للوصلة على الرسومات، يجب توضيح أبعاد الفتح المشترك لدرجة حرارة محيطة تبلغ ١٥ درجة مئوية (١٥ درجة مئوية)، والتعديلات على هذا البعد بسبب التغيرات في درجة الحرارة.

يجب أن يصنع المقاول وصلات التمدد بدقة لتتوافق مع جزء الأرضية الخرسانية المحدد، وتتوافق مع المنحدرات المتقاطعة ونقاط الانكسار. يجب أن تُجمع وصلات التمدد وتفحص؛ للتأكد من ملاءمتها للورشة، ثم تطابق مع التأشير على الشحن.

بالنسبة لوصلات التمدد المغلقة، يجب تصنيع مستقبلات الفولاذ بحيث تكون متصلة بطول الوصلة بالكامل بما في ذلك تمديدات (١٥٠ ملم). يجب تقليل عدد التوصيلات في مستقبلات الفولاذ إلى أدنى حد. للربط، يجب استخدام لحام اختراق جزئي، سطح أملس. يجب عدم عمل اللحام في المناطق الملامسة للنيوبرين.

يجب أن يوفر المقاول ويركب غدة من النيوبرين متصلة بطول الوصلة بالكامل بما في ذلك تمديدات (١٥٠ ملم). في المواقع التي تظهر فيها الوصلات بانحراف بمقدار خمسة وثلاثين درجة (٣٥ درجة) وأكثر، يجب أن تُقطع النيوبرين بالفلكنة، أو أي طريقة أخرى معتمدة، يجب أن توفر قوة ومتانة مساوية للنيوبرين غير المجزء، يجب أن تكون التوصيلات مانعة لتسرب الماء بشكل دائم.

١٥-٨ قبول الأعمال:

١٥-٨-١ ضبط الجودة:

تُقيَّم المواد (باستثناء معدات التحميل والطلاء) للهياكل المعدنية وفقًا لكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبار القياسي). يجب توفير شهادات الإنتاج لكل شحنة من المعدن الإنشائي، ومطروقات الفولاذ، والمسامير عالية المقاومة، والصواميل، وحلقات الإحكام لقياسات ضبط الجودة، يجب تقييم إنشاء المنشآت المعدنية وفقًا للباب (١٥). يجب تقييم معدات التحميل وفقًا للباب (٢٠). يجب تقييم الرسم وفقًا للباب (٢٢).

١٥-٨-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة ضمان جودة أعمال المنشآت المعدنية، بمراجعة تقارير الاختبار وشهادات التصنيع الواردة مع المواد المستوردة، ومطابقتها للمواصفات المطلوبة بتنفيذ أو إصدار الأمر للآخرين بتنفيذها بموجب الإشراف على الاختبارات التي تضمن جودة الهيكل الصلب حسب الأجزاء السابقة والجدول (١٥-١٠).

١٥-٩ القياس والدفع:

١٥-٩-١ طريقة القياس:

تقاس المبالغ المدفوعة لكل نوع من أنواع الحديد والصلب بالكيلوجرام، وتحسب من الأبعاد الموضحة في مستندات العقد باستخدام القواعد والافتراضات التالية في الجدول (١٥-٥).

الجدول (١٥–٥) أوزان وحدة الحديد والصلب.

أوزان الوحدة (كيلو نيوتن/م^3)	
الحديد الزهر	٧٠
حديد قابل للطرق	٧٤
الحديد المطاوع	٧٦,٥
الفولاذ المدلفن أو المصبوب	٧٧

يجب حساب وزن الأشكال الملفوفة على أساس الوزن الاسمي لكل متر وفقًا للمحدد في مستندات العقد، أو وفقًا للمدرج في كتيبات (AISC.).

يجب أن تحسب كتلة الألواح على أساس الكتلة الاسمية لعرضها وسمكها، كما هو محدد في مستندات العقد، بالإضافة إلى تجاوز تقديري محسوب على أنه نصف "التباين المسموح به في السُمك والوزن"، على النحو المبين في جدول "المتطلبات العامة لتسليم ألواح الصلب المدرفلة، والأشكال، والأكوام المعدنية، والقضبان للاستخدام الإنشائي، (AASHTO M160M/M160 (ASTM .(A6/A6M).

يجب احتساب كتلة المصبوبات من الأبعاد الموضحة على الرسومات التنفيذية المعتمدة، مع اقتطاع الثقوب المفتوحة والاقتحام. يجب أن يضاف إلى هذه الكتلة ٥٪ بدل للشرائح والتجاوز. يجب استبدال كتلة المقياس بالكتلة المحسوبة في حالة المصبوبات أو الأجزاء المعقدة الصغيرة التي يصعب إجراء حسابات دقيقة للكتلة لها.

لن تضمن كتلة مسامير التثبيت المؤقتة، وطلاء الورشة والميدان، والصناديق، والعلب، والحاويات الأخرى المستخدمة للشحن؛ والمواد المستخدمة لدعم العناصر أثناء النقل والتركيب.

ستضمَّن كتلة أي مادة إضافية مطلوبة من قبل القسم الفرعي (١٥-٦-٤-٢)؛ لاستيعاب ضغوط التركيب الناتجة عن اختيار المقاول لطرق التركيب.

في حساب كتلة الأجور على أساس الكتلة الصافية المحسوبة، يجب أن تطبق الشروط الآتية بالإضافة إلى ما ورد في الفقرات السابقة:

- يجب احتساب الكتلة بناءً على الأبعاد الصافية النهائية للأجزاء المحددة في مستندات العقد، مع خصم المخروطين والقصوص والمشابك، وجميع الثقوب المفتوحة، باستثناء ثقوب المسامير.
- يجب تضمين كتلة الرؤوس، والصواميل، وحلقات الإحكام المفردة، والعصا الملولبة لجميع المسامير ذات قوة الشد العالية، سواء الورشة أو المجال، على أساس الكتلة التالية كما هو محدد في الجدول (١٥-٦).
- يجب أن تكون كتلة لحامات الشرائح على النحو المحدد في الجدول (١٥-٧).
- لتحديد كميات الدفع للمعدن المجلفن، سيتم تحديد الكتلة المراد إضافتها إلى الكتلة المحسوبة للمعدن الأساسي للجلفنة من كتلة طلاء الزنك المحدد بواسطة (.AASHTO M111M/M111 (ASTM A123/A123M).
- لن يخصص أي بدل لكتلة الطلاء.

الجدول (١٥–٦) الوزن لكل ١٠٠ مسمار.

قطر المسمار (ملم)	الوزن لكل ١٠٠ مسمار (N)
١٣	٨٨
١٦	١٤١
١٩	٢٣٣
٢٢	٣٥٨
٢٥	٥١٩
٢٩	٧٣٥
٣٢	٩٤٣
٣٥	١٢٤٦
٣٨	١٥١٢

الجدول (١٥–٧) وزن لحامات الشرائح.

حجم لحام الشريحة (ملم)	الوزن (نيوتن/م)
٤,٨	١,١٧
٦,٤	٢,٠
٧,٩	٣,٢
٩,٥	٤,٤
١٢,٧	٨,٠
١٥,٩	١١,٧
١٩,١	١٦,١
٢٢,٢	٢٢,٠
٢٥,٤	٢٩,٢

١٥-٩-٢ أساس السداد:

يجب أن يعد سعر مستندات العقد لتصنيع وتركيب المعدن الإنشائي بمثابة تعويض كامل عن تكلفة جميع العمالة، والمعدات، والمواد، والنقل، وطلاء الورشة، والميدان اللازمة لإكمال العمل، ما لم ينص على خلاف ذلك، وفق مستندات العقد. يجب أن يعد سعر مستندات العقد للتصنيع دون التركيب بمثابة تعويض كامل عن تكلفة جميع العمالة، والمعدات، والمواد اللازمة لإكمال العمل بشكل صحيح، بخلاف التركيب والتجميع الميداني، وفقًا لمستندات العقد.

بموجب مستندات العقد التي تحتوي على عنصر للفولاذ الهيكلي، يجب أن تكون جميع الأجزاء المعدنية بخلاف التسليحات المعدنية للخرسانة، مثل؛ مسامير وصواميل التثبيت، والعروات، والهزازات، والبكرات، وألواح التحميل والبلاطة، والمسامير والصواميل،

وسدود التمدد، ومصارف الطرق، وأجهزة الغسل، تُدفع قيمة الأواني المعدنية الملحومة، والمسامير المثبتة في الخرسانة، والحوامل، والدعامات، والدرابزين، والحاجز كفولاذ إنشائي ما لم ينص على خلاف ذلك.

سيدفع على أساس سعر الوحدة الشامل، أو على أساس المبلغ الإجمالي وفقًا للمطلوب، بموجب شروط مستندات العقد، ولكن ما لم يكن منصوصًا على خلاف ذلك، يجب أن يكون على أساس سعر الوحدة الشامل. في حالة وجود عناصر مشتملة على كل من الفولاذ الكربوني، والفولاذ، أو المواد الخاصة الأخرى، عند تقديم أسعار منفصلة للوحدة، تحسب كتلة كل فئة من الفولاذ في كل عنصر من هذا النوع بشكل منفصل، ويجب أن يدفع ثمنها بسعر الوحدة المحدد في مستندات العقد.

العناصر بالحجم الكامل التي اختبرت وفقًا لمستندات العقد، عندما تكون هذه الاختبارات مطلوبة في مستندات العقد، يدفع لهم بنفس السعر للعناصر المماثلة للهيكل. يجب تضمين تكلفة الاختبار بما في ذلك المعدات والعمالة والنفقات في سعر مستندات العقد للفولاذ الإنشائي. العناصر التي فشلت في تلبية متطلبات مستندات العقد والعناصر المرفوضين نتيجة للاختبارات لن يدفع لهم المالك.

يجب أن يكون الدفع بموجب واحد أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (١٥-٨)، وترد متطلبات ضبط الجودة المنشآت المعدنية في الجدول (١٥-٩).

الجدول (١٥–٨) دفع بنود هياكل الصلب.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٧-٣-١	الحديد الإنشائي	كجم
١٧-٣-٢	مثبتات عالية المقاومة	كجم
١٧-٣-٣	موصلات شد مسامير اللحام	كجم
١٧-٣-٤	المطروقات المعدنية وأعمدة الفولاذ	كجم
١٧-٣-٥	المصبوبات المعدنية	كجم
١٧-٣-٦	المصبوبات الحديدية	كجم

الجدول (١٥–٩) متطلبات ضبط الجودة للهياكل المعدنية.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
القبول	مواد المنشآت المعدنية	الفحص البصري والشهادة	--------	--------	الجزء (١٧-٣)
	بناء المنشآت المعدنية	الفحص البصري والقياس	--------	--------	الجزء (١٥-٨) وكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)

الجدول (١٥–١٠) مواصفات (AASHTO) و(ASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Structural Steel for Bridges	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M270M/M270	A709/A709M	كما هو محدد.
Standard Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing	المواصفة القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الصلب الكربوني الملحوم على الساخن وغير الملحوم	--------	A501	كما هو محدد.
Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes	المواصفة القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الفولاذ الكربوني الملحومة وغير الملحومة على شكل دوائر وأشكال	--------	أ ٥٠٠، الدرجة ب	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة	M164	A325	كما هو محدد.
Standard Specification for High-Strength Steel Bolts, Classes 10.9 and 10.9.3, for Structural Steel Joints Metric	المواصفة القياسية للبراغي المعدنية عالية المقاومة، الفئتان ١٠,٩ و١٠,٩,٣، للوصلات المعدنية الإنشائية (متري)	M253M	A490M	كما هو محدد.
Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, and Rivets [Metric]	طرق الاختبار القياسية لتحديد الخواص الميكانيكية للمشابك والفلكات والمسامير الملولبة خارجيًا وداخليًا [متري]	--------	F606M، الطريقة الأولى	كما هو محدد.
Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]	المواصفة القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون والسبائك المعدنية [متري]	M291M	A563M	كما هو محدد.
Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric]	المواصفة القياسية للفلكات المعدنية المسلحة [متري]	M293M	F436M	كما هو محدد.
Standard Specification for Compressible- Washer-Type Direct Tension Indicators for Use with Structural Fasteners	المواصفة القياسية لمؤشرات الشد المباشر من النوع "فلكة الإحكام الانضغاطية" للاستخدام مع المشابك الهيكلية	--------	F959M	كما هو محدد.
Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والسبائك المعدنية، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٥٠ رطل لكل بوصة مربعة	M253	A490	كما هو محدد.
Standard Specification for Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel	المواصفة القياسية لطلاء الزنك المرسّب ميكانيكيًّا على الحديد والصلب	M298	B695	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Zinc Coating Hot- Dip on Iron and Steel Hardware	المواصفات القياسية لطلاء الزنك بالغمس الساخن على معدات الحديد والفولاذ	M232M/M232	A153/A153M	كما هو محدد.
Standard Specification for Twist Off Type Tension Control Structural Bolt/Nut/Washer Assemblies, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength	المواصفة القياسية لمجموعات البراغي، الصواميل، الفلكات الهيكلية ذات السيطرة على التوتر من نوع Twist Off، المعدنية، المعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة	--------	F1852	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished	المواصفة القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد	M169	A108	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished	المواصفة القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد	--------	A109/A109M	كما هو محدد.
Standard Specification for Magnetic Particle Examination of Large Crankshaft Forgings	المواصفة القياسية لفحص الجسيمات المغناطيسية لمطروقات عمود المرفق الكبيرة.	M102M/M102	A668/A668M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished	المواصفة القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد	M169	A108	كما هو محدد.
Standard Specification for Castings, Steel and Alloy, Common Requirements, for General Industrial Use	المواصفة القياسية للمسبوكات والفولاذ والسبائك والمتطلبات الشائعة، للاستخدام الصناعي العام	--------	A7811/A781M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application	المواصفة القياسية للمسبوكات المعدنية والكربون للاستخدامات العامة	M103M/M103	A27/A27M	كما هو محدد.
Standard Specification for Castings, Iron- Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application	المواصفة القياسية للمسبوكات، والحديد والكروم، والحديد والكروم والنيكل، ومقاومة التآكل، للتطبيقات العامة	M163M/M163	A743/A743M	كما هو محدد.
Standard Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for General Application	المواصفة القياسية للمسبوكات، الحديد والكروم، والحديد والكروم والنيكل، ومقاومة التآكل، للتطبيقات العامة	--------	A743/A743M	كما هو محدد.
Standard Specification for Gray Iron Castings	المواصفة القياسية لمسبوكات الحديد الرمادي	M105	A48/A48M	كما هو محدد.
Standard Specification for Chromium Metal	المواصفة القياسية لمعدن الكروم	--------	A481/A48M	كما هو محدد.

حد القبول	ASTM	AASHTO	المُسمى مترجم للعربية	المُسمى بالإنجليزية
كما هو محدد.	A536	--------	المواصفة القياسية لمسبوكات حديد الدكتايل	Standard Specification for Ductile Iron Castings
كما هو محدد.	A47/A47M	--------	المواصفة القياسية لمسبوكات الحديد القابل للترقيق بالطرق	Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings
كما هو محدد.	A123/A123M	M111M/M111	المواصفات القياسية للطلاء المجلفن بالزنك بالغمس الساخن على منتجات الحديد والفولاذ	Standard Specification for Zinc Hot-Dip Galvanized Coatings on Iron and Steel Products
كما هو محدد.	A153/A153M	M232M/M232	المواصفة القياسية لطلاء الزنك بالغمس الساخن على قطع الحديد والصلب	Standard Specification for Zinc Coating Hot-Dip on Iron and Steel Hardware
كما هو محدد.	A325	M164M	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٢٠/١٠٥ رطل لكل بوصة مربعة	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
كما هو محدد.	A325M	--------	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ٨٣٠ ميجا باسكال [متري]	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated 830 MPa Minimum Tensile Strength [Metric]
كما هو محدد.	A490	M253M	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والسبائك المعدنية، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٥٠ رطل لكل بوصة مربعة	Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength
كما هو محدد.	A490M	--------	المواصفة القياسية للبراغي المعدنية عالية المقاومة، الفئتان ١٠,٩ و١٠,٩,٣، للوصلات المعدنية الإنشائية (متري)	Standard Specification for High-Strength Steel Bolts, Classes 10.9 and 10.9.3, for Structural Steel Joints Metric
كما هو محدد.	F436M	M293M	المواصفة القياسية للفلكات المعدنية المسلحة [متري]	Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric]
كما هو محدد.	A6/A6M	M160M/M160	المواصفة القياسية للمتطلبات العامة لقضبان الفولاذ الهيكلية المدرفلة والألواح والأشكال ودق خوازيق الصفائح	Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling
كما هو محدد.	A964/A964M	M111M/M111	المواصفة القياسية للعبارات ذات الصناديق المعدنية المموجة	Standard Specification for Corrugated Steel Box Culverts
كما هو محدد.	A123/A123M	--------	المواصفات القياسية للطلاء المجلفن بالزنك بالغمس الساخن على منتجات الحديد والفولاذ	Standard Specification for Zinc Hot-Dip Galvanized Coatings on Iron and Steel Products

١٦- القنوات الخرسانية:

١٦-١ عام:

يجب أن تستخدم العبّارات في المصارف العرضية أسفل الطريق، أو كمواسير لأنابيب المياه، أو المرافق الأخرى التي تمر تحت الطريق.

يجب أن يتكون هذا العمل من تصنيع، وتأثيث، وفحص عبارات الخرسانة مسبقة الصب المدفونة المطابقة لهذا المجلد، كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)، والتفاصيل الموضحة في مستندات العقد. يجب أن تكون المواسير الخرسانية المسلحة مسبقة الصنع دائرية أو مقوسة أو بيضاوية الشكل وفقًا لما هو محدد في مستندات العقد. يجب أن تكون أجزاء الصناديق الخرسانية المسلحة مسبقة الصب بالأبعاد المحددة في مستندات العقد.

١٦-٢ رسومات العمل:

عندما لا تتوفر التفاصيل الكاملة في مستندات العقد، أو مواصفات التفاصيل القياسية، يجب أن يقدم المقاول رسومات العمل والحسابات الداعمة للهيكل المقترح أو نظام التثبيت، يجب ألا يبدأ تصنيع أو تركيب الهيكل إلا بعد اعتماد المهندس للرسومات، يجب أن تُظهر رسومات العمل التفاصيل الكاملة، والحسابات الداعمة للهيكل، والمواد، والمعدات، وطرق التثبيت المقترحة.

يجب تقديم رسومات العمل مسبقًا قبل بدء العمل للسماح بمراجعتها والموافقة عليها دون تأخير على العمل، يجب موافقة المهندس لا تعف المقاول من أي مسؤولية تعاقدية.

١٦-٣ المواد:

١٦-٣-١ العبّارات الخرسانية المسلحة:

يجب أن تفي المواد الخاصة بالعبّارات الخرسانية المسلحة بمتطلبات الفئات والأحجام المحددة في (١٦-١).

الجدول (١٦–١) متطلبات مواصفات عبارات الخرسانة المسلحة.

النوع	المواصفات
الأنبوب الدائري	AASHTO M170 (ASTM C76)، أو AASHTO M242 (ASTM C655)، أو ASTM C1765
الأنبوب القوسي	AASHTO M206M/M206 (ASTM C506)
الأنبوب بيضاوي الشكل	AAHTO M207M/M207 (ASTM C507)
أجزاء الصندوق	AASHTO M259، و AAHTO M273، أو ASTM C1433، أو ASTM C1577

١٦-٣-٢ مانعات التسرب المشتركة:

١٦-٣-٢-١ عام:

يجب أن يقدم المقاولُ للمهندسِ شهادة مطابقة تفيد بأن المواد التي تُورَّدُ مطابقة لمتطلبات الملكية المشتركة.

سيحدد تصميم الشركة المصنّعة وتفاوتها في الإنتاج للفراغ الحلقيّ داخل الوصلة المُصنّعة نوع الوصلة المطلوبة لسد الوصلات.

عندما يقع الفراغ الحلقي داخل وصلات الأنابيب (الفرق الجبري في الأقطار المقاسة بين الحواف الخارجية للأنبوب عند نهاية الذيل والوجوه الداخلية للمحور عند كتف الوصلة) ضمن النطاقات التالية، سيستخدم مانع التسرب المشار إليه فيما بعد.

الجدول (١٦–٢) مدى الفراغ الحلقي ونوع السدادة.

إجمالي الفراغ الحلقي	نوع السدادة
٦ ملم أو أقل	الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي
من ٦ ملم إلى ١٣ ملم	المونة أو الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي حسب اختيار المقاول
١٣ ملم أو أكثر	المونة

١٦-٣-٢-٢ ملاط الأسمنت:

يجب أن تتكون المونة من جزء واحد من الأسمنت البورتلاندي وجزأين من الرمل بالحجم. يجب أن يكون الرمل متدرجًا جيدًا وبحجم يمر عبر منخل رقم ٨ (٢,٣٦ ملم).

يجب خلط المواد بقوام مناسب للغرض المخصص لها واستخدامها في ثلاثين دقيقة بعد إضافة ماء الخلط. يجب اعتماد المضافات، إن وجدت، من قبل المهندس قبل استخدامها.

١٦-٣-٢-٣ وضع المونة الأسمنتي

يجب أن ينظف الجزء السفلي من الطرف المستقبل للأنبوب، يلصق الجزء الداخلي بالمونة المشترك الكافي لجعل الأسطح الداخلية لأجزاء الأنابيب المتاخمة متدفقة ومتساوية، ركِّب الأجزاء في أقرب مكان يسمح فيه ببناء العبّارات. ملء وسد الفواصل بالمونة يجب أن يكون من الداخل والخارج. ينظف المونة الزائد من داخل المفصل.

تعالج المونة خارج الفواصل بتغطيتها بألواح البولي إيثيلين، أو بالرش بمركب معالجة، الردم عندما يكون المونة من البلاستيك، أو إذا جُمِّدَ المونة قبل الردم، انتظر أربعًا وعشرين ساعة على الأقل قبل الردم.

١٦-٣-٢-٤ الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي

يجب استخدام الأسمنت البلاستيكي البيتومينى المستوفي للمواصفات المذكورة في هذا الجزء، أو أنواع أخرى من مانع التسرب الصمغي الفاصل المعتمد من قبل المهندس، في الوصلات التي ينتج عن تصميمها أو عملية تصنيعها فراغ حلقي ضمن الحدود المذكورة في الجدول (١٦-٢).

يجب أن يُستخدم مركب سدادة الوصلة البيتومينية على البارد لإغلاق فواصل الجرس، والذيل، أو اللسان، والأخدود، أو أنبوب العبّارات. يجب أن تتكون المواد الموردة من قار البترول المكرر بالبخار مذاب في مذيب مناسب ومصلب بمادة حشو معدنية.

١٦-٣-٢-٤-١ خصائص الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي:

يجب أن يكون الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي خليطًا متجانسًا أملسًا، وليس كثيفًا أو متخترًا، ولا يظهر أي فصل لا يمكن التغلب عليه بسهولة بالتحريك، يجب أن تكون المادة متسقة الخصائص بحيث يمكن تطبيقها بسهولة باستخدام مجرفة، أو سكين معجون، أو مسدس مجمع السد بدون سحب أو سحب.

يجب أن تكون المادة ذات تركيبة وخصائص يمكن تطبيقها بسهولة باستخدام مجرفة أو سكاكين معجون أو مسدس ترميم الخرسانة، دون أي مقاومة أو جذب، عند وضعها على أسطح الوصلات، يجب أن تظهر خصائص التصاق وتماسك جيدة، يجب أن تفي المواد بالمتطلبات المحددة في الجدول (١٦-٣).

عند وضعه في طبقة بسمك (١,٥) إلى (٣ ملم) على لوح معدني معلب، ومعالجته في درجة حرارة الغرفة مدة أربع وعشرين ساعة، يجب ضبط الأسمنت البلاستيكي الأسفلتي على طلاء بلاستيكي خشن وخالٍ من الفقاعات.

الجدول (١٦–٣) متطلبات مادة أسمنت البلاستيك البيتومينى.

الخواص	الحد الأدنى	الحد الأقصى
اختراق مخروط الشحوم	١٧٥	٢٥٠
وزن الوحدة، كيلوجرام لكل لتر	١,١٧	-
غير متطاير	٧٠	-
الرماد، بالاشتعال، بالأوزان أو الكتل	١٥	٤٥
امتحان: تكون طرق الاختبارات وفق الآتي:		
اختراق مخروط الشحوم	T187 AASHTO	
غير متطاير	ASTMD2939	
الرماد	ASTMD128	

١٦-٣-٢-٥ حشوات مرنة مانعة لتسرب الماء:

يجب أن تتوافق الوصلات المرنة المانعة لتسرب الماء مع متطلبات (ASTM C990)، أو (ASTM C443)، ويجب أن تكون مرنة وقادرة على تحمل تمدد وتقلص وتسوية خط الأنابيب.

يجب تخزين جميع الحشوات المطاطية في مكان بارد قدر المستطاع، ويفضل عند ٢١ درجة مئوية أو أقل.

يجب تشحيم الحشوات المطاطية، التي من نوع يتطلب التشحيم، بمادة التشحيم الموصى بها التي توفرها الشركة المصنعة للأنبوب.

١٦-٣-٢-٦ مانعات التسرب المشتركة الأخرى:

يجب تقديم مواد مانعة للتسرب أخرى للفواصل للاختبار قبل استخدامها، ولا يجب استخدامها قبل الحصول على موافقة المهندس.

فيما يلي بعض المواد الأخرى للوصلة:

١- المشاقة والمونة.
٢- المشاقة والمركب المشترك.
٣- أشرطة الربط.
٤- مركب مانع للتسرب من البلاستيك مُشكل مسبقًا.

١٦-٣-٣ مواد طبقة الفرش والردم:

يجب أن تطبَّق أحكام الجزء (١٦-٤).

١٦-٤ أعمال الإنشاءات:

١٦-٤-١ التجميع:

يجب أن تُجمع الوحدات أو العناصر الخرسانية سابقة الصب وفقًا لتعليمات الشركة المصنّعة، يجب التعامل مع جميع الوحدات، أو العناصر، بعناية معقولة، ويجب ألا تدحرج أو تُجر فوق الحصى أو الصخور. يجب توخي الحذر لمنع الوحدات من اصطدام الصخور أو غيرها من الأشياء الصلبة أثناء وضعها.

١٦-٤-٢ التركيب:

١٦-٤-٢-١ عام:

يجب أن يقوم المهندس بتقييم التشققات في عبارات خرسانية مسبقة الصب، التي يزيد عرضها عن (٠,٢٥ ملم) مع مراعاة السلامة الهيكلية، والظروف البيئية، وعمر خدمة التصميم للعبارة، يجب سد الشقوق ذات العرض الأكبر، أو التي يتقرر أنها ضارة بطريقة يعتمدها المهندس.

لظروف الخندق، يجب أن يحفر الخندق حسب الأبعاد والدرجة المحددة في مستندات العقد أو حسب طلب المهندس، يجب على المقاول اتخاذ مثل هذه الأحكام حسب الحاجة؛ لضمان الصرف الكافي للخندق لحماية طبقة الفرش أثناء عمليات البناء.

يجب أن يسبق الإعداد الصحيح للأساس، ووضع مادة الأساس عند الحاجة، ووضع مادة طبقة الفرش قبل تركيب العبارة، يجب أن يشتمل هذا العمل على التسوية اللازمة لقاع الخندق الأصلي، أو الجزء العلوي من مواد الأساس، بالإضافة إلى وضع مواد طبقة الفرش المطلوبة، ويجب ضغطها إلى درجة موحدة بحيث يدعم طول الأنبوب بالكامل على طبقة متجانسة ذات إنتاجية طفيفة. يجب أن توضع مادة الردم، وتضغط حول العبارة بطريقة تلبي المتطلبات المحددة.

يجب أن تحتوي المواد المستخدمة لتحسين الأساسات وطبقة الفرش ودفن الهياكل الإنشائية على تدرجات متوافقة مع التربة المجاورة لتجنب الارتحال. عندما لا يمكن التحكم في تدرجات المواد بطريقة صحيحة، يجب أن تفصل المواد المجاورة بنسيج جغرافي مناسب.

١٦-٤-٢-٢ الفواصل:

يجب أن تتوافق فواصل الأنابيب الخرسانية المسلحة، وأجزاء الصناديق الخرسانية المسلحة مسبقة الصب مع التفاصيل الموضحة في مستندات العقد وعلى رسومات العمل المعتمدة، يجب غلق كل فاصل لمنع تسرب حبيبات التربة، أو الماء كما هو مطلوب في مستندات العقد. يجب إجراء الاختبارات الميدانية من قبل المهندس كلما كان هناك سؤال يتعلق بالامتثال لمتطلبات العقد.

١٦-٤-٢-٣ طبقة الفرش للأساس وردمه:

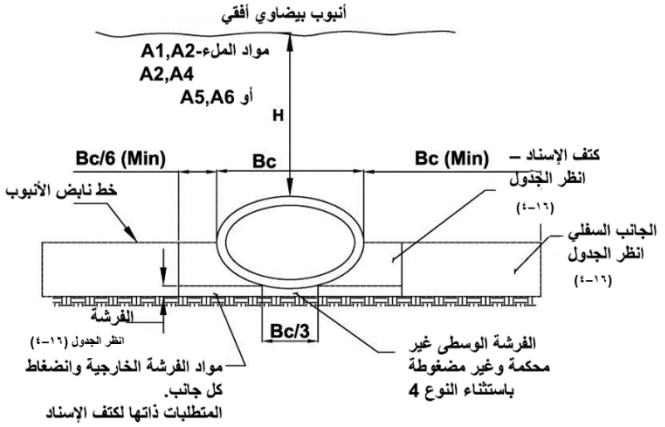
١٦-٤-٢-٣-١ عام:

إذا وجدت طبقات صخرية أو جلاميد تحت العبّارات في حدود طبقة الفرش المطلوب، فيجب إزالة الصخور أو الجلاميد واستبدالها بمواد طبقة الفرش. يجب أن يتكون الأساس من تربة صلبة وقاسية في الموقع، أو تربة ثابتة، أو مادة حشو مدمجة، إذا كان الأساس صخريًا أو أي تربة أخرى صلبة، يجب أن يكون طبقة الفرش (١٥٠ ملم) كحد أدنى. عندما يرى المهندس أن تربة الأساس الطبيعية تتطلب التثبيت، يجب أن تستبدل هذه المادة بطبقة من مادة طبقة الفرش. في حالة مواجهة مادة غير مستقرة أو غير مناسبة، مثل؛ التربة الغنية بالعفن، أو الطمي، عند أو أسفل ارتفاع معكوس أثناء الحفر، يجب إجراء الاستكشاف والتحليل تحت السطحي الضروريين ويجب أن تكون المعالجة التصحيحية وفقًا لتوجيهات المهندس.

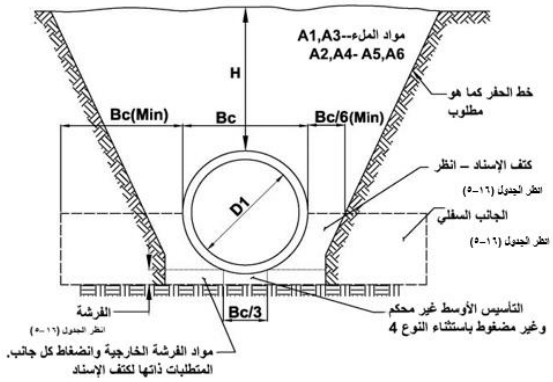
في حالة وجود صخور أو أسس أخرى لا تتزعزع ويتوقع حدوث نسف، يجب على المهندس أن يطلب اتخاذ الخطوات المناسبة لحماية الأنبوب.

١٦-٤-٢-٣-٢ مواسير خرسانية دائرية وقوسية وبيضاوية مسبقة الصب:

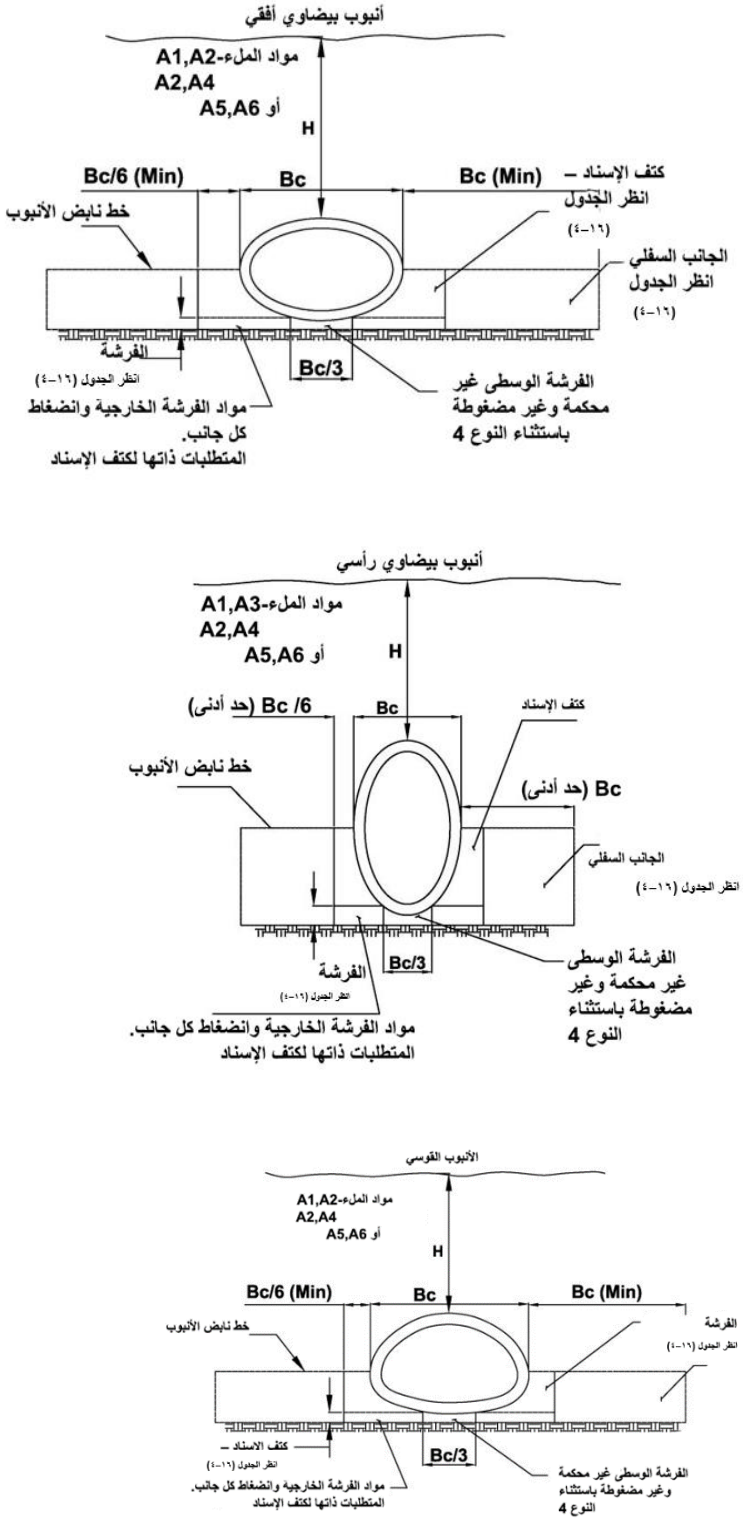
يجب توفير تأسيس صخري من فئة محددة في مستندات العقد أو في رسومات العمل. يجب أن يتوافق نوع التركيب المحدد مع أحد أنواع التركيبات الواردة في الجدول (١٦-٤)، والجدول (١٦-٥)، والتفاصيل الموضحة في الشكل (١٦-١)، والشكل (١٦-٢)، والشكل (١٦-٣)، والشكل (١٦-٤)، التي تحدد مناطق التربة، والأبعاد الحرجة للأنابيب الدائرية، والقوسية والبيضاوية.



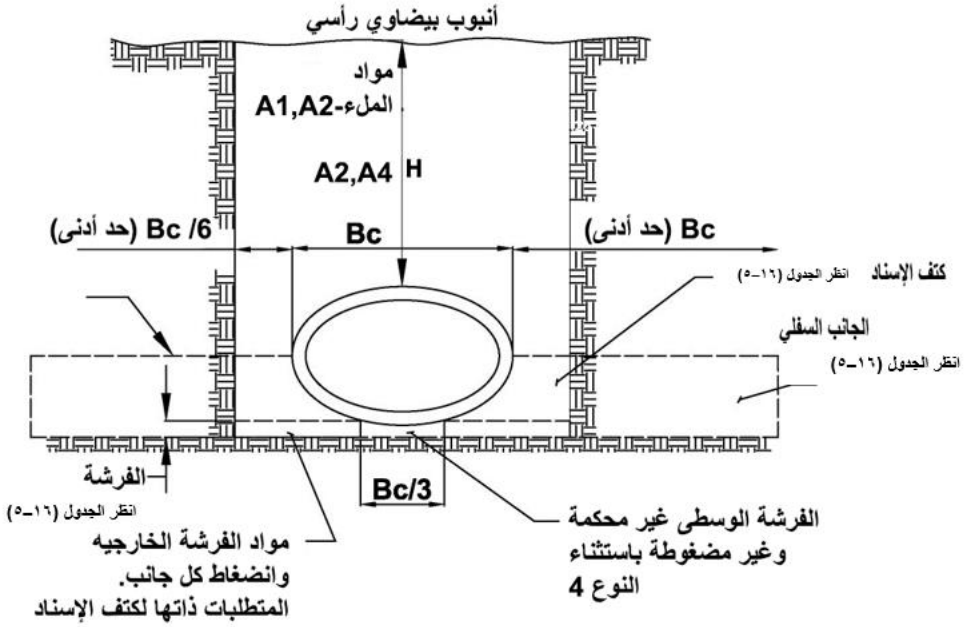
الشكل (١٦–١) أنبوب دائري قياسي لتركيب سد حجز.

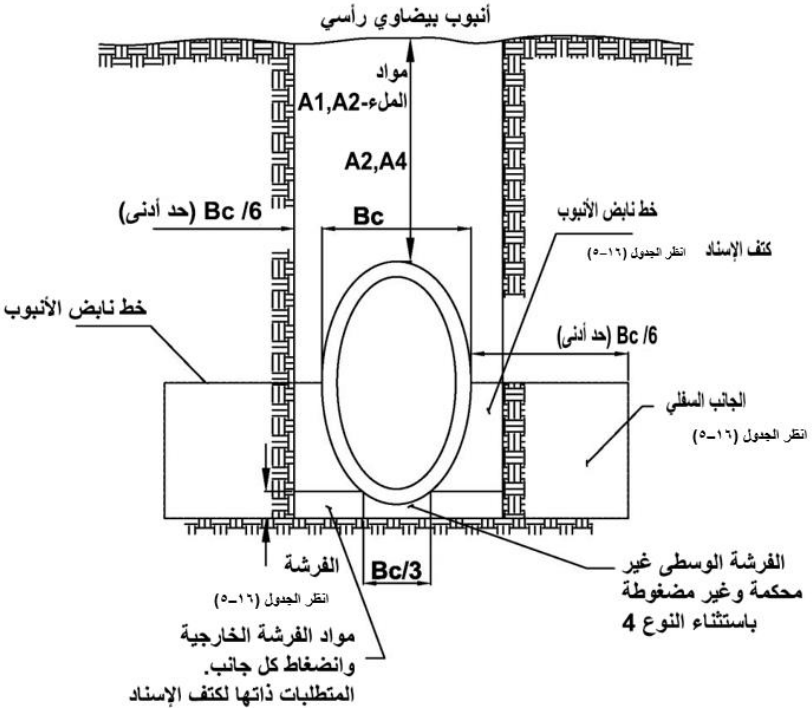


الشكل (١٦–٢) أنبوب دائري قياسي لتركيب الخنادق.



الشكل (١٦–٣) طبقة الفرش لسد الحجز؛ أشكال متنوعة.





الشكل (١٦–٤) طبقة الفرش للخندق؛ أشكال متنوعة.

الجدول (١٦–٤) تربة تركيب سد الحجز القياسية ومتطلبات الحد الأدنى للضغط.

نوع التركيب	سُمك طبقة الفرش	كتف الإسناد وطبقة الفرش الخارجي	الجانب السفلي
النوع ١	بالنسبة لأساس التربة، (Bc/24) كحد أدنى، لا تقل عن (٠,٠٨ م) لأساس الصخور، استخدم (Bc/ 12 م) كحد أدنى، ولا تقل عن (٠,١٥ م).	٩٥٪ (A1، أو A3، أو SW)	٩٠٪ (A1، أو A3، أو SW)، أو ٩٥٪ (A2، أو A4، أو ML)، أو ١٠٠٪ (A5، أو A6، أو CL)
تتوفر التركيبات من النوع ٢ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.	بالنسبة لأساس التربة، (Bc/24) كحد أدنى، لا تقل عن (٠,٠٨ م) لأساس الصخور، استخدم (Bc/12) كحد أدنى، ولا تقل عن (٠,١٥ م).	٩٠٪ (A1، أو A3، أو SW)، أو ٩٥٪ (A2، أو A4، أو ML)	٨٥٪ (A1، أو A3، أو SW)، أو ٩٠٪ (A2، أو A4، أو ML)، أو ٩٥٪ (A5، أو A6، أو CL)
تتوفر التركيبات من النوع ٣ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.	بالنسبة لأساس التربة، (Bc/24)كحد أدنى، لا تقل عن(٠,٠٨ م) لأساس الصخور، استخدم (Bc/12)كحد أدنى، ولا تقل عن (٠,١٥ م).	٨٥٪ (A1، أو A3، أو SW)، أو ٩٠٪ (A2، أو A4، أو ML)، أو ٩٥٪ (A5، أو A6، أو CL)	٨٥٪ (A1، أو A3، أو SW)، أو ٩٠٪ (A2، أو A4، أو ML)، أو ٩٥٪ (A5، أو A6، أو CL)
النوع ٤	لتأسيس التربة، لا حاجة للتأسيس الصخري. بالنسبة للأساس الصخري، استخدم (Bc/12) كحد أدنى، على ألا يقل عن (٠,١٥ م).	لا داع للضغط، إلا إذا كان (A5 أو A6 أو CL، استخدم ٨٥٪ (A5 أو A6 أو CL)	لا داعي للضغط، إلا إذا كان (A5، أو A6، أو CL، استخدم ٨٥٪ (A5، أو A6، أو CL)

تُطبَّق التفسيرات الآتية إلى الجدول (١٦-٤):

- يجب أن تؤخذ رموز الضغط والتربة، أي "٩٥٪ (SW أو (A1، A3))"، للإشارة إلى مادة التربة (SW)، أو (A1، A3) مع حد أدنى قياسي للضغط بنسبة ٩٥٪، يجب أن تكون قيم بروكتور المعدلة المكافئة على النحو الوارد في الجدول (١٦-٦).
- يجب ضغط التربة الموجودة في طبقة الفرش الخارجي، والجزء السفلي، والمناطق الجانبية السفلية، باستثناء داخل Bc/3 من خط نابض الأنبوب، إلى نفس الضغط على الأقل مثل غالبية التربة في مناطق الردم العلوي.
- يجب أن يكون الحد الأدنى لعرض الخندق الفرعي للتركيب من النوع ١ إلى النوع ٣ هو (0.6 + Bc متر)، أو(١,٣٣ Bc)، أيهما أكبر أو أوسع إذا لزم الأمر؛ لتوفير مساحة كافية لتحقيق الضغط المحدد في مناطق كتف الاستناد وطبقة الفرش.
- أما الخنادق الفرعية ذات الجدران من التربة الطبيعية، يجب أن يكون أي جزء من المنطقة الجانبية السفلية في الجدار السفلي ثابتًا على الأقل، مثل التربة المكافئة الموضوعة لمتطلبات الضغط المحددة للمنطقة الجانبية السفلية، وثابتة مثل غالبية التربة في منطقة فرط الملء، أو يجب إزالتها واستبدالها بتربة مضغوطة إلى المستوى المحدد.

تتوفر فقط التركيبات من النوع ٢ و٣ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.

سُمك طبقة الفرش المطلوب هو سُمك طبقة الفرش بعد وضع الأنبوب على طبقة الفرش وقبل وضع الردم.

الجدول (١٦–٥) تربة تركيب الخندق القياسية ومتطلبات الحد الأدنى للضغط.

نوع التركيب	سُمك طبقة الفرش	كتف الإسناد وطبقة الفرش الخارجي	الجانب السفلي
النوع الأول	بالنسبة لأساس التربة، Bc/24 كحد أدنى، لا تقل عن ٠,٠٨ م لأساس الصخور، استخدم Bc/12 كحد أدنى، ولا تقل عن ٠,١٥ م	٩٥٪ (A1أو A3 أو SW)	٩٠٪ (A1أو A3 أو SW) أو ٩٥٪ (A2 أو A4 أو ML) أو ١٠٠٪ (A5 أو A6 أو CL، أو تربة طبيعية متساوية الصلابة
تتوفر التركيبات من النوع ٢ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.	بالنسبة لأساس التربة، Bc/24 كحد أدنى، لا تقل عن ٠,٠٨ م لأساس الصخور، استخدم Bc/12 كحد أدنى، ولا تقل عن ٠,١٥ م	٩٠٪ (A1أو A3 أو SW) أو ٩٥٪ (A2 أو A4 أو ML)	٨٥٪ (A1 أو A3 أو SW) أو ٩٠٪ (A2 أو A4 أو ML)، ٩٥٪ (A٥ أو A6 أو CL، أو تربة طبيعية متساوية الصلابة
تتوفر التركيبات من النوع ٣ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.	بالنسبة لأساس التربة، Bc/24 كحد أدنى، لا تقل عن ٠,٠٨ م لأساس الصخور، استخدم Bc/12 كحد أدنى، ولا تقل عن ٠,١٥ م	٨٥٪ (A1أو A3 أو SW) أو ٩٠٪ (A2 أو A4 أو ML) أو ٩٥٪ (A5 أو A6 أو CL)	٨٥٪ (A1 أو A3 أو SW) أو ٩٠٪ (A2 أو A4 أو ML) أو ٩٥٪ (A5 أو A6 أو CL، أو تربة طبيعية متساوية الصلابة
النوع ٤	لتأسيس التربة، لا حاجة للتأسيس الصخري. بالنسبة للأساس الصخري، استخدم Bc/12 كحد أدنى، على ألا يقل عن ٠,١٥ م.	لا داع للضغط، إلا إذا كان (A5 أو A6 أو CL، استخدم ٨٥٪ (A5 أو A6 أو CL)	٨٥٪ (A1 أو A3 أو SW) أو ٩٠٪ (A2 أو A4 أو ML)، أو ٩٥٪ (A٥ أو A6 أو CL، أو تربة طبيعية متساوية الصلابة

تُطبَّق التفسيرات الآتية إلى الجدول (١٦-٤):

- يجب أن تؤخذ رموز الضغط والتربة، أي "٩٥٪ (SW أو (A3 ،A1))" للإشارة إلى مادة التربة (SW أو (A3 ،A1)) مع حد أدنى قياسي للضغط بنسبة ٩٥٪. يجب أن تكون قيم بروكتور المعدلة المكافئة على النحو الوارد في الجدول (١٦-٦).
- يجب ألا يقل الارتفاع العلوي للخندق عن (0.1H) تحت درجة الإنهاء، أما الطرق، فيجب ألا يقل ارتفاع قمة الخندق عن (٣٠٠ ملم) تحت قاع مادة أساس الرصف.
- يجب ضغط التربة في مناطق طبقة الفرش وكتف الإسناد إلى نفس الضغط على الأقل وفقًا للمحدد لغالبية التربة في منطقة الردم.
- يجب أن يكون الحد الأدنى لعرض الخندق للتركيب من النوع ١ إلى النوع ٣ هو (0.6 + Bc متر)، أو (١,٣٣ Bc)، أيهما أكبر أو أوسع إذا لزم الأمر؛ لتوفير مساحة كافية لتحقيق الضغط المحدد في مناطق كتف الإسناد وطبقة الفرش.
- أما جدران الخندق التي تقع في حدود عشر درجات من الرأسي، لا يلزم مراعاة ضغط أو صلابة التربة في جدران الخندق والمنطقة السفلية الجانبية.
- أما جدران الخنادق التي يزيد ميلها عن عشر درجات التي تتكون من جسر، يجب ضغط الجانب السفلي على الأقل بنفس الضغط كما هو محدد للتربة في منطقة الردم.
- تتوفر فقط التركيبات من النوع ٢ و٣ للأنابيب البيضاوية الأفقية، والأنابيب البيضاوية الرأسية، والأنابيب المقوسة.
- سُمك طبقة الفرش المطلوب هو سُمك طبقة الفرش بعد وضع الأنبوب على طبقة الفرش وقبل وضع الردم.
- يجب أخذ تصنيفات التربة (AASHTO M145)، و(ASTM D2487) المكافئة لأنواع التربة العامة في التركيبات القياسية من الجدول (١٦-٦).

الجدول (١٦–٦) تصنيفات تربة (AASHTO) الخاصة بتسميات تربة (SIDD).

تربة SIDD[1]	أنواع التربة التمثيلية		نسبة الضغط
	USCS	AASHTO	تعديل بروكتور
الرمل الحصوي	رملي حصوي ذو تركيبة جيدة (SW). رملي حصوي ذو تركيبة سيئة (SP). طمي حصوي ذو تركيبة جيدة (GW). طمي حصوي ذو تركيبة سيئة (GP).	A1, A3	٩٥
			٩٠
			٨٥
			٨٠
			٧٥
			٥٩
الطمي الرملي	الطمي الرملي (GM)، الرمل الطميي ((SM، الطمي (ML) أيضًا حصوي رملي (GC)، حصوي طميي (SC) مع مرور أكثر من ٢٠ % من غربال رقم ٢٠٠	A2 أو A4 أو الطمي (ML)	٩٥
			٩٠
			٨٥
			٨٠
			٧٥
			٤٦
الطمي الرملي الصلب	حصوي طميي ذو تركيبة جيدة (GL)، طمي رملي بتركيبة عالية الرطوبة (MH)، حصوي طميي (GC)، حصوي رملي (SC)	A5 أو A6 أو الطمي (CL)	٩٠
			٨٥
			٨٠
			٧٥
			٧٠
			٤٠
	صخر رملي (CH) غير مسموح بكتف الإسناد أو طبقة الفرش	A7	٩٠
			٨٥
			٨٠
			٤٠

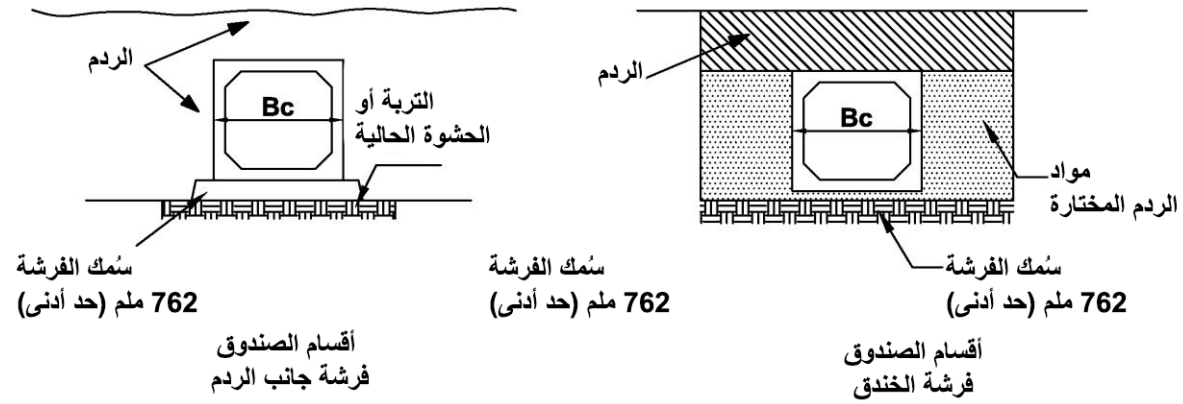
ملاحظة:

١. التثبيت القياسي للتربة ذات التصميم المباشر.

١٦-٤-٢-٣-٣ أجزاء صندوق من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب:

ما لم يُسمح بخلاف ذلك في هذا المستند، يجب أن توفر طبقة الفرش لنوع التركيب المحدد المطابق للشكل (١٦-٥)، ما لم يرَ المهندس أن التربة الطبيعية توفر تأسيسًا صخريًا مناسبًا.

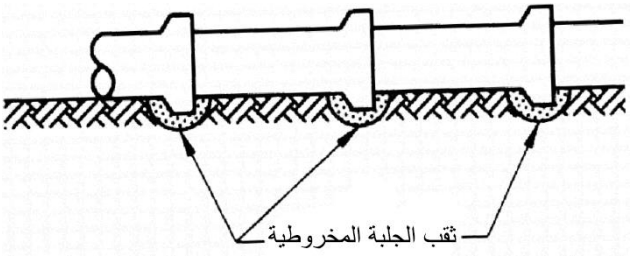
يجب أن تكون مواد طبقة الفرش من المواد الحبيبية التي تمر بمنخل (٩,٥ ملم)، ولا يمر أكثر من ١٠٪ منها بمنخل رقم ٢٠٠ (٧٥ ميكرومتر)، يجب أن تكون مواد الردم منتقاة، وخالية من المواد العضوية، والشظايا الصخرية أكبر من (٧٥ ملم) في الأبعاد الأكبر والكتل المجمدة، ويجب أن تحتوي على محتوى رطوبة داخل الوحدات المطلوبة للضغط.



الشكل (١٦–٥) متطلبات طبقة الفرش والردم.

١٦-٤-٢-٤ وضع أجزاء العبّارات:

ما لم يصرح المهندس بخلاف ذلك، يجب البدء في وضع أجزاء العبّارات على طبقة الفرش المحضرة عند المخرج، يجب توجيه طرف الجرس باتجاه المنبع، ونهاية الذيل أو اللسان متجهًا نحو اتجاه مجرى النهر، ويجب المضي قدمًا نحو نهاية المدخل مع الأجزاء المتاخمة متطابقة بطريقة صحيحة، ووفقًا للخطوط والدرجات المعمول بها. عند تركيب ماسورة مع جلب مخروطية، يجب حفر ثقوب الجلبة المخروطية في طبقة الفرش بحيث يدعم طول ماسورة الأنبوب بالكامل بواسطة طبقة الفرش عند تركيبها تركيبًا صحيحًا كما هو موضح في الشكل (١٦-٦). يجب توفير التسهيلات المناسبة لرفع وخفض مقاطع العبارة في الخندق دون الإخلال بطبقة الفرش المجهز وجوانب الخندق، يجب تنظيف أطراف المقطع بعناية قبل توصيل المقطع. يجب تركيب الجزء ومطابقته بحيث يشكل قناة ملساء وموحدة عند وضعه في طبقة الفرش، عند استخدام أنبوب بيضاوي مع تقوية دائرية أو أنبوب دائري مع تقوية بيضاوية، يجب وضع الأنبوب في الخندق بحيث لا يجب أن تكون العلامات "أعلى" أو "أسفل" أكثر من خمس درجات من المستوى الرأسي عبر المحور الطولي للأنبوب، يحظر إجراء تعديلات في الدرجة بممارسة القوة على العبارة بمعدات الحفر، أو برفع المجاري وإسقاطه. إذا لم يكن جزء العبارة المركب على الدرجة بعد التوصيل، فيجب أن يكون الجزء غير متصل تمامًا، ويجب أن تصحح الدرجة ويعاد الانضمام إلى الجزء.



الشكل (١٦–٦) حفر ثقوب الجلبة المخروطية للدعم الموحد.

يجب أن ترص التركيبات المتعددة للعبارات الخرسانية المسلحة مع خطوط مركزية للبراميل الفردية بالتوازي مع المسافات المبينة في مستندات العقد، تتطلب أجزاء الأنابيب، والصناديق المستخدمة في التركيبات المتوازية، محملًا جانبيًا موجبًا بين جوانب الأنبوب المجاور أو الأجزاء الصندوقية، يعد الردم الأرضي المضغوط، أو الردم الحبيبي، أو الترويب بين الوحدات وسائل لتوفير محمل إيجابي.

يجب حماية أطراف الوصلات، عند استخدام حشوات مطاطية، من الطين، أو الطمي، أو الحصى، أو أي مادة أخرى غير مرغوب فيها، ترص أجزاء المواسير المرفقة بحشوات، مع إزالتها، وتنظف، ويعاد تشحيمها، ويجب أن يعاد تركيب الحشوات التي تعرضت للتشويش أو الملوثة.

يجب تركيب الوصلات باستخدام إجراءات التثبيت الموص بها من قبل الشركة المصنعة للأنابيب، لا يجب القيام بالدفع، أو الضرب باليد، أو بالآلات. يجب حظر الجزء الأخير من تشغيل كل يوم لمنع الزحف.

يجب وضع حاجز أو سدادة من مادة مانعة للتسرب بالقرب من طرف السحب من القناة؛ لمنع الفجوات الأنبوبية. يجب أن يبلغ طول السد (٠,٦ متر)، ويحيط بالأنبوب كفاية؛ لتشكيل حاجز مانع.

يجب دعم نهايات الأنبوب أو قوس الأنبوب بقوة لمنع الحركة قبل وأثناء بناء الجدران الطرفية أو الرؤوس.

لا يجب ترك العبّارات ممتدة خارج الحدود الموضوعة إلا بموافقة المهندس.

١٦-٤-٢-٥ كتف الإسناد والجانب السفلي والردم أو الردم العلوي:

١٦-٤-٢-٥-١ مواسير خرسانية دائرية وقوسية وبيضاوية مسبقة الصب:

يجب أن تُركب مواد كتف الاستناد، والمواد الجانبية المنخفضة، ومواد الملء الزائد إلى الحدود الموضحة من الشكل (١٦-١) مرورًا بالشكل (١٦-٤).

١٦-٤-٢-٥-٢ أجزاء صندوق من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب:

يجب أن تركيب مواد الردم إلى الحدود الموضحة في الشكل (١٦-٥) لحالة سد الحجز أو الخندق.

١٦-٤-٢-٥-٣ وضع كتف الإسناد والجانب السفلي والردم أو الردم العلوي:

يجب أن توضع مادة الحشو في طبقات بسُمك أقصى لا يتجاوز (٢٠٠ ملم)، وتدك للحصول على الكثافة المطلوبة، يجب أن توضع مادة الحشو وتضغط بعناية تحت اكتاف إسناد العبّارات، ويجب أن ترفع بشكل متساوٍ، وفي نفس الوقت على جانبي العبارة. أما مناطق كتف الإسناد المنخفضة من التركيبات القياسية من النوع ١ و٢ و٣، فتوضع التربة التي تتطلب ٩٠٪ أو أكثر من كثافة بروكتور قياسية في طبقات بسمك أقصاه (٢٠٠ ملم)، وتُضغط؛ للحصول على الكثافة المطلوبة. يجب أن يظل عرض الخندق عند الحد الأدنى المطلوب لتركيب العبارة. يجب أن تُنفَّذ عملية البرك أو النفث فقط بإذن من المهندس.

يجب أن يوضع الردم في طبقات أفقية، ولا يجب صبه على الخرسانة قبل أقل من سبعة أيام، أو حتى تحقيق ٨٠٪ من قوة التصميم.

يوضح إعادة تعبئة معظم أشكال العبّارات فيما يلي:

أنابيب العبارات:

يجب أن توضع المواد وتُضغط في طبقات متوازنة بشكل متساوٍ على كل جانب من كل عبارة أنابيب.

تكون بإعادة الملء وفقًا لأحد الإجراءات التالية:

عبارات المواسير مع الردم المضغوط:

يجب أن توضع مواد الردم وتضغط على ارتفاع (٠,٣ متر) فوق قمة الأنبوب، إكمال ردم الخندق بحفر طريق مناسب أو استعارة غير مصنفة.

عبارات المواسير مع ردم خرساني خفيف:

يجب أن توضع الأنابيب وتُثبَّت لمنع الطفو والحركة.

يجب أن تخلط حشوة الخرسانة الخفيفة وتُوضع باستخدام خلاطة عجن، وأسطوانة دوارة، أو مزيجًا آخر معتمدًا للحصول على خليط متجانس.

يجب أن يكون الردم الخرساني الخفيف بطريقة متجانسة بحيث تمنع الفراغات أو الفصل في الردم.

عند الردم حول العبّارات والمنشآت الأخرى، تردم الخرسانة الخفيفة بطريقة لا تساعد على الطفو أو تغير الهيكل. يجب رفع الردم بالتساوي على جميع جوانب الهيكل.

عندما تردم الخرسانة الخالية من الدهن عند درجة حرارة جوية تبلغ درجة واحدة مئوية (١ درجة مئوية) أو أقل، يجب أن تنقضي أربع ساعات على الأقل قبل الردم فوق ردم خرساني خفيف.

يجب أن يُحدد مستوى الردم الخرساني حول العبّارات من قبل المهندس وفقًا لطبيعة التربة التي ستوضع العبّارات فيها.

عبارات مقوسة بحوائط احتجاز:

تكون بإعادة الملء وفقًا لأحد الإجراءات التالية:

قبل وضع حوائط الاحتجاز:

يجب وضع مواد الردم الأولى وضغطها في منتصف المسافة بين نهايات القوس.

يجب وضع مواد الردم وضغطها في طبقات على جانبي القوس لتشكيل منحدر ضيق قدر الإمكان.

بناء المنحدر بالتساوي على كلا الجانبين حتى يصل إلى قمة القوس.

يجب وضع ما تبقى من مواد الردم من أعلى المنحدر للعمل في كلا الاتجاهين حتى الأطراف.

يجب ضغط مواد الردم بالتساوي في طبقات على جانبي القوس.

بعد وضع حوائط الاحتجاز:

يجب وضع مادة الردم الأولى وضغطها بجوار حائط احتجاز واحد.

يجب وضع مواد الردم وضغطها بالتساوي في طبقات على جانبي القوس المجاور للحائط الاحتجازي حتى تصل إلى قمة القوس.

يجب وضع ما تبقى من مادة الردم من أعلى القوس للعمل باتجاه الحائط الاحتجازي الآخر.

ضغط مواد الردم بالتساوي في طبقات على جانبي القوس.

١٦-٤-٢-٥-٤ تغطية العبارة أثناء البناء:

إذا كان مرور معدات الإنشاء فوق العبارة المركب ضروريًا أثناء إنشاء المشروع، فيجب إنشاء ردم علوي مضغوط على شكل منحدر على ارتفاع لا يقل عن (٠,٩ متر) فوق قمة العبارة، أو إلى ارتفاع بحيث لا تتجاوز أحمال المعدات على العبارة قوة تصميم العبارة، في تركيب سد الحجز، يجب أن يمتد فرط الردم على الأقل بعرض قطر عبارة واحد أو (٠,٩ متر)، أيهما أكبر، إلى ما وراء كل جانب من جانبي العبارة؛ لمنع الإزاحة الجانبية المحتملة للعبارة. إذا كان يجب عبور حجم كبير من حركة الإنشاء عبر عبارة مركب، فيجب تغيير نقطة العبور من حين لآخر؛ لتقليل إمكانية الإزاحة الجانبية.

١٦-٥ التفتيش الميداني:

١٦-٥-١ عام:

يجب إجراء فحوصات داخلية على جميع تركيبات الأنابيب الصلبة المدفونة؛ لتقييم المشكلات التي ستؤثر على الأداء على المدى الطويل، مثل؛ التشققات، وجودة الوصلات، والمحاذاة. يجب إجراء عمليات التفتيش في موعد لا يجب ٣٠ يومًا بعد الانتهاء من التركيب والتعبئة النهائية.

١٦-٥-٢ عدم المحاذاة:

يجب أخذ عدم المحاذاة للإشارة إلى وجود مشاكل في التربة الداعمة، أو التحكم في الدرجة من قبل المقاول، يجب التحقق من المحاذاة الرأسية والأفقية لبراميل العبّارات بالرؤية على طول التاج، والعكس، وجوانب العبارة، والتحقق من الحركة التفاضلية أو الاستقرار في الوصلات بين أجزاء الأنابيب. يجب أن تفحص المحاذاة الرأسية للارتخاء والخطأ والارتفاع المعكوس. يجب على المفتش أن يأخذ في الاعتبار الأنابيب المرصوصة بزاوية التحدب أو تغيير الدرجة. يجب فحص المحاذاة الأفقية للاستقامة أو الانحناء السلس.

١٦-٥-٣ عيوب الفواصل:

يجب الكشف عن فواصل التسرب أثناء التدفقات المنخفضة بالملاحظة المرئية للفواصل، والتحقق حول نهايات العبارة بحثًا عن دليل على الأنابيب، وإذا لزم الأمر في العقد بطرق الاختبار الخاصة المستخدمة عادة لأنابيب مجاري المياه.

يجب ملاحظة الحركة التفاضلية، والشقوق، والتشظي، ووضع الحشوة بطريقة غير صحيحة، وحركة أو تسوية أجزاء الأنابيب، والتسرب، في تقرير الفحص. تشققات الفواصل الشديدة تتشابه في أهميتها مع الفواصل المنفصلة.

يجب أن تعد فواصل الفواصل التي تزيد عن الحد الأقصى للشركة المصنعة للمواسير مهمة؛ لأنه يسرع من التلف الناتج عن التسرب الخارجي والداخلي، مما يؤدي إلى تآكل مادة الردم.

تشير أدلة أي ارتحال للتربة بالاتصال إلى الحاجة إلى إجراء مزيد من البحث لتحديد المصدر، وإذا كان هناك حاجة للإصلاح أو الاستبدال.

١٦-٥-٤ الشقوق الطولية:

تشير الشقوق الطولية في التاج أو الانعكاس إلى أن الفولاذ قد قبل جزءًا من الحمل، تعد الشقوق التي يبلغ عرضها (٠,٢٥ ملم) أو أقل من ذلك طفيفة وتحتاج فقط إلى الإشارة إليها في تقرير الفحص.

يجب أيضًا ملاحظة علامات التشوه الأخرى، مثل الحركة التفاضلية، أو ظهور الملح، أو التصدع، أو بقع الصدأ. عندما تكون الشقوق أعرض من (٠,٢٥ ملم)، يجب أن تؤخذ قياسات عرض، وطول، ومواقع الشقوق، وقطر الماسورة، أفقياً ورأسياً. يجب أن يجري المقاول تقييمًا ويقدمه للمهندس للمراجعة والموافقة مع مراعاة السلامة الهيكلية، والظروف البيئية، ومدة الخدمة التصميمية للعبارة.

يجب أن تُسد الشقوق التي يساوي عرضها أو يزيد عن (٠,٢٥ ملم)، التي حددت بأنها ضارة بالطريقة المعتمدة من قبل المهندس، يجب إعادة أو استبدال المواسير التي يزيد عرضها عن (٢,٥ ملم)، التي يحددها المهندس بأنها خارجة عن الإصلاح الإنشائي المرضي. يجب إصلاح أو استبدال الأنابيب التي أُزيحت عبر الشق.

سجلات التفتيش للأنابيب التي يزيد عرض الشقوق فيها. (٠,٢٥ ملم)، يجب حفظها في الملف لمراقبة الظروف أثناء عمليات التفتيش اللاحقة. يجب أن تؤخذ قياسات الكراك والصور الفوتوغرافية لمراقبة الظروف أثناء عمليات التفتيش اللاحقة.

١٦-٥-٥ الشقوق العرضية:

عند ملاحظة الشقوق المستعرضة، يجب مراقبتها وفقًا للموضح في الجزء الفرعي (١٦-٥-٤).

١٦-٥-٦ التشظي:

يجب الكشف عن التشظي بالفحص البصري للخرسانة على طول حواف الشقوق. يجب أن ُنفذ النقر عبر المطرقة على امتداد الشقوق للتأكد من المناطق التي تعرضت للكسر، ولكنها لم تخضع للفصل بشكلٍ واضح، سيصدر عن هذه المناطق صوتًا أجوفًا ومفرغًا عند النقر عليها. يشار إلى هذه المناطق على أنها مناطق إزالة التصفيح أو الكسور الأولية. يجب إصلاح الأنابيب التي تواجه هذا النوع من المشاكل أو استبدالها.

١٦-٥-٧ البلاطات:

يجب أن يصلح أو يستبدل أي أنبوب يتعرض للانحناء.

١٦-٥-٨ الإنزال بالوصلات الطرفية:

تحدث حالات الإنزال بالوصلات الطرفية بسبب تآكل المواد الداعمة لوصلات الأنابيب في نهاية مصرف المسيل المغلق للمجرى المائي، يجب أن يعاد ضبط الوصلات النهائية.

١٦-٥-٩ المتابعة:

في حالة إجراء أي إصلاحات أو إجراءات تصحيحية على الأنبوب،يجب أن يُجرى فحص متابعة باتباع نفس الإرشادات الموضحة في الجزء (١٦-٦) بين سنة واحدة وسنتين.

١٦-٦ تغطية السطح بطبقة طلاء نهائية:

يجب إصلاح العيوب التي تشير إلى التناسب، والخلط، والقولبة غير المطابقة للمواصفات، أو عيوب السطح التي تشير إلى شكل خلية نحل أو نسيج مفتوح قد يؤثر سلبًا على وظيفة الأنبوب، أو استبدال الأنبوب.

١٦-٧ إزالة القنوات واستبدالها:

إذا وضِّحَ هذا في المخططات أو في الأماكن التي حددها المهندس يجب أن تزال القنوات الموجودة ويعاد تركيبها وفقًا لهذا المجلد. يجب أن يُستبدل أي مجرى تالف من عمليات المقاول على نفقة المقاول، في حالة الأنابيب الخرسانية، يجب أن تُنظَّف فواصل الأنابيب قبل إعادة وضعها بحيث تكون خالية من جميع المواد اللاصقة، بما في ذلك المونة القديمة المثبتة كطوق أو مانع للتسرب في الإنشاء الأصلي.

يجب أن تصبح جميع وصلات المجرى المائي التي أزيلت ولم يعاد وضعها ملكًا للمقاول.

١٦-٨ قبول الأعمال:

تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل، يجب أن يُطبق المقاول ضبط الجودة لأعمال المجاري الخرسانية بتنفيذ الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

١٦-٨-١ ضبط الجودة:

مراقبة أعمال ومواد المجاري الخرسانية وفحصها؛ للتأكد من أن العمل مطابق لمتطلبات المواد المذكورة في الجزء (١٦-٣) ومراجعة جميع الرسومات التنفيذية، والتأكد من احتوائها على جميع المعلومات المفصلة قبل البدء في أعمال الإنشاء، فحص جميع المواد المستخدمة في الإنشاء ومراقبتها وفقًا لمتطلبات الجودة المذكورة في الجزء (١٦-٣)، والجدول (١٦-٩) لكل عنصر من عناصر العمل بما في ذلك مواد القاعدة، وطبقة الفرش، والردم الجانبي لجسم الطريق، والمواد المانعة للتسرب.

ومن أجل قبول العمل، تفحص إجراءات أعمال الإنشاء؛ للتأكد من أنها تتوافق مع متطلبات التجميع والتركيب المذكورة في الجزء الفرعي (١٦-٤-١)، والجزء الفرعي (١٦-٤-٢)، يُفحص الموقع؛ للتأكد من نظافة العمل، وعدم وجود أي أضرار، وحوادث وشقوق في الفواصل الطولية والعرضية، ومشاكل وتسويات في الجزء العرضي، وفقًا للجزء (١٦-٥). فحص تشطيب الأسطح أيضًا؛ لضمان مطابقتها لمتطلبات الجزء (١٦-٦).

١٦-٨-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة في أي وقت التأكد من جودة العمل المطابق للمواصفات المطلوبة بتنفيذ، أو مطالبة الآخرين بالقيام تحت إشرافها بالاختبارات التي تضمن جودة جميع الأعمال المنفذة وفقًا لمتطلبات هذا العمل.

١٦-٩ القياس والدفع:

١٦-٩-١ القياس:

يجب أن تقاس قنوات المياه المبيتة تحت الأرض المركبة في مكانها والمنفذة والمقبولة بالأمتار الطولية. يجب أن يُحسب عدد الأمتار بمتوسط أطوال خط الوسط العلوي والسفلي للمواسير ووصلات الصناديق الخرسانية.

١٦-٩-٢ الدفع:

يُقدر الطول المحدد على النحو الوارد في هذه الوثيقة على أساس أسعار وحدة العقد للمتر الطولي للعطاءات ذات الأحجام والأشكال المتعددة، حسبما يقتضي الحال، حيث يجب أن تشكل الأسعار والمدفوعات تعويضًا كاملاً عن تأثيث المجاري، وجميع المواد، والعمالة، والمعدات، والأدوات، والمتفرقات اللازمة لإكمال هذا العنصر، ومناولتها، وتركيبها. تتضمن هذه الأسعار والمدفوعات أيضًا مواد الفرش، والردم، والحوائط الاحتجازية والطرفية للخرسانة المسلحة، وأي أساسات لازمة.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (١٦-٧)، وتُوضح متطلبات ضبط الجودة للقناطر الخرسانية في الجدول (١٦-٨).

الجدول (١٦–٧) بنود الدفع الخاصة بالقنوات الخرسانية.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٨-١	القنوات الخرسانية	المتر الطولي

الجدول (١٦–٨) متطلبات ضمان الجودة للقنوات الخرسانية.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
عدم المحاذاة	ضبط جميع المحاذاة الرأسية والأفقية للقناة والحركة أو التسوية الفارقة	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	الجزء الفرعي (١٦-٦-٢)
عيوب الفواصل	تسريب الوصلات	الملاحظة البصرية	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	--------	الجزء الفرعي (١٦-٦-٣)
الشقوق الطولية والعرضية	شقوق أقل أو أعرض من ٠,٢٥ ملم	المسح والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	كل	الجزء الفرعي (١٦-٦-٤) و(١٦-٦-٥)
التشقق	المناطق التي تعرضت للكسر، ولكن لم تُفصل تفصيلاً واضحًا	الفحص البصري والنقر باستخدام المطرقة	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	كل	الجزء الفرعي (١٦-٦-٦)
البلاطات	قص الأنابيب وتقطيعها إلى ألواح	الفحص البصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي		الجزء الفرعي (١٦-٦-٧)
الإنزال بالوصلات الطرفية	يحدث بسبب تآكل المواد الداعمة لوصلات الأنابيب في نهاية مصرف المسيل المغلق للمجرى المائي.	الفحص البصري والقياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	كل	الجزء الفرعي (١٦-٦-٨)

الجدول (١٦–٩) مواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe	المواصفة القياسية للقنوات الخرسانية المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي	M170	C76	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Reinforced Concrete D-Load Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe	المواصفات القياسية للمجاري السفلية الخرسانية المسلحة على شكل حرف D، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي	M242	C655	كما هو محدد.
Standard Specification for Reinforced Concrete Arch Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe	المواصفات القياسية لمجاري الخرسانة المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي	M206	C506	كما هو محدد.
Standard Specification for Reinforced Concrete Elliptical Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe	المواصفات القياسية للقناة الإهليجية للخرسانة المسلحة، ومصارف مياه الأمطار، وأنابيب الصرف الصحي	M207	C507	كما هو محدد.
Standard Specification for Joints for Concrete Pipe, Manholes, and Precast Box sections Using Preformed Flexible Joint Sealants	المواصفة القياسية لوصلات الأنابيب الخرسانية، وفتحات الدخول، ومقاطع الصناديق مسبقة صب باستخدام أدوات منع التسرب المرنة مسبقة التشكيل	M198	C990	كما هو محدد.
Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Hypochlorite Bleach Manufacture	المواصفة القياسية للجير الحي والجير المطفأ لصناعة مبيض الهايبوكلوريت	M315	C433	كما هو محدد.
Standard Specification for Precast Reinforced Concrete Monolithic Box sections for Culverts, Storm Drains, and Sewers	المواصفة القياسية لمقاطع الصناديق المتجانسة من الخرسانة المسلحة مسبقة الصنع للمجاري السفلية، ومصارف مياه الأمطار، والمجاري	M273	C1433	كما هو محدد.

١٧- العبارات المعدنية (عبارات الحديد)

١٧-١ عام:

١٧-١-١ الوصف:

يجب أن ينشأ هذا العمل من تأثيث الأنابيب المعدنية، والأنابيب الإنشائية المصنوعة من الأنابيب المعدنية، والألواح المعدنية، وأقواس الأنابيب، والقناطر، وهياكل الصناديق، وتصنيعها، وتأثيثها وفقًا لهذا القانون والتفاصيل الموضحة في وثائق العقد. الهياكل الإنشائية التي تدوم طويلاً على النحو المستخدم في هذه المواصفات هي صفيحة معدنية أفقية بيضاوية الشكل، وشكل الكمثرى المقلوبة وأشكال قوس نصف قطر متعددة، بالإضافة إلى قنوات ذات شكل خاص كما هو محدد في كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

١٧-٢ رسومات العمل:

كلما تحدد ذلك في وثائق العقد، يجب أن يقدم المقاول تعليمات التركيب أو رسومات العمل الخاصة بالشركة المصنعة، وإثبات الحسابات بتفاصيل كافية؛ للسماح بمراجعة إنشائية للتصميم الإنشائي، تيجب أن ُقدم رسومات العمل قبل الإنشاء للسماح بمراجعتها، واستعراضها، والموافقة عليها دون تأخير عن العمل.

يجب أن يُحظر أن يبدأ المقاول في إنشاء أي مجرى معدني يتطلب رسومات العمل الخاصة بها حتى يعتمد المهندس الرسومات، لن تعفي هذه الموافقة المقاول من المسؤولية عن النتائج التي حصل عليها باستخدام هذه الرسومات أو أي مسؤوليات تعاقدية أخرى.

١٧-٣ المواد

١٧-٣-١ أنابيب معدنية مموجة:

يجب أن تتطابق الأنابيب الحديد مع متطلبات (AASHTO M36 (ASTM A760/A760M)، ويجب أن تُصنع إما من صفائح الحديد المطلية بالزنك، أو من صفائح الحديد المطلية بالألومنيوم، إلا عندما يكون التصنيع من صفائح الحديد المطلية بالزنك مطلوبًا بموجب الأحكام الخاصة.

يجب أن تتطابق صفائح الحديد المطلية بالزنك مع متطلبات (.AASHTO M218) يُوضح نوع الأنبوب، ومسميات (AASHTO) المماثلة في الجدول (١٧-١).

الجدول (١٧–١) أنواع الأنابيب المعدنية المموجة.

نوع الأنبوب	تصنيف AASHTO
مستدير	النوع الأول
مستدير، أنبوب مبطن ناعم	النوع IA
مستدير، مضلع حلزوني	النوع IR
مقوس	النوع الثاني
مقوس، أنبوب مبطن ناعم	النوع IIA
مقوس، مضلع حلزوني	النوع IIR

يجب أن تُقدم الأنابيب المعدنية المموجة بجميع أنواعها بتموجات حلقية، أو تموجات حلزونية، أو أضلاع لولبية (تموجات) بارزة للخارج.

يجب أن تُقدم الأنابيب ذات التموجات الحلزونية الطرفية فقط عند الضرورة لربط الأنبوب الجديد بالأنبوب الموجود عن طريق تموجات طرفية حلزونية.

بالنسبة لأنابيب الحديد المجلفنة المطلية مسبقًا، يجب أن تُوفر سماكة طلاء بوليمر بحد أدنى لا يقل عن (٣٠٠ ميكرومتر) على كل جانب.

١٧-٣-٢ صفيحة إنشائية:

يجب أن تتوافق لوحات الحديد الإنشائية مع متطلبات ((AASHTO M167M/M167 (ASTM A761/A761M)).

١٧-٣-٣ الصواميل والبراغي:

يجب أن تتطابق الصواميل والبراغي اللازمة لأنابيب الألواح الإنشائية المصنوعة من الحديد، والأنابيب المقوسة، والإنشاءات الصندوقية مع متطلبات ((AASHTO M167M/M167 (ASTM A761/A761M)).

١٧-٣-٤ مزج المواد:

يجب ألا تخلط مواد الحديد في أي تركيب ما لم تفصل المواد أو تُحمَ بدرجة كافية؛ لتجنب التفاعلات الجلفانية.

١٧-٣-٥ التصنيع:

يجب أن تُوصل الألواح الموجودة في اللحامات الطولية والخطية بمسامير ذات طبقات متداخلة بحيث لا يجتمع أكثر من ثلاث ألواح في أي نقطة.

١٧-٣-٦ اللحام:

يجب أن يتطابق لحام الحديد إذا لزم الأمر مع كود لحام الجسور الحالي (.AASHTO/AWS D1.5M/D1.5)، تنفذ جميع أعمال اللحام لألواح الحديد بخلاف التركيبات قبل القيام بأعمال الجلفنة.

١٧-٣-٧ أعمال الطلاء الوقائي:

يجب حماية الأنابيب المعدنية وقنوات الألواح المعدنية الإنشائية بطبقة من البيتومين، أو يجب أن يكون الجزء المقلوب معبدًا بمادة بيتومينية إذا تطلب ذلك في وثائق العقد. يجب أن توضع طبقات الطلاء البيتومينية وفقًا لتعليمات (AASHTO M190)، نوع أ، خلافًا لما هو محدد في وثائق العقد. تُنفذ أعمال الرصف البيتوميني -إذا لزم الأمر- فوق الطلاءات البيتومينية على الجزء السفلي الداخلي من المواسير على النحو المذكور في (AASHTO M190)، نوع ج، ما لم يحدد خلاف ذلك في مستندات العقد. يجب أن يُطلى جزء من جميع الصواميل، والمسامير المستخدمة في تركيب أنابيب الألواح الإنشائية المطلية، والأقواس، وأقواس الأنابيب، وقنوات الصناديق البارزة خارج الأنبوب بعد التركيب. يُحظر طلاء أجزاء الصواميل والمسامير البارزة داخل الأنبوب.

يجب أن تتطابق الطلاءات البوليمرية وفقًا لما تتطلبه الطلاءات البوليمرية مع متطلبات (AASHTO M246 (ASTM .A742/A742M)، يجب أن توضع طبقة الطلاء البوليمري على الصفيحة المجلفنة قبل التمويج، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، يجب ألا تقل السماكة عن (٠,٢٥ ملم)، أي ثقوب، أو بثور، أو شقوق، أو نقص في الترابط، يكون بسبب الانتباذ. لا يُسمح بالطلاءات البوليمرية على الألواح الإنشائية.

١٧-٣-٨ مواد طبقة الفرش والردم:

١٧-٣-٨-١ عام:

هذا الفرش هو مادة أصلية سائبة، أو حبيبيات ذات حجم جسيمي بحد أقصى يجب أن يقل عن نصف عمق التموج، يكون ردم المجاري المعدنية من المواد الحبيبية كما هو محدد في وثائق العقد والمواصفات، ويجب أن تكون خالية من المواد العضوية والشظايا الصخرية أكبر من (٧٥ ملم) في الأبعاد الأكبر والبلوكات المجمدة، ويجب أن يكون محتوى الرطوبة فيها ضمن الحدود المطلوبة. يجب تلبي مواد الردم كحد أدنى متطلبات (AASHTO M145)، لـ A-2 ،-A، أو A-3.

١٧-٣-٨-٢ هياكل إنشائية على المدى الطويل:

يجب أن تلبي مواد الفرش والردم المتطلبات العامة للقسم الفرعي (١٧-٣-٨-١). يجب أن تلبي مواد الردم كحد أدنى متطلبات (AASHTO M145)، لـ A-2-5 ،A-1، أو A-3. يجب أن يلبي الحد الأدنى لمتطلبات الردم للمنشآت ذات الغطاء بمقدار (٣,٦ متر)، أو أكثر متطلبات (AASHTO M145)، لـ A-1 أو A-3.

١٧-٣-٨-٣ العبّارات الصندوقية:

يجب أن تلبي مواد الفرش والردم المتطلبات العامة للقسم الفرعي (١٧-٣-٨-١)، يجب أن تلبي مواد الردم كحد أدنى متطلبات (AASHTO M 145)، لـ A-2-5،A-1، أو A-3.

١٧-٣-٨-٤ ردم الخرسانة:

يجب إنشاء الردم الخرساني من الخرسانة الصغيرة بما يتوافق مع الأحكام الواردة في الباب (١١)، في المواقع التي يحدث فيها ردم للأنابيب بالخرسانة كما هو موضح في وثائق العقد، باستثناء أن الخرسانة الصغيرة يجب أن تحتوي ما لا يقل عن (٢٠٠ كجم) من الأسمنت لكل متر مكعب واحد من الخرسانة. تُحدد الخرسانة التي من المقرر استخدامها في وثائق العقد.

١٧-٤ التجميع:

١٧-٤-١ عام:

يجب أن يُركب الأنبوب المعدني المموج وأنبوب الألواح الإنشائية وفقًا لتعليمات الشركة المصنّعة. يجب أن تفريغ جميع الأنابيب والتعامل معها بعناية معقولة، يجب ألا تُدحرج الأنابيب أو الألواح ويجب ألا تُجرُ فوق الحصى أو الصخور، أو تصطدم بالصخور أو غيرها من الأشياء الصلبة أثناء وضعها في الخندق أو على طبقة الفرش.

يجب أن يوضع الأنبوب المعدني المموج في القاعدة بدايةً من نهاية المصب. يجب أن تُركب الأنابيب ذات اللحامات المحيطية بحيث تكون لفات الألواح المحيطية الداخلية متجهة نحو اتجاه مصب النهر.

يجب أن تُركب الأنابيب المطلية بالبيتومين، والأنابيب المطلية بالبوليمر، والأنابيب المقلوبة المغطاة بالخرسانة بطريقة مماثلة للأنابيب المعدنية المموجة، مع الحرص في المعالجة لتجنب تلف الطلاء، يجب أن ُيركب الأنبوب المغطى بالخرسانة بوضع الرصيف المقلوب وتوسيطه بالقاع.

يجب أن تُركب المجاري والأنابيب ذات الألواح المعدنية الإنشائية وتُجمع كما هو محدد في وثائق العقد، وتعليمات التركيب التفصيلية. يجب أن تُقدم نسخ من تعليمات التجميع الصادرة عن الشركة المصنّعة على النحو المحدد في الجزء (١٧-٢)، ويجب أن تكون اللحامات الطولية المثبتة بمسامير مثبتة جيدًا بألواح اللف الموازية لبعضها بعضًا. يجب أن يبلغ الحد الأدنى لعزم دوران البرغي المطبق على المسامير الحديد عالية المقاومة قطرها (١٩ ملم)، (M20)، (ASTM A449) اللازم لتركيب الصفيحة الإنشائية الحديد (٠,١٣٥ كيلو نيوتن متر) ويبلغ الحد الأقصى (٠,٤٠٧ كيلو نيوتن متر).

١٧-٤-٢ الفواصل:

يجب أن تفي الفواصل الخاصة بالقنوات المعدنية وأنبوب الصرف بمتطلبات الأداء المحددة في الأقسام الفرعية من (١٧-٤-٢-١) حتى (١٧-٤-٢-٤).

١٧-٤-٢-١ فواصل ذات أقطاب:

يجب أن تكون الفواصل ذات الأقطاب بهذا التصميم بحيث يشكل التوصيل المتتالي لوصلات الأنابيب خطًا متواصلاً خالٍ من المخالفات الملحوظة في خط التدفق. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تلبي الفواصل متطلبات الأداء العامة المذكورة في الأقسام الفرعية من (١٧-٤-٢-٢) حتى (١٧-٤-٢-٤).

١٧-٤-٢-٢ أنواع الفواصل:

تحدد وثيقة العقد إما الفواصل "القياسية"، أو "الخاصة"، بما يتناسب مع المتطلبات المطروحة.

١٧-٤-٢-٣ ظروف التربة:

تُحدد الفواصل الخاصة عند مواجهة ظروف التربة السيئة.

١٧-٤-٢-٤ خصائص الفواصل:

يجب أن تؤخذ الشروط اللازمة لخصائص الفواصل في الاعتبار على النحو المحدد في الجدول (١٧-٢)، يجب أن تُحدد قيم أنواع الأنابيب المختلفة بتحليل منطقي أو اختبار مناسب.

يجب أن تُراعى مشكلات التصميم الآتية عند تصميم أو اختيار فواصل الأنابيب:

- تشابك الفواصل: يجب أن يكون للفواصل القياسية التي لا تتوافق مع قوة العزم بدلاً من ذلك عرض جزء معدني أنبوبي متداخل بحد أدنى مع الأنابيب المتجاورة، يجب أن يظهر الحد الأدنى لعرض الجزء المعدني الأنبوبي في الجدول (١٧-٢). يجب أن يُستخدم أي مفصل يلبي متطلبات الوصلات الخاصة بدلاً من المفصل القياسي.
- وعورة التربة: يجب ألا يتجاوز حجم الفتحة (٢٥ ملم) بالإضافة لجميع الفئات، إذا تجاوز حجم الفتحة (٣ ملم)، يجب أن يبلغ طول القناة بحد أقصى ٤ أضعاف حجم الفتحة. أما التربة غير القابلة للتآكل أو القابلة للتآكل، فتكون نسبة حجم التربة (D85) إلى حجم الفتحة أكبر من (٠,٣) للرمل المتوسط إلى الناعم، أو (٠,٢) للرمل الموحد؛ ولا يجب استيفاء هذه النسب في الردم المتماسك حيث يتجاوز مؤشر اللدونة ١٢٪. وكبديل لذلك، فإن المفصل الذي يتحمل (١٤ كيلو باسكال) من الاختبارات الهيدروستاتيكية دون تسرب يجب أن يجعل التربة وعرة. تتسبب الفواصل التي لا تلب هذه المتطلبات محكمة الإغلاق في وعورة التربة بتغليفها بمادة تكسية أرضية مناسبة.
- إحكام المياه: يجب ألا يزد قطر نهايات المواسير المجاورة في أي مفصل عن (١٣ ملم)، أو أكثر من (٣٨ ملم)، في محيط الفواصل المانعة لتسرب الماء، يجب أن يُحدد مانع التسرب للمياه للفواصل من أي فئة عند الحاجة لتلبية المعايير الأخرى. يقاس معدل التسرب مع وجود الأنبوب في مكانه أو في منشأة اختبار معتمدة، يجب أن تتحقق التفاوتات المحددة عبر ضوابط إنتاج مناسبة أو عن طريق تحديد أطراف أنابيب متطابقة.

الجدول (١٧–٢) فئات فواصل الأنابيب.

خصائص الفواصل	ظروف التربة				المصرف السفلي
	غير قابل للتآكل		قابل للتآكل		
	نوع الفواصل		نوع الفواصل		
	قياسي	خاص	قياسي	خاص	
مقاومة القص	٢٪	٥٪	٢٪	٥٪	٢٪
المقاومة اللحظية	٥٪	١٥٪	٥٪	١٥٪	١٥٪
مقاومة الشد حتى قطر ١,٠٦٠ ملم	٠	22.2kN	-	22.2kN	22.2kN
مقاومة الشد (قطر ١٢٠٠-٢١٣٠ ملم)	-	44.5kN	-	44.5kN	44.5kN
تداخل الفواصل، كحد أدنى	٢٦٠ ملم	لا يوجد	٢٦٠ ملم	لا يوجد	لا يوجد
وعورة التربة	لا يوجد	لا يوجد	٠,٣ أو ٠,٢	٠,٣ أو ٠,٢	٠,٣ أو ٠,٢

١٧-٤-٣ تركيب هياكل إنشائية على المدى الطويل:

يجب أن تشد اللحامات الطولية عند تعليق الألواح، إن لم تُثبَّت عبر الكابلات أو الدعامات أو الردم. الحرص على محاذاة الألواح لضمان وجود لحامات مناسبة قبل شد البراغي. يجب أن يتوافق التباين في أبعاد الهيكل قبل الردم مع الأحكام الآتية:

- يجب ألا ينحرف الامتداد والارتفاع عن الأبعاد المحددة بأكثر من ٢٪ للأشكال البيضاوية الأفقية، التي تبلغ نسبتها من نصف القطر العلوي إلى الجانب بمقدار ثلاثة أو أقل.
- يجب ألا ينحرف الامتداد والارتفاع عن الأبعاد المحددة بأكثر من ١٪. للأشكال المقوسة، التي تبلغ نسبتها من نصف القطر العلوي إلى الجانب بمقدار يبلغ ثلاثة أو أقل.
- يجب ألا ينحرف الامتداد والارتفاع عن الأبعاد المحددة بأكثر من ٢٪ أو أكثر من (١٢٥ ملم) أيهما أقل، لجميع الإنشاءات الأخرى طويلة المدى.

عندما يتطلب التصميم الإنشائي ذلك؛ يجب أن تثبت ألواح التسليح على التاج المموج للوح الإنشائي قبل الردم، باستخدام التباعد بين البراغي التي لا تزد عن (٣٠٠ ملم)، يجب أن توضع أحرف أو أرقام تعريفية واضحة على كل ضلع؛ لتحديد موضعه الصحيح في الهيكل النهائي.

عند الحاجة للتحكم في شكل الإنشاء أثناء التركيب، يجب أن يحدث تباعد بين ألواح التسليح وإلصاقها بالألواح المموجة حسب تقدير الشركة المصنعة بموافقة المهندس.

١٧-٥ التركيب:

١٧-٥-١ عام:

لظروف الخندق؛ يجب أن ُيحفر الخندق حسب العرض والعمق والميل الموضح في وثائق العقد.

يسبق التحضير المناسب للأساسات، ووضع مادة الأساس -إذا لزم الأمر- ووضع مادة الفرش، يجب تركيب جميع أنابيب المجاري. يجب أن يشمل هذا العمل التسوية اللازمة لقاع الخندق الأصلي، أو الجزء العلوي من مادة الأساس، بالإضافة إلى وضع مادة الفرش المطلوبة ودمكها إلى ميل موحد بحيث يمكن دعم طول الأنبوب بالكامل على قاعدة موحدة، توضع مواد الردم وتُدمك حول الأنبوب بطريقة تلبي المتطلبات المحددة.

يجب أن تحتوي المواد المستخدمة لتحسين الأساسات، والفرش، وردم الإنشاءات تدرجات متدرجة متوافقة مع التربة المجاورة لتجنب النزوح. في حالة عدم إمكانية التحكم في تدرجات المواد بشكل صحيح، يجب فصل المواد المجاورة بتكسية أرضية مناسبة.

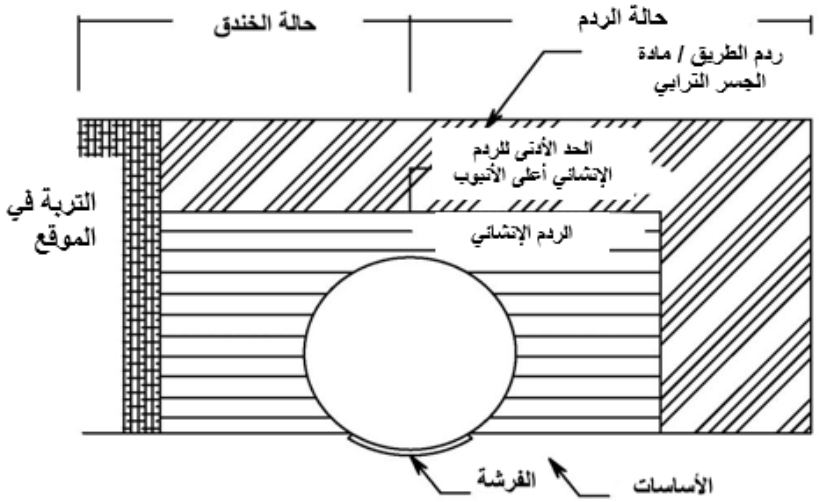
حماية الأنابيب بغطاء كافٍ قبل السماح لمعدات الإنشاء الثقيلة بالمرور فوقها أثناء الإنشاء.

يجب أن تكون جميع عمليات مد الأنابيب، وتوصيلها، وردمها، متوافقة مع أكثر المتطلبات التالية صرامة: تعليمات الشركة المصنعة أو وثائق العقد أو هذا المجلد.

١٧-٥-٢ الأساسات:

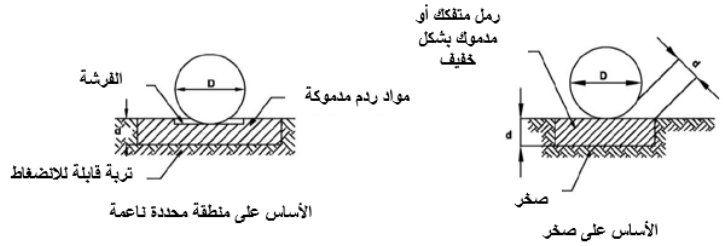
يجب أن يفحص الأساس الموجود أسفل الأنبوب، ويردم الإنشاء؛ للتأكد من كفاءته لدعم الأحمال. يجب أن يُوفَّر أساس بحيث لا يستقر ردم الإنشاء أكثر من الأنبوب لتجنب أحمال السحب على الأنبوب.

يجب أن يوفر الأساس دعمًا موحدًا لقلب الأنبوب، تُحفر الجلاميد، الصخور أو النقاط الصغيرة في الأساس لتصل إلى العمق المناسب، وتُردم بمواد مدمجة بشكلٍ كافٍ لتوفير دعامة موحدة على النحو الموضح في الشكل (١٧-١).



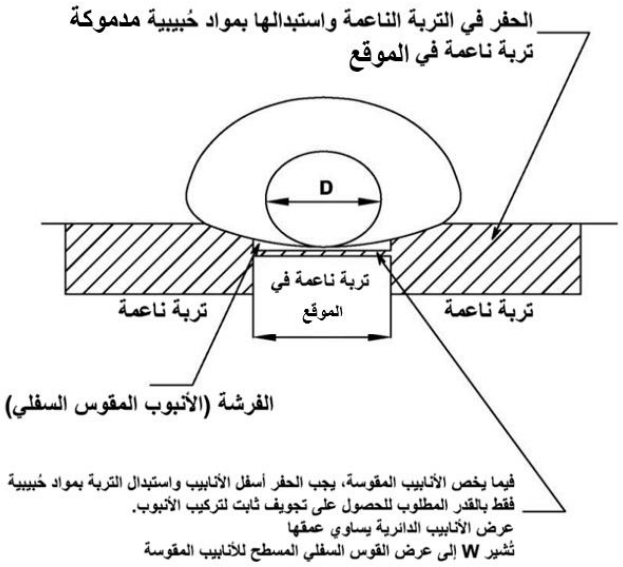
الشكل (١٧–١) تخصيص تركيبات الأنابيب.

عندما يرى المهندس أن الأساس الطبيعي غير كافٍ لدعم المواسير أو ردم الإنشاء، فإنه يجب حفره بعمق مناسب وإعادة ردمه بمواد مدمجة بشكل كافٍ للتحكم في الاستقرار كما هو موضح في الشكل (١٧-٢) والشكل (١٧-٣).



الشكل (١٧–٢) معالجة الأساس للصخور أو البقع الصغيرة المتمركزة

ملاحظة على الشكل (١٧-٢): العمق = ٤٠ ملم لكل متر من أنبوب التعبئة مع ٠,٦ متر كحد أقصى.



الشكل (١٧–٣) معالجة الأساس للتحكم في التسوية.

حينما ينعكس نصف القطر الكبير نسبيًا بجوار زوايا نصف القطر الصغيرة، أو جوانب الأجزاء على سبيل المثال؛ الأنابيب المقوسة، أو الأنابيب البيضاوية، أو الممرات السفلية، يجب أن يُصمم الأساس لدعم الضغوط نصف القطرية التي تطبقها أجزاء نصف قطرها أصغر من الأنبوب. يجب أن يُقدم دعم الأساس الرئيسي في المنطقة الممتدة قطريًا للخارج من مناطق نصف القطر الأصغر.

عندما يُتوقع أن يكون استقرار الأنبوب كبيرًا لدرجة أنه لن يُحافظ على التسوية المطلوبة أسفل أماكن الحشو المرتفعة، يجب أن يكون الأنبوب محدبًا لمنع حدوث الانحناء المفرط. يجب أن تُحدد نسبة تحدب السطح اعتمادًا على اعتبارات خط التدفق، والتدرج، وارتفاع الحشو، وخصائص الانضغاط لمادة الأساس، وعمق الطبقات غير القابلة للدمك.

١٧-٥-٣ طبقة الفرش:

عندما يرى المهندس أن التربة الطبيعية لا توفر طبقة مناسبة، تقدم طبقة فرش بسماكة لا تقل عن ضعف عمق التموج كحد أدنى.

يجب وضع الأنبوب المقوس، والأشكال الأفقية البيضاوية، والممرات السفلية التي تزيد مساحتها عن (٣,٦ متر) على قاعدة ذات شكل، يجب أن تتمركز المنطقة المصممة أسفل الأنبوب، وأن يبلغ الحد الأدنى للعرض نصف امتداد الأنبوب المقوس وأشكال الممر السفلي، وثلث امتداد الأشكال البيضاوية الأفقية. يتكون التشكيل المسبق من حرف "V" بسيط متدرج في التربة كما هو موضح في الشكل (١٧-٤).

W تُشير إلى المسافة 2 فيما يخص الأنابيب المقوسة والممر السفلي
W تُشير إلى المسافة 3 فيما يخص القطع الأفقي



الشكل (١٧–٤) الفرش المتشكل للأنبوب ذي التصميم المقوس والأنبوب ذي التصميم البيضاوي الأفقي وإنشاءات الممر السفلي.

١٧-٥-٤ أعمال الردم بالإنشاءات:

١٧-٥-٤-١ عام:

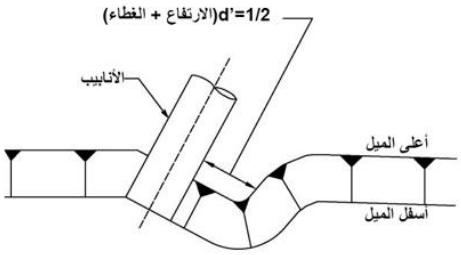
يجب القيام بأعمال الفحص والاختبار الكافي للتأكد من أن جودة التربة وجهد الدمك الذي تحقق يكون كما هو محدد.

يجب أن تلبي مواد الردم متطلبات الجزء الفرعي (١٧-٣-٨)، ويجب أن توضع على شكل طبقات لا تتجاوز سماكة الرفع السائب إلى ٩٠٪ كثافة قياسية كحد أدنى وفقًا لـ (AASHTO T99)، يجب أن يعتمد المهندس قبل الاستخدام المعدات المستخدمة لدمك الردم بعمق (٩٠٠ ملم) من جوانب الأنبوب، أو من حواف مساند الأقواس، والعبّارات الصندوقية، يجب أن تعد المعدات المستخدمة لدمك الردم خارج هذه الحدود باستثناء ما هو منصوص عليه للإنشاءات طويلة المدى مثل تلك المستخدمة لدمك الردم الجانبي لجسم الطريق.

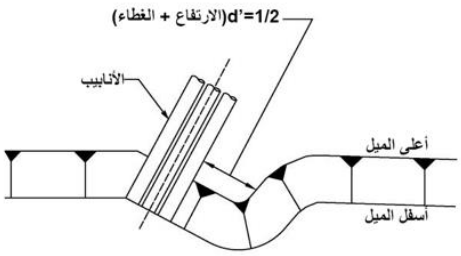
يجب أن تفرش طبقة الردم وتدمك بعناية أسفل حواف الأنبوب، ويجب أن ترفع بشكل متساوٍ على جانبي الأنبوب بإجراء عمليات الردم من جانب إلى آخر. يجب ألا يتجاوز فارق الردم من جانب إلى آخر (٦٠٠ ملم)، أو ثلث ارتفاع الإنشاء أيهما أقل. يجب أن تستمر أعمال الردم في موعد أقصاه (٣٠٠ ملم) فوق الجزء العلوي لطول الأنبوب بالكامل. يجب أن يكون هذا الحشو الذي يتعدى المستوى هو حشو للردم الجانبي لجسم الطريق، أو أي مواد أخرى على النحو المحدد لدعم الرصف. يجب أن يُحافظ على عرض الخندق عند الحد الأدنى المطلوب لوضع الأنابيب، وتسوية الفرش المناسب والحشو الجانبي، وظروف العمل الآمنة. يجب ألا يسمح بحفر البرك أو إحداث تآكل من الردم إلا بموجب ترخيص خطي يقدمه المهندس.

في حالة تركيب هياكل مفردة أو متعددة عند انحراف الردم الجانبي لجسم الطريق، يجب أن يُقدم الدعم المناسب للأنبوب. يتحقق الدعم بحائط احتجازي صلب من الخرسانة المسلحة، أو باعوجاج الردم الجانبي لجسم الطريق؛ حتى توفير الدعم الجانبي المتوازن الضروري. الشكل (٢٧-٥) يقدم تعليمات تتعلق بانحناء الردم الجانبي لجسم الطريق.

يجب أن تتطلب الأنابيب المقوسة، والهياكل الإنشائية ذات البحور الطويلة، والعبّارات الصندوقية، تحكمًا خاصًا بالشكل وفقًا لشروط الشركة المصنعة أثناء التسوية والدمك لأعمال الردم بالإنشاءات.



هيكل إنشائي مفرد



هياكل إنشائية متعددة

الشكل (١٧–٥) المعالجة النهائية للمجرى المرن المنحرف.

١٧-٥-٤-٢ هياكل ألواح إنشائية على المدى الطويل:

تتمثل إجراءات الإنشاء والمعدات المستخدمة في ردم الألواح الإنشائية على المدى الطويل بحيث يجب ألا يحدث تشوه مفرط في أعمال الإنشاء. يجب أن يخضع شكل الهيكل الإنشائي للفحص بانتظام أثناء أعمال الردم؛ للتحقق من اعتماد طرق الإنشاء المستخدمة. تُحدد الشركة المصنعة حجم التغييرات المسموح بها في الشكل (مصنع الهياكل الإنشائية على المدى الطويل)، يجب أن توفر الشركة المصنعة مراقبًا مؤهلاً للتحكم في الشكل لمساعدة المهندس أثناء فرش جميع أعمال الردم بالإنشاءات إلى أدنى حد لمستوى التغطية

فوق الهيكل الإنشائي. يجب أن يستشير مراقب ضبط الشكل مهندس الإنشاء بشأن اعتماد مواد الردم، ووسائلها، والمراقبة المناسبة للشكل. يجب أن توضع مواد الردم الإنشائية في طبقات أفقية موحدة لا تزد سماكة الرفع السائبة عن (٢٠٠ ملم)، ورفعها بشكل موحد على جانبي الهيكل الإنشائي. يجب أن تُدمك كل طبقة لكثافة لا تقل عن ٩٠٪ من الكثافة المعدلة وفقًا لمعيار (AASHTO T180)، يجب أن تفرش أعمال الردم بالإنشاءات لتصل إلى الخطوط والأميال كحد أدنى المشار إليها في وثائق العقد، مع إبقائها عند مستوى التربة المجاورة أو الردم الجانبي لجسم الطريق أو تحته، ويجب أن يُسمح بالاستثناءات الآتية اللازمة لكثافة أعمال الردم اللازمة بالإنشاءات:

- المنطقة أسفل الأنبوب المقلوب.
- عرض التربة من (٣٠٠ ملم) إلى (٤٥٠ ملم) بجوار الألواح الجانبية ذات النصف القطر الكبير للأنابيب المقوسة الكبيرة البارزة والأنابيب بأشكال الكمثرى المقلوبة.
- يُنقل الجزء السفلي للرفع الأفقي الأول لفائض الحشو أمام وأسفل المركبة الصغيرة المتعقبة التي تعبر الهيكل الإنشائي مبدئيًا.

١٧-٥-٤-٣ العبّارات الصندوقية:

يجب أن تُفرش مواد الردم بالهيكل الإنشائي في طبقات أفقية وموحدة، على ألا تتجاوز سماكة الرفع السائب بحد أقصى (٢٠٠ ملم)، وتُدمك إلى كثافة معدلة لا تقل عن ٩٠٪ وفقًا لمعيار (AASHTO T180)، يجب أن تفرش أعمال الردم بالإنشاءات لتصل إلى الخطوط والأميال كحد أدنى المشار إليها في وثائق العقد، مع إبقائها عند مستوى التربة المجاورة أو الردم الجانبي لجسم الطريق أو تحته.

١٧-٥-٤-٤ ردم الخرسانة:

يجب أن يوضع الردم الخرساني في الخندق مقابل المواد غير المزعجة في جوانب الخندق وأسفله، وبطريقة تمنع تعويم الأنبوب أو تحريكه، والفراغات في الخرسانة أو فصلها، يجب أن تُزال المواد الغريبة التي تسقط في الخندق قبل أو أثناء صب الخرسانة على الفور، ويجب أن توضع سدادات أرضية، وتُدمك في أطراف الردم الخرساني المخطط لاحتواء الخرسانة داخل الخندق عند الضرورة.

يجب أن يُنظف سطح الردم الخرساني بمكنسة ثقيلة لإنتاج سطح خشن متجانس في حالة وضع الخرسانة الأسفلتية عليه مباشرةً.

يحظر وضع أي مادة على الجزء العلوي من الردم الخرساني حتى مرور ثماني ساعات بعد وضع الردم الخرساني.

يجب أن يُحدد المهندس مستوى الردم الخرساني الضعيف حول المجاري المائية وفقًا لطبيعة التربة المحيطة بالمجرى المائي.

١٧-٥-٤-٥ دعامات التطويق:

يجب أن تُركب دعامات تطويق مؤقتة إذا لزم الأمر ويجب أن تظل في مكانها لطالما كان ضروريًا حماية العاملين والحفاظ على شكل الهيكل الإنشائي أثناء التشييد.

أما الهياكل الإنشائية طويلة المدى، التي تتطلب دعامة مؤقتة، أو كابلات للحفاظ على شكل الهيكل الإنشائي، فلا يجب أن تزال الدعامات حتى يحين وضع أعمال الردم بالهيكل الإنشائي على ارتفاع معين لتوفير الدعم اللازم. يجب ألا تترك الدعامات الداخلية في مكانها عندما يصل الردم إلى الربع العلوي من الأنبوب أو الجزء العلوي من قوس نصف القطر من هيكل طويل المدى.

١٧-٥-٤-٦ الهياكل الإنشائية المقوسة والحوائط الاحتجازية:

يجب أن تُصمم الهياكل الإنشائية الفرعية والحوائط الاحتجازية وفقًا للمتطلبات المطبقة لـ كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

يجب أن تستقر نهايات الأنابيب المقوسة المعدنية المموجة في مجرى خرساني يتشكل في قواعد خرسانية مستمرة، أو يجب أن يستقر على سطح محمل معدني، عادةً ما يكون على شكل زاوية أو قناة، ويكون مثبتًا بإحكام على القاعدة الخرسانية أو مدمج بداخلها.

يجب أن يكون المحمل المعدني هو قناة أو زاوية من الحديد المجلفن على الساخن أو المشكل على البارد، هذه الأشكال يجب ألا تقل سمكًا عن (٥ ملم)، ويجب أن يُثبت بإحكام على القاعدة بمسافة تباعد أقصاها (٠,٦ متر)، عندما لا يكون جزء المحمل المعدني مدمجًا بالكامل في مجرى رئيسي في القاعدة، يجب أن يُثقب لساق واحدة عمودية؛ للسماح بتثبيت نهاية الألواح المموجة على هذه الساق من المحمل.

في حالة توفير لوح مقلوب لا يمكن دمجه في القاعدة المقوسة، يجب أن يحدث تقوية للوح المقلوب باستمرار.

١٧-٥-٤-٧ متطلبات الفحص للأنبوب المعدني ذي التصميم المموج (CMP):

يجب أن ُفحص الأنبوب المعدني ذي التصميم المموج بعد وضعه في الخندق وعلى النحو المطلوب أثناء أعمال الردم لضمان سماح ظروف التركيب النهائية للأنبوب بالأداء حسب التصميم.

يجب أن يُركز الفحص أثناء المرحلة الأولية من عملية التركيب على الكشف عن الممارسات غير المناسبة، وجودة التصنيع السيئة، يجب أن تُصحح الأخطاء في الخط والميل، بالإضافة إلى أي تقنيات تجميع أو ردم غير صحيحة، يجب قبل وضع ردم كبير أو ردم الخندق. توصل الأطواق القارنة بطريقة مناسبة مع التمويج ويحكم شدها، يجب أن تُثبت وصلات السدادة/ الجرس بطريقة مناسبة؛ لمنع تكون حبيبات التربة الدقيقة. عند استخدام الحشيات، فإنه يحظر أن تكون متدلية أو بارزة بنتوء، وإذا كانت مرئية يجب أن تظهر بشكل موحد حول الأنبوب.

يجب أن يؤخذ انبعاج أو تعليق الأنبوب في الاعتبار للإشارة إلى موضع الردم غير المناسب الذي يجب تصحيحه، يجب أن تُقيم وصلات الحوائط التي تعرضت للتلف أثناء التركيب ويجب أن يعاد تصليحها أو تستبدل وصلة الأنبوب.

يجب أن تخضع الأنابيب المطلية للفحص لضمان عدم وجود شقوق، أو خدوش بالطلاء، أو ظهور أماكن تقشر، يجب أن يُرمم الطلاء وفقًا للمتطلبات الخاصة بمواصفات المواد.

يجب أن تُنفذ أعمال الفحص الداخلية النهائية على جميع تركيبات الأنابيب المعدنية المدفونة ذات التصميم المموج لتقييم المشكلات التي تؤثر على الأداء طويل المدى. يجب أن ُتجرى عمليات الفحص النهائية في موعد لا يتجاوز ٣٠ يومًا بعد الانتهاء من أعمال التركيب وأعمال الحشو النهائي.

يجب أن تُفحص تركيبات الغطاء السطحي للتأكد من تقديم الحد الأدنى لمستوى التغطية.

يجب أن يتحقق الفحص من متطلبات الفرش والردم والدمك أثناء التركيب، يجب أن ُيفحص الأنبوب من حيث المحاذاة، وفصل المفصل، ووجود تشقق في فتحات البراغي، أو التشوهات الموضعية، أو وجود انتفاخ، أو حدوث تسطيح، أو تعليق، يجب أن تُفحص تركيبات الغطاء بحد أدنى أو القريب من الحد الأدنى قبل وبعد تحميل المركبة مباشرةً.

١٧-٦ الاحتياطات المتخذة أثناء الإنشاء:

يجب أن تُفحص الهياكل الإنشائية التي يشملها هذا القطاع لجميع المراحل المهمة في تركيبها وفي الغرض النهائي المقصود، يجب وجود غطاء إضافي بالنسبة لأحمال الإنشاء يتجاوز ما هو مطلوب في الحالة النهائية التي ينطبق عليها أحمال التصميم، وفي حالة غياب العديد من المعلومات المحددة، تُراعى أعماق الغطاء في الجدول (١٧-٣) بالنسبة للهياكل الإنشائية الأصغر المشار إليها. يجب أن يُزاد الحد الأدنى للأغطية المشار إليها عندما تشير ظروف الموقع إلى ذلك. يجب أن يقدم المهندس أو الشركة المصنعة إرشادات بشأن الامتدادات الهيكلية أو الأحمال المحورية غير المدرجة.

الجدول (١٧–٣) يظهر الحد الأدنى للغطاء لأحمال الإنشاء على أشكال الأنابيب الدائرية والمقوسة والبيضاوية وأشكال الممر السفلي.

امتداد الأنابيب	الحد الأدنى للغطاء، الحد الأدنى للأحمال المحورية المشار إليها			
	(٨٠-٢٢٢) كيلو نيوتن	(٢٢٢-٣٣٣) كيلو نيوتن	(٣٣٣-٤٩٠) كيلو نيوتن	(٤٩٠-٦٦٧) كيلو نيوتن
(٠,٣-١) م	٠,٦	٠,٧٥	٠,٩	٠,٩
(١,٢-١,٨) م	٠,٩	٠,٩	١	١,٢
(٢-٣) م	٠,٩	١	١,٢	١,٢
(٣,٢-٣,٦٥) م	١	١,٢	١,٤	١,٤

يجب أن يقدم المقاول أي غطاء إضافي يلزم لتجنب حدوث ضرر للأنبوب، ويجب أن يُقاس الحد الأدنى للغطاء من أعلى الأنبوب إلى أعلى سطح بطريق الإنشاء الذي تمت صيانته.

يجب أن يُحتفظ بالسطح لتوفير غطاء كافٍ إلى أن يكتمل الرصف أو إلى أن يعتمد المالك هذا المشروع إذا لم يكن الرصف مطلوبًا.

١٧-٧ قبول الأعمال

تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل، يجب أن يُطبق المقاول ضبط الجودة لأعمال المجاري الحديدية بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة، تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

١٧-٧-١ ضبط الجودة:

مراقبة أعمال ومواد المجاري الحديدية وفحصها؛ للتأكد من أن العمل مطابق لمتطلبات المواد المذكورة في الجزء (١٧-٣)، ومراجعة جميع الرسومات التنفيذية أيضًا، والتأكد من احتوائها على جميع المعلومات المفصلة قبل البدء في أعمال الإنشاء. تُفحص المواد المستخدمة في الإنشاء وتُراقب وفقًا لمتطلبات الجودة المذكورة في الجزء (١٧-٣)، والجدول (١٧-٦)، لكل عنصر من عناصر العمل بما في ذلك مواد الأساس وطبقة الفرش.

، تُفحص إجراءات أعمال الإنشاء؛ للتأكد من أنها تتوافق مع متطلبات التجميع والتركيب المذكورة في الأجزاء (١٧-٤) و(١٧-٥) من أجل قبول العمل.

١٧-٧-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة التأكد من جودة العمل المطابق للمواصفات المطلوبة بتنفيذ أو مطالبة الآخرين بالقيام تحت إشرافها بالاختبارات التي تضمن جودة جميع الأعمال المنفذة وفقًا لمتطلبات هذا العمل.

١٧-٨ القياس والدفع:

١٧-٨-١ القياس:

يجب أن تقاس الأنابيب المعدنية المموجة، والألواح الإنشائية الهيكلية، والأنابيب المقوسة، والأقواس والعبّارات الصندوقية، بالأمتار الطولية المركبة في مكانها، مكتملة ومقبولة. يجب أن يُقدر عدد الأمتار الطولية بمتوسط أطوال خط الوسط العلوي والسفلي للأنابيب، وطول خط الوسط السفلي للأنابيب المقوسة والعبّارات الصندوقية، ومتوسط أطوال خط الزنبرك للأنابيب المقوسة.

١٧-٨-٢ الدفع:

يجب أن تُقدم بنود الدفع المنفصلة أو المخصصات بما في ذلك أعمال الحفر، والردم، والخرسانة للأنابيب المقوسة في وثائق العقد. يجب أن تُدفع قيمة الأطوال التي خضعت للقياس أعلاه وفقًا لأسعار العقد، لكل عرض متر طولي للمعدن المموج وأنبوب اللوح الإنشائي، أو الأنبوب المقوس، أو العبّارات الصندوقية بالأحجام المحددة في وثائق العقد. يجب أن يشكل هذا السعر والمدفوعات تعويضًا كاملاً عن التأثيث، والمعالجة، ونصب السقالات، وفحص التحكم في الشكل، وتركيب الأنابيب، أو أقواس الأنابيب، أو الأنابيب المقوسة، أو العبّارات الصندوقية، وجميع المواد، والعمالة، والمعدات، والأدوات، والنفقات اللازمة لإكمال هذا البند. يجب أن يشمل هذا السعر والدفع أيضًا تكلفة الحفر ومواد الفرش، والردم، وحوائط الاحتجاز الخرسانية، والجدران النهائية، وأساسات الأنابيب، والأنابيب المقوسة، والعبّارات الصندوقية. تقدم مدفوعات منفصلة مقابل أعمال الحفر، والردم، وبناء حوائط الاحتجاز الخرسانية، وأساسات الأنابيب المقوسة.

من المقرر تقديم المدفوعات المشار إليها في الجدول (١٧-٤)، ومتطلبات ضبط الجودة للمجاري الحديدية الموضحة في (١٧-٥).

الجدول (١٧–٤) بنود الدفع الخاصة بالمجاري المعدنية.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١-١٧	المجاري المعدنية	المتر الطولي

الجدول (١٧–٥) متطلبات ضمان الجودة للمجاري المعدنية.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
الأساسات	يُفحص الأساس الموجود أسفل الأنبوب؛ للتأكد من كفاءته لدعم الأحمال.	الفحوصات المختبرية والميدانية كما هو محدد بنسبة تحميل كاليفورنيا	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	حسب توجيهات المهندس	القسم الفرعي (١٧-٤-٢-٢)
طبقة الفرش	اعتمادًا على شكل الأنبوب	القياس	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	---------	القسم الفرعي (١٧-٤-٢-٣)

الجدول (١٧–٦) المسميات والعناوين لمواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Corrugated Steel Pipe, Metallic-Coated for Sewers and Drains	المواصفة القياسية لأنابيب الصلب المموجة، المطلية بالمعدن لمجاري الصرف الصحي والمصارف	M36	A760/A760M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized), for Corrugated Steel Pipe	المواصفة القياسية للصفائح المعدنية، المطلية بالزنك (المجلفن) للأنابيب المعدنية المموجة	M218	---------	كما هو محدد.
Standard Specification for Corrugated Aluminum Pipe for Sewers and Drains	المواصفات القياسية لأنابيب الألومنيوم المموجة للمجاري والصرف الصحي	M196	B745/B745M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Sheet, Aluminum-Coated (Type 2), for Corrugated Steel Pipe	المواصفة القياسية للصفائح المعدنية المطلية بالألومنيوم (النوع ٢) للأنابيب المعدنية المموجة	M274	---------	كما هو محدد.
Standard Specification for Corrugated Aluminum Alloy Structural Plate for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches	المواصفات القياسية للوحة الهيكلية المصنوعة من سبائك الألومنيوم الممو ج للأنابيب ذات المسامير اللولبية، والأقواس الأنبوبية، والأقواس	M219	B746/B746M	كما هو محدد.
Standard Specification for Corrugated Steel Structural Plate,	المواصفات القياسية للألواح الإنشائية المعدنية المموجة، المطلية بالزنك، للأنابيب ذات	M167M/M167	A761/A761M	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Zinc-Coated, for Field-Bolted Pipe, Pipe-Arches, and Arches	البراغي برأس، والأنابيب على شكل أقواس، والأقواس			
Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 420 MPa Tensile Strength	المواصفة القياسية للمسامير والأذرع المصنوعة من الفولاذ الكربوني بمقاومة شد ٤٢٠ ميجا باسكال	A307	---------	كما هو محدد.
Standard Specification for Bituminous Coated Corrugated Metal Culvert Pipe and Pipe Arches	المواصفة القياسية لأنابيب العبّارات المعدنية المموجة المطلية بالبيتومين والأنابيب المقوسة	M190	---------	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Sheet, Metallic Coated and Polymer Precoated for Corrugated Steel Pipe	المواصفة القياسية للصفائح المعدنية والمطلية بالمعدن والبوليمر المطلي مسبقًا للأنابيب المعدنية المموجة	M246	A742/A742M	كما هو محدد.
Standard Specifications for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes	المواصفات القياسية لتصنيف التربة وخلطات ركام التربة لأغراض إنشاء الطرق	M145	---------	كما هو محدد.
Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 825/725/620 ksi Minimum Tensile Strength, General Use	المواصفة القياسية للبراغي سداسية الرأس، والمسامير، والأوتاد، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة، والحد الأدنى من قوة الشد البالغ ٦٢٠/٧٢٥/٨٢٥ كيلو رطل للبوصة المربعة، الاستخدام العام	---------	A449	كما هو محدد.
Standard Specification for Nonferrous Bolts, Hex Cap Screws, and Studs for General Use	المواصفة القياسية للبراغي غير الحديدية، والبراغي سداسية الرأس، والأذرع المخصصة للاستخدام العام	---------	F468	كما هو محدد.
Standard Method of Test for the Moisture-Density Relations of Soils Using a 2.5 kg Rammer and a 305 mm	طريقة الاختبار القياسية للعلاقات القائمة بين الرطوبة والكثافة للتربة باستخدام مدك بحجم ٢,٥ كجم وانخفاض ٣٠٥ ملم	T99	---------	كما هو محدد.
Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54 kg Rammer and a 457 mm Drop	طريقة الاختبار القياسية للعلاقات بين الرطوبة والكثافة للتربة باستخدام مدك ٤,٥٤ كجم وانخفاض ٤٥٧ ملم	T180	---------	كما هو محدد.

١٨- موانع تسرب فواصل سطح الجسور:

١٨-١ عام:

يجب أن يشمل هذا العمل تأثيث وتركيب أنظمة مانعة للتسرب في أسطح الجسور من الأنواع المستخدمة، حيث من المتوقع حدوث حركات كبيرة وملحوظة عبر الفواصل.

تشمل هذه الأنظمة فواصل انضغاطية مانعة للتسرب، وتتكون من مادة مرنة مسبقة التشكيل، مضغوطة ومركبة في فواصل معدة خصيصًا، وتجميعات مانعة للتسرب، تتكون من تركيبات من المعدن والمواد المرنة المركبة في تجاويف على السطح.

يجب أن تتوافق الفواصل المانعة للتسرب المحددة في مستندات العقد كفواصل مصبوبة مانعة للتسرب متوافقة مع متطلبات الجزء (١١-١٠).

يجب أن يُحدد النوع والأبعاد أو معدل الحركة لفواصل أسطح الجسور المانعة للتسرب في كل موقع وفقًا لما هو محدد في وثائق العقد أو بناءً على طلب المهندس.

يجب أن تمنع جميع الفواصل المانعة للتسرب تسرب المواد والماء بواسطة نظام الفواصل.

١٨-٢ رسومات العمل:

١٨-٢-١ عام:

يجب أن تصبح الحسابات التي تبين إعدادات الوصلات لتركيبها مطلوبة قبل الموافقة على تركيب الفواصل في أي سطح جسر، ما لم يرد ذلك في وثائق العقد. يجب أن يقدم المقاول رسومات الأعمال للمهندس التي توضح إجراء التركيب وتركيب الفواصل لأسطح الجسر، باستخدام أنظمة الفواصل الخاصة. يجب أن تُقدم الرسومات التنفيذية للمهندس للاعتماد للفواصل التي تتميز بحركة كلية تزيد عن (٤٥ ملم).

يجب أن يحظر القيام بأي عمل بمانع التسرب السطحي بالمفصل قبل اعتماد المهندس لرسومات العمل. يجب ألا تعف هذه الموافقة المقاول من أي مسؤولية بموجب وثائق العقد لإكمال العمل بنجاح.

١٨-٢-٢ المتطلبات الخاصة بوثائق العقد لأنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن يُعرف محور أنظمة فواصل الجسور المعيارية، مثل؛ أي محور موازٍ لمحور كمرات الحواف، وموانع التسرب بأنظمة فواصل الجسور المعيارية، يجب أن تُحدد زاوية الانحراف على أنها الزاوية القائمة بين المحور الطولي لقضبان الدعم، وخط عمودي على محور أنظمة فواصل الجسور المعيارية. يشار إلى الحركات الموازية للمحور الطولي لقضبان الدعم بالحركات الطولية. عادةً ما يتطابق المحور الطولي لقضبان الدعم مع اتجاه صافي الحركة الحرارية المتوقعة. يشار إلى الحركات المتعامدة على المحور الطولي لقضبان الدعم بالحركات الطولية.

يجب أن تتضمن وثائق العقد الآتي:

- يجب أن يظهر القطاع العرضي للسطح عند كل تخصيص فريد لأنظمة فواصل الجسور المعيارية، يجب أن تظهر أنظمة فواصل الجسور المعيارية بالقرب من المدى المتوسط أو قدرتها على الحركة، يجب أن تُراعى جيدًا الأبعاد الكلية للفتحات الموجودة بين الألواح العمودية المرجعية بالقرب من الأسطح الداخلية لكمرات الحواف ودرجة حرارة الجسر المماثلة لهذا الوضع.
- يجب إذا كانت الصناديق الداعمة مدعومة بالسطح أو الدعامة، ثمة مساحة كافية بحد أدنى (٥١ ملم) بين الأسطح السفلية لأنظمة فواصل الجسور المعيارية، وحواجز تعتيم السطح؛ للسماح بسهولة وضع الخرسانة، ودمج الخرسانة بشكلٍ كافٍ أسفل وحول جميع الأجزاء بأنظمة فواصل الجسور المعيارية، لاسيما أسفل أي أسطح أفقية على سبيل المثال أسفل صناديق الدعم. يجب إذا تعذر توفير مساحة (٥١ ملم)، توضع صناديق الدعم على قاعدة من المونة.
- يجب أن يكون هناك مسافة خالية لا تقل عن (١٥٢ ملم) بين الصناديق الداعمة، أو أدوات التثبيت على نهايات الصناديق الداعمة، ومحيط الحاجز للسماح بوضع الخرسانة حول أنظمة وصلات الجسور المعيارية.
- ثمة تفاصيل تظهر كيف أنه من المقرر تهيئة أنظمة فواصل الجسور المعيارية عند البردورة أو متاريس الحماية.

يجب أن يقدم المقاول تفاصيل بشأن أنظمة فواصل الجسور المعيارية لاستخدامها مع خطط التركيب والعزل المائي للمهندس؛ للموافقة قبل تصنيع أنظمة فواصل الجسور المعيارية، ويجب أن تتمثل الخطط التنفيذية على سبيل المثال لا الحصر فيما يلي:

- عرض لخطط وأجزاء أنظمة فواصل الجسور المعيارية لكل معدل تصنيف للحركة، وعرض الطريق مع إظهار الأبعاد والتفاوتات.

- يجب أن تظهر جميع فواصل قضبان الدعم/ الكمرات المركزية الملحومة، والمثقبة، وجميع وصلات ورشة اللحام، والموقع.
- تفاصيل كاملة لجميع المكونات والأجزاء توضح جميع المواد المدمجة في أنظمة فواصل الجسور المعيارية.
- جميع معايير (ASTM)، أو (AASHTO) أو مسميات المواد الأخرى.
- نظام الحماية من التجريف.
- يجب أن تُعرض مواقع الرفع وآليات الرفع كجزء من خطة تركيب متكاملة.
- أجهزة ضبط درجة الحرارة وأبعاد الفتح المتعلقة بدرجة الحرارة.

يجب أن يقدم المقاول أيضًا تقارير الاختبار الآتية والشهادات اللازمة للمراجعة والاعتماد:

- يجب أن شهادة المطابقة من الشركة المصنعة مع برنامج اعتماد الجودة (AISC)، يجب أن يصبح مُصنِّع الوصلات مُعتمدًا ويصنع العناصر في المنشآت الحاصلة على شهادة اعتماد من الشركة المصنعة للعناصر المعتمدة من (AISC).
- ثمة اعتماد بأن موظفي فحص اللحام مؤهلون ومعتمدون كمراقبي لحام بموجب معيار (AWS QCI)، وهو معيار تأهيل واعتماد لمراقبي اللحام. توثيق بأن أي شخص يقوم بأي إجراء غير إتلافي معتمد من (ASNT).
- شهادة المطابقة من الشركة المصنعة لأغطية وأنسجة بولي تترافلور إيثيلين.
- اعتماد بأن اجتازت أنظمة وصلات الجسور المعيارية الاختبارات اللازمة في الجزء (١٨-٣-٢).
- اعتماد بأن المحامل، والنوابض، والأجهزة متساوية البعد من نفس الصيغة، وتتوافق مع عملية التصنيع ذاتها، وإجراءات التصنيع، والتهيئة المستخدمة في اختبارات التأهيل المسبق اللازمة في الجزء (١٨-٣-٢). يجب أن يُقدم في كل اعتماد اسم الشركة المصنعة للنوابض والمحامل والأجهزة ذات البعد المتساوي وكذلك عنوانها.
- يتولى مهندس محترف اختتام حسابات التصميم وإغلاقها، يجب أن تتضمن حسابات التصميم تصميمًا للإرهاق، وتصميمًا للقوة لجميع العناصر الهيكلية، والإنشائية، والتوصيلات، والوصلات.
- قد يُسمح بخطة لاستبدال الأجزاء المعرضة للتلف والبلى في التصميم، ويجب أن يقدم المقاول خطة استبدال للأجزاء وصيانة خطية تعدها الشركة المصنعة للوصلات للحصول على موافقة المهندس، كما يجب أن تتضمن هذه الخطة قائمة بالأجزاء والتعليمات اللازمة؛ لفحص الصيانة، تفاوتات التجريف المقبولة، والطرق اللازمة لتحديد التجريف والإجراءات اللازمة لاستبدال الأجزاء البالية.
- طريقة التركيب بما في ذلك -على سبيل المثال لا الحصر- التسلسل، وضبط فجوة التركيب للعديد من درجات الحرارة، والدعم أثناء وضع الخرسانة، والتركيب عند البردورة.
- إجراءات الشد وضبط الجودة للتوصيلات المثبتة.
- توصيات لتخزين أنظمة فواصل الجسور المعيارية وتفاصيل الدعم المؤقت للفواصل للشحن والمعالجة.
- مواصفات إجراءات اللحام.
- أي تغييرات مطلوبة لتسليح البلوكات؛ لاستيعاب أنظمة فواصل الجسور المعيارية.
- خطة تجسير مؤقتة لأي من أنظمة فواصل الجسور المعيارية حيث تتوقع حركة مرور الإنشاء عليها بعد التركيب.

١٨-٣ المواد:

١٨-٣-١ مواد مانعة لتسرب فواصل سطح الجسر وتجميعات المواد المانعة لتسرب الفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسر المعيارية:

يجب أن تتطابق التركيبات والمواد المانعة لتسرب فواصل سطح الجسر مع المواصفات الآتية:

- يجب أن تتوافق المواد المانعة لتسرب الفواصل المرنة للتصميم متعدد الشبكات مع المواصفة (AASHTO M297، (ASTM D3542)).
- يجب أن تتوافق المادة اللاصقة المزلقة للاستخدام مع المواد المانعة للتسرب المرنة مسبقة الصنع مع المواصفة (ASTM D4070).
- يجب أن تعد تركيبات موانع التسرب لفواصل السطح من النوع المعتمد لكل حجم مطلوب، ويجب أن تكون مطابقة للمواصفات التي تقدمها الشركة المصنعة وقت الموافقة.

١٨-٣-٢ أنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن تتوافق أنظمة فواصل الجسور المعيارية مع المواصفات الآتية:

- يجب أن تتوافق أنظمة فواصل الجسور المعيارية مع المواصفات التي تقدمها الشركة المصنعة وقت الاعتماد.
- يجب أن تؤهل أنظمة فواصل الجسور المعيارية مسبقًا باستيفاء جميع شروط الفحص الموضحة بالتفصيل في الملحق (أ-٢٠)، والمصممة للسماح باستخدام أنظمة فواصل الجسور المعيارية في نطاق محدود من التطبيقات.
- يجب أن تُصمم أنظمة فواصل الجسور المعيارية وفقًا لمجلد كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

- يجب أن تتوافق المواد المانعة لتسرب الفواصل المرنة مسبقة التشكيل للتصميم متعدد الشبكات مع المواصفة AASHTO (M297،) (ASTM D3542).
- يجب أن تتوافق المواد المانعة لتسرب الفواصل المرنة مسبقة التشكيل مع المواصفة (.ASTM D5973).
- يجب أن تستمر المواد المانعة للتسرب ولا يسمح بعمل فواصل إلا بموافقة المهندس.
- يجب أن تتوافق المادة اللاصقة المزلقة للاستخدام مع المواد المانعة للتسرب المرنة مسبقة الصنع مع المواصفة (ASTM .(D4070.
- يجب أن تُصنع النوابض، والمحامل، والأجهزة متساوية البعد (يشار إليها أحيانًا باسم نوابض التحكم)، من نفس تركيبة المواد وصياغتها، وتتوافق مع عملية التصنيع، وإجراءات التصنيع، والتهيئة، مثل تلك المستخدمة في اختبار التأهيل المسبق، ووفقًا للمواصفات المقدمة من الشركة المصنعة وقت الموافقة. يجب أن تتوافق رغوة اليوريثان مع المواصفة (ASTM .(D3574
- متعدد رباعي فلور الإيثيلين (PTFE) يجب أن يكون مصنوع من التفلون البكر بنسبة ١٠٠٪، أو قماش متعدد رباعي فلور الإيثيلين المنسوج، أو متعدد رباعي فلور الإيثيلين المنقط والمطابق لمتطلبات الجزء الفرعي (٢٠-٧-٧)، ويجب أن يُقدم على كل سطح منزلق.
- يجب ان تُقدم ألواح الستانلس ستيل المتوافقة مع المواصفة (ASTM A240/A240M)، نوع ٣٠٤، على الأسطح المنزلقة. معيار (ASTM A240/A240M)، نوع ٣١٦ لتناسب ظروف البيئة القاسية.
- يجب أن تتوافق مكونات الحديد والحديد المصنع مع المتطلبات المعمول بها في الباب (١٥).
- يجب أن يحظر استخدام مكونات الألومنيوم.

١٨-٤ التشكيل والتصنيع

١٨-٤-١ فواصل للضغط مانعة للتسرب:

يجب أن يحظر توصيل مانعات تسرب الفواصل المرنة مسبقة التشكيل في الموقع باستثناء ما يسمح به المهندس تحديدًا.

١٨-٤-٢ أنظمة فواصل الجسور المعيارية:

١٨-٤-٢-١ عام:

تطبق المتطلبات التالية على جميع ورش اللحام، وجميع ورش اللحام داخل الموقع -إن وجدت-، ما لم يلاحظ خلاف ذلك تحديدًا. يجب أن تُصنع أنظمة فواصل الجسور المعيارية وفقًا للأبعاد، والأشكال، والتفاصيل، ومواصفات المواد، والإجراءات الموضحة في الخطط التنفيذية المعتمدة، يجب أن تظل لحامات الشرائح مستمرة، ولا يُسمح باستخدام شرائح اللحامات المتقطعة.

تجنب استخدام الوصلات الميدانية إذا كان ذلك ممكنًا، وشحن أنظمة فواصل الجسور المعيارية وتركيبها كوحدة واحدة، إذا لم يكن من الممكن تجنب الوصلات الميدانية، يُوصى بوضع الفواصل بعيدًا عن مسارات العجلات المحتملة، ويفضل أن تكون الوصلة موجودة أسفل حاجز المرور بالجزيرة الوسطية، يجب أن تُستخدم تفاصيل الوصلات الميدانية فقط التي خضعت لاختبار الإجهاد وفقًا لاختبارات التأهيل المسبق في الجزء الفرعي (١٨-٣-٢) لأنظمة وصلات الجسور المعيارية، سيحدد نموذجيًا تصميم الإجهاد يجب أن تكون العارضة المركزية أو القنطرة مع الوصلة أصغر من القناطر المستمرة؛ ومن الأفضل جعل هذه القنطرة صغيرة قدر الإمكان.

يمكن في بعض الأحيان عمل لحام كامل الاختراق من السطح حيث يوجد عارض مركزي واحد فقط، ويمكن رفعه بما يكفي للوصول إلى السطح السفلي أو العارض المركزي، احذر تجنب دخول معدن اللحام إلى فتحات تثبيت مانع التسرب، مما قد يؤدي إلى إخراج مانع التسرب وحدوث التسرب، لا يُسمح باستخدام اللحامات ذات الشرائح أو اللحامات ذات الاختراق الجزئي لتوصيلات الكمرات المركزية. قد يحدث تقطيع للمقاطع الطولية لعوارض الحافة في الموقع باستخدام لحامات الشرائح عبر جزء فقط من المقطع الطولي.

في حالة استخدام وصلات الموقع المثبتة بمسامير ملولبة، فيجب قفل المسامير في موضعها بعد إحكام الربط؛ لمنع حدوث الارتخاء أثناء التشغيل. تتضمن الأساليب المستخدمة لتجنب فك البراغي استخدام المواد اللاصقة أو لحام السطح الخارجي للصامولة بالأجزاء المكشوفة أو شد الخيوط.

يجب أن تُقدم أجهزة الرفع والأجهزة اللازمة؛ للحفاظ على الفتحة مسبقة الضبط للوصلة على مسافة تباعد منتظمة لا تزد عن (٤,٦ متر) على امتداد أنظمة فواصل الجسور المعيارية. يجب أن تُستخدم ثلاثة أجهزة على الأقل لكل قطاع بأنظمة فواصل الجسور المعيارية.

يجب عند اكتمال التصنيع، تتولى الشركة المصنعة إجراء فحص التثبيت المسبق الموضح في القسم الفرعي (١٨-٥-٤-٢)؛ للتأكد من اجتياز أنظمة فواصل الجسور المعيارية هذا الفحص.

١٨-٤-٢-٢ المقطع الطولي لعوارض الحافة أدوات التثبيت:

يجب تُصنع كمرات الحواف من الحديد الإنشائي. في حالة استخدام عنصر أفقي، يجب أن يصبح له فتحات هوائية قطرها (١٩ ملم) متباعدة كل ٤٥٦ ملم لتحسين تماسك الخرسانة أسفل العنصر الأفقي. يجب أن يقع الجزء العلوي للمقطع الطولي بين ٠ و٦,٤ ملم أسفل الجزء العلوي لسطح الأرضية المجهد، يجب ألا تقل سماكة شبكة القطاع العرضي لعارضة الحافة عن (١٠ ملم)، يستخدم القطاع العرضي نفسه الذي أُستخدم في اختبار التأهيل المسبق. يجب أن توضع وصلات الورشة اللحام المثبتة في مقطع طولي حول اللحامات مما يضمن إحكام تسرب المياه. يجب أن تُلحم عارضة الحواف بشكلٍ مستمر بالصناديق الداعمة.

يجب أن تُصمم أدوات التثبيت وفقًا لمواصفة كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). إذا كان ثمة عنصر أفقي في القطاع العرضي لعارضة الحواف، يجب أن يُثبت أيضًا العنصر الأفقي لمقاومة القيمة الكاملة لحمل العجلة مع تأثير الصدمة لأعلى (من الارتداد).

١٨-٤-٢-٣ مراكز الدعامات وقضبان الدعم:

يجب أن تكون مراكز الكمرات، وقضبان الدعم، وتفاصيل التوصيل؛ مصنوعة من نفس النوع المستخدم في اختبارات التأهيل المسبق. يجب أن تتكون وصلات الورشة في المقطع الطولي لمركز الدعامات من جانبين ولحامات تجاويف اختراق الفواصل المكتملة

يجب أن يُجرى تعديل على مراكز الكمرات وقضبان الدعم قبل التركيب، يُسمح بطرق التعديل البارد والساخن بناءً على موافقة المهندس. أما التعديل البارد، فيجب أن يُقدم ضغط الانحناء بطريقة تخضع للرقابة، ويجب ألا يتجاوز الحد الأقصى للإجهاد غير المرن في جزءٍ ما بما يعادل خمسة أضعاف إجهاد إنتاج المادة.

يجب أن تعد مراكز الدعامات وأشرطة الدعم في أنظمة فواصل الجسور المعيارية المتعددة المرتبطة بأشرطة الدعم بمثابة لحام تجويف كامل الاختراق، يجب أن تُوضع مراكز الدعامات وأشرطة الدعم بعد اللحام على سطح مسطح، ويجب أن يُتحقق من أن أشرطة الدعم تقع في مستوى واحد، مع عدم وجود جزء من الجانب السفلي لأي من أشرطة الدعم يتجاوز (٦ ملم) من السطح. يجوز تعديل نظام التجميع الفرعي. لا تجر أكثر من ثلاث محاولات لتعديل حرارة التركيب الفرعي.

لنوع عارضة الدعم الفردية بأنظمة فواصل الجسور المعيارية، يجب أن يتحقق اتصال مركز الدعامات بأشرطة الدعم بالضغط المسبق على المحمل المنزلق والنوابض داخل المقرن وربطها ولحامها بمركز الدعامات.

يجب أن تُصمم الوصلة بين المقرن والعارضة المركزية في نوع عارضة الدعم الفردية بأنظمة فواصل الجسور المعيارية المُثبت بمسامير، كخطوة انزلاقية، وتُشد البراغي مسبقًا في الباب (١٣)، وتُغلق لمنع الارتخاء أثناء التشغيل.

يجب أن تُصمم الأجهزة المتساوية البعد والمثبتة بمسامير لتكون ضرورية ولازمة للانزلاق، ويجب أن تُشد البراغي مسبقًا وفقًا للباب (١٣)، وتُغلق لمنع الارتخاء أثناء التشغيل.

يجب أن تتضمن الأساليب المستخدمة لتجنب فك البراغي استخدام المواد اللاصقة، أو لحام السطح الخارجي للصامولة بالأجزاء المكشوفة، أو شد الخيوط.

١٨-٤-٢-٤ مانعات التسرب:

يجب أن تُركب الشركة المصنعة مانعات التسرب قبل الشحن، ما لم تُستخدم وصلات مركز الدعامات الميدانية. إذا كانت الفواصل الميدانية ضرورية، يجب أن تُركب سدادات مستمرة (بدون وصلات) في الموقع بعد اكتمال أعمال الإنشاء. يجب أن تُستخدم نفس المادة اللاصقة المستخدمة في اختبارات التأهيل المسبق في كلتا الحالتين عند تركيب مانعات التسرب. يجب أن تمتد السدادات من نهايات كمرات الحواف والكمرات المركزية بما لا يقل عن (٥٠ ملم).

١٨-٤-٢-٥ صناديق الدعم:

يجب أن تُصنع صناديق الدعم من أنابيب أو لوح معدني بسمك ملحوم باستمرار، يجب إذا كان عرض صناديق الدعم يزيد عن (٤٠٦ ملم)، يزداد السمك أو اللوح العلوي لذلك لا تتجاوز نسبة السمك إلى العرض (٤٥)، أو يجب استخدام التصلب. إذا كان صندوق الدعم مصنوعًا من أنابيب متداخلة لا يتجاوز قطر أو نسبة العرض إلى السماكة لكل أنبوب ٤٥.

١٨-٤-٢-٦ سطح منزلق من متعدد رباعي فلور الإيثلين:

يجب أن يوصل السطح متعدد رباعي فلور الإيثلين تحت ظروف خاضعة للرقابة، ووفقًا لتعليمات أي من الشركة المصنعة لمتعدد رباعي فلور الإيثلين، أو الشرة المصنعة للمادة اللاصقة. بعد الانتهاء من عملية الربط، يجب أن يصبح سطح متعدد رباعي فلور الإيثلين أملسًا وخاليًا من الفقاعات الأساسية.

١٨-٤-٢-٧ سطح ستانلس ستيل منزلق بمثابة سطح مصقول:

يجب أن يصقل الستانلس ستيل حتى يصل إلى (٠,٢ ميكرومتر) من المرآة.

١٨-٤-٢-٨ الحماية من التجريف:

يجب أن تُحمى جميع الأسطح الحديد باستثناء الأسطح الموجودة أسفل الستانلس ستيل، أو تلك المرتبطة بمتعدد رباعي فلور الإيثلين ضد التجريف.

١٨-٤-٣ تركيبات موانع تسرب للفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن تتولى الشركة المصنعة تصنيع تركيبات فواصل التمدد، وتسلمها لموقع الجسر بشكل كلي ما لم يحدد خلاف ذلك في مستندات العقد.

١٨-٥ التركيب:

١٨-٥-١ عام:

يجب أن تُحمى جميع مواد الفواصل وتركيباتها المخزنة بموقع الوظيفة من الضرر وتُدعم؛ وذلك للحفاظ على شكلها الأصلي ومحاذاتها. يجب أن تُركب مانعات تسرب الفواصل بالسطح لتوفير تعليقًا سلسًا، يجب أن تُغطى فواصل أسطح الجسر بمادة وقائية بعد التركيب إلى أن يحين موعد التنظيف النهائي لسطح الجسر.

بعد التركيب وقبل الموافقة النهائية، يجب أن تُفحص مانعات التسرب لفواصل السطح أثناء تواجد المهندس؛ يجب للتأكد من حدوث تسرب بالمياه أثناء تركيب المفصل، وأي تسرب يحدث أثناء تركيب مانع التسرب بالمفصل سيكون سببًا للانتباذ.

١٨-٥-٢ فواصل للضغط مانعة للتسرب:

يجب أن تُصب الفواصل الموجودة في منطقة طريق أسطح الجسور التي من المقرر إغلاقها بمانعات لتسرب الضغط بعرض أضيق مما هو مطلوب للمواد مسبقة التشكيل، يمكن صب هذه الفواصل الموجودة بالبردورة وأرصفة المشاة لتصل إلى العرض الكلي. قبل تركيب موانع التسرب بالضغط في الفواصل التي يكون عرضها أضيق من اللازم، يجب أن يُقطع تجويف بعرض وعمق مناسبين للحصول على المادة مسبقة التشكيل بقطع المنشار على طول الجزء العلوي من المفصل.

عند إحداث قطع بالمنشار في سطح الجسر، يجب أن يُحد من ظهور التشققات. يجب أن يُقطع جانبي التجويف في وقت واحد بالعمق والمحاذاة المناسبين كما هو موضح في وثائق العقد، تقطع جانبي التجويف في وقت واحد، بالعمق المناسب والمحاذاة، كما هو موضح في وثائق العقد. يجب أن يعتمد عرض التجويف على الحرارة وعمر الخرسانة حسب توجيهات المهندس، يجب أن تكون حافة قطع المنشار مائلة لتجنب الكسر في وقت لاحق، بعد القطع باستخدام المنشار، يمكن إصلاح أي فوهات، أو شقوق، أو تشققات، قبل التركيب أو استخدام زيت التشحيم المانع للتسرب. يجب أن قطع المنشار غير مطلوبة في حالة استخدام الألواح المدرعة.

يجب أن يصبح المفصل في وقت التركيب نظيفًا، وجافًا، وخاليًا من الشقوق والمخالفات التي قد تضعف إحكام الربط المناسب، يجب أن تكون الأسطح الخرسانية أو المعدنية نظيفة وخالية من الصدأ، والزيوت، والأوساخ، والأتربة، أو المواد الضارة الأخرى. يجب أن تُركب مانعات تسرب فواصل الضغط المرنة مسبقة الصب دون إتلاف مانع التسرب بالطرق اليدوية أو الأدوات الآلية المناسبة، يجب أن تُوضع المادة اللاصقة المزلقة على كلا وجهي المفصل قبل التركيب ووفقًا لتعليمات الشركة المصنعة. يجب أن تُضغط السدادة المرنة المشكلة مسبقًا إلى السماكة المحددة في وثائق العقد أو وفقًا لما يعتمده المهندس للفتحة المقدرة ودرجة الحرارة المحيطة وقت التركيب. يجب ألا يُسمح بتركيب نقاط مفتوحة أو مفكوكة بين السدادة والأرضية.

١٨-٥-٣ تركيبات موانع تسرب للفواصل بخلاف أنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن تُنشأ سدادات فواصل التمدد لتوفير حرية مطلقة للحركة عبر نطاق يتوافق مع النطاق الذي يحدده المهندس، أو كما هو موضح في وثائق العقد. يجب أن يكون التركيب وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة، تعتمد الإعدادات النهائية لمجموعة سدادات فواصل السطح وقت الصب في أدوات تثبيت الوحدة، على العلاقة بين درجة الحرارة الحالية للهيكل الإنشائي العلوي، ودرجة الحرارة المتوسطة المتوقعة لها، ويجب أن يكون على النحو الذي تحدده الشركة المصنعة، أو المهندس أو كما هو موضح في وثائق العقد.

١٨-٥-٤ أنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن يتبع المقاول إرشادات التركيب المكتوبة من الشركة المصنعة والإرشادات التالية. قد يكون المهندس في الإرشادات التالية هو الممثل المعتمد للمهندس.

١٨-٥-٤-١ الشحن والمناولة:

يجب أن تُسلم أنظمة فواصل الجسور المعيارية لموقع الوظيفة وتخزن وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة الخطية بناءً على موافقة المهندس. يجب أن تُصلح الأضرار التي لحقت بنظام الحماية من التجريف بما يرضي المهندس. يجب أن يحظر إتلاف هذه السدادات أو قطعها.

١٨-٥-٤-٢ الفحص قبل التركيب:

يجب أن يفحص المهندس أنظمة فواصل الجسور المعيارية على الفور قبل التركيب من أجل:

- المحاذاة المناسبة.
- اتصال وثيق ومتكامل بين السدادات والحديد.
- الوضع الصحيح، وتأثير المسامير، أو أجهزة التركيب الأخرى.
- الوضع المناسب للنوابض والمحامل المرنة.
- يجب التحقق من الوضع المناسب لأغشية العزل المائي في حالة استخدامها.
- التحقق من الترخيص المحدد في الرسومات (يُفضل مقاس ٧٦ ملم)، بين القواعد السفلية لصناديق الدعم لأنظمة فواصل الجسور المعيارية وسطح السدادة.

يمكن أن يؤدي تقطيع الحديد المقوى لسطح الجسر إلى الإضرار بالسلامة الإنشائية لحواجز التعتيم يجب موافقة المهندس. يجب أن يتحقق المهندس من أن شبكة أو أعمدة التسليح لا تقل عن (٥٠ ملم) من عارضة الحواف، أو أدوات التثبيت، ولا تمنع تدفق الخرسانة حول أنظمة فواصل الجسور المعيارية.

يجب ألا يُسمح بأي انحناءات أو عوائق في حديد أنظمة فواصل الجسور المعيارية (باستثناء مما هو مطلوب لاتباع ميل الطريق وطرق المرور). يجب أن تُصلح أي انحناءات في أو عوائق ظاهرة في أنظمة فواصل الجسور المعيارية حسبما يرضي المهندس، أو استبدالها على نفقة المقاول.

يجب أن تُوصل السدادات غير المتصلة بالكامل بالحديد على نفقة المقاول، يجب أن تُفحص المراسي، والمراسي الخرسانية الرأسية بصرياً، ويمكن توجيه ضربة خفيفة بمطرقة. يجب أن تُستبدل أي مرساة خرسانية رأسية لا تحتوي لحامًا طرفيًا كاملًا، أو لا يصدر صوت رنين عند طرقها بضربة خفيفة بمطرقة. يجب أن تُزال المراسي الخرسانية الرأسية التي يزيد ارتفاعها عن (٢٥ ملم) على طول عارضة الحافة من الموقع الموضح في الرسوم التنفيذية، والمراسي الخرسانية الرأسية التي يزيد ارتفاعها عن (٦ ملم) (الغطاء المختزل) بعناية ولحام مرساة جديدة في الموقع المناسب، ويجب أن يتحمل المقاول تكلفة جميع مواقع المرساة.

١٨-٥-٤-٣ التركيب:

قبل تركيب المفصل، يجب أن يُحمى نظام الدعم والحواجز من الضرر وحركة مرور الإنشاء.

١٨-٥-٤-٣-١ إعداد فتحة المسافة:

يجب أن تُركب أنظمة فواصل الجسور المعيارية عند فتحة المسافة المناسبة بما يتوافق مع درجة حرارة التركيب، كما هو موضح في خطط الرسومات التنفيذية المعتمدة. إزالة أدوات الفتح مباشرةً بعد صب الخرسانة.

١٨-٥-٤-٣-٢ قالب مؤقت للخرسانة:

يجب أن يضمن المقاول أن يستثني القالب المؤقت للخرسانة دخول الخرسانة إلى صناديق الدعم أو بأي شكل من الأشكال التي تعيق حركة أنظمة فواصل الجسور المعيارية.

١٨-٥-٤-٣-٣ دعم أنظمة فواصل الجسور المعيارية أثناء وضع الخرسانة:

يجب أن تُدعم أنظمة فواصل الجسور المعيارية بالكامل أثناء صب الخرسانة. يجب إزالة اللحامات الخاصة بالملحقات المؤقتة للكمرات المركزية أو قضبان الدعم؛ لأغراض الإنشاء، وجعل سطح الأرض أملسًا. يجب أن يخضع نظام الحماية من التجريف لرضا

المهندس باستخدام طريقة يعتمدها المهندس. لتقليل التجريف بنظام فواصل الجسور المعيارية؛ يُعزلُ كهربائيًا بعدم توصيل تسليح سطح الجسر بنظام فواصل الجسور المعيارية.

١٨-٥-٤-٣-٤ وضع الخرسانة:

يجب التحكم في الخرسانة وخلطها ومعالجتها على النحو المحدد في الباب (١١)، أو مواصفات الإنشاء الخاص بالسلطة المعنية. يجب أن يحظر استخدام الخرسانة ذات الهبوط المفاجئ بالحاجز العازل. يجب ألا ترسب الخرسانة في القوالب حتى يفحص المهندس ويعتمد تركيب حديد التسليح، والمواسير، والمراسي، والحديد المسبق الإجهاد.

يجب في حالة وجود ميل عمودي، توضع الخرسانة على جانب منحدر الجدار العازل أولاً. تهتز الخرسانة تمامًا بحيث يمكن دمج الخرسانة بوجه مناسب أسفل الصناديق الداعمة وكمرات الحواف. يجب توخي الحذر لتجنب الإزاحة، أو الإضرار بالقوالب وحديد التسليح. يجب الا تصب الخرسانة أثناء الطقس شديد البرودة أو أثناء هطول الأمطار الغزيرة.

١٨-٥-٤-٣-٥ التفاوتات المكتملة بأنظمة فواصل الجسور المعيارية:

يجب أن تفحص أنظمة فواصل الجسور المعيارية بعد التركيب، ومرة أخرى بعد عام واحد على الأقل من أحمال حركة المرور، أو أطول إذا كان هناك فترة ضمان؛ للتحقق من الآتي:

- يجب تُثبت الأسطح العلوية لأنظمة فواصل الجسور المعيارية من المقطع الطولي لطريق المرور المكتمل من مسافة ٠ إلى ٦ ملم.
- يجب ألا يكون التفاوت لا يزد عن (٣ ملم) في الارتفاع بين قمم أي من الكمرات المركزية أو كمرات الحواف، ويجب أن يقاس هذا الاختلاف رأسياً من خط مستقيم يربط بين أعلى مقطع طولي للسطح على كل جانب من جوانب أنظمة فواصل الجسور المعيارية.
- يجب أن يحظر أن يكون هناك فارق يزيد عن (١٢ ملم) بين عروض الثغرات في أي من أطراف السدادات أو بين العديد من الثغرات بأنظمة فواصل الجسور المعيارية.

١٨-٥-٤-٣-٦ تجسير أنظمة فواصل الجسور المعيارية بعد التركيب:

يجب ألا يسمح بأحمال الإنشاء على أنظمة فواصل الجسور المعيارية بما لا يقل عن اثنين وسبعين ساعة بعد اكتمال التركيب. إذا كان من الضروري عبور أنظمة فواصل الجسور المعيارية، يجب أن يعتمد المقاول أنظمة فواصل الجسور المعيارية مؤقتًا بطريقة يوافق عليها المهندس.

١٨-٥-٤-٣-٧ إزالة القوالب والحطام:

تُزال جميع القوالب والحطام بعد التركيب.

١٨-٥-٤-٣-٨ اختبار إحكام تسرب المياه:

يجب أن يُنفذ اختبار إحكام المياه إذا كان ذلك محددًا في وثائق العقد. بعد تركيب أنظمة فواصل الجسور المعيارية وإكمالها، يجب أن تُغمر أنظمة فواصل الجسور المعيارية بالمياه بحد أدنى ساعة واحدة إلى عمق بحد أدنى (٧٦ ملم)، وعند ملاحظة حدوث تسرب، يجب أن تخضع أنظمة فواصل الجسور المعيارية حسبما يرضي المهندس ويعاد اختبارها على نفقة المقاول. يجب أن توصي الشركة المصنعة بإجراء الصيانة ويعتمده المهندس.

١٨-٥-٤-٣-٩ القبول:

يجب أن تُستبدل أنظمة فواصل الجسور المعيارية التي تعجز عن الفحص أو الاختبار بما يرضي المهندس على نفقة المقاول. يجب أن يُقدم أي إجراء تصحيحي مقترح للمهندس للاعتماد قبل بدء العمل التصحيحي.

١٨-٦ قبول الأعمال:

تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل، يجب أن يُطبق المقاول ضبط الجودة لأعمال سدادات فواصل سطح الجسر بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛

للتأكد من أن المواد المستخدمة وطرق الإنجاز والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

١٨-٦-١ ضبط الجودة:

التحكم في عمل موانع التسرب الفواصل على سطح الجسر، ومراجعة جميع رسومات العمل التي توضح إجراءات التركيب، وتجميع المفصل لأسطح الجسر؛ للتأكد من أن المقاول سوف يتبعها بالطريقة الصحيحة وفقًا للجزء (١٨-٢). يجب أن تتوافق جميع المواد المستخدمة في إحكام إغلاق الفواصل مع المواصفات المنصوص عليها في هذا المجلد وفي الجدول (١٨-٣).

لقبول العمل؛ تفحص إجراءات أعمال التركيب لتتوافق مع الرسومات التنفيذية، والمواصفات المطلوبة للتركيب المذكورة في الأجزاء (١٨-٤)، و (١٨-٥) وفقًا للنوع المفصل.

١٨-٦-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة ضمان جودة أعمال سدادات فواصل السطح بمراجعة شهادات التصنيع الواردة، مع مواد الاستيراد وأعمال إجراءات التركيب، ومطابقتها للمواصفات المطلوبة بتنفيذ الاختبارات، أو الطلب من الآخرين القيام بذلك تحت إشرافها، التي تضمن جودة جميع الأعمال المنجزة حسب الاختبارات المطلوبة المذكورة في الأجزاء ذات الصلة.

١٨-٧ القياس والدفع:

يجب أن تقاس سدادات فواصل السطح بالمتر الطولي لسدادة المفصل المعتمد المركب بالكامل بالقياسات التي أجريت على طول منحدر الخط المركزي لسد المفصل.

يشمل دفع القياسات الخطية لسدادة المفصل وفقًا لقياسها، لكل نوع من أنواع السدادات حيث يجب أن تُقدم دفعة منفصلة لها، تعويضًا كاملاً عن تكلفة العمالة والمعدات والمواد اللازمة لتجهيز سدادة مفصل السطح وتركيبها.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (١٨-١)، وتُوضح متطلبات ضبط الجودة لسدادات فواصل سطح الجسر في الجدول (١٨-٢).

الجدول (١٨–١) بنود سداد قيمة سدادات مفصل الجسر.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٨,١	سدادات فواصل السطح	المتر الطولي

الجدول (١٨–٢) متطلبات التحكم في الجودة لسدادات فواصل السطح.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
سدادات فواصل السطح	اختبار تسرب المياه	عن طريق سكب المياه	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	الجزء الفرعي (١٨-٥-١)

الجدول (١٨–٣) مواصفات (AASHTO وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Adhesive Lubricant for Installation of Preformed Elastomeric Bridge Compression Seals in Concrete Structures	المواصفة القياسية لمادة التشحيم اللاصقة لتركيب طبقات ضغط الجسر اللدائني المرن مسبقة التشكيل في الهياكل الإنشائية الخرسانية	---------	D4070	كما هو محدد.
Standard Specification for Preformed Polychloroprene Elastomeric Joint Seals for Concrete Pavements	المواصفة القياسية لموانع تسرب الفواصل اللدائنية المرنة من البولي كلوروبرين مسبقة التشكيل للأرصفة الخرسانية	M220	D2628	كما هو محدد.

١٩- العزل المائي:

١٩-١ عام:

يجب أن يتضمن هذا العمل تقديم مواد لمقاومة المياه أو مقاومة الرطوبة للأسطح الخرسانية أو أعمال الإنشاء، يجب أن الأسطح المراد عزلها ضد الماء أو الرطوبة ونوع النظام الذي من المقرر تركيبه على النحو المحدد في وثائق العقد.

١٩-١-١ مقاومة المياه:

يجب أن تتكون مقاومة الماء إما من نظام طبقة أسفلت مركبة في مكانها، أو نظام طبقة مشكلة مسبقًا، يشمل كلاهما مواد محفزة مناسبة وأغطية وقائية إذا لزم الأمر. يجب أن يعتمد المهندس نوع النظام المقرر استخدامه ما لم يحدد نوع معين من نظام مقاومة المياه في وثائق العقد.

١٩-١-٢ عزل الرطوبة:

يجب أن يتكون عزل الرطوبة من طبقة من الطلاء التمهيدي واثنين من مسح الأسفلت العازل للماء.

١٩-٢ المواد:

١٩-٢-١ المواد المقاومة للماء بالغطاء الأسفلتي:

١٩-٢-١-١ الأسفلت:

يجب أن يتوافق الأسفلت المقاوم للمياه مع مواصفات الأسفلت اللازمة لعزل الرطوبة ومقاومة المياه مع مواصفة؛ (ASTM D449.)، يجب أن يُستخدم النوع الأول أسفل الأرض ويُستخدم النوع الثاني أعلى الأرض.

١٩-٢-١-٢ طبقة الطلاء التمهيدي:

يجب أن تتوافق المادة المستخدمة كطلاء تمهيدي مع مواصفات الأسفلت اللازمة لعزل الرطوبة ومقاومة المياه (ASTM D41.).

١٩-٢-١-٣ المنسوجات:

يجب أن تتوافق المنسوجات إما مع المواصفات اللازمة لأقمشة القطن المنسوجة والمشبعة بمواد بيتومينية؛ لاستخدامها في العزل المائي (ASTM D173)، أو مواصفات النسيج الزجاجي المنسوج المعالج بالأسفلت (ASTM D3515).

يجب أن تخزن المنسوجات في مكان جاف ومحمي. يجب أن يحظر تخزين البكرات في النهاية.

١٩-٢-٢ أنظمة مقاومة المياه بالغطاء مسبق التشكيل:

١٩-٢-٢-١ طبقة الطلاء التمهيدي:

يجب أن يشتق الدهان التمهيدي المستخدم مع طبقة الأسفلت المطاطية من مادة النيوبرين، ويجب أن يكون الطلاء التمهيدي مناسبًا للاستخدام مع غشاء البيتومين المعدل من الراتنج أو مادة أساسها مذاب. يجب أن تكون هذه الطلاءات من نوع توصي به الشركة المصنعة.

١٩-٢-٢-٢ لوح غشائي مسبق التشكيل:

يجب أن يتكون اللوح الغشائي مسبق التشكيل إما من الأسفلت المطاطي، أو من البيتومين المعدل. يجب أن يتكون نوع الأسفلت المرن من لوح أسفلت مطاطي معزز بطبقة أو غشاء من البولي إيثلين، ويجب أن يتكون نوع لوح البيتومين المسلح من لوح بيتومين معدل بالبوليمر، ومعزز بنسيج بوليستر، ومثبت بالغرز أو طبقة الفايبر جلاس. يجب أن يتوافق اللوح الغشائي مسبق التشكيل مع المتطلبات التالية المذكورة في الجدول (١٩-١) و (١٩-٢).

الجدول (١٩–١) لوح غشائي مسبق التشكيل لأسطح الجسر.

الخواص	الاختبار	القيمة	
		نوع الأسفلت المطاطي	نوع البيتومين المعدل
مقاومة الشد في اتجاه الماكينة	ASTM D882	٨,٨ نانو / ملم	٧ نانو / ملم
التمدد بنسبة% عند الكسر في اتجاه الماكينة	ASTM D882	١٥٪ عند ٢٣ درجة مئوية ± ٢ درجة مئوية	١٠٪ عند ٢٣ درجة مئوية ± ٢ درجة مئوية
المرونة	ASTM D146	بدون شقوق	بدون شقوق
الحد الأدنى للسماكة	---	١,٦٥١ ملم	١,٧٧٨ ملم
الحد الأدنى لنقطة التليين	ASTM D36	74°C	99°C

الجدول (١٩–٢) لوح غشائي مسبق التشكيل لأسطح غير أسطح الجسر.

الخواص	الاختبار	القيمة	
		نوع الأسفلت المطاطي	نوع البيتومين المعدل
مقاومة الشد في اتجاه الماكينة	ASTMD882	٣,٥ نانو / ملم	٣,٥ نانو / ملم
التمدد بنسبة% عند الكسر في اتجاه الماكينة	ASTMD882	١٥٠٪ عند ٢٣ درجة مئوية ± ٢ درجة مئوية	٢٥٪ عند ٢٣ درجة مئوية ± ٢ درجة مئوية
المرونة	ASTMD146	بدون شقوق	بدون شقوق
الحد الأدنى للسماكة	----	١,٥٢٤ ملم	١,٥٢٤ ملم
الحد الأدنى لنقطة التليين	ASTMD36	74°C	99°C

يجب أن يعتمد معيار (ASTM D882) على طريقة A، شريط عريض مع فصل القبضة بحد أدنى بسمك (٢٥ ملم)، وطول مقياس بحد أدنى (١٠٠ ملم) وطول مقياس بحد أدنى (١٠٠ ملم) لكل دقيقة. يجب أن يعتمد معيار القبول على متوسط خمسة نماذج.

يجب أن يعتمد معيار (ASTM D146 s) على مقدار انحناء بمعدل ١٨٠ درجة أعلى ماسك بسمك (١٠٠ ملم)، عند ١٢ درجة مئوية.

١٩-٢-٢-٣ معجون أسفلتي:

يجب أن المعجون الأسفلتي المستخدم مع الألواح المطاطية مسبقة التشكيل هو مادة مانعة للتسرب من الأسفلت المطاطي المستخدمة على البارد. يجب أن المعجون الأسفلتي المستخدم مع لوح البيتومين المعدل مزيج من الراتنجات البيتومينية والاصطناعية.

١٩-٢-٣ مخاليط إضافية مقاومة للمياه في الخرسانة:

يجب لهذه الخرسانة المصنوعة مع الخلائط الإضافية المقاومة للماء نسبة امتصاص في المئة بعد الغمر والغليان أقل من ٥٪ في سبعة أيام، وحجم فراغات نفاذة أقل من ١١٪ بمعدل سبعة أيام وفقًا لمعيار (ASTM C642.)، يجب أن يقدم المقاول دليلاً في شكل نتائج اختبار توضح الامتثال لهذا المجلد، عند تقديمهم لتصميم المزيج الخرساني.

إذا تطلبت الخرسانة احتباسًا للهواء، يجب أن يقدم المقاول أيضًا دليلاً للمهندس بأن المزيج لن يؤثر سلبًا على نظام الفراغ الهوائي للخرسانة المتصلدة، ويجب أن تقدم نتائج الاختبار التي تتوافق مع (ASTM C457) كدليل لتلبية هذا الشرط.

١٩-٢-٤ مواد متنوعة:

١- يجب أن توصي الشركة المصنعة للمواد الحاجزة الوقائية الأولية بالطلاءات، والحشو، والسدادات، وأشرطة الفواصل، والمواد اللاصقة، والحشوات، والأشرطة غير القابلة للقطع؛ وذلك بغية الاستخدام المقصود.
٢- قطع من الورق: اثنين وسبعة أعشار (٢,٧) كجم ورق الصنوبر.

١٩-٢-٥ أغطية وقائية:

يجب أن تتوافق المواد اللازمة للأغطية الوقائية مع التالي ما لم يُحدد نوع آخر في وثائق العقد.

للأسطح التي سيوضع الردم عليها؛ يجب أن يتكون الغطاء الواقي من لوح مقوى بحجم (٣ ملم)، أو مادة أخرى توفر حماية مكافئة من التلف الناتج عن مواد الردم الخشنة الحادة، أو من معدات البناء.

يجب أن تتكون الطبقة الوقائية لأسطح طرق المرور بأسطح الجسور من طبقة من الخرسانة الأسفلتية الخاصة على النحو المحدد في وثائق العقد.

للأسطح الأفقية التي ستُبنى فوقها الهياكل الإنشائية الخرسانية المسلحة؛ يجب أن يتكون الغطاء الواقي من مسار (٥٠ ملم) من المونة الخرساني المطابق لمتطلبات الجزء (١١-١٥)، باستثناء أن النسب يجب أن تتكون من جزء واحد من الأسمنت البورتلاندي إلى ثلاثة أجزاء من الركام الناعم. يُعزز مسار المونة في منتصف المسافة بين الأسطح العلوية والسفلية مع نسيج من الأسلاك الملحومة أو ما يعادلها. يجب أن يظل السطح العلوي مصقولاً ومتناسقًا مع الميل.

١٩-٢-٥-١ ملاط الأسمنت البورتلاندي:

الملاط و يجب أن تتوافق المواد التي من المقرر استخدامها في المونة مع الأقسام الفرعية (١٩-٢-٥-١-١)، وبواسطة (١٩-٢-٥-١-٤).

١٩-٢-٥-١-١ الأسمنت:

يجب أن يتوافق الأسمنت مع الجزء الفرعي (١١-٣-١).

١٩-٢-٥-١-٢ الركام الناعم:

يجب أن يتوافق الركام الناعم مع القسم الفرعي (١١-٣-٢-١).

١٩-٢-٥-١-٣ الجير:

يجب أن يتوافق الجير مع معيار (ASTM C207)، نوع S أو SA. النوع N أو NA، إذا أظهرت الاختبارات أنه لا يضر بسلامة المونة.

١٩-٢-٥-١-٤ الماء:

يجب أنن تتوافق المياه مع الجزء الفرعي (١١-٣-٤).

١٩-٢-٦ عزل الرطوبة:

يجب أن يتوافق الأساس التمهيدي والأسفلت المستخدم في عزل الرطوبة مع هو محدد في الجزء الفرعي (١٩-٢-١).

١٩-٢-٧ الفحص والتسليم:

يجب أن تُختبر مواد العزل المائي والعزل الرطب قبل الشحن، ويجب أن تكون جميع المواد في مكان التصنيع أيضًا ما لم يأمر المهندس بخلاف ذلك، وعند اختبارها يجب أن يرسل الكيميائي أو مكتب التفتيش الذي عُين لإجراء الاختبارات نسخة من نتائج الاختبار إلى المهندس، ويكون لكل عبوة ملصقًا أو ختمًا أو أي علامة تعريف أخرى توضح أنها خضعت للاختبار، وأنها مقبولة، وتُحدد العبوة مع الاختبارات المعملية.

ويفضل فحص المصنع، ولكن بدلاً من ذلك، يجب أن يأمر المهندس بإرسال العينات التمثيلية المحددة بشكل صحيح إلى المهندس للاختبار قبل شحن المواد. يجب بعد تسليم المواد، يجب أن تؤخذ عينات فحص تمثيلية تُحدد قبول المواد.

يجب أن تُسلم جميع المواد للعمل في حاويات أصلية مميزة بوضوح بالعلامة التجارية أو الملصق الخاص بالشركة المصنعة.

١٩-٣ متطلبات الإنشاء:

١٩-٣-١ عام:

يجب أن يحظر استخدام العزل المائي على أي سطح حتى يستعد المقاول لمتابعة استخدامه مع وضع الغطاء الواقي والردم خلال فترة زمنية قصيرة، بحيث لا يتضرر الغطاء نتيجة استخدام العمال، أو المعدات، أو التعرض للعوامل الجوية، أو نتيجة لأي سبب آخر. يجب أن يتحمل المقاول على نفقته إصلاح أو استبدال الغطاء التالف أو الغطاء الواقي.

يجب توخي الحذر لحصر جميع المواد في المناطق المراد عزلها من الماء، أو مقاومتها للرطوبة؛ ولمنع تشوه أي أجزاء أخرى من الإنشاء بالتقطير أو انتشار مادة الطلاء التمهيدي أو الأسفلت.

١٩-٣-٢ تخزين النسيج:

يجب تخزن المنسوجات في مكان جاف ومحمي. يجب يحظر تخزين اللفات قائمة في النهاية.

١٩-٣-٣ تجهيز السطح:

يجب أن تصبح جميع الأسطح الخرسانية المراد مقاومتها للماء أو عزل الرطوبة منها ناعمة بدرجة معقولة، وخالية من المواد الغريبة التي من شأنها أن تمنع التقييد، أو النتوءات، أو الثقوب التي قد تسبب ثقبًا في الغطاء، أو عزل الرطوبة.يجب أن يصبح هذا السطح جافًا مباشرةً قبل وضع الطلاء، ويجب أن يصبح السطح نظيف تمامًا من أي أتربة أو مواد سائبة.

يجب ألا يتم إجراء العزل المائي أو عزل الرطوبة في الطقس الرطب، ولا عندما تكون درجة حرارة السطح أقل من درجتين مئويتين (٢ درجة مئوية)، أو أقل من تلك الموصى بها من الشركة المصنعة، ما لم يوافق المهندس مسبقًا على العمل. إذا أصبح سطح الخرسانة رطبًا مؤقتًا، يجب أن يغطى بطبقة بسمك (٥٠ ملم) من الرمل الساخن، حيث يُسمح بتركها في مكانها من ساعة إلى ساعتين، أو لفترة كافية لينتج عنها ظروف سطح دافئة وجافة، ويجب بعدها يحدث مسح للرمال من الخلف مع كشف السطح الكافي لبدء العمل وتكرار العملية مع تقدم العمل.

١٩-٣-٤ تطبيق العزل المائي وعزل الرطوبة:

١٩-٣-٤-١ مقاومة الماء بالغطاء الأسفلتي:

يجب أن تتكون مقاومة الماء بالغطاء الأسفلتي من طبقة من الطلاء المستخدم على السطح المجهز، والغطاء المثبت بقوة المكون من طبقتين من النسيج المشبع، وثلاث حشوات أسفلتة مانعة لتسرب المياه، وغطاء واقي عند الحاجة.

١٩-٣-٤-١-١ التركيب:

يجب أن يُسخن الأسفلت إلى درجة حرارة تتراوح بين مئة وخمسين درجة مئوية (١٥٠ درجة مئوية)، ومئة وخمسة سبعين درجة مئوية (١٧٥ درجة مئوية). يجب أن تُزود غلايات التدفئة بمقاييس حرارة.

يجب أن تبدأ مقاومة المياه في جميع الحالات عند النقطة المنخفضة من السطح المراد عزله للماء، بحيث يجري الماء وليس عكس أو على امتداد الوصلات.

هذا الشريط الأول المصنوع من القماش يأتي بنصف عرض؛ ويجب أن يكون الثاني كامل العرض، وملفوف بالعرض الكامل للوح الأول؛ والثالث يجب أن يكون كل شريط لاحق بعرض كامل وملفوف، بحيث يجب أن تكون ثمة طبقتان من القماش في جميع النقاط مع عدد وصلات لا تقل عن (٥٠ ملم). يجب ألا يقل سمك جميع اللحامات التشابكية الطرفية عن (٣٠٠ ملم).

ابتداءً من النقطة المنخفضة من السطح المراد عزله للماء، يجب أن تُطلى طبقة الطلاء التمهيدي، ويجب أمن تُترك لتجف قبل وضع الطبقة الأسفلتية الأولى، يجب أن تُوضع بعد ذلك طبقة العزل المائي على النحو التالي. بدايةً من النقطة المنخفضة من السطح المراد عزله للماء؛ يجب أن يُمسح قطاع عرضه حوالي (٥٠٠ ملم)، وطول السطح بالكامل بالأسفلت الساخن، ويمكن ثنيه وطيه بداخله، فور الانتهاء من المسح، الشريط الأول من القماش بنصف عرض يمكن ضغطه بعناية في مكانه لإزالة جميع فقاعات الهواء، والحصول على توافق وثيق مع السطح. يجب أن يُمسح هذا الشريط والقطاع المجاور من السطح الذي يبلغ عرضه أكثر من نصف عرض النسيج المستخدم بقليل من الأسفلت الساخن، ويمكن طي عرض كامل من النسيج في ذلك، بحيث يجب أن يغطي القطاع بالكامل الشريط الأول، ويضغط في مكانه كما كان من قبل. يجب أن يُمسح هذا الشريط الثاني والقطاع المجاور من السطح الخرساني بالأسفلت الساخن والشريط الثالث من النسيج "بنمط خشبي"، بحيث يجب ألا يقل طول الشريط الأول عن (٥٠ ملم)، وتستمر هذه العملية مع طي كل شريط من النسيج بمقدار (٥٠ ملم)، على الأقل فوق الشريط الثاني السابق بحيث يغطى السطح بالكامل بطبقتين من النسيج على الأقل. يحدث بعد ذلك مسح للسطح بالكامل بالأسفلت الساخن.

هذا العزل المائي المكتمل هو غطاء متماسك تمامًا يجب أن يكون مكون من طبقتين من النسيج، وثلاث حشوات من الأسفلت، مع طلاء من مادة أولية. لا يمكن تحت أي ظرف من الظروف أن تلمس طبقة واحدة من النسيج طبقة أخرى في أي نقطة أو تلامس السطح، حيث يجب أن يكون هناك على الأقل ثلاث حشوات كاملة من الأسفلت.

يجب أن تغطي عملية المسح على الخرسانة في جميع الأحوال السطح بحيث لا تظهر بقع رمادية، ويجب أن تكون ثقيلة بما يكفي لإخفاء النسيج تمامًا. يجب أن يُستخدم ما لا يقل عن (٥ لتر/ متر مربع) من الأسفلت للعمل المنجز على الأسطح الأفقية، حيث يجب أن يُستخدم ما لا يقل عن (٦,٢٥ لتر/ متر مربع). بأنظمة العمل بحيث أنه يمكن في نهاية يوم العمل أن يحدث مسح نهائي للأسفلت على كل قطعة قماش يمكن وضعها. يجب توخي الحذر بشكل خاص وفحص جميع الوصلات للتأكد من أنها مغلقة تمامًا.

١٩-٣-٤-١-٢ تفاصيل خاصة:

عند حواف الغطاء وفي أي نقاط يمكن ثقبها بوصلات مثل المصارف أو الأنابيب، يجب أن تتخذ تدابير مناسبة لمنع الماء من الدخول بين العزل المائي والسطح المقاوم للماء.

يجب أن تُثبت جميع الحشوات عند البردورة، وأمام العوارض، والجدران الدائرية، وما إلى ذلك بألواح منفصلة تلصق الغشاء الرئيسي بما لا يقل عن (٣٠٠ ملم)، ويجب أن تُغلق الحشوة بإحكام إما بواجهة معدنية معاكسة، أو بدمج الحواف العلوية للحشوات في تجويف مملوء بحشو المفصل.

هذه الفواصل هي فواصل مفتوحة أساسًا، ولكنها غير مصممة لتوفيرها من أجل التمدد، يمكن سدها أولاً بالبلوط أو بأي مادة أخرى يجب أن يعتمدها المهندس، ثم تُعبأ بحشو المفصل الساخن.

يجب أن ُتزود فواصل التمدد، الأفقية والرأسية بصفائح نحاس أو رصاص بشكل "U" أو "V" وفقًا لوثائق العقد. بعد وضع الغطاء، يجب أن يُعبأ المفصل بمادة حشو مفصل ساخنة. يجب أن ُيحمل الغطاء باستمرار على امتداد جميع فواصل التمدد.

في نهايات الهيكل الإنشائي، يجب أن يُحمل الغطاء لأسفل بشكل جيد على الدعامات ويقدم دعم مناسب لجميع الحركات.

١٩-٣-٤-١-٣ إصلاح الضرر:

يجب أن يُرجى توخي الحذر لمنع إلحاق الضرر بالغطاء النهائي بمرور العمال، أو المعدات عليه، أو بإلقاء أي مادة عليه. يمكن إصلاح أي ضرر قد يحدث بالترقيع. يجب أن تمتد الرقع بمقدار (٣٠٠ ملم) على الأقل بعد الجزء الخارجي الأكثر تضرراً، ويجب أن تمتد الطبقة الثانية يجب ألا يقل عن (٧٥ ملم) بعد الأولى.

١٩-٣-٤-٢ أنظمة مقاومة المياه بالغطاء مسبق التشكيل:

يجب أن تتكون أنظمة مقاومة المياه بالغطاء مسبق التشكيل من طبقة طلاء تمهيدي توضع على السطح المجهز، وطبقة فردية من الغطاء مسبق التشكيل الملتصق، ويكون غطاء وقائي إذا لزم الأمر.

١٩-٣-٤-٢-١ التركيب على أسطح الجسر:

قبل وضع طبقة من الطلاء التمهيدي، يُثبت أو يُلصق قناع ورقي إنشائي مقاوم للزيت بمادة لاصقة على أي مناطق بالسطح، وستُغطى لاحقًا بسدود أو رؤوس التمدد.

تُوضع سدادة الغشاء والخرسانة الأسفلتية بشكل مستمر عبر هذه الأقنعة الورقية؛ ومع ذلك، يجب قطع القناع والورقة مسبقة التشكيل عند وصلة التمدد أو بالقرب منها بناءً على طلب المهندس.

توضع طبقة الطلاء المعتمدة على النيوبرين في طبقة واحدة بمعدل (٧,٤ متر مربع) تقريبًا لكل لتر. توضع طبقة الطلاء المعتمدة على الراتنج أو مدة مذابة في طبقة واحدة بمعدل (٣,٠ متر مربع) لكل لتر تقريبًا. توضع طبقة من الطلاء التمهيدي عن طرق الرش أو بطريقة الممسحة على كامل المنطقة المراد غلقها.

تُخلط جميع الطلاءات تمامًا وتُقلب أثناء الاستخدام.

تُترك مادة الطلاء التمهيدي لتجف حتى تصبح خالية من اللزوجة قبل وضع ألواح الغطاء.

في حالة عدم وضع ألواح الغطاء فوق الأسطح المطلية المعتمدة على المذيبات في أربع وعشرين ساعة، أو الأسطح المطلية بالنيوبرين في غضون ست وثلاثين ساعة، أو الأسطح المطلية بالراتنج في غضون ثماني ساعات، فيعاد تجهيز الأسطح.

تُوضع ألواح الغشاء مسبقة التشكيل على الأسطح المطلية إما بالطرق اليدوية، أو باستخدام أدوات تطبيق ميكانيكية، يوضع لوح التغطية بطريقة تحقق تأثيرًا متقطعًا في اتجاه تصريف المياه، يُوضع أولاً شريط تغطية بعرض بحد أدنى (٣٠٠ ملم) على امتداد تقاطع السطح، وقاعدة درابزين الحاجز، أو حافة الرصيف في الجانب السفلي من السطح مع امتداد اللوح الممتد لأعلى (٧٥ ملم). تُرص الألواح طوليًا وجانبها بألواح متجاورة لا تقل عن (٦٠ ملم)، وتتداخل أطرافها بما لا يقل عن (١٥٠ ملم)، يوضع بعد ذلك شريط عرض لا يقل عن (٣٠٠ ملم) عند مفترق السطح، وقاعدة الرصيف، أو الدرابزين في الجانب العلوي السطح الممتد حتى الوجه بسمك (٧٥ ملم). بعد التمديد، يمكن طي رقائق الغطاء بأسطوانات يدوية، أو أي أدوات أخرى لازمة لتطوير وإقامة علاقة وثيقة وموحدة مع الأسطح الخرسانية الجاهزة، تُستخدم بعض الإجراءات لتقليل التجاعيد وفقاعات الهواء، تُرقع أي تمزقات، أو شقوق، أو تداخلات ضيقة باستخدام مادة لاصقة مناسبة، وتوضع أجزاء من لوح الغطاء فوق المنطقة المعيبة، بحيث تمتد الرقعة بمقدار (١٥٠ ملم) على الأقل وتتجاوز الخلل. يُستخدم مشعل البروبان لصهر طبقة البوليستر في الجزء المراد ترقيعه على ألواح البيتومين المعدلة مع طبقة البوليستر المتينة. توضع الرقعة بعد ذلك فوق السطح الساخن. تُطوى جميع الرقع أو تُضغط بإحكام على السطح.

يُقطع الغطاء ويستدار بداخل المفصل أو صمام الصرف في جميع الفواصل المفتوحة، وفي جميع الأنابيب المزودة بصمامات للصرف، وفي جميع المواقع الأخرى عندما يطلب المهندس ذلك، عند وضع الغطاء.

يُستخدم صمغ المصطكي مع ألواح الأسفلت المطاطية وألواح البيتومين المعدلة كطرف محدب، على امتداد الحافة المكشوفة من لوح الغطاء، الذي يمتد لأعلى درابزين الحاجز أو وجه البردورة، الذي ينتهي في قناة تصريف الجانب العالي بعد تركيب الألواح.

١٩-٣-٤-٢-٢ التركيبات على الأسطح الأخرى:

يتوافق تركيب أغطية مسبقة التشكيل على الأسطح بخلاف أسطح الجسر مع المتطلبات المعمول بها لأسطح الجسر، وما يلي:

- توضع مادة الغطاء المشكلة مسبقًا بشكل عمودي، مع تداخل كل لوح متتابع مع السابق بما لا يقل عن (٧٥ ملم)، وتصبح هذه الوصلات الأفقية متراكبة بحد أدنى (١٥٠ ملم).
- تحتوي الحواف المكشوفة للألواح ذات الغطاء طرفًا محدبًا توصي به الشركة المصنعة، أو شريطًا مانعًا للتسرب بعد وضع الغطاء.
- تربط جميع الأنابيب البارزة، أو القنوات، أو الجلب، أو غيرها من المرافق التي تمر عبر العزل المائي للأغشية مسبقة التشكيل بجلب مطاطية مسبقة الصنع أو مُصنَّعة في الموقع، أو أغطية مُجهزة، أو غيرها من الأجهزة حسب الضرورة لتوفير مفصل إنشائي مانع لتسرب المياه.

١٩-٣-٤-٢-٣ عزل الرطوبة:

تُنظف الأسطح الخرسانية، أو المصنوعة من الطوب، أو الأسطح الأخرى المراد حمايتها بمقاومة الرطوبة جيدًا قبل وضع طبقة الطلاء التمهيدي. يُطلى السطح المراد عزله عن الرطوبة، ثم يُنظف جيدًا باستخدام أسفلت مانع لتسرب المياه. عند القيام بأعمال

التنظيف الأول للأسفلت بكفاءة، يُنظف السطح بطبقة ثانية من الأسفلت الساخن. يُرجى توخي الحذر؛ للتأكد من عدم وجود تجاوزات في الطلاء، وأن جميع الأسطح مغطاة بالكامل.

١٩-٣-٥ أغطية وقائية:

تُركب أغطية واقية بشكلٍ كافٍ بعد استخدام العزل المائي مباشرةً؛ لمنع أي ضرر للعزل المائي من التعرض لأشعة الشمس، أو الطقس، أو الضرر الناجم عن حركة المرور، أو عمليات الأنشاء اللاحقة.

يوضع الغطاء الواقي من الألواح الصلبة على طلاء من مادة لاصقة من النوع الموصى به من الشركة المصنعة للعزل المائي، توضع المادة اللاصقة بمعدل مكافئ لإبقاء الغطاء الواقي في موضعه حتى وضع الردم.

١٩-٤ قبول الأعمال:

تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. لقبول العمل، يُطبق المقاول ضبط الجودة لأعمال مقاومة المياه بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق الإنجاز، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة، ووثائق العقد الأخرى.

١٩-٤-١ ضبط الجودة:

مراقبة وفحص جميع أعمال ومواد العزل المائي؛ للتأكد من أن العمل يتوافق مع متطلبات المواد المذكورة في الجزء (١٩-٢) والجدول (١٩-٥).

تختبر مواد المقاومة وفقًا للجزء الفرعي (١٩-٢-٧).

ومن أجل قبول العمل، تُفحص إجراءات أعمال التركيب؛ للتأكد من أنها تتوافق مع متطلبات التجميع والتركيب المذكورة في الجزء (١٩-٣) بما في ذلك تجهيز السطح.

١٩-٤-٢ ضمان الجودة:

يحق للسلطة المختصة في أي وقت التأكد من جودة العمل المطابق للمواصفات المطلوبة بتنفيذ أو مطالبة الآخرين بالقيام تحت إشرافها، بالاختبارات التي تضمن جودة جميع الأعمال المكتملة وفقًا للاختبارات اللازمة، والمذكورة في الأجزاء ذات الصلة ومتطلبات الشركة المصنعة.

١٩-٥ القياس والدفع:

١٩-٥-١ القياس:

يقاس العزل المائي ومقاومة الرطوبة بالمتر المربع المنجز في الموقع المعتمد.

١٩-٥-٢ الدفع:

تُقدم المدفوعات على أساس عدد الأمتار المربعة لعزل الرطوبة وعزل المياه التي خضعت للقياس.

يشمل الدفع مقابل العزل المائي تعويضًا كاملاً عن تكلفة توفير جميع المعدات، والمواد، والعمالة اللازمة لإكمال طبقة العزل المائي، وغطاء الحماية بشكل مرضٍ.

يشمل الدفع مقابل عزل الرطوبة تعويضًا كاملاً عن تكلفة توفير جميع المعدات، والمواد، والعمالة اللازمة لإكمال طبقة عزل الرطوبة بشكل مرضٍ.

من المقرر تقديم المدفوعات المشار إليها في الجدول (١٩-٣)، ومتطلبات ضبط الجودة لمقاومة المياه الموضحة في الجدول (١٩-٤).

الجدول (١٩–٣) بنود الدفع مقابل العزل المائي.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
١٩-٢-١	مقاومة المياه	م^{٢}

الجدول (١٩–٤) متطلبات الجودة لعزل المياه.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
التطبيق	تجهيز السطح	الفحص البصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (١٩-٣-٣)
	التركيب على أسطح الجسر	الفحص البصري	في الموقع	----------	القسم الفرعي (١٩-٣-٤-١)

الجدول (١٩–٥) مواصفات وعناوين (AASHTO، وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Asphalt Used in Damp proofing and Waterproofing	المواصفة القياسية لطبقة الأسفلت الأولية المستخدمة في التسقيف، ومقاومة الرطوبة، والعزل المائي	---------	D449	كما هو محدد.
Standard Specification for Asphalt Primer used in Roofing, Damp proofing, and Waterproofing	المواصفة القياسية لطبقة الأسفلت الأولية المستخدمة في التسقيف، ومقاومة الرطوبة، والعزل المائي	---------	D41	كما هو محدد.
Standard Specification for Bitumen-Saturated Cotton Fabrics used in Roofing and Waterproofing	المواصفة القياسية للأقمشة القطنية المشبعة بالبيتومين المستخدمة في التسقيف والعزل المائي	---------	D173	كما هو محدد.
Standard Specification for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures (Withdrawn 2009)	المواصفة القياسية لخلطات الرصف البيتومنية المخلوطة والموضوعة على الساخن (سُحبت عام ٢٠٠٩)	---------	D3515	كما هو محدد.
Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للعوازل البلاستيكية الرقيقة	---------	D882	انظر الجدول (١٩-١) و الجدول (٢١-٢)
Standard Test Methods for Sampling and Testing Bitumen- Saturated Felts and Woven Fabrics for Roofing and Waterproofing	أساليب الاختبار القياسية لأخذ العينات واختبار اللبادات المشبعة بالبيتومين والألياف المنسوجة للتسقيف والعزل المائي	---------	D146	انظر الجدول (٢١-١) و الجدول (١٩-٢)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)	طريقة الاختبار القياسية لنقطة تليين البيتومين (جهاز الكرة والحلقة)	---------	D36	انظر الجدول (١٩-١) والجدول (١٩-٢)
Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية للكثافة والامتصاص والفراغات في الخرسانة الصلبة	---------	C642	نسبة امتصاص في المئة بعد الغمر والغليان أقل من ٥٪ في سبعة أيام، وحجم فراغات نفاذة أقل من ١١٪ بمعدل سبعة أيام
Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete	طريقة الاختبار القياسية للتحديد المجهري لمعلمات نظام الفراغ الهوائي في الخرسانة الصلبة	---------	C457	كما هو محدد.
Standard Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes	المواصفة القياسية للجير المطفأ لأغراض البناء	---------	C207	كما هو محدد.

٢٠- معدات المحامل:

٢٠-١ عام:

يتضمن هذا العمل تأثيث وتركيب محامل الجسور وأغطية المواد المستخدمة أسفل ألواح البناء.

تتشكل المحامل وفقًا للتفاصيل الموضحة في وثائق العقد. في حالة عدم تقديم تفاصيل كاملة، تتوفر المحامل التي تتوافق مع التفاصيل المحدودة الموضحة في وثائق العقد وتوفر إمكانات التصميم للأحمال والحركات الموضحة أو المحددة وخصائص الأداء المحددة.

٢٠-٢ رسومات العمل:

عندما لا تظهر التفاصيل الكاملة للمحامل والمراسي في وثائق العقد، يعد المقاول ويقدم رسومات العمل للمحامل. توضح هذه الرسومات جميع تفاصيل المحامل، والمواد المقترحة للاستخدام، ويعتمدها المهندس قبل تصنيع المحامل. لا تعف هذه الموافقة المقاول من أي مسؤولية بموجب وثائق العقد لإكمال العمل بنجاح.

يُحدد الآتي في رسومات الأعمال:

- الكمية الإجمالية لكل نوع من المحامل المطلوبة (التمدد الثابت أو الموجه أو التمدد غير الموجه)، مجمعة أولاً وفقًا للنوع (نطاق الحمل) ثم حسب سعة التصميم الفعلية.
- يظهر المسقط الأفقي، وعرض ارتفاع الجزء يظهر جميع الأبعاد ذات الصلة لكل نوع من أنواع المحامل.
- يُذكر أقصى حد لمعامل احتكاك التصميم على النحو المذكور في وثائق العقد.
- نوع المواد المقرر استخدامها لجميع عناصر المحامل.
- ثمة وصف وتفاصيل واضحة إن أمكن لأي عملية لحام مستخدمة في صناعة المحامل لا تتوافق مع العملية المعتمدة للمعايير الحالية .(AASHTO/AWS D1.5M/D1.5).
- الحمولة الرأسية والأفقية والحركة الداخلية والقدرة على الحركة.
- متطلبات الطلاء أو التغطية بالطلاء.
- خطط المحاذاة.
- خطة التركيب.
- استكمال حسابات التصميم للتحقق من المطابقة مع هذا القانون، إذا طلب المهندس ذلك.
- تفاصيل التثبيت.
- تفاصيل سطح ارتكاز محددة مسبقًا إن أمكن.
- موقع المصنع المسؤول عن التصنيع.
- اسم الشركة المصنعة، واسم الممثل الذي سيكون مسؤولاً عن تنسيق الإنتاج، والفحص، واختبار العينات، والاختبار.

٢٠-٣ المواد:

٢٠-٣-١ عام:

٢٠-٣-١-١ الحديد الملفوف:

الحديد الملفوف هو من النوع المحدد في وثائق العقد، وتلبي متطلبات الاختبار للمعيار الذي تتوافق معه. يتوافق الحديد ما لم يحدد خلاف ذلك مع المواصفة ((AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، ميل ٢٥٠ وألا يتسبب في حدوث تفاعل سلبي كهربائي أو كيميائي مع المكونات الأخرى لسطح الارتكاز، وتكون خالية من الصدأ وقشور المصنع.

٢٠-٣-١-٢ شرائح الحديد:

تستوفي شرائح الحديد شروط المواصفة (AASHTO M251).

٢٠-٣-١-٣ حديد مصبوب:

يلبي الحديد المصبوب متطلبات المواصفة (ASTM A802/A802M)، ويكون خاليًا من الفتحات، والشوائب التي يزيد حجمها عن (٣,٢ ملم)، وهذا الجدار الداخلي للوعاء في محامل الوعاء، ويكون السطح الملامس للمحامل المعدنية، أو المحامل الدوارة خاليًا من الثقوب الانفجارية أو الشوائب من أي حجم.

٢٠-٣-١-٤ الحديد المطروق:

يلبي الحديد المطروق متطلبات المواصفة (ASTM A788).

٢٠-٣-١-٥ ستانلس ستيل:

يتوافق الستانلس ستيل مع متطلبات معايير (ASTM A167)، نوع ٣٠٤، أو (ASTM A240/A240M)، نوع ٣٠٤، ولا يقل سمكها عن (٠,٩١ ملم) كحد أدنى، ويكون الطلاء النهائي بالمحمل المطلي بطبقة نهائية مصقولة أفضل، أو بما يعادل (٠,٢ ملم). يطلى الستانلس ستيل الملامس لصفائح البولي تترافلور إيثلين بطبقة طلاء نهائية لا يقل سمكها عن (٠,٥٠ ملم).

٢٠-٣-٢ متطلبات المواد الخاصة بالمحامل الكهربائية:

٢٠-٣-٢-١ خصائص المطاط الصناعي:

يتكون المطاط الصناعي الخام إما من النيوبرين الخام (بولي كلوروبرين)، أو المطاط الطبيعي الخام (بولي إيزوبرين). يصنف مركب المطاط الصناعي على أنه يحتاج إلى درجة حرارة منخفضة من الدرجة (٠، ٢، ٣، ٤، أو ٥)، وتُحدد درجات الحرارة عن طريق متطلبات الاختبار في الجدول (٢٠-١) والجدول (٢٠-٢). تُستبدل الدرجة العالية من المطاط الصناعي بالمادة السفلية.

يستوفي مركب المطاط الصناعي الحد الأدنى لمتطلبات الجدول (٢٠-١) و الجدول (٢٠-٢)، باستثناء ما يحدده المهندس خلافًا لذلك. تستوفى متطلبات الاختبار للصلابة المتوسطة. إذا حددت المادة بمعامل القص، يصبح معامل القص المقاس في حدود ١٥٪ من القيمة المحددة. توفر قيمة ثابتة للصلابة لغرض تحديد حدود الاختبارات في الجدول (٢٠-١)، و الجدول (٢٠-٢). تُقاس عند تحديد الصلابة.

يجب أن يقع معدل القص ضمن النطاق في كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). عند أخذ عينات الاختبار من المنتج النهائي، يُسمح للخصائص المادية بأن تختلف عن تلك المحددة في الجدول (٢٠-١) والجدول (٢٠-٢) بنسبة ١٠٪. تجرى جميع اختبارات المواد عند ٢٣ درجة مئوية بزيادة أو بنقصان درجتان مئويتان (٢٣ ± ٢ درجة مئوية)، ما لم يلاحظ خلاف ذلك. تُجرى اختبارات معامل القص باستخدام الأجهزة والإجراءات المذكورة في الملحق أ من المواصفة (ASTM D4014).

الجدول (٢٠–١) اختبارات التحكم في جودة البولي كلوررىروين (النيوبرين).

طريقة اختبار ASTM	الخصائص المادية	٥٠	٦٠	٧٠
D2240	الصلابة (مقياس التحمل شور A)	٥٠ ± ٥	٦٠ ± ٥	٧٠ ± ٥
D412	قوة الشد، الحد الأدنى ميجا باسكال	١٥,٥	١٥,٥	١٥,٥
	أقصى تمدد بحد أدنى%	٤٠٠	٣٥٠	٣٠٠
مقاومة الحرارة				
D573- ٧٠ ساعة عند ١٠٠ درجة مئوية	التغيير في صلابة التحمل، الحد الأقصى للنقاط	١٥	١٥	١٥
	التغيير في قوة الشد الحد الأقصى بنسبة%	١٥-	١٥ -	١٥ -
	التغيير في صلابة مقياس التحمل	٤٠ -	٤٠ -	٤٠ -

طريقة اختبار ASTM	الخصائص المادية	٥٠	٦٠	٧٠
	الحد الأقصى بنسبة%			
مجموعة الضغط				
D395 - طريقة ب	٢٢ ساعة عند ١٠٠ درجة مئوية، الحد الأقصى بنسبة%	٣٥	٣٥	٣٥
الأوزون				
D1149	١٠٠ جزء لكل مئة مليون الأوزون الموجود في الهواء، من حيث الحجم ٢٠٪ الضغط °38درجة مئوية بزيادة أو نقص ± ١ درجة مئوية ١٠٠ ساعة من إجراءات التركيب D518 إجراء أ	بدون شقوق	بدون شقوق	بدون شقوق
سرعة انكسار درجة الحرارة المنخفضة				
D746 - إجراء ب	الدرجات ٠ و٢ - لا يلزم إجراء اختبار	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٣ - سرعة انكسار عند ٤٠ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٤ - سرعة انكسار عند ٤٨ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٥ - سرعة انكسار عند ٥٦,٥ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
تقوية حرارية فورية				
D1043	الأميال ٠ و٢ - مختبرة عند - ٣٢ درجة مئوية	لا تزد درجة الصلابة بدرجة حرارة الاختبار عن أربعة أضعاف الصلابة المقاسة عند ٢٣ درجة مئوية.		
	الميل ٣ - خضع للاختبار - عند ٤٠ درجة مئوية			
	الميل ٤ - خضع للاختبار - عند ٤٥,٥ درجة مئوية			
	الميل ٥ - خضع للاختبار - عند ٣٤ درجة مئوية			
التبلور عند درجات الحرارة المنخفضة				
اختبار القص الرباعي على النحو المذكور في الملحق أ من معيار D4014	الميل ٠ - لا يلزم إجراء اختبار	لا تزد درجة الصلابة وقت الاختبار بدرجة حرارة الاختبار عن أربعة أضعاف الصلابة المقاسة عند ٢٣ درجة مئوية بدون تأخير. تقاس الصلابة بجهاز اختبار رباعي القص في وحدة تجميد مغلقة. تؤخذ عينات الاختبار من محمل يمكن اختياره عشوائيًا. تُستخدم دورة الانفعال بزيادة ونقص نسبة ٢٥٪ وتطبق دورة الانفعال الكاملة لمدة ١٠٠ ثانية. يمكن التخلص من دورة الإجهاد الأولى ٠,٧٥ وتُحدد الصلابة بواسطة ميل منحنى انحراف القوة لدورة ٠,٥٠ التالية من التحميل.		
	الميل ٢ - ٧ أيام- عند ١٨ درجة مئوية			
	الميل ٣ - ١٤ يومًا- عند ٢٦ درجة مئوية			
	الميل ٤ - ٢١ يومًا- عند ٣٧ درجة مئوية			
	الميل ٥ - ٢٨ يومًا- عند ٣٧ درجة مئوية			

الجدول (٢٠–٢) اختبارات التحكم في الجودة (المطاط الطبيعي) البوليزوبرين.

طريقة اختبار ASTM	الخصائص المادية	٥٠	٦٠	٧٠
D2240	الصلابة (مقياس التحمل شور A)	٥٠ ± ٥	٦٠ ± ٥	٧٠ ± ٥
D412	قوة الشد، الحد الأدنى ميجا باسكال	١٥,٥	١٥,٥	١٥,٥
	أقصى تمدد بحد أدنى%	٤٥٠	٤٠٠	٣٠٠
مقاومة الحرارة				
D573- ٧٠ ساعة عند ٧٠ درجة مئوية	التغيير في صلابة التحمل، الحد الأقصى للنقاط	١٠	١٠	١٠
	التغيير في قوة الشد بنسبة% كحد أقصى	٢٥ -	٢٥ -	٢٥ -
	التغيير في صلابة مقياس التحمل، بنسبة% كحد أقصى	٢٥ -	٢٥ -	٢٥ -
	مجموعة الضغط			
D395 - طريقة ب	٢٢ ساعة عند ٧٠ درجة مئوية، بنسبة% كحد أقصى	٢٥	٢٥	٢٥
الأوزون				
D1149	٢٥ جزء لكل مئة مليون من نسبة الأوزون الموجود في الهواء من حيث الحجم ٢٠٪ والضغط بمقدار ٣٨ درجة مئوية بزيادة أو نقص ١ درجة مئوية الإجراء أ	بدون شقوق	بدون شقوق	بدون شقوق
سرعة انكسار درجة الحرارة المنخفضة				
D746 - الإجراء ب	الدرجات ٠ و٢ - لا يلزم إجراء اختبار	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٣ - سرعة انكسار عند ٤٠ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٤ - سرعة انكسار عند ٤٨ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
	الدرجة ٥ - سرعة انكسار عند ٥٧ درجة مئوية	بدون خطأ	بدون خطأ	بدون خطأ
تقوية حرارية فورية				
D1043	الأميال ٠ و٢ - مختبرة عند - ٣٢ درجة مئوية	لا تزد درجة الصلابة بدرجة حرارة الاختبار عن أربعة أضعاف الصلابة المقاسة عند ٢٣ درجة مئوية.		
	الميل ٣ - خضع للاختبار - عند ٤٠ درجة مئوية			
	الميل ٤ - خضع للاختبار - عند ٤٥,٥ درجة مئوية			
	الميل ٥ - خضع للاختبار - عند ٥٤ درجة مئوية			
التبلور عند درجات الحرارة المنخفضة				
اختبار القص الرباعي على النحو المذكور في	الميل ٠ - لا يلزم إجراء اختبار	لا تزيد درجة الصلابة وقت الاختبار بدرجة حرارة الاختبار عن أربعة أضعاف الصلابة المقاسة عند ٢٣ درجة مئوية بدون تأخير. تقاس الصلابة بجهاز اختبار رباعي القص في وحدة تجميد مغلقة. تؤخذ عينات الاختبار من محمل يمكن اختياره عشوائيًا.		
	الميل ٢ - ٧ أيام - عند ١٨ درجة مئوية			

طريقة اختبار ASTM	الخصائص المادية	٥٠	٦٠	٧٠
الملحق أ من معيار D4014	الميل ٣ - ١٤ يومًا- عند ٢٦ درجة مئوية	تُستخدم دورة الانفعال بزيادة ونقص نسبة ٢٥٪ وتطبق دورة الانفعال الكاملة لمدة ١٠٠ ثانية. يمكن التخلص من دورة الإجهاد الأولى ٠,٧٥ وتُحدد الصلابة بواسطة ميل منحنى انحراف القوة لدورة ٠,٢٥ التالية من التحميل.		
	الميل ٤ - ٢١ يومًا- عند ٣٧ درجة مئوية			
	الميل ٥ - ٢٨ يومًا- عند ٣٧ درجة مئوية			

٢٠-٣-٢-٢ النسيج المسلح:

يُنسج النسيج المسلح من الألياف الزجاجية الدائمة بنسبة ١٠٠٪ من جدائل من نوع "E"، يبلغ الحد الأدنى لعدد الجدائل في كل اتجاه خيط واحد لكل ملم، ويتكون هذا النسيج إما من غرزة رجل الغراب أو من ٨ غرز من نسيج الساتان المقوى. تحتوي كل طبقة من النسيج على قوة ضد القطع بحد أدنى (١٤٠ نانو/ ملم) من العرض في كل اتجاه للجديلة. لا يسمح بوجود فتحات في النسيج، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

٢٠-٣-٢-٣ الرباط:

يوجد لدى الرباط المفلكن بين النسيج والتدعيم قوة تقشير بحد أدنى (٥,٣ نانو/ ملم). يصل الحد الأدنى من مقاومة التقشر للمحامل المصنوعة من الحديد المصفح (٧,٠ نيوتن/ ملم)، تنفذ اختبارات قوة التقشر وفقًا لمعيار (ASTM D429)، طريقة ب.

٢٠-٣-٣ متطلبات المواد الخاصة للوعاء ومحمل السطح:

جميع المواد جديدة وغير مستعملة مع عدم وجود مواد مستصلحة مدمجة في المحمل النهائي.

٢٠-٣-٣-١ الحديد:

تتوافق جميع مكونات الحديد باستثناء الستانلس ستيل بالوعاء والمحمل القرصي مع متطلبات الجزء (١٥-٣) لحديد الكربون أو الحديد الهيكلي عالي القوة ومنخفض السبائك للحام.

٢٠-٣-٣-٢ الحديد المقاوم للصدأ:

يتوافق الستانلس ستيل مع متطلبات القسم الفرعي (٢٠-٣-١-٥).

٢٠-٣-٣-٣ العنصر المطاطي اللدن للمحامل الوعائية:

يحتوي عنصر الحركة الداخلية المرن المستخدم في تصميم المحامل الوعائية مادة البولي كلوروبرين الخام المقاوم للتبلور (النيوبرين)، ويتوافق مع معيار ((AASHTO M251 (ASTM D4014)، أو على البولي إيزوبرين الطبيعي الخام (المطاط الطبيعي) وفقًا لمعيار (AASHTO M251) كالبوليمر الخام. تتوافق الخصائص المادية للنيوبرين والمطاط الطبيعي مع هذا المجلد أعلاه مع التعديلات على النحو الآتي:

- تعادل صلابة مقياس التحمل شور (10 ± 50 A نقاط).
- تُعد العينات اللازمة اختبارات مجموعة الضغط باستخدام قالب من نوع ٢.

٢٠-٣-٣-٤ قفل مانع للتسرب باستخدام المحامل الوعائية:

يُشحم المطاط الصناعي بين الوعاء الحديد ولوح التحميل العلوي الحديد بشحم سيليكون لا يتفاعل كيميائياً مع المطاط الصناعي، ولا يغير خصائصه ضمن نطاق الظروف البيئية المتوقعة في الموقع أو على النحو الذي توصي به الشركة المصنعة.

٢٠-٣-٣-٥ حلقات للإغلاق للمحامل الوعائية:

حلقات الإغلاق بين المكبس الحديد وعنصر الحركة الداخلية المرن للمحامل الوعائية تتوافق مع معيار (ASTM B36/B36M) للحلقات ذات القطاع العرضي المستطيل والمواصفة (ASTM B121/B121M) للقطاعات الدائرية. يعتمد المهندس وفقًا لتقدير المهندس مادة حلقة إغلاق أخرى على أساس دليل الاختبار المتوافق مع كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق)

٢٠-٣-٣-٦ لوح وشريط متعدد رباعي فلور إيثيلين:

تتوافق متطلبات لوح وشريط متعدد رباعي فلور إيثلين للمحامل الوعائية والقرصية مع أحكام القسم الفرعي (٢٠-٧-٧-١).

٢٠-٣-٣-٧ عنصر متعدد رباعي فلور إيثلين للمحامل القرصية:

يتكون العنصر الإنشائي من البولي إيثر يوريثان المستخدم في بناء المحامل القرصية من مركب بولي إيثر يوريتان متراكب، وتتوافق الخصائص المادية للبولي إيثر يوريثان مع المتطلبات المدرجة في الجدول (٢٠-٣).

الجدول (٢٠–٣) الخصائص المادية للبولي ايثر يوريثين.

الخصائص المادية	طريقة اختبار ASTM	المتطلبات		
الصلابة، مقياس التحمل من النوع D	D2240	٤٥	٥٥	٦٥
ضغط الشد، ميجا باسكال **تمدد بنسبة ١٠٠٪** **تمدد بنسبة ٢٠٠٪**	D412	 ١٠ ١٩	 ١٣ ٢٣	 ١٦ ٢٨
قوة الشد، ميجا باسكال	D412	٢٨	٣٥	٤١
أقصى تمدد بنسبة%	D412	٣٥٠	٢٨٥	٢٢٠
مجموعة الضغط، ٢٢ ساعة عند ٧٠ درجة مئوية بنسبة%	D395	٤٠	٤٠	٤٠

٢٠-٣-٤ متطلبات المواد الخاصة للمحامل الدوارة والمتأرجحة:

يُصنع الحديد المستخدم في المحامل الدوارة والهزازة من الأنواع والدرجات على النحو المحدد في وثائق العقد. يُعزز الحديد الموجود على سطح التلامس للمحمل المعدني شرط أن يلبي الحديد -بعد التصلب- متطلبات القوة والليونة وفقًا لوثائق العقد، ومواصفات المواد.

٢٠-٣-٥ الألواح المعدنية المستخدمة في ألواح الإنشاء والرقائق والألواح الأساسية:

الألواح المعدنية المستخدمة في ألواح الإنشاء والرقائق والألواح الأساسية ما لم يحدد خلافًا لذلك في وثائق العقد تتوافق مع معيار (AASHTO M270M/M270 (ASTM A709/A709M)، درجة انحدار (٢٥٠)، تتوافق ألواح التمدد والمحامل المصنوعة من البرونز وخليط النحاس مع متطلبات الجزء الفرعي (٢٠-٧-٥).

٢٠-٣-٦ المتطلبات الخاصة للمواد للأسطح المنزلقة من مركب متعدد رباعي فلور الإيثلين:

٢٠-٣-٦-١ لوح وشريط متعدد رباعي فلور إيثيلين:

تتمتع ألواح الراتنج متعدد رباعي فلور إيثلين، نسيج متعدد رباعي فلور إيثلين، برونز متداخل وهياكل متعدد رباعي فلور إيثلين ومركب معدني مثقب متعدد رباعي فلور إيثلين، والمواد الاحتياطية، وجميع الأجزاء الأخرى من المحامل الثابتة، أو محامل التمدد المحتوية على مركب متعدد رباعي فلور إيثلين، بخصائص الاحتكاك، والميكانيكية، والمادية، والتعرية المحددة في وثائق العقد.

٢٠-٣-٦-٢ راتنج متعدد رباعي فلور إيثلين:

راتنج متعدد رباعي فلور إيثلين نقي بنسبة ١٠٠٪، تستوفي المادة الجديدة متطلبات معيار (ASTM D4894)، أو معيار (D4895)، ويلبي متطلبات الجدول (٢٠-٤) لا تستخدم أي مواد مستصلحة. لوح وشريط وقماش متعدد رباعي فلور إيثلين مطلي يأتي:

- مقاومًا للأحماض والقلويات والمنتجات النفطية.
- مستقرة في درجات حرارة تتراوح من سالب مئتين وثمانية عشر درجة مئوية إلى مئتين وستين درجة مئوية (-٢١٨ إلى ٢٦٠ درجة مئوية).
- غير قابل للاشتعال
- غير قابل لامتصاص الماء.

٢٠-٣-٦-٣ مادة التحشية:

تُصنع مادة الحشو عند استخدامها من الألياف الزجاجية المطحونة، أو ألياف الكربون، أو غيرها من مواد الحشو المعتمدة. يعمل الحشو بشكل مركب مع متعدد رباعي فلور إيثلين، ولا يكون له أي تفاعل كيميائي مع المكونات أو المكونات الأخرى.

٢٠-٣-٦-٤ مادة لاصقة:

المادة اللاصقة المستخدمة مع لوح الربط متعدد رباعي فلور إيثلين مصنوعة من راتنج الإيبوكسي المستوفي لمتطلبات معيار (AASHTO M235M/M235 (ASTM C881/C881M)، طبقة بروبيلين الإيثيلين المفلور أو ما يعادلها بناءً على موافقة المهندس.

٢٠-٣-٦-٥ لوح متعدد رباعي فلور إيثلين غير محشو:

اللوح متعدد رباعي فلور إيثلين غير المحشو مصنوع من راتنج متعدد رباعي فلور إيثلين ويتوافق مع الجدول (٢٠-٤)، باستثناء طرق اختبار (ASTM)، لقوة الشد والتمدد ويتوافق مع .(ASTM D2256).

٢٠-٣-٦-٦ لوح متعدد رباعي فلور إيثلين محشو:

اللوح متعدد رباعي فلور إيثلين المحشو مصنوع من راتنج متعدد رباعي فلور إيثلين الخام، ممزوج بشكل موحد مع حشو خامل معتمد، ويبلغ الحد الأقصى لمحتوى الحشوة ١٥٪ للألياف الزجاجية، و٢٥٪ لألياف الكربون. يحدد المهندس الحد الأدنى لمحتوى الحشوة للمواد الأخرى.

الألواح المطلية المحتوية على متعدد رباعي فلور إيثلين المحشوة والمحتوية على الألياف الزجاجية تتوافق مع متطلبات الجدول (٢٠-٤) باستثناء طرق اختبار (ASTM) لقوة الشد والتمدد، ويتوافق مع (.ASTM D638).

الجدول (٢٠–٤) لوح متعدد رباعي فلور إيثلين المحشو.

الخاصية الميكانيكية	طريقة ASTM	اللوح غير المحشو	لوح بنسبة ١٥٪ من الألياف الزجاجية	لوح بنسبة ٢٥٪ من الألياف الزجاجية	القماش المنسوج
الحد الأدنى لقوة الشد، ميجا باسكال	D638 أو D2256	١٩,٣	١٣,٧٨	٨,٩٦	١٦,٥٤

الخاصية الميكانيكية	طريقة ASTM	اللوح غير المحشو	لوح بنسبة ١٥٪ من الألياف الزجاجية	لوح بنسبة ٢٥٪ من الألياف الزجاجية	القماش المنسوج
الحد الأدنى للتمدد بنسبة%	D638 أو D2256	٢٠٠	١٥٠	٧٥	٣٥
الحد الأدنى للثقل النوعي	D792	٢ ± ٦٢٣	٠,٠٣ ± ٢,٢٠	٠,٠٣ ± ٢,١٠	-
نقطة الانصهار، درجة مئوية	D4894، D4895، أو D5977	٢ ± ٣٢٨	١٠ ± ٣٢٨	١٠ ± ٣٢٨	-

يمكن الحصول على قيم محتويات الحشو الوسيطة عن طريق الاستكمال.

٢٠-٣-٦-٧ ألياف متعدد رباعي فلور إيثلين المحتوية على القماش:

يُصنع متعدد رباعي فلور إيثلين من القماش المنسوج من ألياف فلوركربونية من متعدد رباعي فلور إيثلين ذات خيوط متعددة موجهة، أو من مزيج من ألياف متعدد رباعي فلور إيثلين مصنوعة من شريط متعدد رباعي فلور إيثلين، أو من ألياف أخرى وفقًا لما تتطلبه تصميمات الملكية المسجلة. يمكن الحصول على الخصائص الفيزيائية لألياف متعدد رباعي فلور إيثلين من الجدول (٢٠-٤) باستثناء طرق اختبار (ASTM) لقوة الشد والتمدد، ويتوافق مع معيار (ASTM D2256.).

٢٠-٣-٦-٨ زيوت التشحيك

تتكون زيوت التشحيم في حالة استخدامها من مزيج من المواد الصلبة التي لا تتفاعل كيميائيًا أو كهربائيًا مع متعدد رباعي فلور إيثلين، وسطحها المتزاوج، وتظل مستقرة في ظروف البيئة المتوقعة في موقع الجسر.

٢٠-٣-٦-٩ البرونز المتداخل وهياكل متعدد رباعي فلور إيثلين محشوة:

يتكون البرونز المتداخل وهياكل متعدد رباعي فلور إيثلين المحشوة من لوح الفوسفور البرونزي بسمك (٠,٢٥ ملم)، وطبقة سطحية برونزية مسامية مشربة بمركب رصاص/ متعدد رباعي فلور إيثلين. ثمة غطاء من متعدد رباعي فلور إيثلين لا يقل سمكه عن (٢٥ ملم)، يتوافق لوح برونز الفوسفور الخلفي مع معايير ((AASHTO M108 (ASTM B100)، وتتوافق طبقة البرونز المسامية مع معيار (ASTM B103/B103M.).

٢٠-٣-٦-١٠ معالجة السطح:

بينما تُلصق ألواح متعدد رباعي فلور إيثلين بالإيبوكسي، تُعالج إحدى الشركات المصنعة المعتمدة جانب واحد من لوح متعدد رباعي فلور إيثلين عبر عملية نفثالين الصوديوم أو أمونيا الصوديوم.

٢٠-٣-٦-١١ سطح ستانلس ستيل متزاوج:

يتوافق الستانلس ستيل مع متطلبات القسم الفرعي (٢٠-٣-١-٥).

٢٠-٣-٧ متطلبات خاصة لبراغي التثبيت:

تلبي براغي التثبيت متطلبات المعيار (ASTM A307)، أو كما هو موضح في وثائق العقد. تُقدم براغي التثبيت مع تفاصيل التثبيت التي تسمح بتطوير قوة الشد الكاملة للبرغي. يوصى باستخدام الخطافات أو الألواح الطرفية.

٢٠-٣-٨ متطلبات المواد الخاصة لفرش ألواح البناء:

توضع مواد الحشو أو القماش كمواد للفرش تحت ألواح الإنشاء وفقًا لما هو موضح في وثائق العقد. تعد هذه المواد من النوع المحدد في وثائق العقد، أو بناءً على طلب أو اعتماد المهندس، وتُركب لتوفير محمل كامل على مناطق الاتصال.

تُنظف أسطح الاتصال بالخرسانة والحديد مباشرةً قبل وضع مادة الفرش وتركيب المحامل أو ألواح البناء.

تتكون البطانات القماش مسبقة التشكيل من العديد من الطبقات بسمك (٢,٧ نيوتن/ متر^{٢})، حشوة قطنية مشربة ومربوطة بمطاط طبيعي عالي الجودة، أو من مواد مكافئة ومناسبة بنفس القدر مضغوطة في ضمادات مرنة ذات سمك موحد. يكون عدد الطبقات كذلك بحيث ينتج السماكة المحددة بعد الضغط والفلكنة، تتحمل الحشوات الكاملة أحمال الضغط متعامدة على مستوى التصفيح للشبكة بما لا يقل عن (٧٠ ميجا باسكال) دون التقليل الضار بالسمك أو البروز.

يعد لوح الرصاص المستخدم بمثابة فرش شائع ورصاص منزوع الفضة متوافق مع معيار (ASTM B29.)، تكون الألواح بسماكة موحدة، وخالية من الشقوق، والطبقات الرقيقة، والشظايا، والقشور، وأي عيوب أخرى. تتميز ألواح الرصاص بسمك (٣ ملم)، وبتفاوت مسموح به بزيادة أو نقص (١ ملم).

تُصنع مادة التغليف المستخدمة كفرش من مادة عديد كبريتيد غير مبللة أو مادة بولي يوريثين مطابقة لأحكام (ASTM C920)، نوع II.

يتوافق الملاط والمونة المستخدم في حشو ألواح الإنشاء مع الجزء (١١-١٥).

٢٠-٤ التصنيع:

يقدم المقاول للمهندس إخطارًا خطيًا مدته ثلاثين يومًا قبل البدء في تصنيع المحامل.

يتوافق الشكل النهائي للقالب المستخدم في إنتاج عنصر الحركة الداخلية المرن للمحامل الوعائية، أو العنصر الإنشائي من البولي إيثر يوريتان للمحامل القرصية مع الممارسات الجيدة لورشة الإنشاءات الميكانيكية.

توصل ألواح متعدد رباعي فلور إيثلين بطبقة أساس حديد مفلطحة، باستخدام مادة لاصقة من راتنج الايبوكسي في ظل ظروف المصنع الخاضعة للرقابة وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة للمادة اللاصقة، يثبت لوح متعدد رباعي فلور إيثلين في طبقة أساس من الحديد لا تقل عن نصف سمكها. إذا كان السطح عمودي، يثبت لوح متعدد رباعي فلور إيثلين بطبقة أساس، يتحقق إرفاق لوح متعدد رباعي فلور إيثلين بطبقة أساس وفقًا لمتطلبات التصنيع بالجزء الفرعي (٢٠-٣-٦).

بعد التصنيع، تُطلى أو تُغلف الأسطح الحديد المعرضة للجو، باستثناء السطح الحديد المقاوم للصدأ، بالورشة للحماية من التآكل كما هو محدد في وثائق العقد. تنظف قبل الطلاء، الأسطح الحديد المكشوفة وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة للطلاء، تُطلى الأسطح المعدنية التي يمكن لحامها في الموقع بطلاء من الصقل الشفاف، أو أي طلاء واقٍ آخر معتمد من المهندس، إذا كان وقت التعرض قبل حدوث اللحام يزيد عن ثلاثة أشهر. تُزال طبقة اللاكية وقت اللحام. توضع طبقة الطلاء أو الطلاء النهائي لهذه الأسطح بعد الانتهاء من اللحام.

يُرفق لوح ستانلس ستيل بطبقة أساس حديد باستخدام الإيبوكسي المعتمد لضمان الاتصال الكامل وإغلاقها بعد ذلك بلحام متواصل.

يتوافق جميع اللحام ويُؤهل جميع اللحامين وفقًا لمتطلبات اللحام بالمعيار الحالي (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) لقانون لحام الجسور.

تُشكل أو تُطلى جميع أسطح المحامل للألواح الحديد بطبقة نهائية بشكل مسطح في نطاق (٠,٠٠٠٨ ملم/ ملم). يُحظر أن يكون عدم التسطح الذي يزيد عن (٠,٠٠٠٨ ملم/ ملم) على أي لوح سببًا للانتباذ. يحظر أن تتجاوز الأسطح السفلية لألواح التحميل السفلية (ألواح البناء) المصممة لتستقر على قواعد المحامل قيمة الخروج من التسطيح تبلغ (٠,٠٠٥ ملم/ ملم). لا تتجاوز الأسطح المقطوعة بالأكسجين صلابة السطح بقيمة (٢٥ ملم) على النحو المحدد في معيار (ANSI B46.1.).

يكون لإجمالي أبعاد المحمل ثمة تفاوت وفقًا لمواصفات الشركات المصنعة.

يكون لكل محمل رقم تعريف المشروع، ورقم الدفعة، ورقم المحمل الفردي المميز بشكل لا يمحى بالحبر على جانب سيكون مرئيًا بعد التركيب.

٢٠-٥ الاختبار والاعتماد:

٢٠-٥-١ عام:

تتوافق معايير الاختبار والاعتماد مع الحد الأدنى للمتطلبات المحددة في الجزء الفرعي (٢٠-٥-٢). يفرض المهندس معايير أكثر صرامة.

يُحدد الحد الأدنى لتكرار الاختبار لأنواع مختلفة من المحمل في الجزء الفرعي (٢٠-٥-٤).

عند تصنيع المحامل من عدد من المكونات، يفي كل مكون بمتطلبات الاختبار من الجزء المعمول به.

يُمنح المهندس حرية الوصول لفحص تصنيع المحامل في جميع الأوقات.

٢٠-٥-١-١ ألواح قاعدية مدببة:

يُسلم كل محمل مع لوح قاعدي مدبب لموقع الاختبار مصحوبًا بلوح منفصل مطابق للوح القاعدي المدبب، يُصنع اللوح المشطوف الأحادي بحيث إنه عند ملامسته للوح النعل المخروطي، يشكل الاثنان جسمًا واحدًا ومستطيل الشكل وبسمك موحد.

٢٠-٥-٢ الاختبارات:

٢٠-٥-٢-١ عام:

تنفذ الاختبارات المحددة في هذه الوثيقة على نفقة الشركة المصنعة، تشرف وكالة اختبار مستقلة ونزيهة ما لم يتفق المهندس على خلاف ذلك.

تُجرى اختبارات إضافية لأنواع معينة من المحامل، كما هو محدد في أجزاء أخرى.

٢٠-٥-٢-٢ اختبارات اعتماد المواد:

تجرى اختبارات اعتماد المواد لتحدد الخصائص الكيميائية والفيزيائية لجميع المواد وفقًا للمواصفات المناسبة التي تحكم هذه المادة. تُقدم شهادات اختبار للمهندس.

٢٠-٥-٢-٣ اختبار احتكاك المواد للأسطح المنزلقة فقط:

يقاس معامل الاحتكاك بين السطحين المتزاوجين، تُجرى الاختبارات إما على عينات مأخوذة من نفس دفعة المواد مثل تلك المستخدمة في محامل النموذج الأولي أو يجب إجراء الاختبارات، حسب اختيار الشركة المصنعة، أو على محامل مطلية بلمسة نهائية. تُستخدم مواد جديدة فقط ولا تستخدم أي مادة أجري عليها اختبار سابقًا.

تُنظف الأسطح تمامًا باستخدام مذيب لإزالة الشحوم. لا تُستخدم مواد التشحيم غير تلك المحددة لمحامل النموذج الأولي. تتضمن أسطح التزاوج لقطع الاختبار مساحة مشتركة لا تقل عن أصغر مساحة التحميل أو ٤٥٠٠ ملم^{٢}

تُحمل قطع الاختبار بالضغط على إجهاد يتوافق مع أقصى حمل ساكن للخدمة بالإضافة إلى الحمل الحي، الذي يظل ثابتًا مدة ساعة واحدة قبل اختبار الانزلاق، وطوال مدة اختبار الانزلاق. تُطبق ١٠٠ دورة انزلاق على الأقل، تتكون كل منها من حركة لا تقل عن (± ٢٥ ملم)، عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية بزيادة أو نقص درجة واحدة مئوية (٢٠ ± ١ درجة مئوية). تبلغ سرعة الانزلاق الموحدة (٦٥ ملم) كل دقيقة.

يُحسب معامل الاحتكاك الانفصالي لكل اتجاه في كل دورة، ويحسب متوسطه وانحرافه المعياري للدورات السادسة حتى الثانية عشرة. لا يتجاوز معامل الانفصال الساكن الأولي للاحتكاك للدورة الأولى ضعف معامل الاحتكاك التصميمي. لا يتجاوز الحد الأقصى لمعامل الاحتكاك لجميع الدورات اللاحقة معامل الاحتكاك التصميمي. ينتج عن عدم وجود عينة واحدة انتباذ المجموعة بأكملها.

بعد إجراء ١٠٠ دورة من الاختبار، يُحدد معامل الانفصال للاحتكاك مرة أخرى وألا يتجاوز القيمة الأولية. لا يُظهر المحمل أو العينة أي علامة ملحوظة للتآكل أو ضعف الرابطة أو أي عيوب أخرى.

٢٠-٥-٢-٤ فحص الأبعاد:

تُفحص أبعاد المحمل. يُقاس نوعان من الأبعاد سواء كانت قياسية وأساسية، وتُسجل قيم الأبعاد الأساسية وتقدمها الشركة المصنعة للمهندس. يعد عدم وجود بعد أساسي لتلبية التحمل سببًا للانتباذ. يعد عدم وجود بعد قياسي لتلبية التحمل سببًا للانتباذ وفقًا لتوجيهات المهندس. يُفحص معدل التسطيح بوضع أداة تسوية دقيقة على السطح المراد فحصه، وبتركيب مقاييس المجسات المثبتة بين الإثنين، توضع أداة التسوية في اتجاهات مختلفة حيث يُتأكد من وقوع أسوأ حالة، يحظر تكديس أكثر من ثلاثة مقاييس مجسات فوق بعضها بعضًا. تظل أداة التسوية طويلة كأكبر بعد بالسطح المستوٍ. يفي التسطيح بمتطلبات مواصفات الشركات المصنعة.

٢٠-٥-٢-٥ اختبار التصفية:

تُحرك مكونات المحمل بإزاحة التصميم، أو الحركات الداخلية؛ للتحقق من وجود التصفية المطلوبة. عند إجراء الاختبار على مكون دوراني لا يخضع للحمل الرأسي الكامل المتزامن، يحدث تفاوت لعمليات الإزاحة التي قد تحدث بسبب ذلك الحمل.

٢٠-٥-٢-٦ اختبار الحمل لمقاومة الضغط قصير المدى:

يُحمل المحمل بالضغط حتى ١٥٠٪ من حمل الخدمة المحدد. في حالة وجود عنصر حركة داخلية، يُدخل لوح مدبب في قطار الأحمال بحيث يحافظ المحمل على الحمل عند أقصى حد للحركة الداخلية للتصميم المتزامن، يُحتفظ بالحمل مدة ٥ دقائق، ثّم يحدث إزالة له وبعد ذلك يعاد وضعه مدة ثانية من ٥ دقائق. يُفحص المحمل بصريًا أثناء التحميل الثاني، تشكل أي عيوب سببًا للانتباذ. إذا انخفض الحمل عن القيمة المطلوبة أثناء أي من التطبيقين، يُعاد الاختبار من البداية.

٢٠-٥-٢-٧ اختبار الحمل لمقاومة الضغط طويل المدى:

يُجرى الاختبار بنفس طريقة اختبار الحمل قصير المدى كاختبار للحمل مقاوم قصير المدى فيما عدا أنه يُحتفظ بالحمل الثاني مدة ١٥ ساعة. إذا انخفض الحمل عن ٩٠٪ من قيمته المستهدفة خلال هذا الوقت، يزداد الحمل حتى القيمة المستهدفة وتزداد مدة الاختبار بحلول الوقت الذي كان الحمل فيه أقل من القيمة المطلوبة.

٢٠-٥-٢-٨ اختبار احتكاك المحمل (للأسطح المنزلقة فقط):

يكمن الغرض من اختبار احتكاك المحمل في التحقق من أن قيم الاحتكاك التي تحققت في اختبارات احتكاك المواد هي مؤشرات مناسبة للاحتكاك في المحمل النهائي.

لا تُستخدم زيوت تشحيم باستثناء المستخدم مع الكثير من المحامل. يُحمل المحمل بالضغط بنسبة ١٠٠٪ من الحمل الساكن كامل الخدمة بالإضافة إلى الحمل الحي، الذي يظل ثابتًا مدة ساعة واحدة قبل اختبار الانزلاق، وطوال مدة اختبار الانزلاق. يُستخدم ما لا يقل عن ١٢ دورة انزلاق، تتكون كل منها من مقدار أصغر بتصميم الإزاحة بزيادة ونقص مقدار (٢٦ ملم) من الحركة. يبلغ متوسط سرعة الانزلاق (٦٥ ملم) كل دقيقة. عندما يُطبق الاختبار على محامل منحنية منزلقة، يُستخدم تصميم الحركة الداخلية بدلاً من الإزاحة.

يُحسب معامل الاحتكاك الانفصالي في محامل الانزلاق المسطحة لكل اتجاه في كل دورة، ويحسب متوسطه وانحرافه المعياري للدورات السادسة حتى الثانية عشرة. يحظر أن يتجاوز معامل الاحتكاك للحركة الأولى ولا المتوسط بالإضافة إلى انحرافين معياريين للدورات السادسة إلى الثانية عشرة القيمة المستخدمة في التصميم، ويحظر ألا يتجاوز متوسط قيمة الدورات من السادسة إلى الثانية عشرة ثلثي القيمة المستخدمة في التصميم.

تُحدد اللحظة المقابلة للحركة الداخلية للتصميم عند كل حركة ذروة (موجبة وسالبة) خلال الدورتين الست الأولى والأخيرة من الاختبار في الأسطح المنحنية المنزلقة، يُحسب انحراف الحمل المقابل بواسطة قسمة العزم على إجمالي تأثير الحمل الضاغط. يكون هذا الانحراف صغيرًا بدرجة كافية بحيث لا تُنتهك الضغوط المسموح بها على متعدد رباعي فلور إيثلين المستخدمة في التصميم.

٢٠-٥-٢-٩ اختبار الانحلال طويل المدى:

يُجرى الاختبار إما على عينات من المواد المستخدمة في المحامل، أو بناءً على اختيار الشركة المصنعة، وينفذ على زوج من المحامل، توضع بشكلٍ متتالٍ. تحتوي العينات منطقة لا تقل عن (٤٥٠٠ ملم^٢)، تُحمل قطعة الاختبار بالضغط لإجهاد يعادل ١٠٠٪ من أقصى حد من الحمل الساكن بالإضافة إلى الحمل الحي للخدمة. يحدث بعد ذلك إزاحة لأنظمة الانزلاق المسطحة خلال ١٠٠٠ دورة على الأقل بسعة لا تقل عن (± ٢٥ ملم)، (٥٠ ملم من الذروة إلى الذروة) تخضع أنظمة الانزلاق المنحنية وأنظمة الحركة الداخلية التي تعتمد على تشوه عنصر مرن إلى ٥٠٠٠ دورة أو إزاحة بما يتوافق مع الحركة الداخلية، بزيادة أو نقص سعة التصميم. يحدث الانزلاق حتى (٢٥٠ ملم) في الدقيقة، إلا عند تسجيل قراءات معامل الاحتكاك، حيث تعادل سرعة الانزلاق (٦٥ ملم) في الدقيقة.

يعد الآتي سببًا لانتباذ المحمل:

- الأضرار التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة عند فك المحمل، مثل؛ التآكل المفرط، أو الشقوق، أو الانقسامات في المواد.
- معامل الاحتكاك الذي يتجاوز ثلثي القيمة في التصميم.

٢٠-٥-٢-١٠ تحمل قدرة القوة الأفقية المحامل الثابتة أو الموجهة فقط:

تُحدد مجموعة أحمال واحدة أو أكثر، تتكون من حمل خدمة أفقي ورأسي يمكن أن يتواجد في نفس الوقت في الهيكل. يطبق الحمل الرأسي أولاً بما يعادل (١,٠ مرة) من قيمته الاسمية. يطبق الحمل أفقي في مراحل حتى (١,٥ مرة) من قيمته الاسمية. يؤدي عدم الوجود أو الانحراف المفرط لأي من المكونات إلى الانتباذ.

٢٠-٥-٣ معايير الأداء:

في حالة عدم وجود أي محمل من العينات، تُنتبذ جميع محامل هذه الدفعة، ما لم تختر الشركة المصنعة اختبار كل محمل بهذه الدفعة على نفقته الخاصة. يطلب المهندس اختبار كل محمل بالدفعة، بدلاً من هذا الإجراء.

٢٠-٥-٤ متطلبات الاختبار الخاصة:

٢٠-٥-٤-١ متطلبات الاختبار الخاصة للمحامل المرنة:

٢٠-٥-٤-١-١ عام:

تخضع المواد الخاصة بالمحامل المرنة والمحامل النهائية نفسها للاختبارات المحددة هنا. تُجرى اختبارات المواد إما وفقًا للجدول (٢٠-١) أو الجدول (٢٠-٢) إذا كان ذلك مناسبًا.

٢٠-٥-٤-١-٢ تكرار الاختبارات:

تُجرى اختبارات درجة الحرارة المحيطة على المطاط الصناعي المحدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٣) للمواد المستخدمة في كل مجموعة من المحامل. بدلاً من إجراء اختبار معامل القص لكل دفعة من المواد، تختار الشركة المصنعة تقديم شهادات من الاختبارات أجريت على تركيبات مماثلة خلال العام السابق، ما لم يحدد المهندس خلاف ذلك. تقدم شهادات الاختبار من المورد لكل جزء من التسليح.

تُجرى الثلاثة اختبارات الخاصة بدرجة الحرارة المنخفضة على المطاط الصناعي المحدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٤) على المواد المستخدمة في كل دفعة من المحامل للدرجات ٣ و٤ و٥ من المواد، ويجرى اختبار التقوية اللحظي على المواد من الدرجة ٠ و٢، تختار الشركة المصنعة تقديم شهادات من اختبارات التبلور ذات درجة الحرارة المنخفضة التي أجريت على مادة مماثلة خلال العام الماضي، ما لم يحدد المهندس خلاف ذلك فيما يتعلق بالمادة من الدرجة ٣. يحظر إجراء أي اختبارات تبلور وسرعة انكسار لدرجة الحرارة المنخفضة للمواد من الدرجة (٠ و٢)، ما لم يطلب المهندس ذلك بشكل خاص.

يُفحص كل محمل مطلي بطبقة نهائية بصريًا وفقًا لأحكام القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٥).

يخضع كل محمل معزز من الحديد لاختبار الحمل قصير المدى المحدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٣).

تخضع عينة عشوائية لاختبار طويل المدى محدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٧) من بين جميع دفعات المحامل المصممة وفقًا لكود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). تتكون العينة من محمل واحد على الأقل يختار عشوائيًا من كل حجم ودفعة مواد ويشكل نسبة ١٠٪ على الأقل من هذه الدفعة، في حالة عدم وجود أي محمل من العينات، تُنتبذ جميع محامل هذه الدفعة، ما لم تختر الشركة المصنعة اختبار كل محمل بهذه الدفعة على نفقتها الخاصة. يطلب المهندس اختبار كل محمل بالدفعة، بدلاً من هذا الإجراء.

يلتزم المهندس بإجراء اختبارات صلابة القص على مادة مأخوذة من عينة عشوائية من المحامل الجاهزة وفقًا لأحكام القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٨).

٢٠-٥-٤-١-٣ اختبارات درجة الحرارة المحيطة على اللدائن المطاطية:

يجب أن تفي اللدائن المطاطية المستخدمة المواصفات المحددة في الجدول (٢٠-١) والجدول (٢٠-٢) المناسبين أو تتجاوزها. يجب أن تفي عملية تقوية الروابط، إن وجدت، بأحكام القسم الفرعي (٢٠-٣-٢-٣). يجب اختبار معامل القص للمادة عند ثلاثة وعشرون درجة مئوية (٢٣ درجة مئوية) باستخدام الجهاز، والإجراء الموصوف في الملحق أ من (ASTM D4014)، حيث يجب أن يكون في ١٥٪ من القيمة المحددة في وثائق العقد. ومع ذلك، إذا لم يُحدد معامل القص، فعندئذ يجب أن يتوافق مدى الصلابة مع كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق).

٢٠-٥-٤-١-٤ اختبارات درجات الحرارة المنخفضة على اللدائن المطاطية:

يجب إجراء اختبارات درجات الحرارة المنخفضة وفقًا لمتطلبات الجدول (٢٠-١) والجدول (٢٠-٢)، وأن يستوفي المركب جميع المواصفات الخاصة بدرجة ميوله.

٢٠-٥-٤-١-٥ التفتيش البصري للمحمل الجاهز:

يفحص كل محمل جاهز للتأكد من مطابقته مع نسب التفاوت في الأبعاد ولضمان جودة التصنيع الشاملة. في المحامل المسلحة بالحديد، يجب حماية الحواف الحديدية في كل مكان ضد التآكل.

٢٠-٥-٤-١-٦ اختبار الضغط قصير المدى على المحامل:

يُحمل المحمل بالضغط حتى ١٥٠٪ من حمل الخدمة المحدد. في حالة وجود عنصر حركة داخلية، يُدخل لوح مدبب في قطار الأحمال بحيث يحافظ المحمل على الحمل عند أقصى حد للحركة الداخلية للتصميم المتزامن. يجب الاحتفاظ بالحمولة مدة ٥ دقائق، وإزالتها بعد ذلك، ثم إعادة استخدمها مجددًا مدة ٥ دقائق. ويجب فحص المحمل بصريًا في أثناء عملية التحميل الثانية. إذا انخفض الحمل عن القيمة المطلوبة أثناء أي من التطبيقين، يُعاد الاختبار من البداية.

ويُرفض المحمل في الحالات الآتية:

- يشير نمط الانتفاخ إلى وجود تصفيح متوازي.
- أو سماكة الطبقة تتجاوز حدود التفاوت المحددة.
- أو وجود رابطة رقيقة رديئة.
- أو وجود ثلاثة أو أكثر من الشقوق السطحية المنفصلة التي يتجاوز عرضها (٢ ملم) وعمقها (٢ ملم).

٢٠-٥-٤-١-٧ اختبار الضغط طويل المدى على المحامل:

يجب إجراء اختبار الضغط على المدى الطويل على النحو المحدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٣)، باستثناء أنه يجب الاحتفاظ بالحمولة الثانية مدة ١٥ ساعة. يفحص المحمل بصريًا في نهاية الاختبار وذلك في أثناء حمل الحمولة. في حالة حدوث أي أنماط أو شقوق محددة في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-١-٣)، فعندئذ يجب رفض المحمل.

٢٠-٥-٤-١-٨ اختبارات معامل القص على مادة المحامل:

يجب تقييم معامل القص لمادة مستخدمة في المحمل الجاهز من خلال إجراء اختبار لعينة مأخوذة منها باستخدام الجهاز والإجراء الموصوف في الملحق أ من (ASTM D4014)، المعدل عند الضرورة في الجدول (٢٠-١) أو الجدول (٢٠-٢)، وفقًا لتقدير المهندس، كما يلزم إجراء اختبار صلابة غير إتلافي مماثل على زوج من المحامل النهائية. يجب أن يكون معامل القص في حدود ١٥٪ من القيمة المحددة. ومع ذلك، إذا لم يُحدد معامل القص في وثائق، فعندئذ يجب أن يتوافق مدى الصلابة مع كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). وإذا أجري الاختبار على محامل جاهزة؛ يُحسب معامل قص المواد من مقدار صلابة القص المقاسة للمحامل، فضلاً عن مراعاة تأثير صلابة القص البنية الهندسية للمحمل والحمل الانضغاطي.

٢٠-٥-٤-٢ متطلبات الاختبار الخاصة لمحامل الوعاء والأقراص:

٢٠-٥-٤-٢-١ حجم المجموعة:

يجب اختيار العينات وإجراء الاختبار ودراسة القبول على أساس المجموعة. يجب أن تشكل القطعة السكنية أصغر عدد من المحامل على النحو الذي تحدده المواصفات الآتية:

- ألا تزد عن وثيقة عقد واحدة أو كمية المشاريع.
- ألا تزد عن ٢٥ محامل.
- يجب أن تتكون من تلك المحامل من نفس النوع بغض النظر عن سعة الحمولة. يجب أن تكون أنواع المحامل ثابتة أو من النوع المتوسع، وتعد المحامل المتوسعة الموجهة وغير الموجهة من النوع الفردي.

٢٠-٥-٤-٢-٢ متطلبات اختيار العينات والاختبار:

اختبارات اعتماد المواد:

تختار الشركة المصنعة عينات لاختبارات شهادة المواد عشوائيًا على النحو المحدد في محامل القسم الفرعي (٢٠-٥-٢-١٠)، والقسم الفرعي (٢٠-٥-٢-٢) من بين الكثير من المحامل المكتملة للاختبار من قبل الشركة المصنعة. تتعهد الشركة المصنعة بإكمال الاختبار المطلوب وتحديد الامتثال لهذه المواصفات قبل إخضاع المجموعة (المجموعات)؛ لإجراء فحص ضمان الجودة، والاختبار، ودراسة القبول. كما يجب تقديم نتائج الاختبارات التي أجرتها الشركة المصنعة إلى المهندس.

تقديم شهادة لجميع عناصر يوريثان من اللدائن المرنة والبولي يوريثان. يجب أن تفي خصائص المواد لديهم بالمتطلبات المحددة في وثائق العقد والاختبارات الموضحة في القسم الفرعي (٢٠-٧-١-٢) لمحامل الوعاء والقسم الفرعي (٢٠-٣-٣-٧) لمحامل الأقراص. يجب أن يطلب المهندس إجراء اختبارات إضافية.

عملية الاختبار التي يجريها المهندس:

عندما تشير وثائق العقد إلى اختبار ضمان الجودة، فإن الشركة المصنعة تلتزم بتزويد المهندس بالعدد المطلوب من المحامل وعينات المكونات الكاملة بغرض إجراء اختبار ضمان الجودة وفقًا للجدول (٥-٢٠).

ومع ذلك، يجب أن يخضع عنصر واحد على الأقل من اللدائن المرنة للاختبار في كل مجموعة من المحامل لمحامل الوعاء، كما يجب إجراء مجموعة واحدة على الأقل من اختبارات خصائص المواد لكل مجموعة من محامل الأقراص. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون جميع الأسطح الخارجية لمحامل الإنتاج التي أُختبرت عينات منها ملساء وخالية من العوائق أو النتوءات التي قد تتعارض مع إجراءات الاختبار.

يستغرق الفحص مع اختيار العينات واختبار ضمان الجودة لمحامل الإنتاج ومواد المكونات مدة لا تقل عن ثلاثين يومًا.

يجب أن تتوافق المحامل ذات الصفائح القاعدية المستدقة مع الأحكام الواردة في القسم الفرعي (٢٠-٥-١-١).

يلتزم المهندس باختيار، بشكل عشوائي، محمل (محامل) العينة المطلوب من مجموعات المحامل المكتملة وعينات من اللدائن المرنة ومواد متعدد رباعي فلورو الإيثيلين لاختبار ضمان الجودة.

ومع ذلك، يتحمل المقاول تكلفة نقل جميع العينات من مكان التصنيع إلى موقع الاختبار وإعادتها إلى موقع المشروع، إن أمكن ذلك.

الجدول (٢٠–٥) اختيار العينة.

الاختبار	العينات المطلوبة
حمل الصمود	محمل إنتاج واحد لكل مجموعة
معامل الاحتكاك	محمل إنتاج واحد لكل مجموعة
الخصائص الفيزيائية لعنصر الدوران المرن	عنصر مرن واحد لكل مجموعة
الخصائص الفيزيائية لصفائح PTFE	صفيحة واحدة مقاس ٠,٢٥ م × ٠,٣٨ م من مادة PTFE لكل مشروع
الخصائص الفيزيائية للبولي إيثر عنصر هيكلي من اليوريثان (باستثناء مجموعة الضغط)	صفيحة واحدة مقاس ٠,٢٥ م × ٠,٣٨ م من مادة البولي إيثر يوريثان (سُمك يتراوح بين ١,٦ ملم إلى ٣,١ ملم لكل مجموعة)
مجموعة ضغط للنصر الهيكلي للبولي إيثر يوريثان	صفيحة واحدة مقاس ٠,١٠ م × ٠,١٠ م من مادة البولي إيثر يوريثان لكل مجموعة، مقولبة أو مقطوعة وفقًا لمتطلبات السُمك الخاصة بـ ASTM D395، الطريقة "ب".

٢٠-٥-٤-٢-٣ خصائص الأداء:

اختبار حمل الصمود:

يجب أن تشتمل الأبعاد الحرجة على الخلوص بين المكبس والوعاء، كما يجب التحقق منها بإجراء اختبار الخلوص الموصوف في القسم الفرعي (٢٠-٥-٢-٥).

إجراء اختبار التلف طويل الأجل، كما هو موضح في القسم الفرعي (٢٠-٥-٢-٩)، على محمل قرص واحد لكل مجموعة وعلى محمل واحد لكل مجموعة من محامل الوعاء مع حلقات مانعة للتسرب، بمقاطع عرضية مستطيلة، وحلقات مانعة للتسرب ذات مقاطع عرضية دائرية، تلبي متطلبات كود الطرق السعودي ٣١٠ (تصميم الجسور والأنفاق). ومع ذلك، يجب اختبار الحمل على المحمل حتى ١٥٠٪ من السعة المقدرة المحددة عند زاوية ١,١٤ درجة. ولهذا، إذا كان حجم المحمل يحظر إجراء اختبار كافٍ باستخدام المعدات المتاحة، فعندئذ، يجب الحصول على موافقة المالك والشركة المصنعة على اختبار نموذج الأولي للمحمل وفق متطلبات مماثلة.

وفي أثناء الاختبار، يجب أن تبقى لوحة التحميل الحديدية متصلة بالمكبس الحديدي على نحو مستمر وموحد طوال فترة الاختبار.

ولذا؛ يفحص المحمل بصريًا في أثناء الاختبار وعند التفكيك بعد الاختبار. قد تكون أي عيوب بصرية ناتجة، مثل اللدائن المبثوقة، أو المشوهة، أو بولي يوريثان، أو متعدد رباعي فلورو الإيثيلين؛ أو موانع التسرب التالفة أو الحلقات المحددة؛ أو وجود دليل على التلامس بين المعدن والمعادن مع جدار الحاوية واللوحة العلوية؛ أو الحديد المكسور، سببًا لرفض المجموعة.

بالنسبة لمحامل الأقراص، يجب الحفاظ على التلامس المستمر والموحد بين عنصر البولي إيثر يوريثان وألواح التحميل وبين اللوحة العلوية الحديدية المنزلقة ولوح التحميل العلوي طوال فترة الاختبار. كما سيؤدي أي ارتفاع تتم ملاحظته إلى رفض المجموعة.

معامل الاحتكاك الانزلاقي:

بالنسبة إلى جميع المحامل من نوع المتوسع الموجهة وغير الموجهة، تقاس معامل الاحتكاك الانزلاقي حسب سعة تصميم المحمل وفقًا للقسم الفرعي (٢٠-٥-٤-٥)، بالإضافة إلى الدورة الخامسة والدورة الخمسين، بسرعة انزلاق تبلغ (٢٥ ملم) في الدقيقة.

يُحسب معامل الاحتكاك الانزلاقي على أنه الحمل الأفقي المطلوب للحفاظ على الانزلاق المستمر لمحمل واحد، مقسومًا على سعة التصميم الرأسي للمحمل.

يجب تقييم نتائج الاختبار على النحو الآتي:

- لا تتجاوز معاملات الاحتكاك الانزلاقية ٣٪.
- سيفحص المحمل بصريًا في أثناء الاختبار وبعده، يجب أن تتسبب أي عيوب بصرية ناتجة، مثل فشل الرابطة أو التدمير المادي، أو التدفق البارد لمتعدد رباعي فلورو الإيثيلين إلى نقطة فك الارتباط: أو المكونات التالفة في رفض المجموعة.

يجب استخدام المحامل غير التالفة أثناء اختبار خصائص الأداء في العمل.

٢٠-٥-٤-٣ متطلبات الاختبار الخاصة بالمحمل المتأرجح والأسطواني:

يكون الحديد المستخدم في المحمل المتأرجح والأسطواني من الأنواع والدرجات على النحو المحدد في وثائق العقد. يمكن تقوية الحديد الموجود على سطح التلامس للمحمل المعدني شرط أن يفي الحديد، بعد تقويته، بمتطلبات القوة والليونة لوثائق العقد ومواصفات المواد.

يكون التصنيع بالشكل الذي يتناسب مع الممارسة المتبعة في المحلات التجارية الحديثة. لذلك، يجب إزالة الحواف الخشنة والحادة والعيوب الأخرى.

كما يوضع الشحم على جميع مكونات المحمل الأسطواني، ويجب أن تشير وثائق العقد إلى نوع مادة التشحيم وبحسب ما نص عليه دليل المورد.

٢٠-٥-٤-٤ اختبار خاص لأسطح متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE) للمحامل:

ويتعهد المهندس بفحص المحامل المكتملة أو العينات النموذجية للمحامل مع أسطح متعدد رباعي فلورو الإيثيلين. يُسمح للمفتشين، في حالة تعيينهم، بالوصول المجاني إلى الجزء الضروري من مصنع الشركة المصنعة ومنشأة الاختبار. وعندما تجري الشركة المصنعة الاختبار، يجب تقديم نُسخ من نتائج الاختبار إلى المهندس.

على الشركة المصنعة إجراء اختبارات على المواد المستخدمة في السطح الانزلاقي وفقًا للقسم الفرعي (٢٠-٥-٢-٣). ومع ذلك، يجب إجراء اختبار واحد على الأقل لكل مجموعة من المحامل.

بناءً على تصريح من المهندس ومرافق الاختبار المتاحة، يجب أن تخضع المحامل الكاملة للاختبار لضمان احتكاك المحمل الكامل كما هو محدد في القسم الفرعي (٢٠-٥-٢-١٠)، إذا لم تسمح منشأة الاختبار باختبار المحامل الكاملة، بناءً على توجيه صادر من المهندس، فعندئذ تصنّع محامل إضافية بواسطة المقاول مع عينات لا تقل عن (٤٥٠ كيلو نيوتن) في ظل ضغوط العمل العادية المعدة عن طريق تقسيم المحامل. وبمجرد أن تُصنَّع جميع المحامل لمشروع معين، يرسل إخطار إلى المهندس الذي سيختار محامل الاختبار الموصوفة عشوائيًا من المجموعة، وتُقدم شهادة الشركة المصنعة للحديد، والوسادات المرنة، والوسادات القماشية مسبقة التشكيل، ومتعدد رباعي فلورو الإيثيلين، والمواد الأخرى المستخدمة في إنشاء المحامل مع إرسال إخطار باستكمال التصنيع.

كما يلزم اعتماد المحامل التي تمثلها عينات الاختبار التي تفي بالمتطلبات المذكورة أعلاه للاستخدام في الهيكل الخاضع للفحص في الموضع بحثًا عن العيوب المرئية.

٢٠-٥-٤-٥ متطلبات الاختبار الخاصة للألواح المصنوعة من البرونز أو سبائك النحاس للمحامل:

وكذلك يجب إجراء اختبارات اعتماد المواد للمحامل المصنوعة من البرونز أو سبائك النحاس للتحقق من خصائص المواد.

٢٠-٥-٤-٦ متطلبات الاختبار الخاصة للمحمل الانزلاقي المنحني:

تفي الأسطح الانزلاقية المنحنية من متعدد رباعي فلورو الإيثيلين بجميع متطلبات الاختبار المحددة للأسطح الانزلاقية من متعدد رباعي فلورو الإيثيلين في القسم الفرعي (٢٠-٥-٤-٤)، إلا إذا كان نموذج المحمل الأولي كبيرًا جدًا بحيث يتعذر اختباره، فعندئذ يُصنع محمل الاختبار بشكل خاص باستخدام مواد وطرق تصنيع مطابقة لتلك المستخدمة في النموذج الأولي، بدلاً من تجزئة المحمل. وبسبب عدم القدرة على اختبار المحامل الكبيرة، يجب أن يقرر المهندس بعناية النموذج المصغر للمحمل.

وكذلك يجب أن تتضمن الأبعاد الحرجة الفرق بين متوسط نصف القطر للعنصرين وتغير السطح المنحني الفعلي عن المتوسط. ويتعهد المهندس بتقديم طلب للتحقق من هذه الأبعاد الحرجة من خلال فحص الأبعاد على النحو الموضح في القسم الفرعي (٢٠-٥-٢-٤).

٢٠-٥-٥ استخدام المحمل الذي خضع للاختبار في الهيكل:

يجب استخدام المحامل التي خضعت للاختبار على نحو مرضٍ وفقًا لمتطلبات هذا الجزء في الهيكل شريطة أن تكون مزودة بعناصر قابلة للتشكيل وعناصر انزلاقية وموانع تسرب جديدة حسب طلب المهندس.

٢٠-٦ التعبئة والتغليف والمناولة والتخزين:

قبل الشحن من موقع الشركة المصنعة، تتبع هذه الطريقة عند تعبئة المحامل؛ لضمان حماية المحامل أثناء الشحن والتخزين ضد التلف الناتج عن المناولة، أو الطقس، أو أي خطر طبيعي. تُحدد مكونات كل محمل مكتمل بوضوح، كما تُثبَّت بإحكام أو تُربط أو تثبت بطريقة أخرى لمنع أي حركة نسبية، فضلاً عن وضع علامة على الجزء العلوي للإشارة إلى الموقع والاتجاه في كل هيكل داخل المشروع بموجب وثائق العقد.

تخزين جميع أجهزة المحامل ومكوناتها في موقع العمل ضمن منطقة تتمتع بتوفير الحماية ضد الأضرار البيئية والمادية. وعند التثبيت، يجب أن تكون المحامل نظيفة وخالية من جميع المواد الغريبة.

كما لا يجوز تفكيك المحامل في الموقع إلا عند الضرورة القصوى لأغراض الفحص أو التثبيت. وكذلك، لا يجوز فتح المحامل أو فكها في الموقع إلا لغرض الفحص أو التثبيت.

٢٠-٧ التركيب:

ومع ذلك، تقتصر عملية تثبيت المحامل على موظفين مؤهلين يشغلون مناصب موضحة في وثائق العقد. تضبط المحامل في وقت التثبيت على الأبعاد، كما تخضع الإزاحة التي تحددها الشركة المصنعة والمهندس، كما هو موضح في وثائق العقد، للتعديل حسب الضرورة لمراعاة درجة الحرارة والتحركات المستقبلية للجسر بسبب التغيرات التي تطرأ في درجات الحرارة وتثبيت السقالات والتقصير بسبب الإجهاد المسبق.

كما يجب وضع كل محمل جسر في حدود (± ٣ ملم) من موضعه الصحيح في المستوى الأفقي مع توجيهه إلى داخل مقدار التفاوت الزاوي البالغ ١,١٤ درجة. توجيه المحامل والمحامل الموجهة التي تدور حول محور واحد فقط في الاتجاه المحدد في وثائق العقد، داخل مقدار التفاوت الزاوي البالغ ٠,٢٨ درجة. ومع ذلك، يجب ضبط جميع المحامل باستثناء تلك التي توضع داخل أزواج متقابلة أفقيًا ضمن تفاوت زاوي بمقدار ٠,٢٨ درجة، وأن تتصل بالكامل وبشكل مستوٍ مع لوحات التحميل، حيثما وجدت. بالإضافة إلى ذلك، يجب ضبط الهيكل العلوي المدعوم بالمحمل بحيث يقع ميله ضمن تفاوت زاوي قدره ٠,٢٨ درجة من قيمة التصميم تحت الحمولة الميتة بالكامل. كما يجب تصحيح أي عدول عن هذا التفاوت بواسطة لوحة مستدقة أو بوسائل أخرى يعتمدها المهندس. إذا لزم استخدام الشرائح ذات الحشوات الرقيقة لتسوية المحمل، تزال بعد الحشو وقبل أن يؤثر وزن الهيكل العلوي على المحمل.

وتستخدم مجموعات المحامل المعدنية غير المضمنة داخل الخرسانة لتوضع على الخرسانة باستخدام مادة حشو أو مادة نسيج مطابقة للجزء الفرعي (٢٠-٣-٨).

وعلاوة على ذلك، عندما تثبّت المحامل مباشرة على الأعمال الحديدية، يُشكَّلُ السطح الداعم بحيث يوفر سطحًا مستويًا ومسطحًا لكي يوضع المحمل عليه.

وكذلك تُثبَّت المحامل أو ألواح الإنشاء التي تستقر على دعامات حديدية مباشرة على الدعامات، بشرط أن تكون الدعامات المسطحة ضمن تفاوت بمقدار ٠,٠٠٢ مرة من البعد الاسمي ويكون صلبًا بدرجة كافية حتى لا يتشوه تحت الأحمال المحددة.

وتشمل أنواع المحامل -على سبيل المثال لا الحصر- الوسادة المرنة، والمحامل المتأرجحة، والأسطوانية، والوعائية، والكروية، والقرصية، والألواح الانزلاقية. تشتمل مكونات المحامل على حوامل الإنشاء والألواح القاعدية، والرقائق، والمحامل المصنوعة من سبائك البرونز أو النحاس، وألواح التمدد، ومسامير التثبيت، وأجهزة التوجيه، وألواح متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE)، أو الأسطح، ومواد التشحيم، والمواد اللاصقة.

٢٠-٧-١ محامل مرنة:

٢٠-٧-١-١ عام:

يجب أن تشتمل المحامل المرنة على النحو المحدد هنا على وسادات غير مسلحة (تتكون من اللدائن المطاطية فقط)، ومحامل مسلحة باستخدام رقائق من الحديد أو القماش.

ومع ذلك، يجب تزويد المحامل بالأبعاد، وخصائص المواد، ودرجة المطاط الصناعي، ونوع الشرائح المحددة في وثائق العقد. ويجب أن يظهر الحمولة التصميمية في وثائق العقد، ويكون الاختبار وفقًا لذلك. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون المحامل من الدرجة ٣، والمطاط الصناعي بمقياس التحمل ٦٠، ومدعومة بالحديد، وأن تخضع لمتطلبات اختبار الحمل المحددة هنا، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

٢٠-٧-١-٢ التركيب:

توضع المحامل المرنة من دون ألواح التحميل الخارجية مباشرة على سطح خرساني أو حديدي، شريطة أن تكون مسطحة في حدود تفاوت بمقدار (٠,٠٠٥) من الأبعاد الاسمية للمحامل المسلحة بالحديد، وبمقدار (٠,٠١) من الأبعاد الاسمية للمحامل الأخرى. ومع ذلك، توضع المحامل على الأسطح الأفقية في حدود (٠,٥٧) درجة. ويُصحح أي نقص في التوازي بين قمة المحمل والجانب السفلي للعارضة يزيد عن ٠,٥٧ درجة عن طريق الحشو أو حسب توجيهات المهندس.

كما لا يجوز لحام الألواح الخارجية للمحمل ما لم تتضمن (٤٠ ملم) على الأقل من الحديد بين اللحام والمطاط الصناعي. علاوة على ذلك، لا يجوز بأي حال من الأحوال تعريض المطاط الصناعي أو الرابطة لدرجة حرارة أعلى من مئتي درجة مئوية (٢٠٠ درجة مئوية).

٢٠-٧-٢ محامل الوعاء والأقراص:

٢٠-٧-٢-١ عام:

تكون محامل الوعاء والأقراص مناسبة للحمولات التصميمة والحركات المنصوص عليها في وثائق العقد أو المحددة، وتختبر وفق المستوى المناسب.

٢٠-٧-٢-٢ التركيب:

يُثبَّت محامل الوعاء والأقراص بموجب وثائق العقد وعلى رسومات العمل المعتمدة. ومع ذلك، عند التثبيت النهائي للمحامل، يتعهد المهندس، بحضور ممثل الشركة المصنعة، بفحص مكونات المحمل؛ للتأكد من أنها مستوية ومتوازية بمقدار (٢,٦ ملم/م). وتصحيح أي انحرافات تتجاوز مقدار التفاوتات المسموح بها.

٢٠-٧-٣ محامل متأرجحة وأسطوانية:

٢٠-٧-٣-١ عام:

توضع مواد التشحيم على جميع الآليات ذات التروس، وجميع المكونات الأخرى للمحامل الأسطوانية المطلوبة لها. ولذلك، يجب أن يكون نوع مادة التشحيم هو النوع المذكور في وثائق العقد ويتم استخدامه اتباعًا لتوصيات الشركة المصنعة.

٢٠-٧-٣-٢ التركيب:

تراعي عملية إعداد المحامل المتأرجحة والأسطوانية أي اختلاف عن متوسط درجة الحرارة للمسافة المدعومة في وقت الإعداد، إلى جانب أي تغييرات أخرى متوقعة في طول المسافة المدعومة، بحيث يكون عند درجة الحرارة المتوسطة، بعد تثبيت السقالات وأي تقصير ناتج عن قوة الإجهاد المسبق والانكماش، وبعد ذلك ستكون المحامل المتأرجحة والأسطوانية عمودية. كما يجب الحرص على عدم تقييد الحركة الكاملة والحرة للهيكل العلوي على المحامل المتحركة بواسطة الإعدادات غير الصحيحة أو ضبط المحامل.

ويلتزم المقاول بطلاء جميع الأسطح الملامسة للزيت والجرافيت جيدًا قبل وضع المحامل الأسطوانية.

توضع المحامل الأسطوانية بحيث تكون محاور الدوران لديها في محاذاة محور دوران الهيكل العلوي وتتوافق معه.

٢٠-٧-٤ محامل كروية:

٢٠-٧-٤-١ عام:

تصنع المحامل الكروية وتختبر وتثبّت على النحو المحدد في وثائق العقد.

ويعد المحمل الكروي أداة نسمح بالدوران الزاوي حول نقطة مركزية في اتجاهين متعامدين ضمن حد زاوي محدد بناءً على هندسة المحمل. عادةً ما تدعم هذه المحامل عمودًا دوارًا في الحلقة الداخلية [التجويف] حيث يجب أن تتحرك ليس فقط بالتناوب، ولكن أيضًا بزاوية.

٢٠-٧-٤-٢ أعمال الإنشاءات:

ومع ذلك، يجب أن يكون إنشاء المحامل الكروية هيدروستاتيكيًا أو ميكانيكيًا بشكل صارم. كما يمكن أن يتكون المحمل الكروي في حد ذاته من حلقة خارجية وحلقة داخلية، مع خاصية إغلاق تجعل الحلقة الداخلية مقيدة داخل الحلقة الخارجية في الاتجاه المحوري فقط. يعد السطح الخارجي للحلقة الداخلية والسطح الداخلي للحلقة الخارجية متجمعين بمثابة مجرى مائي وانزلاقهما ضد بعضهما البعض، إما باستخدام مادة تشحيم أو بطانة تستخدم مادة متعدد رباعي فلورو الإيثيلين التي لا تحتاج إلى صيانة [تفلون]. ومع ذلك، تتضمن بعض المحامل الكروية عنصرًا متدحرجًا مثل سباق محامل الكريات ما يسمح بتقليل الاحتكاك.

٢٠-٧-٤-٣ التطبيق:

كما تُستخدم المحامل الكروية في أغراض لا حصر لها، حيث يجب السماح للحركة الدورانية بتغيير محاذاة محور الدوران لديها. وخير مثال على ذلك يتمثل في قضيب ربط مثبت على نظام التعليق للمركبة. وكذلك تسمح ميكانيكا التعليق للمحور بالتحرك لأعلى ولأسفل، لكن الوصلات مصممة للتحكم في هذه الحركة في اتجاه واحد فقط ويجب أن تسمح بالحركة في الاتجاهات الأخرى. استخدمت المحامل الكروية في أجهزة الماوس الحاسوب، وأنظمة تعليق المركبات، وكرات التتبع، وأعمدة التسيير، والآلات الثقيلة، وآلات الخياطة، والعديد من الاستخدامات الأخرى.

٢٠-٧-٥ لوحات من سبائك البرونز أو النحاس للمحامل:

٢٠-٧-٥-١ محمل البرونز ولوحات التمدد:

يجب أن يتوافق محمل البرونز ولوحات التمدد مع مواصفات المسبوكات البرونزية للجسور والمنضدات الدوارة، أو سبيكة (AASHTO M107 (ASTM B22))، من الفئات (C91100، أو C86300، أو .C90500)، ويجب توفير السبيكة (C91100) ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد. كما يجب أن تكون المكونات مصنُعة أو مدرفلة أو مشكّلة. ومع ذلك، يجب أن تكون المصبوبات خالية من الفتحات الهوائية التي يزيد حجمها عن (٣ ملم)، وتكون الأسطح الملامسة خالية من جميع الفتحات الهوائية مهما كان حجمها.

تصب الألواح البرونزية بحسب التفاصيل الموضحة في وثائق العقد. وكذلك يجب تسوية الأسطح الانزلاقية بالتوازي مع حركة الامتدادات وصقلها ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

٢٠-٧-٥-٢ المحامل المدرفلة من سبائك النحاس ولوحات التمدد:

يجب أن تتوافق المحامل المدرفلة من سبائك النحاس ولوحات التمدد مع مواصفات المحامل المدرفلة من سبائك النحاس ولوحات وصفائح التمدد للجسور والاستخدامات الإنشائية الأخرى .(AASHTO M108 (ASTM B100)، ويجب توفير السبيكة (C51000)، أو (C51100) ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

تجهيز الألواح المصنوعة من سبائك النحاس بحسب التفاصيل الموضحة في وثائق العقد. كما أنه من غير اللازم وطع طبقة خارجية على الألواح المدرفلة بشرط أن تتمتع بسطح مستوٍ وناعم دون أي عيوب.

٢٠-٧-٦ ألواح الإنشاء والألواح القاعدية والرقائق للمحامل:

تشكيل الفتحات الموجودة في ألواح التحميل بالحفر، أو التثقيب، أو القطع بالأكسجين المتحكم فيه بدقة. كما يجب إزالة جميع النتوءات بطحنها.

ومع ذلك، يجب ضبط ألواح المحمل بدقة في وضع مستوٍ كما هو موضح في وثائق العقد بحيث توفر تأثير موحد على المنطقة بأكملها. عندما تُثبّت الألواح في الخرسانة، يجب الحرص على إبقاء الألواح في موضعها الصحيح أثناء صب الخرسانة.

٢٠-٧-٧ أسطح محامل متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE):

٢٠-٧-٧-١ عام:

تصنيع صفائح وأشرطة متعدد رباعي فلورو الإيثيلين إما من راتينج (PTFE) النقي وغير المملوء (غير معاد معالجته)، أو من راتينج (PTFE) الممزوج بالتساوي مع وضع نسبة ١٥٪ من الألياف الزجاجية، أو ٢٥٪ من الكربون (أقصى حشو، نسبة مئوية من الوزن)، أو من قماش يحتوي على ألياف (PTFE).

وبعد ذلك، تُلصق صفائح (PTFE) المثبتة أفقيًا وتثبت في الركيزة الحديدية. وبعد ذلك، تلصق صفائح (PTFE) التي تُثبت أفقيًا أوتربط وتثبت ميكانيكيًا بالركيزة الحديدية. لذلك، يجب ألا تقل سماكة صفائح (PTFE) عن (٣ ملم)، ويجب تجويف قاعدتها الحديدية بمقدار نصف سمكها على الأقل.

ويجب أن تتمتع صفائح وأشرطة (PTFE) النهائية بالقدرة على مقاومة جميع الأحماض، والقلويات، والمنتجات البترولية؛ كما يجب أن تكون مستقرة في درجات حرارة تتراوح من سالب مئتي وثمانية عشر درجة مئوية حتى مئتين وستين درجة مئوية (- ٢١٨ إلى ٢٦٠ درجة مئوية)؛ وغير قابلة للاشتعال مع عدم امتصاص الماء. يجب أن يكون الإيبوكسي المستخدم لربط (PTFE) بالركيزة الحديدية هو إيبوكسي معالج بالحرارة العالية مع القدرة على تحمل درجات حرارة تقل عن مئة وستة وتسعين درجة مئوية حتى مائتين وستين درجة مئوية (- ١٩٦ إلى ٢٦٠ درجة مئوية).

وتصنع محامل التمدد وفق الأبعاد المحددة وتفي بمتطلبات طريقة التثبيت بالهيكل كما هو موضح في وثائق العقد.

٢٠-٧-٧-٢ الإرفاق مع مادة :PTFE

عند التثبيت ميكانيكيًا، يجب تثبيت صفائح (PTFE) كما هو موضح في وثائق العقد مع مراعاة الحجم والنوع وعدد أدوات التثبيت المطلوبة. ومع ذلك، يجب تثبيت أداة التثبيت المستخدمة في صفائح (PTFE)، والمواد الاحتياطية لتوفير المحمل الكامل.

٢٠-٧-٧-٢-١ صفائح PTFE المسطحة:

يجب إرفاق جميع صفائح (PTFE) المسطحة الملحقة بلوحة دعم معدنية عن طريق التجويف في دعامة اللوحة بمقدار نصف سُمك (PTFE) والارتباط. كما يتم إرفاق مادة (PTFE) الملحقة بمواد أخرى، مثل اللدائن المرنة، بالطريقة المحددة في وثائق العقد أو المعتمدة من قبل المهندس.

وكذلك يلصق (PTFE) في الشركة المصنعة باستخدام مادة لاصقة معتمدة من المهندس وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة للمادة اللاصقة. وقبل الالتصاق، يحفر السطح بواسطة الشركة المصنعة المعتمدة باستخدام نفثالين الصوديوم أو معالجة أمونيا الصوديوم. عندما يكون اللوح الخلفي من المعدن، يجب إجراء الالتصاق تحت ضغط موحد أكبر من (٠,٧ ميجا باسكال).

يجب ألا تقل قوة القشرة اللاصقة عن (٣,٥ نيوتن/ملم)، وتختبر وفقًا للمواصفة (ASTM D429)، الطريقة ب. ويجب أن يكون السطح النهائي لمادة (PTFE) أملسًا وخاليًا من الفقاعات، ويتوافق مع مقدار التفاوتات الموضحة في الجدول (٢٠-٤). تصقل صفائح (PTFE) المملوءة بعد لصقها.

٢٠-٧-٧-٢-٢ الصفائح المنحنية:

يجب إرفاق صفائح (PTFE) المنحنية، مثل تلك المستخدمة في المحامل الكروية، عن طريق التجويف لنصف سمك (PTFE). يجب اختيار أبعاد عنصر (PTFE) بحيث يتلاءم بإحكام في التجويف حتى عندما يتعرض المحمل لأدنى درجة حرارة مصمم لها.

٢٠-٧-٧-٢-٣ ألياف متعدد رباعي فلور إيثلين المحتوية على القماش:

وكذلك يربط القماش المصنوع من ألياف (PTFE) المنسوجة، أو إرفاقه ميكانيكيًا بطبقة سفلية صلبة، كما يجب أن يتمتع القماش بالقدرة على تحمل ضغط الوحدة بمقدار (٧٠ ميجا باسكال) من دون تدفق بارد. ومع ذلك، يجب أن تكون رابطة الركيزة النسيجية قادرة على تحمل قوة القص التي تساوي أو تزيد عن (P (μ + 0.1)) في نفس وقت الحمل العادي P، حيث إن μ هي معامل تصميم الاحتكاك بين (PTFE) وسطح التزاوج بينما P هو الحمولة التصميمية الذي يعمل بشكل عمودي على الواجهة.

٢٠-٧-٧-٣ سطح ستانلس ستيل متزاوج:

توفير كل عنصر من عناصر الحديد المقاوم للصدأ المحدد في وثائق العقد كقطعة واحدة، وتربط كل صفيحة بالمادة الداعمة المخصصة لها بواسطة اللحام المانع للتسرب حول المنطقة بالكامل؛ لمنع تسلل الرطوبة بين الحديد المقاوم للصدأ والمادة الداعمة.

ويجب أن تتوافق أعمال اللحام مع كود لحام الجسور .(AASHTO/AWS D1.5M/D1.5) وبعد اللحام، يجب أن تكون الصفائح المصنوعة من الحديد المقاوم للصدأ مسطحة، وخالية من التجاعيد، وتلامس باستمرار اللوح الداعم لها.

٢٠-٧-٧-٤ التشحيم:

يكون التشحيم على كامل سطح (PTFE) إذا نصت وثائق العقد على أو بناءً على طلب المهندس. إذا كان (PTFE) متشقق، فيجب وضع مادة تشحيم كافية لملء جميع التشققات.

٢٠-٧-٧-٥ التركيب:

كما يجب أن تُجرى عملية التثبيت على النحو المحدد في القسم الفرعي (٢٠-٧-٣-٢).

٢٠-٧-٨ مسامير التثبيت:

يلتزم المقاول بحفر فتحات لمسامير التثبيت وتثبيتها في المونة الأسمنتي البورتلاندي، أو الإعداد المسبق لها كما هو موضح في وثائق العقد، أو على النحو المحدد، أو حسب توجيهات المهندس.

ومع ذلك، يجب أن يراعي موقع مسامير التثبيت أي اختلاف عن متوسط درجة حرارة الهيكل العلوي في أثناء التثبيت والإطالة المتوقعة للوتر السفلي أو الحافة السفلية؛ بسبب الحمل الميت بعد الضبط؛ ويتمثل الغرض من ذلك في أنه أقرب ما يمكن عمليًا، عند متوسط درجة الحرارة وتحت الحمل الميت، ستعمل مسامير التثبيت في محامل التمدد على توسيط فتحاتها. كما يجب الحرص على عدم تقييد الحركة الكاملة والحرة للهيكل العلوي على المحامل المتحركة بواسطة مسامير أو صواميل التثبيت.

٢٠-٧-٩ ألواح التحميل:

تصنع ألواح التحميل من لوحة واحدة، أو تصنع من عدة شرائح حديدية، حيث توجه كل منها موجه في المستوى المتعامد مع اتجاه الحمل. ومع ذلك، تربط ألواح التحميل المبنية باستخدام لحام كامل مانع للتسرب لمنع دخول الرطوبة. وكذلك يجب أن توفر هذه اللحامات قوة قص كافية لمقاومة الأحمال المطبقة، وألا تحتوي ألواح التحميل على زوايا أو حواف حادة. وتشكل الفتحات بالحفر، أو التثقيب، أو القطع بالأكسجين المتحكم فيه بدقة. كما يجب إزالة جميع النتوءات بطحنها.

٢٠-٧-١٠ متطلبات أخرى للتوجيه:

تربط قضبان التوجيه بهيكل المحمل بطريقة تقلل من التشوه، وتسمح باستيفاء مقدار تفاوت التسطيح على جميع أجزاء المحمل بعد الربط. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون الأسطح الانزلاقية لنظام التوجيه مستوية ومتوازية.

يجب أن تتمتع المسامير أو أدوات التثبيت المحززة المستخدمة في ربط قضبان التوجيه باللوحات الداعمة لها بطول مدمج للأسنان اللولبية مناسب لتسليح قوتها.

إذا استخدمت مادة منخفضة الاحتكاك في واجهة التلامس، فعندئذ يجب إرفاقها بقطعة داعمة لها بطريقتين أو أكثر من الطرق الآتية في نفس الوقت:

- الربط.
- التجويف.
- مرفق ميكانيكي مزود بأدوات تثبيت غاطسة.

إذا كانت المادة مترابطة تثبت بالطريقة التي أوصت بها الشركة المصنعة للمادة، أو بعامل الربط. ويلزم أن يكون مقدار التجويف نصف سمك المادة، كما تكون أدوات التثبيت غاطسة بعمق يضمن عدم ملامستها لمواد التزاوج بعد السماح بالتآكل.

٢٠-٧-١١ تثبيت طرق التوجيه والقيود:

يجب توجيه المحامل والمحامل الموجهة التي تدور حول محور واحد فقط في الاتجاه المحدد في خطط التعاقد ضمن مقدار التفاوت الزاوي البالغ ٠,٣ درجة.

٢٠-٨ القياس والدفع:

٢٠-٨-١ القياس:

وتقاس أجهزة المحامل إما بالكيلوغرام كما هو محدد من مقياس الوزن، أو على أساس الوحدة لكل نوع من مجموعة المحامل المدرجة في وثائق العقد، كما أن مقياس الوزن غير مطلوب عند إظهار الوزن المحسوب في وثائق العقد، وفي هذه الحالة يستخدم الوزن الموضح في وثائق العقد كأساس للسداد.

٢٠-٨-٢ الدفع:

تسدد قيمة أجهزة المحمل بسعر العقد لكل كيلوغرام أو وحدة. يجب أن تشمل هذه المستحقات تعويضًا كاملاً مقابل توفير جميع العمالة، والمواد، والأدوات، والمعدات، والمتفرقات، والقيام بجميع الأعمال المتعلقة بالتأثيث، والاختبار، وتثبيت أجهزة التحميل المذكورة بالكامل في مكانها، كما هو موضح في وثائق العقد، وبحسب ما جاء في هذا المجلد وبناءً توجيهات المهندس.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (٢٠-٦)، يظهر الجدول (٢٠-٧) متطلبات ضبط الجودة.

الجدول (٢٠–٦) بنود الدفع لأجهزة التحميل.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٢٠-٣-١	معدات المحامل	كيلوغرام أو وحدة

الجدول (٢٠–٧) متطلبات ضبط الجودة لأجهزة التحميل.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
وضع	محامل مرنة	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٢٠-٧-١-٢)
	محامل الوعاء والأقراص	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٢٠-٧-٢-٢)
	محامل متأرجحة وأسطوانية	قياس وتفتيش بصري	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	القسم الفرعي (٢٠-٧-٣-٢)

الجدول (٢٠–٨) مواصفات AASHTO، وASTM.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Work Item: Standard Specification for Structural Steel for Bridges	بند العمل: المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي للجسور	M270M/M270	A709/A709M	كما هو محدد.
Standard Practice for Steel Castings, Surface Acceptance Standards, Visual Examination	الممارسة القياسية للمصبوبات المعدنية، ومعايير قبول السطح، والمعاينة البصرية	----------	A802/A802M	كما هو محدد.

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High- Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength	المواصفة القياسية للفولاذ، والصفائح والشرائط، المدرفلة على الساخن، والكربون، والهيكلية، والسبائك المنخفضة، والقوة العالية، والسبائك المنخفضة ذات القوة العالية مع القابلية المحسنة للتشكيل، والقوة الفائقة	----------	A1011/A1011M	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Forgings, General Requirements	المواصفة القياسية للمطروقات المعدنية، المتطلبات العامة	----------	A788	كما هو محدد.
Standard Specification for Stainless and Heat- Resisting Chromium-Nickel Steel Plate, Sheet, and Strip	المواصفة القياسية للألواح والصفائح والشرائط المعدنية المقاومة للصدأ والنيكل والكروم المقاوم للحرارة	----------	A167، النوع ٣٠٤	كما هو محدد.
Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications	المواصفة القياسية للألواح والصفائح والقطاعات المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ الكرومي، والنيكل كروم لأوعية الضغط وللاستخدامات العامة	----------	A240/A 240M، النوع ٣٠٤	كما هو محدد.
Standard Specification for Plain and Steel- Laminated Elastomeric Bearings for Bridges	المواصفة القياسية للمحامل المطاطية للجسور بنوعيها العادي وعلى شكل رقائق حديدية	----------	D4014	كما هو محدد.
Standard Test Method for Rubber Property— Durometer Hardness	طريقة الاختبار القياسية لخاصية المطاط – صلابة مقياس التحمل	----------	D2240	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension	أساليب الاختبار القياسية لخصائص شد المطاط الحراري المفلكن واللدائن الحرارية	----------	D412	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Method for Rubber—Deterioration in an Air Oven	أسلوب الاختبار القياسي للمطاط - والتدهور داخل فرن الهواء	----------	D573	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Methods for Rubber Property— Compression Set	أساليب الاختبار القياسية لخاصية ضغط المطاط	----------	D395، الطريقة ب	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Methods for Rubber Deterioration-Cracking in an Ozone Controlled Environment	طرق الاختبار القياسية لتدهور المطاط، والتشقق في بيئة تحكم الأوزون	----------	D1149	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Method for Brittleness Temperature of Plastics and Elastomers by Impact	طريقة الاختبار القياسية لدرجة الهشاشة للبلاستيك والمطاط بالتأثير	----------	D746، الإجراء ب	راجع الجدول (٢٠-١)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Test Method for Stiffness Properties of Plastics as a Function of Temperature by Means of a Torsion Test	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الصلابة للبلاستيك كدالة في درجة الحرارة باختبار الالتواء	----------	D1043	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Test Methods for Rubber Property – Adhesion to Rigid Substrates	أساليب الاختبار القياسية لخصائص التصاق المطاط بالأسطح الصلبة	----------	D429	للرابط المفلكن بين القماش والمادة الداعمة (الحد الأدنى لقوة القشرة ٥,٣ نيوتن/ملم). للمحامل المصفحة بالحديد (الحد الأدنى لقوة القشرة ٧,٠ نيوتن/ملم)
Standard Specification for Plain and Steel- Laminated Elastomeric Bearings for Bridges	المواصفة القياسية للمحامل المطاطية للجسور بنوعيها العادي وعلى شكل رقائق حديدية	M251	D4014	راجع الجدول (٢٠-١)
Standard Specification for Brass Plate, Sheet, Strip, And Rolled Bar	المواصفة القياسية للألواح، والصفائح، والشرائح، والقضبان المدلفنة المصنوعة من النحاس	----------	B36/B36M	كما هو محدد.
Standard Specification for Leaded Brass Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar	المواصفة القياسية للألواح، والصفائح، والشرائح، والقضبان المدلفنة المصنوعة من النحاس	----------	B121/B121M	كما هو محدد.
Standard Specification for Polytetrafluoroethylene PTFE Granular Molding and Ram Extrusion Materials	المواصفة القياسية لمواد الصب الحبيبي متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE) ومواد بثق ذاكرة الوصول العشوائي	----------	D4894	كما هو محدد.
Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete	المواصفة القياسية للأنظمة اللاصقة القائمة على راتنج الإيبوكسي للخرسانة	M235M/M235	C881/C881M	كما هو محدد.
Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للبلاستيك	----------	D638	راجع الجدول (٢٠-٤)
Standard Test Methods for Density and Specific Gravity Relative Density of Plastics by Displacement	طرق الاختبار القياسية للكثافة والثقل النوعي النسبي للبلاستيك بالإزاحة	----------	D792	راجع الجدول (٢٠-٤)
Standard Specification for Polytetrafluoroethylene PTFE Granular Molding and Ram Extrusion Materials	المواصفة القياسية لمواد الصب الحبيبي متعدد رباعي فلورو الإيثيلين (PTFE) ومواد بثق ذاكرة الوصول العشوائي	----------	D4894	راجع الجدول (٢٠-٤)

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for High Load Rotational Spherical Bearings for Bridges and Structures	المواصفة القياسية للمحامل الكروية عالية التحميل للجسور والهياكل الإنشائية	----------	D5977	راجع الجدول (٢٠-٤)
Standard Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method	طريقة الاختبار القياسية لخصائص الشد للخيوط بأسلوب الخيط المفرد	----------	D2256	راجع الجدول (٢٠-٤)
Standard Specification for Wrought Copper- Alloy Bearing and Expansion Plates and Sheets for Bridge and Other Structural Use	المواصفة القياسية للمحامل المشكّلة من سبائك النحاس، وألواح وصفائح التمدد للجسور، والاستخدامات الإنشائية الأخرى	M108	B100	كما هو محدد.
Standard Specification for Phosphor Bronze Plate, Sheet, Strip, and Rolled Bar	المواصفة القياسية للألواح والصفائح والشرائح والقضبان المدلفنة المصنوعة من البرونز الفسفوري	----------	B103/B103M	كما هو محدد.
Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength	المواصفة القياسية للمسامير والأوتاد المصنوعة من الحديد الكربوني بمقاومة شد تبلغ ٦٠٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة	----------	A307	كما هو محدد.
Standard Specification for Refined Lead	المواصفة القياسية للرصاص المكرر	----------	B29	كما هو محدد.
Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants	المواصفة القياسية لمانعات التسرب المرنة للفواصل	----------	C920	كما هو محدد.
Standard Specification for Plain and Steel- Laminated Elastomeric Bearings for Bridges	المواصفة القياسية للمحامل المطاطية للجسور بنوعيها العادي وعلى شكل رقائق حديدية	----------	D4014	كما هو محدد.
Standard Specification for Bronze Castings for Bridges and Turntables	المواصفة القياسية للمسبوكات البرونزية للجسور والمناضد الدوارة	M107	B22	كما هو محدد.
Standard Specification for Wrought Copper- Alloy Bearing and Expansion Plates and Sheets for Bridge and Other Structural Use	المواصفة القياسية للمحامل المشكّلة من سبائك النحاس، وألواح وصفائح التمدد للجسور، والاستخدامات الإنشائية الأخرى	M108	B100	كما هو محدد.

٢١- حواجز الحماية (الدرابزين):

٢١-١ عام:

٢١-١-١ عام:

يشتمل هذا العمل على تجهيز جميع المواد، وإنشاء الدرابزين على الهياكل الإنشائية. يجب أن يتوافق الدرابزين الذي يتم إنشاؤه في كل موقع مع النوع والتفاصيل المحددة في وثائق العقد لهذا الموقع. كما يجب أن يشتمل العمل على تجهيز وتثبيت المونة، أو الخرسانة، أو مسامير التثبيت، أو الدعامات الحديدية، أو غيرها من أدوات التثبيت المستخدمة لربط الدرابزين بالهيكل.

٢١-١-٢ المواد:

ويجب أن تتوافق جميع المواد غير المذكورة في وثائق العقد مع متطلبات مواصفات مواد (AASHTO) المعمول بها.

٢١-١-٣ أعمال الإنشاءات:

لا يوضع الدرابزين حتى تنتهي أعمال التمركز أو تثبيت السقالات ما يجعل الامتداد ذاتي الدعم.

٢١-١-٤ الخط والميل:

يكون خط الدرابزين وميوله مطابقين لما هو محدد في وثائق العقد، ويشتمل على مساحة للحدبة في كل مسافة، ولكن يجب ألا يتبع أي تفاوت في الهيكل العلوي. يجب أن يكون الدرابزين الموجود على الجسور بمستوى عمودي، سواء كانت مرتفعًا للغاية أم لا.

٢١-٢ متطلبات المواد والإنشاء:

٢١-٢-١ درابزين من الحديد:

٢١-٢-١-١ درابزين بكمرات ذات قطاع (W) أو كمرات ذات قطاع ثلاثي (Thrie):

يجب أن تتوافق المواد وعملية تصنيع الدرابزين الحديدي مع المتطلبات المعمول بها في الباب (١٥)، باستثناء الأجزاء المشكلة من الحديد الطري، كما يجب تصنيع أجزاء الأنابيب من مواسير حديدية قياسية. وكذلك يجب أن تتوافق الصواميل والمسامير غير المخصصة للقوة العالية مع متطلبات (ASTM A307)، ويجب أن تتوافق الأنابيب الحديدية مع متطلبات (ASTM A500)، الدرجة "ب".

يجب أن تتوافق عناصر القضبان وألواح الدعم للقضبان ذات كمرات W، أو الكمرات (Thrie) مع متطلبات M180 (AASHTO)، الفئة أ، النوع ٢ المجلفن.

ما لم يرد خلاف ذلك على المخططات، يجب أن تتوافق جميع أعمدة الفولاذ، والألواح، والزوايا، والقنوات، والأقواس، ووحدات تجميع المثبت مع متطلبات (ASTMA36)، يجب أن تتوافق قطاعات العمود المدرفلة على البارد مع متطلبات (ASTM A446)، الدرجة "ب".

يجب أن تتوافق جميع المسامير مع متطلبات (ASTMA307)، باستثناء تلك المحددة على المخططات إذ يجب أن تتوافق القوة العالية مع متطلبات (ASTMA325)، أو (A449). يجب أن تتوافق جميع الصواميل مع متطلبات (ASTM A563)، الدرجة "أ" أو أفضل، باستثناء تلك المحددة على المخططات، إذ يجب أن تتوافق القوة العالية مع متطلبات (ASTM A563)، الدرجة "ج" أو أفضل.

تثبيت الدرابزين في المواقع الموضحة في وثائق العقد أو حسب طلب المهندس.

٢١-٢-١-٢ درابزين بأحبال حديدية:

تكون الأحبال بقطر (١٩ ملم) من دون قلب، وبحمولة انهيار لا تقل عن (١٧٧ كيلو نيوتن). يجب أن يُظهر الحبل معامل مرونة لا يقل عن (٨٣,٠٠٠ ميجا باسكال) بناءً على مساحة (٢٨٣ ملم^{٢})، بعد الإجهاد المسبق بطريقة معتمدة لضمان أن الأحبال تتصرف بصورة مرنة وتحافظ على شدها أثناء الخدمة.

تكون الأسلاك المستخدمة في تصنيع الأحبال من الأسلاك المخصصة للأغراض العامة (AASHTO M30)، من النوع الثاني، وأخيرًا مغطاة بالزنك بطريقة الغمس الساخن.

تكون المحطات الطرفية الملولبة وبراغي التثبيت مجلفنة بالغمس الساخن وفقًا لكود (AASHTO M232).

يثبَّت درابزين وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة ورسومات العمل.

تثبيت أطوال متواصلة من القضبان أو الكابلات، وفحص المحاذاة وضبطها قبل التثبيت النهائي للمسامير، وما لم يحدد خلاف ذلك، تربط الوصلات المثبتة بمسامير بعزم من (٦٠ إلى ٧٠ نيوتن متر). يجب استخدام مسامير ملولبة لا تقل عن (٦ ملم)، ولا تزد عن (٢٥ ملم) بعد الصواميل.

تُربط أحبال الدرابزين ببعضها باستخدام مسامير ملولبة تستخدم أيضًا للشد. يجب أن يكون الحد الأقصى لطول أي حبل منفرد (١٥٤ مترًا). مباشرة قبل كل مثبت، يجب أن يكون هناك حبل ذيل بطول (٦ أمتار)، ويكون متصلًا بالمثبت الموجود في الأرض، تُثبَّت الأحبال في كل طرف مع وجود طرف ملولب من السن الأيمن أو الأيسر حسب الحاجة؛ لضمان وجود سن ملولب على الجانب الأيمن والأيسر في البرغي اللولبي للتأثير على الشد. يلزم إجراء إدخال بطول (٢٥ ملم) على الأقل في البرغي اللولبي. يجب أن يحتوي حبل الذيل سنًا على الطرف الأيمن متصل بالمثبت.

عندما تكون جميع المكونات في مكانها، يجب شد الأحبال بصورة متناسقة حتى (٢٥ كيلو نيوتن) بتدوير البراغي اللولبية. يجب عدم وضع الردم فوق أسطح قواعد التثبيت الخرسانية قبل شد الكابلات.

يجب توفير حبل فحص بطول (١,٨ متر)، وقطر (٨ ملم) مع حمل انهيار بحد أدنى (٣٩ كيلو نيوتن) عند اختباره في صورة مجمعة، ومزود بكشتبان مجلفن في أحد طرفيه وطرف شوكة في الطرف الآخر عند كل مثبت، يُمرَّرُ الكشتبان على طرف حبل الذيل وطرف الشوكة المتصل بالمثبت.

ويتمتع حبل السلك المجلفن المكافئ بقدرة على مقاومة الكسر تبلغ (١٩٤ كيلو نيوتن) كحد أدنى وسيكون ذلك مقبولاً.

٢١-٢-١-٣ الدرابزين الأنبوبي:

٢١-٢-١-٣-١ الأنابيب والتركيبات الحديدية المجلفنة:

يجب أن تفي الأنابيب والتركيبات الحديدية المجلفنة بمتطلبات (ASTM A53)، المواسير ذات السُمك القياسي. يجب التنازل عن متطلبات الاختبار الهيدروستاتيكي.

٢١-٢-١-٣-٢ الأنابيب والتركيبات الحديدية باللون الأسود:

يجب أن تفي الأنابيب والتركيبات الحديدية باللون الأسود بمتطلبات (ASTM A53)، المواسير ذات السُمك القياسي. يجب التنازل عن متطلبات الاختبار الهيدروستاتيكي.

٢١-٢-١-٤ اللحام:

إنهاء جميع أعمال اللحام المكشوفة بالطحن أو الصقل بالمبرد لتوفير سطح أملس. وتلحَّم مواد الألمنيوم بواسطة عملية اللحام بالقوس الكهربائي المحمي بالغاز الخامل من دون تدفق اللحام. ومع ذلك، لن يُسمح باستخدام الشعلة أو قطع الألمنيوم باللهب.

٢١-٢-١-٥ التشطيب:

تكون مسامير التثبيت، والصواميل، وجميع أجزاء الدرابزين الحديدية مجلفنة مع عدم طلاء أجزاء الألومنيوم ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، وأن تتوافق عملية الجلفنة لعناصر القضبان مع متطلبات (AASHTO M111M / M111 (ASTM A123 / A123M)، مع ضرورة توافق عملية الجلفنة للصواميل والمسامير مع متطلبات (AASHTO M232M / M232 (ASTM A153 / A153M)). إصلاح التآكل الطفيف للأسطح المجلفنة بوضع طلاء غني بالزنك. وبعد التثبيت، يجب إزالة جميع النتوءات الحادة مع تنظيف الدرابزين من المواد الغريبة التي تغير لونه.

عند تحدد وثائق العقد الطلاء، يجب أن يتوافق النوع والطلاء مع متطلبات الباب (٢٢)، أو المتطلبات المحددة في وثائق العقد.

لا يجب إصلاح الأسطح المجلفنة التالفة إلا بعد الحصول على موافقة المهندس، يكون =إصلاح هذه الأسطح بالفرشاة السلكية تمامًا ثم بعد ذلك بوضع طبقتين من طبقة أساس معتمدة من أكسيد الزنك وغبار الزنك.

تكون الطبقة الخارجية للدرابزين الخرساني المشيد بأشكال ثابتة من الطلاء الخشن من الفئة ٢. يجب أن تكون الطبقة الخارجية للدرابزين المشيد بأشكال منزلقة وللدرابزين المؤقت من الفئة ١ العادية.

٢١-٢-١-٦ التركيب:

يجب إنشاء عناصر القضبان وفق الخط والميل المحددين. يجب إحكام ربط جميع المسامير باستثناء المسامير التي تسمح بالتعديل. يجب أن يقتصر امتداد البرغي على مسافة بمقدار (١٠ ملم) بعد الصواميل.

تشكيل عناصر القضبان التي تُركب على نصف قطر (٤٥ م) أو أقل في الورشة. يجب رسم نصف قطر الانحناء بالستنسل على ظهر كل قطاع من القضبان. ومع ذلك، يجب تصميم عناصر القضبان حتى تُربط في اتجاه تدفق حركة المرور على فواصل لا تتجاوز (٤ أو ٨ أمتار). كما يجب إجراء مثل هذه الوصلات في المخططات، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

بالإضافة إلى ذلك، يجب ضبط الدرابزين المعدني بعناية قبل تثبيته في مكانه لضمان التوافق الصحيح في الوصلات المتاخمة والمحاذاة المناسبة والتقوس على طوال مسار الدرابزين. كما يجب حفر ثقوب للوصلات الميدانية مع وضع الدرابزين في مكانه على الهيكل عند الميل والمحاذاة المناسبين.

وعندما تتلامس سبائك الألومنيوم مع معادن أخرى أو مواد خرسانية، يجب أن تكون الأسطح الملامسة مطلية بالكامل بمركب سد الشقوق المشبع بالألمنيوم العازل أو توضع حشية مطاطية صناعية بين السطحين.

٢١-٢-٢ درابزين ألمنيوم:

بالنسبة للدرابزين المصنوع من الألمنيوم أو أجزاء منه، يجب أن تتوافق أعمدة الألمنيوم المصنُع مع متطلبات (AASHTO M193)، وأن تتوافق المكونات المبثوقة مع متطلبات ((ASTM B221 (ASTM B221M)).

٢١-٢-٣ درابزين بعوارض معدنية:

يجب أن يتوافق الدرابزين بالعوارض المعدنية، والأعمدة، والأجهزة مع المتطلبات الواردة في الجزء (٦٠٦)، من مواصفات دليل (AASHTO) لإنشاء الطرق.

٢١-٢-٤ درابزين خرساني:

إنشاء الدرابزين الخرساني، استنادًا إلى التصميم، بأسلوب الصب في الموقع أو الصب المسبق أو طريقة القوالب المنزلقة، شريطة اعتمادها من المهندس.

يجب أن تتوافق جميع المواد والإنشاءات مع المتطلبات الواردة في البابين (١١) و(١٢)، وأن تتوافق الخرسانة مع الفئة أ. وعندما يكون الحد الأدنى لسُمك الدرابزين في أي نقطة أقل من (١٠٠ ملم)، يجب استخدام الفئة ج ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد. كما يجب عدم إزالة قوالب الدرابزين المصنُعة في الموقع حتى تتخذ التدابير الكافية لحماية الخرسانة ومعالجتها في مكانها، وتتمتع الخرسانة بالقوة الكافية؛ لمنع السطح أو أي ضرر آخر ناتج عن إزالة القوالب. يجب أن تكون الطبقة الخارجية للدرابزين المشيد بأشكال ثابتة من الطلاء الخشن من الفئة ٢. يجب أن تكون الطبقة الخارجية للدرابزين المشيد بأشكال منزلقة وللدرابزين المؤقت من الفئة ١ العادية.

٢١-٢-٥ درابزين مؤقت:

يشيد الدرابزين المؤقت من مواد وعناصر محددة في وثائق العقد. يجب ربط الدرابزين ومحاذاته على نحو صحيح في المواقع المطلوبة. كما تركب الحواجز مؤقتة مسبقة الصب على قاعدة صلبة. ومع ذلك، يجب الحفاظ على الدرابزين المؤقت في حالة من الفئة الأولى، ولا يجب إزالته حتى الانتهاء من جميع الأعمال التي تتطلب تثبيت درابزين. بالإضافة إلى ذلك، يجب استخدام الوحدات المستخدمة سابقًا بشرط أن تكون في حالة نظيفة وغير تالفة. وبعد الإزالة، يجب أن يظل الدرابزين المؤقت ملكًا للمقاول.

٢١-٢-٦ ملحقات الدرابزين وإعادة تثبيت الدرابزين:

تكون الكمرات المعدنية، والكابلات، والأعمدة، وأجهزة التثبيت الطرفية، والحواجز الخرسانية، أو درابزين الأمان من المواد التي تستعاد، على النحو المنصوص عليه بواسطة السلطة المختصة، أو حسب ما استعيد بواسطة المقاول وبعد موافقة المهندس.

يجب أن تكون المسامير، والصواميل، والغسالات، والتجهيزات، والمواد اللاصقة، والملحقات من المواد الجديدة المطابقة لمتطلبات تشيد درابزين جديد، وحاجز خرساني، ودرابزين أمان حديدي على النحو الموضح في الباب (١٥).

تثبيت محطات التثبيت الطرفية للدرابزين في المواقع الموضحة في المخططات أو حسب طلب المهندس.

يكون تشكيل التركيبات المتأرجحة لمحطات التثبيت الطرفية من الحديد الكربوني المدلفن على الساخن المطابق لمتطلبات ASTM (A576)، الدرجة ١٠٣٥، وتكون مدلفنة بدرجة مناسبة للتأرجح على البارد، تحفر فتحة مسمار القفل برأس تركيبة التأرجح لاستيعاب مسمار حديدي زنبركي مطلي بطول سبع مليمترات لإبقاء مسمار التثبيت في الموضع المناسب. يكون مسمار الدعامة من الحديد المطابق لمتطلبات المواصفة (ASTM A449.) قبل الجلفنة، تحزيز فتحة قطرها عشرة مليمترات لمسمار التثبيت في طرف مسمار الدعامة. يجب أن تطور التركيبة المتأرجحة والمسمار والصامولة قوة الكسر الكاملة للكابل السلكي.

تكون عراوي قضبان التثبيت من الحديد المطاوع على الساخن، أو مصنوعة بلحام تام التغلغل. بعد التصنيع، يجب تخفيف الضغط الحراري عن قضبان التثبيت ذات العراوي المشكلة، بحيث يكون أي جزء من العروة أقل من ثمانمائة وسبعين درجة مئوية (٨٧٠ درجة مئوية)، في أثناء عملية التشكيل أو مع عراوي مغلقة باللحام قبل الجلفنة. يجب أن يكتسب قضيب التثبيت المكتمل، بعد الجلفنة، السحب قوة تبلغ (٢٣٠ كيلو نيوتن).

تكون الشقوق من الحديد المجلفن المطروق، ويجب أن تتطور قوة الكسر الكاملة المحددة للكابل السلكي.

تصنيع مجموعة الإدخال الخرساني لمحطات التثبيت الطرفية من النوع ٤ كما هو موضح في المخططات. تكون الحلقات من الحديد المطابق لمتطلبات المواصفة (ASTM A108، Grade 12 L 14.)، تربط الحشوات وفقًا لمتطلبات الأبعاد المحددة في (ASTMA563) للصواميل التي تستقبل المسامير المجلفنة. يجب أن تتوافق أسلاك التجميع المُدخلة مع متطلبات (ASTM A510)، الدرجة ١٠٣٠، ولها قوة شد لا تقل عن سبعة آلاف (٧٠٠٠) ميجا باسكال. ويجب أن يطور ربط السلك الملحوم بالحلقة قوة الشد الكاملة للسلك.

تكون شدادات الربط من الحديد بالجودة التجارية، وتتمتع بمقاومة كسر لا تقل عن خمسة عشر (١٥) كيلو نيوتن. تكون شدادات الربط مجلفنة طبقًا للمواصفة (ASTM A153.)، كما تكون أطراف الكابلات التعويضية وغير التعويضية من الحديد المصنُع المطابق لمتطلبات (ASTM A27)، أو الحديد القابل للطرق المطابق لمتطلبات (ASTM A47). وأن تحتوي الأجهزة التعويضية على ثوابت زنبركية تبلغ (٨٠ ± ٥) كيلو نيوتن/م، وتسمح بالحركة بمقدار (١٥٠ ± ٢٥) ملم. كما يجب أن تكون جميع العناصر مجلفنة.

يجب أن يطور جهاز توصيل الكابلات القوة الكاملة للحبل السلكي. في جميع المواقع التي يكون فيها الكبل متصلًا بطرف كابل بوصلة إسفينية، يجب تجعيد سلك واحد من الحبل السلكي فوق قاعدة الإسفين لتثبيت الكابل بإحكام في مكانه.

٢١-٣ قبول الأعمال:

تخضع جميع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. ومن أجل قبول العمل، يلتزم المقاول بتفعيل ضبط الجودة لأعمال الدرابزين بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن المواد المستخدمة، وطرق إنجاز العمل، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

٢١-٣-١ ضبط الجودة:

فحص حواجز الدرابزين، وحواجز السلامة المقاومة للتصادم، واختيار عينات منها واختبارها وتقييمها وفقًا لكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، على النحو الآتي:

اختيار عينات من المواد المدمجة في حواجز السلامة واختبارها وتقييمها، يجب قبول عملية تثبيت حواجز السلامة بما يتوافق مع كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية).

يجب استخدام المكونات المطابقة لمواصفات الشركة المصنعة فقط. يجب توفير نُسخ من شهادات الضمان وتقارير الاختبار لمكونات كل نظام درابزين يتم تصنيعها خارج الموقع.

٢١-٣-٢ ضمان الجودة:

يحق للجهة المختصة التأكد من جودة أعمال الدرابزين، إذ يجب أن تتوافق مع المواصفات المطلوبة بإجراء أو تكليف الآخرين بإجراء الاختبارات تحت إشرافها؛ للتأكد من جودة جميع الأعمال المنتهية حسب الاختبارات المطلوبة المذكورة في الأجزاء ذات الصلة ومتطلبات الشركة المصنعة.

٢١-٤ القياس والدفع:

٢١-٤-١ القياس:

يُقاس الدرابزين بمقياس المتر الطولي بين طرفي الدرابزين، أو الأطراف الخارجية للدعامات الطرفية، أيهما أكبر. ومع ذلك، يجب إجراء القياسات على طول ميل السور، ولا تجرِ أي استقطاعات للثريا الكهربائية أو الفتحات الصغيرة الأخرى المشار إليها في وثائق العقد.

٢١-٤-٢ الدفع:

تسدد قيمة الدرابزين حسب أسعار العقد مقابل المتر الطولي لمختلف الأنواع المدرجة في وثائق العقد. يجب أن تشمل هذه المستحقات تعويضًا كاملاً مقابل توفير جميع العمالة، والمواد، والمعدات، والمتفرقات، والقيام بجميع الأعمال المتعلقة بإنشاء الدرابزين، أو الحواجز كاملة بالكامل في مكانها، بما في ذلك تثبيت الحديد المقوى والدعامات الحديدية، أو مسامير التثبيت التي تكون إما موضوعة، أو محفورة ومربوطة بالهيكل لتثبيت الدرابزين.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (٢١-١)، وتظهر متطلبات ضبط الجودة للدرابزين في الجدول (٢١-٢).

الجدول (٢١–١) بنود سداد قيمة الدرابزين.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٢١-٢-١	الدرابزين	المتر الطولي

الجدول (٢١–٢) متطلبات ضبط الجودة للدرابزين.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
الدرابزين	تثبيت حواجز السلامة	وفقًا لكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية).	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)

الجدول (٢١–٣) مواصفات (AASHTO، وASTM).

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength	المواصفة القياسية للمسامير والأوتاد المصنوعة من الحديد الكربوني بمقاومة شد تبلغ ٦٠٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة	----------	A307	كما هو محدد.
Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes	المواصفة القياسية للأنابيب الهيكلية المصنوعة من الفولاذ الكربوني الملحومة وغير الملحومة على شكل دوائر وأشكال	----------	A500	كما هو محدد.
Standard Specification for Corrugated Sheet Steel Beams for Highway Guardrail	المواصفة القياسية لكمرات الصفائح المعدنية المموجة لحواجز حماية الطرق	M180	----------	كما هو محدد.

حد القبول	ASTM	AASHTO	المُسمى مترجم للعربية	المُسمى بالإنجليزية
كما هو محدد.	A36	----------	المواصفة القياسية للفولاذ الهيكلي الكربوني	Standard Specification for Carbon Structural Steel
كما هو محدد.	A446	----------	مواصفة الصفائح المعدنية، المطلية بالزنك المجلفنة بواسطة عملية الغمس الساخن، الجودة الفيزيائية الإنشائية، سُحبت عام ١٩٩٤	Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated Galvanized by the Hot-Dip Process, Structural Physical Quality Withdrawn 1994
كما هو محدد.	A307	----------	المواصفة القياسية للمسامير والأوتاد المصنوعة من الحديد الكربوني بمقاومة شد تبلغ ٦٠٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة	Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 PSI Tensile Strength
كما هو محدد.	A563	----------	المواصفة القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون والسبائك المعدنية	Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts
كما هو محدد.	A325 أو A449	----------	المواصفة القياسية للمسامير الهيكلية، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة بقوة شد أدنى مقدرة بـ ١٠٥/١٢٠ رطل لكل بوصة مربعة	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
كما هو محدد.	A563	----------	المواصفة القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون والسبائك المعدنية	Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts
كما هو محدد.	----------	M232	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (الغمس الساخن) على قطع الحديد والصلب	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
كما هو محدد.	----------	M30	المواصفة القياسية لحبال الأسلاك المعدنية المطلية بالزنك ومواد التركيب لحواجز الحماية على الطريق	Standard Specification for Zinc-Coated Steel Wire Rope and Fittings for Highway Guardrail
كما هو محدد.	A53	----------	المواصفة القياسية للأنابيب المعدنية، المغموسة على الساخن والمطلية بالزنك، الملحومة وغير الملحومة	Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless
كما هو محدد.	A123/A123M	M111M/M111	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (المجلفن بالغمس الساخن) على منتجات الحديد والصلب	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
كما هو محدد.	A153/A153M	M232M/M232	المواصفات القياسية لطلاء الزنك (الغمس الساخن) على قطع الحديد والصلب	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
كما هو محدد.	B221	----------	المواصفة القياسية للألومنيوم وسبائك الألومنيوم والقضبان والأسلاك والمقاطع والأنابيب المبثوقة	Standard Specification for Aluminum and Aluminum- Alloy Extruded Bars, Rods, Wire, Profiles, and Tubes

المُسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality	المواصفة القياسية للقضبان المعدنية، والكربون، والمطاوعة على الساخن، والجودة الخاصة	----------	A576	كما هو محدد.
Standard Specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use	المواصفة القياسية للبراغي سداسية الرأس، والمسامير، والأوتاد، والفولاذ، والمعالجة بالحرارة، والحد الأدنى من قوة الشد البالغ ٩٠/١٠٥/١٢٠ كيلو رطل للبوصة المربعة، الاستخدام العام	----------	A449	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold- Finished	المواصفة القياسية لشريط الفولاذ، والكربون والسبائك، والتشطيب على البارد	----------	A108	كما هو محدد.
Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts	المواصفة القياسية للصواميل المصنوعة من الكربون والسبائك المعدنية	----------	A563	كما هو محدد.
Standard Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel	المواصفة القياسية للمتطلبات العامة لقضبان الأسلاك والأسلاك المستديرة الخشنة والفولاذ الكربوني	----------	A510	كما هو محدد.
Standard Specification for Zinc Coating Hot-Dip on Iron and Steel Hardware	المواصفة القياسية لطلاء الزنك بالغمس الساخن على قطع الحديد والصلب	----------	A153	كما هو محدد.
Standard Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application	المواصفة القياسية للمسبوكات المعدنية والكربون للاستخدامات العامة	----------	A27	كما هو محدد.
Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings	المواصفة القياسية لمسبوكات الحديد القابل للترقق بالطرق	----------	A47	كما هو محدد.

٢٢- الطلاء

٢٢-١ عام:

٢٢-١-١ الوصف:

تطلى الأسطح المحددة في وثائق العقد، كما يجب أن يشمل العمل، على سبيل المثال لا الحصر:

- تجهيز الأسطح المراد طلائها.
- استخدام الطلاء ومعالجة العيوب؛ حماية العمل.
- حماية المرافق، والمركبات الموجودة والجمهور من التعرض للأضرار الناجمة عن هذا العمل.
- توفير جميع العمالة، والمعدات، والمواد اللازمة لأداء العمل.

٢٢-١-٢ حماية الممتلكات العامة:

يتعهد المقاول بالامتثال لجميع مواصفات وقواعد حماية البيئة، والسلامة والصحة المهنية، ولوائحها وأوامرها. لذا، فإن عدم الامتثال لهذه المواصفات والقواعد واللوائح والأوامر يعد سببًا كافيًا للتعليق أو الاستبعاد.

اتخاذ جميع التدابير المعقولة لاحتواء مواد النفايات (مواد التفجير المستخدمة والطلاء القديم) المصنفة على أنها خطرة. كما يجب أن تجرى عملية التخلص من النفايات الخطرة وفقًا لجميع القوانين الوطنية والإقليمية والمحلية المعمول بها.

ويلتزم المقاول بتوفير أجهزة الحماية، مثل؛ الأقمشة، أو السواتر، أو الأغطية حسب الضرورة؛ لمنع تلف العمل، والممتلكات الأخرى، أو الأشخاص من جميع عمليات التنظيف والطلاء. ومع ذلك، يتحمل المقاول المسؤولية عن جميع الأضرار التي قد تتعرض لها المركبات أو الأشخاص أو الممتلكات بسبب مشروع الطلاء.

كما يتحمل المقاول مسؤولية إزالة الطلاء أو بقع الطلاء التي تشوه مظهر الأسطح غير المخصصة للطلاء وذلك على نفقته الخاصة.

٢٢-١-٣ حماية العمل:

يتعهد المقاول باتخاذ جميع التدابير اللازمة لحماية السطح ضد التلوث قبل عملية التطبيق أو في أثناءها.

ويلتزم المقاول بحماية جميع أجزاء العمل من التشوه الناتج عن تناثر مواد الطلاء وانتشارها.

بالإضافة إلى ذلك، يتعهد المقاول بإصلاح جميع الأسطح المطلية التي تعرضت للتلف أو الضرر نتيجة للعمليات التي ينفذها، وذلك على نفقته الخاصة، باستخدام نفس المواد وبحالة مماثلة لتلك لحالة الطلاء المذكورة في هذا العقد.

إذا تسبب المرور في تراكم الغبار بكمية غير مقبولة، فيتحمل المقاول، بناءً على توجيهات المهندس، المسؤولية عن رش قاع الطريق وحدوده المجاورة بالماء، أو باستخدام مخفف الغبار لمسافة كافية على كل جانب من جانبي الموقع الذي يتم فيه الطلاء.

وعند الانتهاء من جميع أعمال الدهان وأي أعمال أخرى قد تتسبب في تركم الأتربة، أو الشحوم، أو غيرها من المواد الغريبة على الأسطح المطلية، تُنظَّف الأسطح المطلية جيدًا. وعند السماح بفتح المباني أمام حركة المرور العامة، تكون أعمال الدهان قد انتهت، والأسطح نظيفة وخالية من التلف.

٢٢-١-٤ السُمك واللون:

يجب أن يلبي سُمك الغشاء الجاف لكل طبقة والسُمك الإجمالي للمنتج النهائي المتطلبات المذكورة في وثائق العقد. يُحدد سُمك الطبقات المطلية مسبقًا، أو الطلاء الحالي الذي سيُغطَّى بالجزء العلوي وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، قبل وضع الطبقة التالية.

كما يجب تلوين كل طبقة طلاء بشكل منفصل لضمان التغطية الكاملة، بحيث يمكن إخفاء الطبقة السابقة بطبقة فردية من التطبيق التالي.

٢٢-٢ طلاء المنشآت المعدنية:

٢٢-٢-١ أنظمة الطلاء والدهانات:

يجب أن يشكل نظام الطلاء والدهانات اتي سينفذ جزءًا من النظام المذكور في وثائق العقد.

٢٢-٢-٢ أحوال الطقس:

يقتصر وضع الطلاء فقط على الأسطح الجافة تمامًا. لا يسمح بالطلاء في وجود أي من الظروف الآتية:

- درجة حرارة الغلاف الجوي، أو الطلاء، أو السطح المطلوب طلائه عند أربع درجات مئوية (٤ درجات مئوية)، أو أقل من ذلك أو أعلى من ثمانية وثلاثين درجة مئوية (٣٨ درجة مئوية).
- الأسطح المعدنية أقل من ثلاث درجات مئوية (٣ درجات مئوية) فوق نقطة الندى.
- يشهد موقع العمل نسبة رطوبة تتجاوز ٨٥٪.
- تتعرض الأسطح المطلية حديثًا للتلف بسبب المطر أو الضباب أو الغبار.
- يمكن توقع أن تنخفض درجة حرارة الغلاف الجوي إلى أقل من خمس درجات مئوية (٥ درجات مئوية) خلال فترة التجفيف، باستثناء ما هو منصوص عليه في هذا العقد بخصوص أعمال الطلاء في المرافق.

ومع ذلك، يحظر طلاء الأسطح المعدنية التي تكون ساخنة بدرجة كافية لإحداث فقاعات في الدهان، أو إنتاج طبقة طلاء مسامية، أو تتسبب في انفصال الصبغة عن السيارة.

يتعهد المقاول بتوفير غلاف مناسب للسماح بالدهان في أثناء الطقس العاصف مع الحصول على موافقة المهندس. يجب تنفيذ الأحكام بشكل مصطنع.

التحكم في الظروف الجوية داخل المرفق وفق حدود مناسبة للطلاء طوال عملية الطلاء. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تظل الأسطح المطلية تحت الغطاء في طقس رطب أو بارد تحت الغطاء حتى يجف، أو تسمح الظروف الجوية بالتعرض المكشوف. تُدرج كامل المستحقات مقابل توفير هذه المرفقات وصيانتها في الأسعار المدفوعة لبنود العقد المختلفة للعمل التي تتضمن أعمال الطلاء، ولن يُسمح بتقديم أي تعويض إضافي.

تنفيذ جميع أعمال التنظيف بالدفع الهوائي، باستثناء تلك التي تجري في المباني المغلقة، وكذلك جميع أعمال الطلاء خلال ساعات النهار ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

٢٢-٢-٣ تجهيز السطح:

تنظيف جميع الأسطح المكشوفة من الحديد الإنشائي ودهانها، باستثناء الأسطح المجلفنة أو المعدنية.

تنظف جميع أسطح المصنوعة من الحديد الإنشائي الجديد بطريقة التنظيف بالدفع الهوائي ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، أو يعتمد خطيًا بواسطة المهندس.

وعند إعادة طلاء المنشآت الحديدية الموجودة، يجب أن تسير عملية التنظيف على النحو المحدد في وثائق العقد. يتعهد المقاول بإصلاح أي ضرر يلحق بالطلاء السليم في المناطق غير المخصصة للمعالجة، والناجم عن العمليات التي ينفذها المقاول على نفقته الخاصة، حسب تعليمات المهندس.

يجب أن تتوافق الطرق المستخدمة في تنظيف الأسطح المعدنية مع المواصفات الواردة في هذا العقد.

٢٢-٢-٣-١ التنظيف بالدفع الهوائي:

تتكون المواد الكاشطة المستخدمة في عملية التنظيف بالدفع الهوائي؛ إما من رمال جافة نظيفة، أو حبيبات معدنية، أو بكرات حديدية، أو جزيئات حديدية كاشطة، حسب تقدير المقاول، وتتمتع بتصنيف مناسب لتحقيق نتائج مرضية. كما لا يسمح باستخدام مواد كاشطة أخرى إلا بعد الحصول على موافقة خطية من المهندس.

وكذلك لن يُسمح باستخدام رمال الشاطئ غير المغسولة التي تحتوي على الملح أو كميات كبيرة من الطمي.

تنظيف الأسطح الحديدية المكشوفة من جميع الأوساخ، وقشور المطحنة، والصدأ، والطلاء، والمواد الغريبة الأخرى وفقًا لمتطلبات مواصفة إعداد السطح لجمعية دهانات المنشآت الحديدية رقم ١٠، (SSPC-SP 10)، تنظيف الأسطح القريبة من اللون الأبيض بالفرشاة. يجب أن يترك التنظيف بالدفع الهوائي جميع الأسطح بنمط تثبيت كثيف وموحد لا يقل عن (٢٥,٤ ميكرومتر)، أو أكثر من (٧٦,٢ ميكرومتر)، كما قيس بمقارن جانبي معتمد للسطح.

عند تنفيذ أعمال التنظيف بالدفع الهوائي بالقرب من الآلات، يجب إغلاق جميع الأعمال والمحامل والمحركات والأجزاء المتحركة لمنع دخول الغبار الكاشط قبل بدء التنظيف بالدفع الهوائي.

تحضير الأسطح المنظفة بالفرشاة، أو معالجتها في نفس اليوم التنظيف بالدفع الهوائي، ما لم يسمح المهندس بخلاف ذلك. إذا تعرضت الأسطح المنظفة للصدأ أو التلوث بمواد غريبة قبل الانتهاء من أعمال الطلاء، يعيد المقاول تنظيفها بالفرشاة على نفقته الخاصة.

٢٢-٢-٣-٢ التنظيف بالبخار:

إزالة جميع الأوساخ، والشحوم، والطلاء الطباشيري الفضفاض، أو المواد الغريبة الأخرى التي تراكمت على الأسطح المطلية أو المجلفنة مسبقًا، باستخدام جهاز التنظيف بالبخار قبل القيام بجميع مراحل التنظيف الأخرى. لذلك، لا تستهدف هذه العملية إزالة الطلاء السليم. ومع ذلك، يجب إزالة أي دهان يصبح فضفاضًا، أو مجعدًا، أو مرتفعًا، أو يفقد اتصاله بالطبقة، أو الطبقات السابقة بعد التنظيف بالبخار، وذلك بحسب توجيهات المهندس بغرض إصلاح عيوب الدهان أو السطح المعدني، بواسطة المقاول وعلى نفقته الخاصة.

كما يضاف منظف قابل للتحلل إلى مياه التغذية لمولد البخار أو يوضع على السطح المراد تنظيفه. ولذا، يجب أن يكون المنظف من النوع المحدد ويجب أن يضاف أو يستخدم بكمية تسمح بالتنظيف كما هو موضح في الفقرة أعلاه.

إزالة أي بقايا أو منظفات أو أي مادة غريبة أخرى تتراكم على الأسطح النظيفة عن طريق الشطف بالماء العذب.

ويحظر التنظيف بالبخار لأكثر من أسبوعين قبل وضع الطلاء أو تنفيذ أي من مراحل التنظيف الأخرى.

كما يلزم عدم تنفيذ أعمال الطلاء اللاحقة حتى تجف الأسطح المنظفة بالكامل، ولا تقل عن ٢٤ ساعة بعد التنظيف والشطف.

٢٢-٢-٣-٣ التنظيف بالمذيبات:

استخدام المذيبات لإزالة الزيت، والشحوم، والملوثات الأخرى القابلة للذوبان وفقًا لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، وتنظيف المذيبات، وذلك ما لم تنص وثائق العقد على خلاف ذلك. ومع ذلك، يجب التنظيف بالمذيبات قبل التنظيف بالدفع الهوائي. وإذا بقي التلوث بعد التنظيف بالدفع الهوائي، فعندئذ يجب إعادة تنظيف المنطقة باستخدام المذيب.

٢٢-٢-٣-٤ التنظيف اليدوي:

تستخدم الفرش السلكية، سواء أكانت يدوية، أو كهربائية، أو أدوات الكشط اليدوية، أو أدوات التجليخ الكهربائية، أو ورق الصنفرة لإزالة جميع الأوساخ والصدأ المفكك، وقشور المطحنة، أو الطلاء غير الملتصق بإحكام بالأسطح المعدنية.

لا تستخدم مطارق التقطيع الهوائية إلا بعد الحصول على إذن خطي من المهندس.

٢٢-٢-٣-٥ الغسيل بالضغط:

يستخدم الغسيل بالضغط الماء عند الوصل إلى ضغط يتراوح بين (٥,٥ إلى ١٠,٣ ميجا باسكال)، وينفذ ذلك باستخدام فوهة لا تزد عن (٣٠٠ ملم) من سطح الحديد.

٢٢-٢-٤ تطبيق الدهانات:

يتعهد المقاول بإخطار المهندس خطيًا قبل أسبوع واحد على الأقل من تاريخ بدء أعمال التنظيف والطلاء.

تُنفذ أعمال الطلاء بطريقة منظمة. يُدهن الطلاء بالفرشاة، أو مسدس رش، أو بكرة دوارة، أو أي مجموعة من هذه الأدوات لتنفيذ أعمال الدهان الجارية، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

معالجة كل طبقة من الطلاء بالكامل مع ضرورة تصحيح أي عيوب، أو أضرار، أو مناطق رقيقة، أو أي مشاكل أخرى قبل وضع الطبقة التالية. كما يجب أن يكون سطح الطلاء المغطى خاليًا من الرطوبة، والغبار، والشحوم، أو أي مواد ضارة أخرى من شأنها أن تمنع ارتباط الطبقات التالية، وعند وضع طلاء موضعي، يجب إزالة الطلاء القديم الذي يرفع بعد وضع أول طبقة عن طريق الكشط وإعادة طلاء المنطقة قبل الطبقة التالية.

ومع ذلك، يُسمح بالدهانات المحددة "الجاهزة للاستخدام" و"من دون وضع مواد مخففة" ما لم ينص على خلاف ذلك في مواصفات المواد المطبقة للطلاء المستخدم.

تتمتع الفرشاة بهيكل وطول شعيرات كافي لتوزيع الطلاء بغشاء موحد، وذلك عند استخدامها. وتستخدم فرش دائرية بيضاوية الشكل أو فرش مسطحة لا يزيد عرضها عن (١١٥ ملم). ولذلك، يجب أن يوزع الطلاء بالتساوي ويُدهن بالكامل بالفرشاة.

كما يوضع الدهان باستخدام فرشاة قناني مزودة بشعيرات من جلد الغنم أو بأي وسيلة أخرى يوافق عليها المهندس على جميع الأسطح التي يتعذر وصول الطلاء إليها بالوسائل العادية.

وعند الحاجة إلى استخدام البكرات الدوارة، تكون من النوع الذي لا يترك نسيجًا منقوشًا في طبقة الطلاء؛ لذلك يقتصر استخدام البكرات الدوارة على الأسطح المستوية والمسطحة فقط؛ لإنتاج طبقة طلاء بسُمك متساوٍ مع عدم وجود تقاطعات، أو خطوط، أو انحرافات، أو مناطق رقيقة.

وتوضع طبقة الطلاء باستخدام معدات الرش التقليدية أو التي لا تتطلب ضغط الهواء.

تجهيز وتثبيت مصائد أو فواصل مناسبة ومعتمدة لدى المهندس في أنبوب الهواء لكل وعاء رش لفصل الزيت والماء عن الهواء.

إن أي طريقة رش ينتج عنها تراكم مفرط للطلاء، أو ظهور خطوط، أو انحرافات، أو مناطق رقيقة في طبقة الطلاء، أو عيوب، أو أضرار تعد غير مرضية، ثمَّ يتعهد المهندس بالمطالبة بتعديل طريقة الرش أو منع استخدامها، مع المطالبة بالتنظيف بالدفع الهوائي بدلاً من ذلك.

وتستخدم أجهزة الخلاط الميكانيكية لخلط الطلاء. ومع ذلك، قبل وضع طبقة الطلاء، يجب خلط الطلاء لمدة كافية من الوقت لخلط الصبغة مع السيارة معًا بالكامل ويجب أن يتم الخلط جيدًا في أثناء التطبيق.

وعلاوة على ذلك، يقاس سُمك الغشاء الجاف للطلاء بمقياس سُمك الغشاء المغناطيسي المعاير وفقًا لكود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية).

يقتصر سُمك كل طبقة على هذا المقياس من أجل الوصول إلى تجفيف موحد في جميع أنحاء طبقة الطلاء.

تشكل الطبقات اللاحقة للطلاء طبقة ظلية بحيث يظهر مظهرًا مختلفًا مع الطلاء المغطى.

تنظيف المنشآت بالفرشاة ودهانها بالسُمك الإجمالي للطلاء السفلي قبل التثبيت، وبعد التثبيت وقبل وضع طبقة الطلاء اللاحقة، تنظف جميع المساحات التي تضرر فيها أو تدهور الطلاء، وجميع الأسطح المكشوفة غير المطلية جيدًا، فضلاً عن طلاء البقع بالطلاء السفلي المحدد بالسُمك المحدد.

طلاء الأسطح المعرضة للغلاف الجوي التي يتعذر وصول الطلاء إليها بعد التثبيت بكامل عدد طبقات الطلاء قبل التثبيت.

يجب عدم دهن بطانة الطلاء من الفينيل، إذا لزم الأمر، بعد مرور أكثر من اثنا عشرة ساعة قبل وضع طبقة الطلاء التالية. وكذلك توضع بطانة الطلاء من الفينيل بالرش؛ لإنتاج طبقة رطبة موحدة على السطح. يجب أن يتراوح سُمك الطبقة الجافة بين ٧,٦ و١٢,٧ μm .

يجب أن يتوافق طلاء المناطق الواقعة أسفل وصلة الربط وألواح الوصل مع القسم الفرعي (١٥-٥-٦-٣).

٢٢-٢-٤-١ تطبيق طلاء الأساس الغني بالزنك:

استخدام بطانة الطلاء الغنية بالزنك، التي تشتمل على بطانة غنية بالزنك العضوي وغير العضوي، باستخدام أساليب الرش المخصصة. في المناطق التي يتعذر الوصول إليها بالرش، يتم دهان الطلاء بالفرشاة أو أداة مزودة بشعيرات.

وتستخدم أجهزة الخلاط الميكانيكية لخلط بطانة الطلاء.

وبعد الخلط، تصفّى بطانة الطلاء الغنية بالزنك باستخدام سواتر معدنية من رقم ٣٠ إلى رقم ٦٠ ومن ٢٥٠ إلى ٦٠٠ ميكرومتر، أو طبقة مزدوجة من القماش القطني مباشرة قبل السكب في وعاء الرش أو في أثناءه.

كما يلزم استخدام وعاء رش قلاب في جميع أعمال الرش للبطانات الغنية بالزنك، وأن يصل عمود التقليب أو قضيب التحريك إلى (٥٠ ملم) من قاع إناء الرش، وتكون لديه القدرة على التحرك في جميع الأوقات في أثناء وضع طبقة البطانة. كما تكون هذه الحركة كافية لإبقاء طلاء البطانة مخلوط جيدًا.

ويجب أن توفر معدات الرش الضغط المناسب للوعاء وضغط التفتيت لإنتاج طلاء، كما يجب أن تتوافق التركيبة من جميع النواحي مع مواصفات طلاء الغني بالزنك. بالإضافة إلى ذلك، لا يزد طول الخرطوم من الإناء إلى الفوهة بموجب وثائق العقد عن (٢٢,٥ مترًا)، ولا يستخدم أكثر من (٤,٥ متر) فوق أو أسفل القدر.

تكون بطانة الطلاء الغنية بالزنك والمعالجة خالية من الغبار، أو الأوساخ، أو الأملاح، أو الرواسب الضارة الأخرى، وتجف تمامًا قبل وضع طبقة البطانة من الفينيل.

يُقاس سُمك الطبقة الجافة بما يتوافق مع كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية).

بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تتوافق عملية وضع الطلاء الغني بالزنك غير العضوي مع ما يلي:

- وضع الطبقات الناجحة من الدهانات الغنية بالزنك غير العضوية في غضون أربع وعشرين ساعة، ولكن ليس أقل من ثلاثين دقيقة بعد وضع هذا الطلاء مسبقًا.
- عندما تتعرض مناطق لحدوث تشقق نتيجة الجفاف في الطلاء الغني بالزنك غير العضوي، عندئذ تُنظف بالفرشاة مجددًا للوصول إلى دهان متماسك جيدًا، ويعاد طلاءها بنفس السُمك وبذات الطرق المستخدمة في الطلاء الأصلي.
- معالجة الدهان مدة ثماني وأربعين ساعة عند درجة رطوبة نسبية لا تقل عن ٤٥٪ قبل وضع طبقة البطانة بالفينيل. علاوة على ذلك، يجب رش الطلاء الغني الزنك غير العضوي المعالج بالماء، ويكون السطح جافًاقبل وضع طبقة البطانة بالفينيل، وذلك إذا لم تُوضع طبقة البطانة بالفينيل في غضون ثلاثة أسابيع بعد وضع الطلاء الغني بالزنك غير العضوي، أو إذا كان هناك دليل على وجود غبار، أو أوساخ، أو أملاح، أو رواسب ضارة أخرى على طلاء الزنك غير العضوي.

٢٢-٢-٥ القياس والدفع:

تدفع تكاليف تنظيف ودهان الحديد الإنشائي استنادًا إلى الأسعار الإجمالية، ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد.

تشمل الأسعار الإجمالية المدفوعة مقابل الحديد الإنشائي النظيف، والحديد الإنشائي المطلي، أو السعر الإجمالي المدفوع مقابل الحديد الإنشائي النظيف والمطلي تعويضًا كاملاً عن توفير جميع العمالة، والمواد، والأدوات، والمعدات، والمتفرقات، ومقابل القيام بجميع الأعمال المتعلقة بتنظيف الحديد الإنشائي وطلائه كما هو محدد في وثائق العقد وهذا المجلد والأحكام الخاصة وحسب توجيهات المهندس.

٢٢-٣ طلاء الأسطح المجلفنة:

أولاً: تنظيف جميع الأسطح المجلفنة التي ستطلى بغسلها بمذيب يتكون من محلول كحول معدني يكفي لإزالة أي زيت أو شحم أو أي مواد أخرى غريبة على الطلاء المجلفن.

وبعد التنظيف، توضع طبقة بطانة بالفينيل على هذه الأسطح، وتوضع بطانة الطلاء من الفينيل بالرش لإنتاج طبقة رطبة موحدة على السطح. يجب أن يتراوح سُمك الطبقة الجافة بين (٧,٦ و١٢,٧ ميكرومتر).

تشير وثائق العقد إلى الطلاء الخارجي الذي سيدهن على الأسطح المجلفنة التي توضع البطانة عليها، ويكون الطلاء الخارجي هو نفس الطلاء المستخدم في الأعمال المعدنية المجاورة، أو حسب لتوجيهات المهندس ما لم يُنص على خلاف ذلك.

لن تسدد أي مبالغ منفصلة لتجهيز الأسطح المجلفنة وطلاؤها. وكذلك يجب إدراج التعويض الكامل مقابل توفير جميع العمالة والمواد والأدوات والمعدات والمتفرقات، ومقابل القيام بجميع الأعمال المتعلقة بتجهيز الأسطح المجلفنة وطلاؤها على النحو المحدد في وثائق العقد، وهذا الكود ووفقًا لتوجيهات المهندس ضمن الأسعار المدفوعة لمختلف بنود العقد الخاصة بأعمال الأسطح المجلفنة.

٢٢-٤ طلاء الخرسانة:

٢٢-٤-١ تجهيز السطح:

قبل طلاء الأسطح الخرسانية، يجب إزالة المركبات الأسمنتية والمعالجة من السطح بالتنظيف بالدفع الهوائي الكاشطة وفقًا للقسم الفرعي (٢٢-٢-٣-١).

تكون الأسطح الخرسانية جافة تمامًا وخالية من الغبار في أثناء وضع الطلاء.

تخضع أي من إجراءات وطرق التجفيف الصناعي إلى موافقة المهندس.

٢٢-٤-٢ الدهان:

ما لم ينص على خلاف ذلك في وثائق العقد، يكون الطلاء الذي سيدهن على الأسطح الخرسانية من مستحلب الأكريليك، ويجب أن يتوافق من جميع النواحي مع مواصفات الأداء التفصيلية لمعهد الرسامين الرئيسيين. وكذلك يُلون هذا الطلاء باستخدام مركزات "عالمية" أو مركزات "لجميع الأغراض".

٢٢-٤-٣ التطبيق:

ويوضع طلاء مستحلب الأكريليك في شكل طبقتين على الأقل للحصول على مظهر موحد.

وكذلك يوضع الطلاء فقط عندما تبلغ درجة الحرارة المحيطة عشر درجات مئوية (١٠ درجات مئوية) أو أكثر. ومع ذلك، يُحظر وضع الطلاء عندما يكون من المتوقع أن تنخفض درجة الحرارة المحيطة إلى أقل من عشر درجات مئوية (١٠ درجات مئوية) في أثناء وضع الطلاء وتجفيفه.

٢٢-٥ قبول الأعمال:

تخضع المواد والأعمال لمتطلبات كود الطرق السعودي ٣٠٩ (مواصفات المواد والاختبارات القياسية)، ومتطلبات هذا الجزء. ومن أجل قبول العمل، يلتزم المقاول بتفعيل ضبط الجودة لأعمال الطلاء بتنفيذ جميع الإجراءات المطلوبة؛ للتأكد من أن مواد الطلاء

المستخدمة، وطرق إنجاز العمل، والأعمال المنجزة تفي بمتطلبات الجودة المنصوص عليها في هذه المواصفات العامة ووثائق العقد الأخرى.

٢٢-٥-١ ضبط الجودة:

مراقبة أعمال الطلاء وفحصها؛ للتأكد من تنفيذ جميع أعمال الدهان حسب أنواع الأسطح، بغرض تلبية قياسات الجودة المطلوبة، وفحص تجهيز السطح قبل العمل، وطريقة التصحيح لأعمال تنظيف الأسطح كانت اختيارات متاحة أمام المقاول حسب الجزء (٢٢-٢)، والجزء (٢٢-٣)، والجزء (٢٢-٤)، والجزء (٢٢-٥). يوضح الجدول (٢٢-٢) الاختبارات المطلوبة لقياسات ضبط الجودة وتعليمات اختيار العينة. لمزيد من مواصفات مواد الطلاء المتوفرة في الجدول (٢٢-٢).

٢٢-٥-٢ ضمان الجودة:

يحق للجهة المختصة التأكد من جودة أعمال الطلاء، بمراجعة شهادات التصنيع الواردة مع المواد المستوردة وأعمال تجهيز الأسطح، ومطابقتها للمواصفات المطلوبة بإجراء أو تكليف الآخرين بإجراء الاختبارات تحت إشرافها للتأكد من جودة جميع الأعمال التي تم الانتهاء منها حسب الاختبارات المطلوبة المذكورة في الأجزاء ذات الصلة.

٢٢-٦ القياس والدفع:

يقاس مدى تجهيز الخرسانة وطلائها، إما بالمبلغ الإجمالي، أو بالمتر المربع كما هو مذكور في وثائق العقد. وعند القياس بالمتر المربع، سيحدد القياس على طول سطح المساحة الفعلية المطلية.

كما أن سعر العقد المدفوع لكل مبلغ إجمالي أو متر مربع مقابل تجهيز الخرسانة وطلائها يجب أن يشمل تعويضات كاملة مقابل توفير جميع العمالة، والمواد، والأدوات، والمعدات، والمتفرقات، ومقابل القيام بجميع الأعمال المتعلقة بتجهيز الخرسانة وطلاء الأسطح الخرسانية على النحو المحدد في هذا المجلد ووثائق العقد وحسب توجيهات المهندس.

سيُسدد بموجب واحد أو أكثر من البنود المذكورة في الجدول (٢٢-١)، وتظهر متطلبات ضبط الجودة للطلاء في الجدول (٢٢-٢).

الجدول (٢٢–١) بنود سداد قيمة الطلاء.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٢٢-٢	طلاء الأسطح المعدنية	الإجمالي
٢٢-٣	طلاء الأسطح المجلفنة	الإجمالي
٢٢-٤	طلاء الأخشاب	الإجمالي
٢٢-٥	طلاء الأسطح الخرسانية	متر مربع

الجدول (٢٢–٢) متطلبات ضبط الجودة لعملية الطلاء.

العمل		الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
تجهيز السطح	الحديد الإنشائي الجديد	التنظيف بطريقة التنظيف بالدفع الهوائي	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (٢٢-٢-٣)
	المنشآت الحديدية الموجودة	يكون التنظيف كما هو محدد في وثائق العقد	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (٢٢-٢-٣)
	الأسطح الخرسانية	تكون الأسطح جافة تمامًا وخالية من الغبار	المسح	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	----------	الجزء الفرعي (٢٢-٥-١)

الجدول (٢٢–٣) مواصفات (AASHTO، وASTM).

المسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Zinc Oxide Pigments	المواصفة القياسية لأصباغ أكسيد الزنك	----------	D79	كما هو محدد.
Standard Specification for Basic Carbonate White Lead Pigment	المواصفة القياسية لصبغ الرصاص الأبيض الكربوني القاعدي	----------	D81	كما هو محدد.
Specification for Basic Sulfate White Lead (Withdrawn 1980)	المواصفة القياسية للرصاص الأبيض الأساسي الكبريتاتي (سُحبت عام ١٩٨٠)	----------	D82	كما هو محدد.
Standard Specification for Red Lead Pigment	المواصفة القياسية لصبغة الرصاص الأحمر	----------	D83	كما هو محدد.
Specification for Red and Brown Iron Oxide Pigments (Withdrawn 1978)	المواصفة القياسية لأصباغ أكسيد الحديد الأحمر والبني (سُحبت عام ١٩٧٨)	----------	D84	كما هو محدد.
Standard Specification for Lampblack Pigment	المواصفة القياسية لصبغة سخام المصابيح	----------	D209	كما هو محدد.
Standard Specification for Chrome Oxide Green Pigment	المواصفة القياسية لصبغة أكسيد الكروم الخضراء	----------	D263	كما هو محدد.
Standard Classification for Dry Pigmentary Titanium Dioxide Products	التصنيف القياسي لمنتجات ثاني أكسيد التيتانيوم الصباغية الجافة	----------	D476	كما هو محدد.
Standard Classification for Dry Pigmentary Titanium Dioxide Products	التصنيف القياسي لمنتجات ثاني أكسيد التيتانيوم الصباغية الجافة	----------	D561	كما هو محدد.
Standard Specification for Magnesium Silicate Pigment (Talc)	المواصفة القياسية لصبغة سيليكات المغنيسيوم (تالك: سليكات المغنسيوم المميأة)	----------	D605	كما هو محدد.

المسمى بالإنجليزية	المُسمى مترجم للعربية	AASHTO	ASTM	حد القبول
Standard Specification for Aluminum Powder and Paste Pigments for Paints	المواصفة القياسية لمسحوق الألومنيوم وأصباغ معجون الدهانات	----------	D962	كما هو محدد.
Specification for Copper Phthalcoyanine Blue Pigment (Withdrawn 1993)	المواصفة القياسية لصبغة الفثالوسيانين الزرقاء النحاسية (سُحبت عام ١٩٩٣)	----------	D963	كما هو محدد.
Standard Specification for Basic Lead Silicochromate Pigment	المواصفة القياسية لصبغ كرومات السيليكون المصنوعة من الرصاص القاعدي	----------	D1648	كما هو محدد.
Standard Specification for Phthalocyanine Green Pigments	المواصفة القياسية للأصباغ المصنوعة من الفثالوسيانين الأخضر	----------	D3021	كما هو محدد.
Standard Specification for Spirits of Turpentine	المواصفة القياسية لمذيبات التربنتين	----------	D13	كما هو محدد.
Standard Specification for Raw Linseed Oil (Withdrawn 2007)	المواصفة القياسية لزيت الكتان الخام (سُحبت عام ٢٠٠٧)	----------	D234	كما هو محدد.
Standard Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)	المواصفة القياسية للقطّارات المعدنية (القطارات البترولية) (مذيب التنظيف الجاف بالهيدروكربونات)	----------	D235	كما هو محدد.
Standard Specification for Boiled Linseed Oil	المواصفة القياسية لمزيج زيت بذور الكتان المغلي	----------	D260	كما هو محدد.
Standard Specification for Liquid Paint Driers	المواصفة القياسية لمسرعات الدهانات السائلة	----------	D600	كما هو محدد.
Standard Specification for Aluminum Paint	المواصفة القياسية لطلاء الألومنيوم	M69	----------	كما هو محدد.
Specification for Chrome Green Pigment (Withdrawn 1994)	مواصفة صبغة الكروم الخضراء (سُحبت عام ١٩٩٤)	----------	D212	كما هو محدد.
Standard Specification for Iron Blue Pigment (Withdrawn 2005)	المواصفة القياسية لصبغة الحديد الزرقاء (سُحبت عام ٢٠٠٥)	----------	D261	كما هو محدد.

٢٣- إنشاء الأنفاق:

٢٣-١ عام:

ينبغي أن يتألف هذا العمل من متطلبات للأعمال تحت الأرض التي تتضمن الأنفاق، والأعمدة، والسرب، والكهوف، والغرف، والبوابات.

يتألف هذا العمل أيضًا من تأثيث ألواح بطانات الأنفاق المعدنية المشكلة على البارد، أو الألواح الخرسانية المصبوبة مسبقًا، وفقًا لهذا الكود والأحجام والأبعاد المطلوبة في وثائق العقد، وتركيب هذه الألواح في المواقع المحددة في وثائق العقد أو بواسطة المهندس ووفقًا للخطوط والدرجات المحددة أو التي حددها المهندس. وتتكون البطانة المكتملة من سلسلة من الألواح المنتظمة المجمعة بفواصل طولية متداخلة.

تكون ألواح بطانة الأنفاق المعدنية من النوع المتوفر تجاريًا، وتكون ألواح بطانة الأنفاق الخرسانية مصبوبة مسبقًا بحيث تلائم حجمها وشكلها الطريقة والمعدات المستخدمة في تركيبها.

٢٣-٢ التقديمات:

٢٣-٢-١ طرق الإنشاء:

يقدم المقاول تفاصيلًا عن الطرق التي عرضها لحفر الأنفاق والأعمدة والدعائم، بما في ذلك:

- معدات الحفر وإزالة المخلفات في الصخور والأرض الرطبة.
- معدات الحشو.
- العدد والصب، وقياس الحجم لأي من سرب الإنشاءات، وفتحات المرور، ومنافذ السلامة.
- طرق الدعم المؤقت بما في ذلك تثبيت الصخور بالبراغي والخرسانة المقذوفة والشبكة.
- عروض للأضلاع المعدنية للأعمدة والأنفاق.
- الطرق والمعدات التي ستستخدم لإجراء قياسات التقارب.
- طرق التعامل مع المياه والتهوية والإضاءة.
- تدابير السلامة في الأعمال تحت الأرض.

يقدم المقاول تفاصيلًا عن الطرق التي اقترحها لإنشاء بطانات دائمة للأنفاق والأعمدة، بما في ذلك:

- طرق إنشاء بطانة نفق خرسانية مسبقة الصب بما في ذلك حشو التجويف.
- طرق إنشاء بطانات خرسانية في الموقع بما في ذلك الحشو المتصل.
- طرق تركيب وصب خرسانة بطانات الأنفاق المعدنية.

٢٣-٢-٢ حسابات التصميم:

يقدم المقاول حسابات التصميم لبطانة الأنفاق الخرسانية مسبقة الصب.

٢٣-٣ المتطلبات العامة:

٢٣-٣-١ عام:

يكون المقاول مسؤولاً عن كافة طرق العمل في الأعمال تحت الأرض، بما في ذلك تصميم كافة الأشياء اللازمة لحماية الأعمال، والعاملين وتوفيرها وتركيبها. وبشكل خالص، يكون المقاول مسؤولاً عن دعم كافة أعمال الحفر تحت الأرض أثناء الإنشاءات، التي تشمل الإصلاح الجيد بعد السقوط.

خضوع كافة الإجراءات اللازمة لحماية الأعمال والعاملين، باستثناء أي تدابير طارئة يتخذها على المقاول لضمان السلامة، لموافقة المهندس مسبقًا، ولكن هذه الموافقة لا تعف المقاول من أي من مسؤولياته.

باستثناء ما يتطلبه الأمر بخلاف ذلك، تكون الأنفاق في الأرض اللينة مستقيمة، أو من أجل تحقيق تغييرات في المحاذاة، ينبغي أن تكون على منحنيات دائرية أفقية ورأسية يبلغ نصف قطرها حوالي ٣٠٠ متر. كما ينبغي إزالة المنحنيات عندما يحدث تغيير في المحاذاة عند عمود.

٢٣-٣-٢ السلامة العامة:

يجب على المقاول أن يوفر كافة تدابير السلامة لتفادي أي خطر يهدد الأشخاص، وتركيب المعدات، أو الإنشاء نفسه، ليس فقط في حالة وجود خطر واضح، ولكن أيضًا في حالة الخطر المعلق فقط. وأن يتخذ تدابير السلامة المناسبة على الفور.

يكون المقاول على دراية تامة بالكود (BS 6164:2001)، وتوصياته ويمتثل لها.

إذا كانت الظروف الصخرية صعبة في مناطق الصخور الضعيفة، ومناطق الكارست ذات المياه الكارستية والغاز، إلخ، يقوم المقاول بالحفر الأساسي على نفقته الخاصة قبل الشروع في العمل لتحديد الصعوبات المحتملة قبل القيام بالأعمال، وتوفير كافة تدابير السلامة المقابلة.

تخضع ترتيبات الحماية المحلية المتطلبة من المقاول التي يقوم باتخاذها لموافقة المهندس. وفي حالة سقوط الصخور بسبب أعطال محلية غير مواتية لفواصل الطبقات، إلخ. العمل بعناية خاصة ووفقًا لتدابير السلامة الوقائية.

عند تنفيذ عمليات الحفر عبر مناطق الأرض، تسلسل الأرض/الصخور، صخور ضعيفة أو معرضة للعوامل الجوية، أو أي مناطق أخرى تكون فيها الصخور غير مستقرة، ينبغي تثبيتها أثناء الإنشاء أو دعمها بشكل دائم بواسطة دعامات معدنية ذات خطوط دائمة، أو مؤقتة، أو عازلة حسب ما تقتضيه الظروف المحلية بموافقة أو بأمر مسبق من المهندس، وعند تنفيذ الحفر عبر الصخور السليمة وغير المتغيرة نسبيًا، يلزم توفير الدعم بالخرسانة المقذوفة، أو الدعامات المعدنية، أو البراغي الصخرية في حال تسببت الخصائص الإنشائية للصخور في حالات خطرة. تركيب هذه التدابير الوقائية بطريقة تسمح بفحصها بسهولة وفي أي وقت، وتكون كافة تدابير السلامة والمتطلبات ذات الصلة بأنشطة الإنشاء، وتلك المبينة أدناه إلزامية بالنسبة للمقاول من كافة النواحي.

سلامة عمليات الحفر تحت الأرض، في كافة الأوقات، من مسؤولية المقاول، فضلاً عن اعتماد وتنفيذ كافة التدابير اللازمة لحماية الأشخاص الذين يقومون بأعمال تحت الأرض من الانهيارات، والغازات، أو الأبخرة الضارة، والانفجارات، والتسمم، وتدفق الفيضانات، كافة الحوادث الأخرى التي يحتمل حدوثها في الإنشاءات تحت الأرض والمنحدر والأعمدة، إلخ. ويتخذ المقاول كافة الاحتياطات المعتمدة عادة لهذا النوع من العمل تلك التي يراها المهندس ضرورية في نطاق العمل. ويكون عدم الامتثال لأي تدابير خاصة بالسلامة سببًا في تعليق المهندس لتنفيذ الأعمال إلى حين معالجة الأسباب التي حددت التعليق، وفي هذه الحالات لا يكون للمقاول الحق في المطالبة بتمديد الوقت أو تكلفة إضافية. وتشمل هذه التدابير بوجه خاص ما يلي:

١- توفير اللوائح المناسبة لسلامة الموقع والطوارئ، واحتياطات الحرائق، والغاز، والصدمات الكهربائية.
٢- توفير صندوق للإسعافات الأولية ومعدات معتمدة، ومرافق للإنقاذ في كل مدخل لبوابة نفق.
٣- توفير مركز للإسعافات الأولية على مدار اليوم تديره ممرضة مدربة، وتخدمه مركبة مجهزة كسيارة إسعاف ميدانية مع سائق في الخدمة ليلاً ونهارًا، ويكون مركز الإسعافات الأولية في اتصالات هاتفية مع البوابات والأعمدة في مناطقها وله هاتف على الشبكة العامة.
٤- التخزين الآمن للمتفجرات، والغازات، والوقود وغيرها من البضائع الخطرة ومناولتها واستخدامها.
٥- دعم آمن لكافة عمليات الحفر.
٦- توفير خوذات أمان فعالة لكافة الأشخاص بمن فيهم الزوار المسموح بتواجدهم في الموقع؛ وتوفير وسائل السلامة عند الضرورة للأفراد بما في ذلك ممثل المهندسين وموظفيه.
٧- التحكم في المياه، بما في ذلك توفير محطات ضخ وتوليد احتياطية وافرة.
٨- توفير الإضاءة لتزويد الإضاءة الكافية للأعمال، بما في ذلك قطع الغيار والمعدات الاحتياطية.
٩- توفير وصيانة الصخور، وحاملات الرفع، والبلوكات الآمنة، والسليمة وغيرها من وسائل الرفع، ولكل جهاز شهادة اختبار محدثة.
١٠- توفير سلالم مؤقتة لكافة الأعمدة، مع إنزال على مسافات لا تتجاوز ٦ أمتار. وتتوفر الحماية بحيث لا يتعرض الأشخاص الذين يستخدمون السلالم ولا السلالم ودعاماتها للخطر أو التلف من خلال التخطيات و/أو مواد في العمود.
١١- توفير رافعات وحجرات آمنة وسليمة وصيانتها لنقل العاملين عند الضرورة، ولكل عنصر شهادة اختبار محدثة.
١٢- توفير مشغلين ذوي كفاءة للتحكم في معدات الحمل والرفع، مع وجود عامل مصرفي واحد على الأقل، ومشغلي معدات رفع العمود في اتصالات هاتفية مع الجزء السفلي للعمود.
١٣- توفير كافة التركيبات الكهربائية المؤقتة وصيانتها وفقًا للمعايير المنصوص عليها في كود (BS 6164).
١٤- توفير تنبيهات، مقاس ١,٥ متر في ١,٠ متر مكتوبة بأحرف واضحة، تُنصَّب على ممرات المشاة ونقاط الوصول الحالية التي من المحتمل أن يستخدمها العامة؛ للتحذير من وجود الأعمال. تضاف هذه التنبيهات إلى أي متطلبات قانونية يطلبها المقاول.

يقدم المقاول مقترحات تفصيلية للمهندس للموافقة عليها في إطار النقطة (١) -توفير اللوائح السليمة لسلامة الموقع والطوارئ، والحرائق، والغاز، والصدمات الكهربائية، عند الموافقة على لائحة السلامة والطوارئ، يقوم المقاول بإعداد نسخ من لوائح السلامة وتوزيعها على كافة موظفيه والعاملين لديه وعلى ممثل المهندس وموظفيه. عرض التنبيهات على كافة البوابات والأعمدة التي توضح بالتفصيل إجراءات الطوارئ والإنقاذ.

يتأكد المقاول من كون كافة العاملين على دراية باللوائح، ويفصل أي عامل يرتكب خرقًا بالغًا للوائح على الفور، ولا يعد توظيفه.

٢٣-٣-٣ العمل بالهواء المضغوط:

عند إجراء العمل بالهواء المضغوط، ينبغي تطبيق المتطلبات الآتية:

مراعاة كافة متطلبات تقرير (CIRIA Report 44)، "كود الممارسات الطبية للعمل في الهواء المضغوط". فحص أي متطلبات أو توصيات لا يشترط القانون القيام بها، أو فحصها، أو الموافقة عليها من قبل سلطة قانونية، أو من قبل شخص معين أو معتمد، وتتطلب موافقة المهندس أو شخص يعتمد عليه. لا يبدأ العمل بالهواء المضغوط إلا بعد أن يقدم المقاول كافة التفاصيل وفقًا لمتطلبات هذا الجزء ويتلقى الموافقة عليها.

تركب بطانة احتياطية ذات سعة كافية للحفاظ على الضغط الهواء المتطلب إذا كان كل من البطانة الرئيسية، أو جزءًا منها غير مستخدم في أي وقت. وتتضمن البطانة الاحتياطية مصدرًا للطاقة مستقلاً عن المصدر الرئيسي. يختبر المقاول كافة البطانات الاحتياطية أسبوعيًا باستخدامها لدعم العمل في ظروف العمل العادية.

على المقاول الحفاظ على ما يلزم من ضغوط الهواء للعمل، ويوفر تسهيلات لتغيير الضغط تبعًا لذلك.

بالإضافة إلى المقاييس المطلوبة في تقرير (CIRIA 44)، تُركب مقاييس ضغط أخرى في كل غرفة عمل تظهر الضغط في الغرفة وفي غرفة القفل الهوائي المجاورة. توصيل كل غرفة قفل هوائي أو غرفة تخفيف ضغط متصلة بالهاتف بمركز حجرة الضاغط المصاحبة لها.

تكون غرف القفل، والأقفال الطبية، والحواجز، والأنابيب، والأجهزة الأخرى التي تستخدم في تشغيل الهواء المضغوط قادرة على تحمل ضعف الضغط الأقصى الذي ينبغي استخدامه، بعد التركيب، ولكن قبل بدء العمل في الهواء المضغوط، وأن تخضع محطة الهواء المضغوط لاختبار تشغيل مستمر مدة أربع وعشرين ساعة عند ضغط التشغيل العادي، وأن تعمل بما يرضي المهندسين لهذه الفترة. بالإضافة إلى تزويد كل جهاز استقبال هواء بصمام أمان ينفخ عند ضغط يتفق عليه مع المهندس.

٢٣-٣-٤ المتفجرات:

يتوافق نقل المتفجرات ومناولتها وتخزينها مع متطلبات لوائح المملكة العربية السعودية، وتخزن كافة المواد في مكان آمن في ملاذ مصمم خصيصًا. بالإضافة إلى ضرورة موافقة مفتش المتفجرات على رسومات تصميم الملاذ وكذلك الهياكل الإنشائية المكتملة في وكالة جسر الطريق العام ذو الصلة.

يكون المقاول على دراية تامة بالأجزاء ذات الصلة من كافة اللوائح المتعلقة بتخزين المتفجرات واجبة النفاذ بموجب القانون، وإصدارها، ونقلها، واستخدامها، والامتثال لها بموجب القانون وكود (BS 5607.).

يكون المقاول مسؤولاً عن توفير كافة المواد مثل الصاعق التأخيري الكهربائي، والمتفجرات الجيلاتينية وسلك التفجير، إلخ، وفقًا للمتطلبات.

يحصل المقاول على رخصة نقل لتوصيل المتفجرات من المنطقة التي يعتزم السفر عبرها.

قبل بدء الإنشاء، يقدم المقاول عروضه بالكامل إلى المهندس فيما يخص التحكم في المتفجرات وفقًا لهذا البند. ويقدم تفاصيل اقتراحاته بشأن مخازن المتفجرات على السطح، ووسائل نقل المتفجرات في النفق، واستخدام المتفجرات وحفظها في النفق. ويزود المهندس بقائمة بأجهزة إطلاق المتفجرات قصيرة المدى المؤهلة قبل بدء استخدام المتفجرات، ويبلغ المهندس بأي تغييرات لاحقة في تكوين القائمة.

تفصل الكابلات المقاومة للحريق عن كافة الكابلات الأخرى، وتحفظ في أبعد الحدود الممكنة عمليًا (على الجانب الآخر من النفق أو العمود كلما أمكن ذلك)، عن الإضاءة وكابلات الطاقة، وعن أي شيء يحمل تيارات شاردة أو شحنات ثابتة، مثل؛ خط السكك الحديدية، أو أعمال الأنابيب، أو قنوات التهوية، سواء كانت معدنية أو من مواد أخرى.

٢٣-٣-٥ الماء:

يكون المقاول مسؤولاً عن التحكم في المياه في الأعمال تحت الأرض ويحافظ على التصريف المتعلق بالأعمال بشكل جيد إلى حين إصدار آخر شهادة إنجاز فيما يتعلق بالأعمال تحت الأرض.

يتخ المقاول تدابيرًا ترضي المهندس؛ لمنع تلوث المجاري المائية الحالية بشوائب في تصريف المياه من الأنفاق والأعمدة.

الحفاظ على الماء خاليًا من أعمال الخرسانة بالحشو أو التنقية من مخلفات خلف الغالق. ينبغي السماح بجريان المياه على أو خلال الخرسانة المصبوبة حديثًا.

٢٣-٣-٦ التهوية:

تهوية كافة أشكال العمل تحت الأرض والمساحات الضيقة بالهواء النقي. في أي اتجاه منفرد، ويكون هناك نظام تهوية يخضع فيه الهواء النقي إلى الاندفاع للطرف المغلق لهذا الاتجاه، ويستنفد مرة أخرى بالاتجاه ما لم يحصل على إذن خطي من المهندس لأي نظام آخر. وفي كافة الأوقات، يحتوي الهواء الذي يعمل فيه الرجال ما لا يقل عن ١٩٪ من الأكسجين من حيث الحجم (على أساس جاف).

تكون كمية الهواء المتوفرة لكل نفق، أو جزء سفلي من العمود، كافية لجعل تركيزات الأبخرة الضارة وغير ضارة (مع مراعاة كل من التركيز ووقت التعرض)، ومنع تراكم الأخطار من الغبار، أو الغازات السامة، وألا تقل عن ١٠ متر مكعب/دقيقة للرجل، بالإضافة إلى ٣ متر مكعب/دقيقة لكل حصان من محطات محركات الديزل العاملة في الاتجاه.

يكون المقاول مسؤولاً عن الحصول على كافة المعلومات اللازمة (في رأي المهندس) لتحديد تركيزات الملوثات غير الضارة، ويوجه انتباهه إلى المذكرة الإرشادية (EH 40)، "حدود التعرض الوظيفي". ولا يحتو الهواء الذي يتنفسه العاملين وغيرهم من الأشخاص المسموح لهم بالتواجد أثناء القيام بالأعمال تحت الأرض، على أكثر من ٥ أجزاء في المليون من أبخرة النيتروس، دون المساس بخيار الأرقام الأقل التي تبينها السلطات المذكورة أعلاه، أو غيرها من السلطات من وقت لآخر، أو يأمر بها المهندس (تقاس على أنها ثاني- أكسيد النيتروجين) ٥٠ جزء في المليون من أول أكسيد الكربون و٥٠٠٠ جزء في المليون من ثاني أكسيد الكربون، خلال فترة ١٠ دقائق بعد كل انفجار، ما يقلل بعد ذلك إلى حد التعرض طويل المدى المذكور في المذكرة الإرشادية (.EH 40)، ويسمح بتركيزات أبخرة تتجاوز هذه القيم على مسافة ٣ أمتار من نقطة تفريغ الأبخرة من محركات الاحتراق الداخلي، شرط ألا يبق أي مشغل محطة أو عامل آخر في نطاق التركيز الزائد. وتطبيق التهوية المشار إليها أعلاه إلى حين إصدار شهادة الإنجاز ذات الصلة.

استخدام الآلات أو المعدات التي تعمل بالوقود، وكافة محركات الاحتراق الداخلي الثابتة في عمليات العمل تحت الأرض، ولا يُسمح بوجود أي مركبة تعمل بالوقود تحت الأرض إلا عندما تستلزم حالة طوارئ، مثل الحاجة إلى سيارة إسعاف.

ملاءمة كافة محركات الاحتراق الداخلي المستخدمة لأي غرض من أغراض العمل تحت الأرض خصيصًا لهذا الغرض بحيث تحتوي غازات العادم على الحد الأدنى من الأبخرة السامة. وينبغي أن يتم إنشائها بحيث:

١- لا يدخل الهواء إلى المحرك دون تنظيفه أولاً.
٢- لا تطرد أي غازات عادم من المحرك دون تبريدها وتخفيفها بجهاز تنقية العادم.
٣- لا ينبعث من المحرك أي لهب أو شرارة.

لا يستخدم تحت الأرض سوى وقود الديزل منخفض الكبريت ما لم يكن الحصول على الإمدادات أمرًا غير عملي.

يتأكد المقاول من أن طريقة التهوية مناسبة في أقصى طول يمكن أن توجه إليه أي إشارة. وفي حالة تعطل نظام التهوية يتوقف العمل، ويسحب كافة الرجال من النفق إن لم يعد تشغيل النظام بالكامل في غضون عشرين دقيقة من تعطله، أو أي فترة أخرى يحددها المهندس. ولن يخفف من صرامة متطلبات التهوية إلا في الظروف الاستثنائية.

لا تفكك أي جزء من أي نظام تهوية بدون إذن من المهندس. ولا ينبغي على وجه الخصوص تفكيك نظام التهوية في أي جزء من النفق يقع بين فتحتين للتهوية إلى أن يثبت أن التهوية الطبيعية مرضية. تعد التهوية الطبيعية في هذا الجزء جيدة إذا ظل اتجاه التدفق ثابتًا ولا يخضع لعكس مؤقت بسبب التغيرات في الظروف الجوية الخارجية.

٢٣-٣-٦-١ طرق التهوية:

استخدام القنوات الصلبة أو شبه الصلبة في التهوية الصناعية وتبقى كافة المراوح والقنوات في حالة مقاومة للتسرب. لا تستخدم القنوات شبه الصلبة من دون موافقة مسبقة من المهندس تخص التصنيع والنوع.

لا تتخذ وسائل خاصة لتقليل تأثير مصادر معينة للأبخرة إلى أدنى حد، وفقًا لتوجيهات المهندس. وتشمل هذه الوسائل أجهزة تنقية دخان العادم الفعالة وصيانتها بشكل سليم لكافة محركات الديزل في الأعمال تحت الأرض، ورشاشات الماء للعمل على كافة أكوام الوحل وبعد التفجير، وتوفير المعدات المناسبة وتشغيلها لرش المياه على الأبخرة الناشئة عن التفجير. وينبغي أن تشمل وسائل التعامل مع أبخرة التفجير إما في شكل التهوية المستمرة قبل الانفجار مباشرة حتى عشرين دقيقة بعد ذلك، بالإضافة إلى نافث هواء مضغوط معتمد في الوجهة لكسر سدادة الأبخرة، أو أي طرق أخرى يقررها المهندس أو يوافق عليها.

تُركب مراوح التهوية بعيدًا عن بوابة النفق أو فتحة العمود، بحيث لا يُسحب الهواء الذي يمر عبر النفق مرة أخرى إلى النظام، الذي سيكون ملوثًا نتيجة عن "سد" الهواء الملوث.

٢٣-٣-٦-٢ اختبار الهواء:

تخضع طريقة التهوية ومعالجة الأبخرة لأي اختبارات تكون ضرورية في رأي المهندس، وينبغي تحسينها نتيجة لهذه الاختبارات أو نتيجة لمعلومات أحدث تتوافر من وقت لآخر. ويقوم المقاول بتوفير أداة ذات نمط يوافق عليه المهندس لقياس سرعة الهواء وصيانتها واستخدامها، بالإضافة إلى جهاز كشف عن الغاز معتمد. وتشمل صيانة جهاز الكشف عن الغاز توفير كافة أنابيب جهاز الكشف.

صيانة جهاز كشف إلكتروني للغاز يوافق عليه المهندس في كل سطح من أسطح الأنفاق، أو في أسفلها في كافة الأوقات. ومعايرته لتوفير إنذار عندما تنخفض كمية الأكسجين إلى أقل من ١٨٪، وعندما يرتفع محتوى الميثان إلى ٢٠٪ من (الحد الأدنى للانفجار) من غاز الميثان، مراقبة الارتفاع الإجمالي للأنفاق بالنسبة لطبقات الميثان مرة واحدة على الأقل في كل مناوبة.

٢٣-٣-٧ التحكم في الغبار:

يتخذ المقاول الاحتياطات اللازمة للحد من كمية الغبار التي يشكلها العمل تحت الأرض. وعلى وجه الخصوص، تقليل الغبار المضر بالصحة الذي يتراوح قطره الفعال بين (٥ و٠,٢ ميكرون) عند أدنى حد ممكن. وعندما تكون عملية الحفر تنطوي على الحفر والتفجير، لا يُسمح بالحفر الجاف، الترتيب لتنقية أكوام الطين قبل بدء الحفر. إذا استخدمت آلة الحفر، ينبغي أن تتضمن الآلة نظامًا لمنع الغبار الضار الذي يصل إلى طاقم التشغيل.

٢٣-٤ الحفر:

٢٣-٤-١ عام:

ينبغي أن تتبع عمليات الحفر تحت الأرض أبعاد وتفاصيل الأجزاء المختلفة على النحو المبين في الرسومات، باستثناء المناطق التي يلزم فيها توفير حماية خاصة حيث يأمر المهندس، بسبب الظروف المحلية، بإجراء تعديلات، وفي هذه الحالة يحدد المهندس خطوط الحفر الجديدة. لا يترك أي نتوءات أو مواد سائبة ضمن الخطط المحددة في خطوط التصميم. وتركَّب الدعامات الإنشائية لساحة الحفر في الأجزاء المختلفة وفقًا لما هو محدد فيما بعد.

قياس القطاعات العرضية للنفق الصخري باستخدام جهاز "تصوير"، ويصور هذا النظام محيط المقطع العرضي للنفق الذي يتتبعه مصدر للضوء؛ وتفرض خط خلوص النفق على الصورة السلبية الناتجة قبل الطباعة.

ويسمح المقاول في برنامجه للقيادة بتوقف واحد أسبوعيًا مدة ١٢ ساعة، بين ٨٠٠ و٢٠٠٠ ساعة في كل اتجاه لتمكين المهندس من إجراء دراسات استقصائية للتحقق من المواءمة والمستوى والقطاع العرضي.

وتترك طريقة العمل الخاصة بالحفر لتقدير المقاول، وفي حالة تأخره، يحتفظ المهندس بالحق في النص على استخدام طرق عمل أخرى، إذا كان من المتوقع أن تسفر عن تقدم أسرع في العمل، ولا يقدم المقاول أي مطالبات إضافية عن هذه التعديلات في طريقة العمل.

تكون كافة المعدات والمواد والمكونات الإنشائية التي يوفرها المقاول للغرض الوحيد المتمثل في الحفر تحت الأرض وفقًا لمتطلبات العقد، التي لم تدرج بصورة دائمة في أعمال مواد جديدة أو مستعملة، وتخضع كافة المواد المستعملة لموافقة المهندس.

على كافة المواد والمكونات الإنشائية التي على المقاول تزويدها وتركيبها، التي تدرج بشكل دائم في الأعمال؛ أن تكون جديدة ما لم ينص على خلاف ذلك، وأن تتوافق تلك المواد مع المقاييس والمتطلبات ذات الصلة فيما يتعلق بالجودة والأبعاد التي وافق عليها المهندس.

لا ينبغي إزالة نقاط المسح والمقاييس والأحجار الحدودية وما شابه ذلك أو عرقلتها من دون موافقة خطية من المهندس. ينبغي الإشارة إلى المقاييس الإضافية التي سيقدمها المقاول باللوحات، مقاس (٢٥٠ ملم × ٢٥٠ ملم) تقريبًا، مع كتابة نقوش مرجعية بأحرف سوداء على خلفية فاتحة اللون بطلاء زيتي مقاوم للعوامل المناخية يمكن قراءته بوضوح.

تقديم جدول عمل ملزم وفقًا لتقرير توضيحي قبل بدء أعمال الحفر، ويبين الجدول كمية المعدات الموفرة ونوعها وسعتها؛ ونمط وشحنات التفجير، وطريقة العمل المتصورة لنقل المواد المحفورة وتوزيعها، موقع المخزونات ومناطق التخزين الرئيسية، وكذلك العدد التقريبي لمشغلي المواقع، إلخ، ويخضع جدول العمل هذا وأي تعديلات تدخل عليه خلال مدة العقد لموافقة المهندس، ويكون هذا الأساس ملزمًا لعملية الحفر تحت الأرض إذا لم يأمر المهندس بخلاف ذلك.

تنفيذ عمليات الحفر والتفجير للأنفاق الصخرية وفقًا للطريقة النمساوية الجديدة لحفر الأنفاق (NATM) لتلبية المتطلبات الآتية:

- الحد الأدنى من التفكك في سطح منطقة الحفر وجدار النفق عن طريق التفجير السلس.
- أقل اهتزاز ممكن ينقل إلى كافة دعامات النفق، أو البطانة (خاصة البطانة الخرسانية)، والأنفاق المجاورة، والبلوكات المحيطة.
- موجة ضغط بمثل هذه الضخامة بحيث لا يكون لها أي آثار ضارة على أي قالب صب.
- أقل قدر ممكن من الحفر الزائد بطريقة الانقسام المسبق في السقف أو على طول الجدار.
- لا توجد صخور يمكن تجنبها في مناطق التصدع.

إصلاح أو تعويض الضرر أو التعديل في أي من مناطق العمل، الناتج عن التفجير غير المناسب أو بسبب أي عملية أخرى يقوم بها المقاول، على نفقته الخاصة بطريقة مقبولة لدى صاحب العمل.

ويراعي المقاول التغيرات المحتملة في كميات وحدود الأجزاء المختلفة عند تحديد أسعار وحدته لعملية الحفر، ولا تعدل مثل هذه التغييرات في شروط وأسعار الوحدات ولا تمنح الحق في مطالبات أخرى.

٢٣-٤-٢ فتحات المرور:

وفيما يخص الأنفاق الصخرية، يخضع عدد ووضع وحجم وشكل أي منافذ أمان لفتحات المرور وما شابه ذلك التي يحتاجها المقاول لضمان راحته أو لتناسب طرق عمله لموافقة مسبقة من المهندس.

تكون أعمال الحفر والردم لفتحات المرور المؤقتة، إلخ، متضمنة في الأسعار، ويقوم المقاول بردم أعمال الحفر بالكامل بخرسانة من الفئة A أوB أو C وفقًا للجدول (١١-١)، أو طبقًا لما يقره المهندس.

٢٣-٤-٣ فتحات عمودية أو سرب أو أنفاق مؤقتة للوصول:

لتوفير إمكانية وصول للإنشاء، يُسمح للمقاول بإنشاء فتحات عمودية أو سرب أو أنفاق كأعمال مؤقتة، تُغلق في الطرف الداخلي بسدادة خرسانية، عندما يكمل المقاول حفر الأنفاق، ويقدم المقاول للمهندس تفاصيل طريقة العمل التي اقترحها للموافقة عليها قبل بدء الإنشاء.

ويقدم المقاول تصميماته التفصيلية لتشكيل عمليات السد والردم إلى المهندس قبل ثلاثة أشهر على الأقل من تشكيل السدادات، ويقوم بعد ذلك بتصميماته على النحو الذي يطلبه المهندس.

سد مدخل الأنفاق المؤقتة بردم الصخور حتى ٢٠ مترًا على الأقل بشكل يرضي المهندس، وتوصيل الأعمدة المؤقتة على النحو المحدد أعلاه، ثم ردمها مرة أخرى إلى مستوى سطح الأرض بواسطة الردم بالصخور بشكل يرضي المهندس، أو جعلها آمنة كما يأمر.

٢٣-٤-٤ التخلص من المواد الناتجة عن الحفر:

التخلص من كافة المواد المحفورة من الأنفاق، والمواد الزائدة من عملية الحفر عند البوابات والفتحات العمودية غير المطلوبة في مكان آخر من الموقع في مكب نفايات ثابت ودائم، موجود في مواقع يوافق عليها المهندس، وتُقلَّص إلى شكل معتمد. وعلى المقاول ألا يقوم بإزالة المواد المحفورة لمكب النفايات إلا في حالة عدم وجود إمكانيات لاستخدامها مرة أخرى من ناحيته هو أو صاحب العمل.

تكون كافة تكاليف النقل والتصريف والدمك متضمنة في أسعار الوحدات للحفر تحت الأرض.

٢٣-٤-٥ حفر الأنفاق ذات حلقات تثبيت بمسامير في الأرض اللينة:

يكون لأنفاق الأراضي اللينة بطانة أولية من حلقات التثبيت الخرسانية المسلحة، ويكون الحفر متناسق حول محور الحلقة، ويكون قطرها أكبر بحوالي (٥٠ ملم) من الجزء الخارجي من الحلقة.

يحفر النفق باستخدام درع، له قدرة على دعم الأرض على امتداد طولها الكامل، وعلى حفر النفق على النحو المحدد لحلقات التثبيت بمسامير، تنظيم محرك الدفع التضاغطي، والعروات، وعبوات العروات، بحيث لا تتصدع أو تتشظى أو تلحق الضرر بأجزاء الحلقات. توافر مسرب قريب ذو قدرة على دعم الأرض بين الدرع وآخر حلقة أقيمت حول محيط عملية الحفر بالكامل. ويقدم المقاول التفاصيل الكاملة عن درعه المقترح إلى المهندس للموافقة عليه.

تكون المكابس بمحور مشترك مع الدرع وتتوافق مع مركز كل جزء، وتكون القطاعات محمية بالكامل بواسطة المطاط الصلب أو العبوات الأخرى المعتمدة على قواعد المكابس المعدنية، وأن تتحمل هذه القطاعات بالتساوي على كامل السطح المحيط للمفصل إلا في حدود (٤٠ ملم) من المفصل العرضي الطولي، وبضغط لا يتجاوز ثلث القوة المحددة للخرسانة مدة ثمانية وعشرين يومًا. كما ينبغي أن تتحرك المكابس بشكل متساوٍ ومستمر طوال فترة عملها.

تكون الدعامات المؤقتة خارج حدود البطانة الأولية من فولاذ أو أخشاب عولجت بالامتصاص/الضغط مع الحفظ وتركها بشكل دائم، وتعد أي عملية حفر إضافية لاستيعاب الدعم المؤقت متضمنة في سعر الحفر الذي يحدده المقاول، وتملأ بالمونة على النحو المحدد.

لا تتقدم أعمال الحفر، باستثناء الحالات التي تكون فيها الأرض مدعومة بدرع، بأكثر من ١,٠ متر إلى ما بعد الحلقة الأخيرة المحشوة إلا بموافقة المهندس.

٢٣-٤-٦ الحفر عبر الصخور الضعيفة والمعرضة للعوامل الجوية:

يقوم المقاول، عند الحاجة، بحفر الأنفاق وغيرها بالصخور الضعيفة والمعرضة للعوامل الجوية بالطرق التي يوافق عليها المهندس، التي توفر موجز الحفر المطلوب، ولكن ينبغي تجنب الانهيارات والهبوط. كما ينبغي استخدام معدات الحفر والنقل التي تناسب أفضل ظروف العمل وتحظى بموافقة المهندس، وتنسيق أعمال الحفر مع تركيب الدعامات لتوفير دعم دائم لكافة المواد المحيطة بالنفق، وفي حالة وجود بلوكات صخرية، ينبغي القيام بأعمال الحفر باستخدام طرق يدوية أو أدوات هوائية حتى لا تتضرر المواد المجاورة. وبسبب استحالة تنفيذ أعمال الحفر باستخدام هذه الطرق، يصبح من الضروري اللجوء إلى تفجير المتفجرات على النحو المبين أدناه. وفي حالة العثور على بلوكات صخرية كبيرة الحجم، يلزم اللجوء إلى الحفر الخطي لتقليل أي شكل ضار من أشكال التفجير على المواد المتبقية.

حيثما تتواجد صخور ضعيفة، ومعرضة للعوامل الجوية، وبقوة غير كافية للاحتفاظ بالشكل، يقوم المقاول بإعداد بيان طريقة يحتوي على رسومات وقائمة بالمعدات التي يعتزم استخدامها للحفر. وتبين الرسومات نظام الدعم المعروض، ومقاييس الصرف إن وجدت، والعمليات التي لا مفر منها المتطلبة مثل حشو الشقوق.

لا تعف موافقة المهندس على اقتراحات المقاول من التزاماته بموجب العقد.

وأثناء الحفر ينبغي استغلال كافة مصادر المياه الجوفية بواسطة خراطيم مرنة ونقلها إلى عاكس النفق.

وفي المرحلة النهائية، تنقل مياه التسرب بواسطة مصارف من أنابيب (PVC) المثقبة، موضوعة بمفصل مفتوح محاط بمرشح للحصى والرمال، حيثما يكون مطلوبًا بشكل مسبق لخرسانة الجزء السفلي من مرشح الحصى، وينبغي حمايته من الانسداد باستخدام تكسية أرضية مناسبة، وتعد أي نفقات ناجمة عن ظروف الحفر الصعبة بسبب التسرب وتدفق المياه الجوفية إلى الأنفاق حتى ١ لتر/ثانية في ١٠٠ متر من النفق، مدفوعة في إطار عناصر منفصلة.

٢٣-٤-٧ الحفر عبر الصخور المنتشرة بشكل عام:

يقوم المقاول بعملية الحفر عبر الصخور بالتفجير السلس وفقًا لطريقة (NATM)، وعلى المهندس الموافقة على نمط الحفر والتفجير، وعليه استخدام معدات الحفر والنقل التي تستوفي الشروط المنصوص عليها في هذا المجلد، التي وافق عليها المهندس. ومن المتوقع أن يكون هناك حاجة إلى الدعامات أو البراغي الصخرية في الجزء الذي تشير فيه جودة الصخور إلى ذلك. كما ينبغي إجراء عمليات الحفر وتركيب الدعامات بطريقة منسقة؛ لتفادي عمل القوى غير المتوازنة على دعامات النفق، وسيكون استخدام المتفجرات على النحو المبين أدناه في هذا الكود، كما لا تكون جودة المتفجرات وكميتها وتوزيعها بالنسبة لكل سلسلة تفجير إلا على النحو الذي يوافق عليه المهندس، ولكن هذه الموافقة لا تعف المقاول بأي حال من الأحوال من أي مسؤولية في هذا الصدد.

مع تقدم عمليات الحفر، تصنّف الصخور التي صودفت وفقًا لحالات كسورها؛ لتحديد طول وعدد ثقوب الحفر، وتكون شحنة الديناميت لكل حفرة لغرض تخفيض عمليات الحفر الزائدة إلى الحد الأدنى، والحفاظ على السطح الخارجي أقرب ما يمكن إلى ذلك المبين في الرسومات. أما في الحالات الصخرية الصعبة، فعلى المقاول استخدام أسلاك التفجير مثل كورديكس أو ما يشبهها. وإذا لزم الأمر، توفر عملية الحفر الأساسية للتمكين من اختيار أي طريقة مناسبة للحفر والدعم. وإجراء فحص منهجي ودائم لأسطح الأجزاء المحفورة لتحديد جودة وحالات الدعامات.

تنظيف السطح بالماء والنفاثات الهوائية على النحو الذي يأمر به المهندس؛ لتيسير عملية الفحص، بالإضافة إلى إزالة كافة القطع الصخرية المحطمة، وتوضع الأسافين للحفاظ على عملية الحفر في وضع مستقر، حيث لا تكون إزالة الصخور المحطمة أو السائبة كافية لضمان عدم حدوث انهيارات، تدعم القنطرة والجدران بوسائل الخرسانة المقذوفة، أو تعزز بالبراغي الصخرية أو الدعامات المعدنية، مع التأخر أو بدونه، على النحو الذي يوافق عليه المهندس ويطلبه. وعندما يصبح من الضروري تسليح جزء من نفق، إلخ، ينبغي انتهاء هذه العملية قبل الاستمرار في القنطرة والجدران بطريقة توفر حماية آمنة. وفي حال كانت أسطح النفق التي ستُغطى، بالخرسانة أو الخرسانة المقذوفة، تظهر نتوءات أو منخفضات مفرطة تجعل وضع الخرسانة أو الخرسانة المقذوفة صعبًا، يمكن للمهندس المطالبة باقتطاع السطح حتى الحصول على سطح يسمح بجودة جيدة للبطانة والالتزام. ولا تكون هناك مدفوعات منفصلة عن عملية الاقتطاع هذه، وتدرج تكلفتها في أسعار الوحدة للحفر عبر الصخور.

ينظف السطح الصخري عند عاكسات الأنفاق بعناية ويُجهز كما هو محدد، بعد الانتهاء من كافة أعمال الحفر تحت الأرض عبر الصخور والمواد غير المستقرة.

تكون الأرض والسطح الصخري خالية من الزيوت، أو المياه الراكدة، أو الجارية، أو الطين، أو الصخور السائبة، أو البقايا والشوائب، أو أي مادة أخرى غير سليمة. بالإضافة إلى تنظيف التصدعات الصخرية والمنخفضات والكسور وإزالة كافة المواد المتكسرة والمتحللة تمامًا للحصول على منطقة صخرية سليمة. إذا طلب المهندس التنظيف بواسطة نفاثات الهواء والماء، على المقاول تجهيز السطح الصخري لأعمال الخرسانة.

٢٣-٤-٨ سجلات الفتحات العمودية والنفق في الصخور:

على المقاول الاحتفاظ بسجلات دقيقة لكافة أعمال حفر الأنفاق، وتغطيس فتحة العمود، وحفر الغرف، التي أُجريت بموجب العقد. وتظل النسخ الأصلية لهذه السجلات ملكًا للمقاول، ولكنه يقدم ثلاث نسخ للمهندس للاحتفاظ بها.

ينبغي تسجيل البيانات الآتية لكل جولة من عمليات الحفر، إلى جانب البيانات الإضافية التي يطلبها المهندس:

- التاريخ.
- ربط إلى سطح النفق أو العمق إلى القاع في بداية الجولة.
- نمط الحفر بما في ذلك عدد الثقوب، وموقعها وقطرها وطولها.
- نوع وعدد الحفر.
- نوع، وكمية، وموقع المتفجرات في كل حفرة، ونوع المتفجرات القياسية والمتأخرة، وموقعها، ونمط إطلاقها.
- تطور سطح النفق أو الجزء السفلي من الأعمدة والربط أو العمق في نهاية الجولة.
- الحجم الصلب المحفور.
- التفاصيل الجيولوجية والهندسية للمقطع العرضي للنفق أو العمود بعد التفجير. وتشمل التفاصيل الجيولوجية ما يلي:
  - وصف خصائص الصخور والهياكل الإنشائية الجيولوجية في المقدمة.
  - قيمة تصنيف كتل الصخور محسوبة للكتلة الصخرية.
  - تدفقات المياه.
  - رسم الخرائط الجيولوجية الهندسية للسطح.
  - اختبارات ميكانيكا الصخور كما هو مطلوب.
- عدد وموقع ونوع الدعامات المعدنية الإنشائية التي رُكِّبت.
- منطقة الألواح التي رُكِّبت.
- عدد وطول وموقع ونوع البراغي الصخرية المثبتة.
- سمك ومساحة الخرسانة المقذوفة المستخدمة.
- عدد وتصنيف الأشخاص المشاركين في حفر الأنفاق أو تغطيس الأعمدة.
- نتائج اختبارات الغاز.
- الأوقات والوقت المنقضي من أجل:
  - الانتقال والتجهيز.
  - الحفر.
  - التحميل والإطلاق.
  - التنظيف.
  - وقت التعطل.
  - رصف وتوسيع المسارات والخدمات.
  - تركيب الدعامة المؤقتة.

تسلم السجلات المكتملة إلى المهندس في غضون أربع وعشرين ساعة من بدء الجولة.

٢٣-٤-٩ سجلات الفتحات العمودية والنفق في أرض رطبة:

يحتفظ المقاول بسجلات دقيقة لكافة أعمال حفر الأنفاق عبر الأراضي اللينة، وتغطيس الأعمدة، أُجريت بموجب العقد. وتظل النسخ الأصلية لهذه السجلات ملكًا للمقاول، ولكنه يقدم ثلاث (٣) نسخ للمهندس للاحتفاظ بها.

تسجل البيانات الآتية لكل مناوبة، إلى جانب البيانات الإضافية التي يطلبها المهندس:

- التاريخ.
- ربط إلى سطح النفق أو العمق إلى الجزء السفلي في بداية الجولة.
- تقدم وجهة النفق، أو الجزء السفلي من الأعمدة والربط، أو العمق في نهاية المناوبة.
- عدد الحلقات التي تم بناؤها أثناء المناوبة.
- عدد الحلقات التي تم ملؤها بالمونة أثناء المناوبة.
- خط الحلقات.
- مستوى الحلقات.
- الوضع الرأسي للحلقات.
- رصاص الحلقات.
- جيولوجيا الصخور.
- نتائج اختبارات الغاز.
- قائمة بالأيدي العاملة والمعدات، إلخ.

- تسليم تفاصيل بخصوص المرات والوقت المنقضي للسجلات المكتملة إلى المهندس في غضون أربع وعشرين ساعة بعد المناوبة.

٢٣-٥ الدعامات:

٢٣-٥-١ حلقات خرسانية مثبتة بمسامير:

يقترح المقاول نوع بطانة التثبيت وتخضع لموافقة المهندس.

تصميم حلقات خرسانية مثبتة بمسامير من قبل المقاول، أو خبير في تصنيع بطانة الأنفاق الخرسانية مسبقة الصب، أو ما شابه ذلك وصدرت الموافقة عليه، ويقوم المقاول بصب القطاعات في الموقع باستخدام قوالب قطاعية يقدمها خبير متخصص. وتكون حلقات التثبيت من الدرجة ٤٠ من الخرسانة المسلحة ومسبقة الصب مع حصويات بمقاس (١٠ ملم)، مزودة بالمسامير، والصواميل، والحلقات المعدنية، والحشيات الحلقية، والعبوات البيتومينية، وسدادات الحشو. وتتوافق الخرسانة المستخدمة لحلقات التثبيت بالمسامير مع المواصفات الواردة في الباب (١١).

يعد المقاول مرفق التسليح مسبق الصب بمساعدة الشركة المصنعة للبطانة، ويقيم ممثلها في الموقع طوال فترة إنتاج حلقات بطانة الأنفاق.

يقدم المقاول بيانًا مفصلاً بالطريقة التي يوافق عليها للمهندس للصب المسبق لبطانة النفق المثبتة بمسامير. ويشمل بيان هذه الطريقة ما يلي:

- الترتيب العام وتفاصيل تسليح البطانة.
- اسم وخبرة الشركة المصنعة للبطانة.
- تفاصيل المرفق مسبق الصب.

لا يبدأ الصب المسبق لبطانة النفق حتى يوافق المهندس على هذا البيان.

٢٣-٥-١-١ تركيب حلقة التثبيت بالمسامير:

تعمل عبوات البيتومين على القطاعات وفقًا لتوصيات الشركات المصنعة.

لا ينبغي أن ينحرف المربع، أو الوضع الرأسي، أو مخطط أي حلقة أكثر من (١٢ ملم)، وفي حالة تجاوز هذه الحدود أو تلك المحددة، يقوم المقاول بتفكيك الحلقات واستبدالها حسب الضرورة وإعادة تركيبها بطريقة صحيحة على نفقته الخاصة.

استخدام الردم بين القطاعات للمساعدة على تركيب حلقات التثبيت بالمسامير بتعديل صحيح. ويكون الحد الأقصى لسمك الردم الكلي في المفصل على النحو المحدد.

تركيب قطاعات النفق وتجميعها في حلقات موقعية متجاورة، وتكون أسطح مفصل القطاع نظيفة عند التركيب. وتصميم البطانة في أقرب وقت ممكن بعد اقتطاع الأرض، وإزالة أي مادة سائبة أو أي عائق آخر من السطح المحفور قبل تركيب القطاعات مباشرة.

من أجل تثبت فواصل القطاع في بطانات الأنفاق، تُثبَّت مسامير المفصل الطولي قبل التثبيت النهائي لمسامير الفواصل المحيطية التي تربط الحلقات المجاورة ببعضها، وتثبت كل حلقة بإحكام بكافة فتحات المسامير، وتحتوي كل المسامير حلقاتٍ من الفولاذ المطاوع والعروة المعدنية على النحو المحدد أسفل الجزء العلوي والصامولة.

إزالة أي جزء أو مادة أخرى تستخدم في تركيب حلقات التثبيت بالمسامير في الموقع، يرى المهندس أنها قد تضررت أو تدهورت، ويستبدلها المقاول على نفقته الخاصة.

٢٣-٥-٢ دعامات معدنية:

يشمل العمل الذي يغطيه هذا الجزء تصنيع كافة الدعامات المعدنية وتركيبها، فضلاً عن تأثيث الألواح، والأوتاد، وقضبان الربط، وغيرها من التجهيزات اللازمة لحفر الأنفاق، والأعمدة المزودة بدعامات بطريقة آمنة وفعالة. كما يتضمن هذا الجزء تأثيث المعدات، والعمالة، والعناصر اللازمة لوضع الدعامات، وأي عمليات أخرى تتعلق بتركيب تلك الدعامات لإنشاء الأنفاق والأعمدة.

ويعتمد تقسيم الأنفاق والأعمدة المبينة في مستندات العقد، مع بيان الخصائص الجيولوجية، إلى التفتيش البصري والاستقصاء المحدود. أجري هذا التقسيم إلى مناطق تسهيلاً لإعداد العطاءات، ولكن الاحتياجات الفعلية التي تظهر أثناء الإنشاء لن تكون عذرًا لتعديل أسعار الوحدات المنصوص عليها في جدول الكميات لتغيير شروط العقد أو لتقليل مسؤولية المقاول.

يقترح المقاول على المهندس الموافقة على نوع العناصر، وحجمها، ومواقعها، والمباعدة بينها، وطريقة تثبيتها.

على المهندس الموافقة على اقتراح المقاول أو يأمر بتعديل النوع، أو الطريقة المقترحة، أو اعتماد نوع أو طريقة مختلفة. ويكون المقاول مسؤولاً وحده عن كفاية الدعم ونجاحه في أداء مهامه.

ولا يعف المقاول من هذه المسؤولية الخاصة بحفر الأنفاق بسبب عدم وجود أمر بتركيب الدعامات، أو الموافقة على الدعم المقترح من المهندس. يقوم المقاول على الفور في أي حالة طوارئ بإحضار تركيبات الدعامات وتقديم خطته بعد ذلك في أقرب وقت ممكن للموافقة عليها لاحقًا.

تكون مواد الدعم الكافية في متناول اليد دائمًا عند كل بوابة أو عمود يُقاد منه النفق؛ لتنفيذ العمل دون تأخير. سيكون المقاول مسؤولاً مسؤولية كاملة في حالة تعطل أعمال النفق بسبب نقص أو احتياج للمعدات أو المواد.

ليس هناك شيئًا محددًا في هذا الجزء يمنع المقاول من تركيب مثل هذه الكميات من الدعامات، أو الأخشاب، أو ألواح البطانة المعدنية على نفقته الخاصة، حيث يراه ضروريًا لسلامة الأنفاق، ولا يُفسَّر أي شيء هنا على أنه يعفي المقاول من مسؤوليته الوحيدة عن سلامة النفق، أو أي إنشاء آخر، أو يعفي من المسؤولية عن الإصابات أو وفيات الأشخاص أو تخريب الممتلكات.

٢٣-٥-٢-١ مواد الدعامات المعدنية:

يزوّدُ المقاول كافة الدعامات المعدنية المكونة من أضلاع حديدية إنشائية ذات شكل حافة مطوية عريضة بمقاس حوالي (٢٠٠ ملم) كحد أقصى للعمق، أو معتمدة ومساوية، أو كمرات قاعدية، أو عازلة، أو ألواح حديدية من نوع (BERNAULD)، أو ما يشبهها، شبكة سلكية زيتية فارغة من عناصر حديدية إنشائية معتمدة، مزودة بكرات، وصواميل، وأوتاد، وقضبان تسوية، وغيرها من الملحقات اللازمة لتجميع الدعامات المعدنية الإنشائية الدائمة ودعمها في مكانها.

إذا كانت هناك حاجة إلى دعامات معدنية إنشائية لجزء الأنفاق غير المنتظم، مثل ما يحدث في انتقالات بوابة الأنفاق وسدادات الأنفاق، تكون هذه الدعامات أيضًا تتوافق مع التصميمات التي يوافق عليها المهندس. وكمية الدعامات المعدنية الإنشائية التي ستكون مطلوبة غير مؤكدة، ولا يحق للمقاول الحصول على وقت إضافي مدفوع أعلى من أسعار الوحدة في جدول الكميات بسبب كمية أكبر أو أقل.

تكون كافة أنواع المعدن الإنشائي مخزونًا جديدًا وغير صدئة وتكون مطابقة لمتطلبات المقاييس ذات الصلة.

تستوفي عناصر الخرسانة للكمرات القاعدية المتطلبات المطبقة وتكون ذات قوة كافية لنقل الأحمال المفروضة عليها.

يورد المقاول الأخشاب المؤقتة اللازمة ويجب أن تكون كافة الأخشاب سليمة ومعالجة بشكل جيد. ويقدم نوع الأخشاب وأبعادها إلى المهندس للموافقة عليها.

نبغي على المقاول الحصول على موافقة المهندس على نوع الألواح الذي ينوي استخدامها قبل أربعة أسابيع على الأقل من بدء عملية الحفر.

٢٣-٥-٢-٢ تركيب ألواح ودعامات معدنية:

وضع الدعامات المعدنية للخطوط، والمستويات، والأبعاد بالطريقة التي وافق عليها المهندس. ويتحدد التباعد الفعلي للدعامات المعدنية الإنشائية بواسطة الظروف المحلية التي تكشفها عمليات حفر النفق، ولكن التباعد بشكل عام لا يتجاوز (١,٥) ولا يقل عن (٠,٥ متر)، وتوضع دعامات محيطة بين مجموعات الدعم المعدنية الإنشائية في مكانها بواسطة قضبان ربط لإكمال نظام الدعم.

وضع الدعامات المعدنية بأسرع وقت ممكن بعد الانتهاء من حفر نفق كل سطح، وبطريقة تستخدم فيها القوة الطبيعية للصخور على النحو الأمثل.

سيحدد المقاول في موقع العمل الحد الأقصى للتقدم غير المدعوم في كل وجهة، وفقًا لحالة التربة أو الصخور، بحيث لا تحدث انهيارات في السقف أو الجدران أو مقدمة الأنفاق. عندما تتواجد صخور ناعمة أو سائبة أو متضررة بشكل مفرط، ينبغي تركيب دعامات قبل عملية الحفر، ويقدم المقاول دعمًا مؤقتًا للسطح ويحفر في مصاطب، ويضع في الوقت نفسه الدعم المطلوب إذا استدعت الظروف ذلك. وحين يكون الضغط الجانبي كبيرًا أو عندما يكون هناك خطر من تحرك الأضلاع إلى الداخل، تركيب دعامات معدنية عاكسة من أجل دعم هذا الحمل وتجنب الإزاحة الجانبية للدعامات الرئيسية.

عند استخدام دعامات الأضلاع المعدنية المقوسة، ينبغي الحرص لضمان إخضاع الضلع المقوس لحمل موحد لمحيطه بالكامل؛ أي أن تلك الأجزاء من القوس التي لا تستقر على الصخور يجب أن تكون مدعومة على الصخور بالدعامات القصيرة أو الأوتاد. كما ينبغي توفير نظام دعم طولي مناسب كضمان ضد انهيار الدعامات.

تركيب الدعامات بطريقة تحافظ على مستويات ميل ومحاذاة الأنفاق والأعمدة وفقًا للرسومات. وفي الأنفاق، تكون الأضلاع المعدنية مزودة بمسمار تثبيت في الجزء العلوي من القوس، وإذا كانت الفواصل متطلبة في المستوى متوسط الارتفاع، تكون الفواصل مثبتة بمسامير بكامل قوتها بين ألواح التدفق الملائمة والملحومة بأجزاء الأضلاع المجاورة، وتوضع الأضلاع على قواعد حديدية على أرضية النفق أو على خرسانة الأساس؛ البلوكات. ينبغي رفع القاعدة إلى أرضية النفق وتثبيتها في الخرسانة. وفي حال كان الأساس ضعيفًا، تُدعم الأضلاع على كل جانب من جوانب النفق بوصلة مسمار مفصلية متصلة بكمرات حديدية طولية مستمرة،

وتكون الكمرات الأرضية ثابتة ومدعومة بأوتاد حديدية وقواعد وإسفين، وأن تكون محاطة بالخرسانة بشرط ألا تظهر الخرسانة في حدود (١٥٠ ملم) من السطح الخرساني المكتمل، وسد الأضلاع عن الصخور ببلوكات وأوتاد من الخشب المعالج أو الخشب الصلب في مراكز لا تزيد عن متر واحد.

بينما يشترط بقاء الموزعات والملحقات في مكانها، تبعًا لما يوافق عليه المهندس أو حسب توجيهاته، وتكون هذه الملحقات من المعدن الإنشائي أو مادة مكافئة.

لا تنقل الأحمال الصخرية إلى الدعامات إلا بواسطة الخرسانة المقذوفة فقط على النحو المبين في الرسومات، وتوضع الأوتاد بعناية وتُسد جيدًا من الأسفل. حينما تسمح الظروف بذلك، تزال الأوتاد الخشبية قبل وضع بطانة الخرسانة أو الخرسانة المقذوفة.

تثبيت الألواح المعدنية تثبيتًا مناسبًا على الدعامات بالمسامير، أو المشابك، أو بطرق أخرى معتمدة. يقوم المقاول بإزالة ما يأمر به المهندس من ألواح قبل وقت قصير من وضع البطانة الخرسانية أو الخرسانة المقذوفة، وتصبح الألواح المُزالة عن العمل ملكًا للمقاول، وإذا كان الأمر مناسبًا، يعاد استخدامها في الأعمال: ينبغي ردم الألواح الملحومة على الدعامات المعدنية بالخرسانة من الفئة A أو B أو C الجدول (١١-١)، أو كما يوافق عليها المهندس.

تركيب كمرات قاعدية خرسانية أو إنشائية لتوفير قاعدة ثابتة ودعم للأضلاع المعدنية الإنشائية حتى تكتمل البطانة الخرسانية.

توضع الدعامات المعدنية الدائمة بحزم وأمان وتبقى آمنة في موضعها حتى لا تتأثر ببطانة النفق أو أي من العمليات التي يقوم بها المقاول، الإصلاح أو الاستبدال الفوري للدعامات غير السليمة، أو الدعامات المعدنية المتضررة جراء عمليات المقاول على نفقته.

يقترح المقاول على المهندس إجراء تغييرات في تصميم الدعامة، كلما سمحت هذه الرسوم بتوفير المواد أو سهولة تركيبها أو أي ميزة أخرى. ومع ذلك، لا ينبغي للمقاول إجراء تغييرات إلا بإذن خطي من المهندس.

بينما تستخدم الأضلاع الدائرية في عمود، تدعم الأضلاع بشكل مناسب أثناء وبعد تركيب قضبان حديدية تثبت في الصخور، وتغلق عن الصخر ببلوكات خشبية وأوتاد بمراكز لا تزد عن متر واحد. تجهيز الأضلاع بمقدار يزيد أو ينقص عن ٥٠ ملم في كافة الاتجاهات بالنسبة للخط المركزي للعمود، ويكون الحد الأدنى للخلوص بين الأضلاع وسطح البطانة الخرسانية (١٥٠ ملم)، ما لم يحدد خلاف ذلك.

توخي الحذر الشديد لتركيب الأضلاع بدقة حيث يجب السماح بأي انحراف أو حركة للأضلاع، ولن يسمح بأي تفاوت إضافي عند تشكيل البطانة الخرسانية. لا تكون الأضلاع أقل من هذا المستوى الذي يسمح بالخلوص الاسمي لأعلى جزء من السطح الداخلي للبطانة الخرسانية.

سيسمح للدعامات أو أدوات الربط أو قضبان التباعد بين الضلوع بالبقاء بينها، ولكن كافة عمليات التغطية، والحجب، والتثبيت، وأي مواد تستخدم لدعم الأرض لا تزد عن (٢٥ ملم) داخل خط الخلوص.

على المقاول إنشاء نظام مناسب بما يرضي المهندس؛ لقياس وزن الفولاذ المستخدم في الأضلاع، والكمرات الأرضية المعتمدة، ويقدم مقترحاته إلى المهندس قبل أربعة أسابيع على الأقل من بدء أعمال حفر العمود وأنفاق القيادة.

مباشرة بعد تركيب الأضلاع المعدنية وقبل أي مكان آخر لمنطقة أوتاد الحفر، يقدم الدعم الكامل والمناسب لجوانب الأعمدة وجوانب وسقف النفق بإحدى الطرق الآتية:

١- بالحجب، والتثبيت، والدعم بالأخشاب بين الضلوع والسطح الأرض، ويكون الخشب صلبًا أو معالجًا بشكل مناسب، أو خشبًا لينًا ومتينًا. ترك فجوات تعادل ٥٠٪ على الأقل من المساحة المدعومة بألواح خشبية وموزعة بشكل موحد حول الضلع مفتوحة؛ لتسهيل وضع الخرسانة، أو البلوكات الخشبية، أو الدعامات المثبتة: مثبتة بأوتاد خشبية. ولا يترك أي خشب في مكانه بين الشبكات أو الحواف الداخلية للقوس الفولاذي أو الأضلاع.
٢- باستخدام الفولاذ أو الخشب المستمر، فإن الألواح خارج الأضلاع والمسافة بين اللوح والأرض المحشوة بموافقة المهندس بملء الصخور المحشوة، أو المضغوطة بإحكام قدر الإمكان، أو بالخرسانة التي لا تكن أضعف من الفئة C في الجدول (١١-١).

٢٣-٥-٣ تثبيت الصخور بالبراغي:

٢٣-٥-٣-١ عام:

يوفر المقاول البراغي الصخرية ويركبها للمنحدرات المكشوفة المحفورة، وفي أعمال الحفر تحت الأرض حسب توجيه المهندس، أو موافقته عليها. بالإضافة إلى تركيب البراغي الصخرية بالأطوال، والأقطار الاسمية التي يوجهها المهندس، أو يوافق عليها، وتزود بألواح محمل مقاس ١٥٠ مم^2.

استخدام البراغي الصخرية أو المراسي في المناطق المبينة في الرسومات، أو في الأماكن التي يأمر بها المهندس وفقًا للحالات الصخرية، تركيب البراغي الصخرية أو المراسي على النحو الآتي:

- عند تثبيتها في موضعها وتعرضها لعملية شد بقدر معين بعد القيادة، فإنها تضغط على طبقات من المحتمل أن تتفكك معًا بحيث يُحافظ على الضغط الصخري الأصلي.

- بواسطة تثبيت الطبقات المتفككة من القنطرة الطبيعية ستحافظ على حالة التوازن التي ستمنع التشوه والانهيار.
- يؤدي تثبيت الصخور بالبراغي إلى شد موحد لكافة المراسي بدلاً من استخدام الكمية الفعلية لحمل الشد المطبق.

لا يتخلف تركيب البراغي الصخرية أكثر من ١٠ أمتار خلف سطح القيادة في مقدمات الأنفاق. وعند التوجيه من قبل المهندس، يجري التثبيت الصخري بالمسامير على السطح مباشرة بعد عملية الحفر في العمود حتى الجزء الكامل منه، ولا يتخلف بأي حال من الأحوال عن الحفر بأكثر من ٥ أمتار إلى الجزء بالكامل.

بينما توفر مسامير الصخور المبلطة إحداث تأثير مقوس دائم في الصخور غير المستقرة، أو لتأمين أجزاء صخرية متفككة في الصخور المستقرة، وتثبت البراغي الصخرية بوسائل ميكانيكية فقط. وتثبت قدرتها، بناء على طلب المهندس، بمفتاح عزم الدوران الذي يُفحص بانتظام؛ للتأكد من سلامته ودقته.

تخضع تفاصيل البراغي الصخرية والملحقات وطرق التركيب، بما في ذلك المعدات اللازمة لحفر فتحات، أو تثبيت المسامير في الفتحات بشكل فعال، أو شد أو ضغط للمسامير للحصول الشد المطلوب، وحشو الصخور أثناء التركيب أو بعده، لموافقة المهندس. وينبغي اتباع توصيات الشركة المصنعة عند استخدام راتينج البوليستر.

من أجل تشكيل أساسًا لتقديم اقتراحه، على المقاول أن يقوم بتركيب مسامير حشو تجريبية تخضع لاختبارات سحب موحدة. وتجرى هذه الاختبارات بشكل مسبق لأعمال الحفر تحت الأرض ولا يدفع ثمنها على نحو منفصل.

على المهندس الموافقة على اقتراح المقاول بشأن نوع وطريقة التركيب، ويكون المقاول وحده مسؤولاً عن كفاية المسامير والمراسي، والدعامات الأخرى، ونجاحها في أداء عملها، فضلاً عن أي أضرار تترتب على ذلك. ولا تعف موافقة المهندس المقاول من مسؤوليته عن سلامة العمال أو عن توفير الدعم الكافي لعملية حفر الأنفاق أو الحفر المكشوف، وفي أي حالة طارئة، يبدأ المقاول على الفور بتركيب الدعامات ويقدم خطته في أقرب وقت ممكن بعد ذلك.

تكرار المسامير التي تفشل مثبتاتها في الحفاظ على الشد المطلوب ولا تقاس هذا التكرار بالنسبة للمدفوعات.

٢٣-٥-٣-٢ المواد:

٢٣-٥-٣-٢-١ حديد براغي الصخور والدسار:

تصنيع البراغي الصخرية من الفولاذ المطاوع حسب المواصفات أو حسب توجيهات المهندس. ويختبر ما لا يقل عن ٠,٥٪ من المسامير كلها بما في ذلك تجميعات المسامير بعد الثقب، ويقدم المقاول الشهادات إلى المهندس عن كل نوع من أنواع المسامير التي ستستخدم في الأعمال.

٢٣-٥-٣-٢-٢ أنواع البراغي الصخرية والأوتاد الحديدية:

تكون البراغي الصخرية من الأنواع الآتية:

١- براغي حديدية المطاوع مزودة بمثبتات تمدد ميكانيكية، تظل إما غير محشوة، أو مزودة بأنبوب إطلاق هواء منفصل للحشو بالمونة أو الراتينج.
٢- براغي حديدية المطاوع، أو عالية الشد مع تثبيت براتينج بوليستر سريع الإعداد، أو راتينج إيبوكسي.
٣- براغي حديدية المطاوع، أو عالية الشد مع تثبيت براتينج بوليستر سريع الإعداد، أو راتينج إيبوكسي مع ما تبقى من مسامير الأسطح الصخرية ليُضمَّن في راتنج بطيء الإعداد.

تكون الأوتاد الحديدية من الفولاذ المطاوع أو قضبان الفولاذ عالية الشد، وهي عمود كامل محشو بالمونة أو الراتينج.

تُزوَّد كافة البراغي الصخرية والأوتاد الحديدية بأطراف ملولبة، وصواميل، والحلقات المعدنية، وألواح سطحية. تستخدم الحلقات المعدنية بين لوح الصامولة والسطح حيث تُركَّب المسامير أو الأوتاد الحديدية بزاوية إلى السطح الصخري.

٢٣-٥-٣-٢-٣ الملاط الأسمنتي للبراغي الصخرية والدسار:

ويتألف المونة الأسمنتي من أسمنت بورتلاندي عادي ومياه، ولا تتجاوز نسبة الماء إلى الأسمنت فيها (٠,٤٥) بما يتفق مع قابلية العمل العالية مع إضافة مادة مضافة "متمددة" معتمدة.

تمتثل المياه اللازمة للخلط لمتطلبات الجزء الفرعي (١١-٣-٤) في هذا المجلد.

لا تستخدم المواد المضافة إلا إذا أظهرت الاختبارات أن استخدامها يحسن خصائص المونة، على سبيل المثال، بزيادة قابلية العمل، أو تقليل التسرب، أو تمديد المونة قليلاً، وتكون المواد المضافة خالية من أي منتج يمكن أن يضر الفولاذ أو المونة نفسه.

تستخدم عوامل التمديد التي تحتوي على الألومنيوم لتوفير تمديد للجص يصل إلى ٥٪ وفقًا لتعليمات الشركة المصنعة.

يبلغ الحد الأدنى لمقاومة الانضغاط أحادي المحور للجص الأسمنتي (٢٠ ميجا باسكال) في ثمانية وعشرين يومًا.

٢٣-٥-٣-٢-٤ حشو الراتينج للبراغي الصخرية والدسار

ينبغي أن تثبت الاختبارات أو الخبرة العملية أن راتينج الإيبوكسي أو البوليستر يمتاز بالخصائص الآتية:

١- القوة الكافية لنقل الضغط المطبق بشكل دائم.
٢- يكون خاملًا بطريقة مناسبة في الظروف الأرضية المحيطة.
٣- ذو قدرة على توفير حاجز ضد تآكل القضيب الفولاذي.
٤- قوة تماسك كافية مع القضيب أو الالتصاق في حالة الأسطح الناعمة.
٥- الليونة الكافية لضمان التوافق مع خصائص التحمل/التمدد للفولاذ بما يصل إلى ٧٥٪ من مقاومة الشد النهائية.
٦- الحد الأدنى من الانكماش بعد التجلُّد.
٧- توفير السوائل الكافية، عند درجة الحرارة المناسبة للتركيب، قبل التصلب، لملء الفراغات البينية بالكامل.
٨- الحد الأدنى من الزحف في ظل ظروف أحمال الخدمة.

التقليل من الانكماش الذي يحدث بعد عملية التجلُّد إلى أدنى حد ولا يزد عن ٥٪.

يبلغ الحد الأدنى من مقاومة الانضغاط والشد النهائية للأملاط المصنوعة من الراتنج (٧٥ ميجا باسكال)، و(١٥ ميجا باسكال) على التوالي. كما لا يتجاوز التمدد في حالة الفشل ٢٪.

الحصول على الأملاط المصنوعة من الراتنج وكبسولات المونة من إحدى الشركات المُصنعة المتخصصة والمعتمدة من قِبل المهندس.

٢٣-٥-٣-٣ التركيب:

أنواع البراغي الصخرية، تحفر الثقوب التي ستدخل فيها بالأطوال والأقطار اللازمة؛ لتناسب الأطوال والأقطار الخاصة بالمسامير، ومتطلبات المراسي الميكانيكية، أو توصيات مورد راتنج البوليستر، أيهما يكون مناسبًا. وقبل إدخال البراغي الصخرية أو التجهيزات، تنظف الثقوب تمامًا من الغبار والحطام باستخدام الهواء المضغوط.

بعد تثبيت أحد البراغي الصخرية في ثقب الحفر، يُشد بواسطة أداة تدوير، أو مفتاح عزم دوران إلى القيمة المبينة، أو الموضحة في الرسومات، أو التي يحددها المهندس، ولا يتجاوز الشد لكل مسمار صخري عادةً ٥٠٪ من مقاومة القضيب النهائية.

بعد التركيب الأولي، يتيح المقاول للمهندس إمكانية إجراء فحص دوري لكل البراغي الصخرية، ويجب عليه تدوير المسامير التجريبية وشدّها وإعادة ربط الصواميل إلى قيمة عزم الدوران المعتمدة، وفقًا لما يقتضيه الأمر واستنادًا إلى توجيهات المهندس. اختبار عزم الدوران لكل المسامير التي تقع في نطاق ١٠ أمتار من عملية السفع في غضون أربع ساعات بعدها، وإعادة ربط الصواميل إلى قيمة عزم الدوران المعتمدة. وفي حالة البراغي الصخرية المُراد حشوها بالأسمنت، إجراء فحص نهائي لقيمة عزم الدوران قبل الحشو مباشرة.

من أجل تفادي تقشير الطبقات الصخرية بعد الحفر، توضع المراسي في أسرع وقت ممكن على النحو المذكور أعلاه ووفقًا لتوجيهات المهندس. على سبيل التقريب العام إلى حد كبير، يمكن اعتبار مساحة التخفيف (في المقطع العرضي) الموجودة حول خط الحفر بمثابة قطع ناقص يمتد من الأعلى فوق الجزء العلوي ومن الأسفل أسفل خط القاع للمقطع العرضي المحفور بمقدار تسعة إلى ستة عشر (١٦/٩) من عرض المقطع المحفور، الذي تمتد جوانبه بمقدار ثلاثة إلى ستة عشر (١٦/٣) من عرض المقطع المحفور إلى ما وراء الجدران الجانبية في منتصف ارتفاع المقطع المحفور.

تكون ثقوب الحفر ذات مقطع عرضي دائري، وتحفر على نحو جاف لتمديد المراسي، وتستخدم أجهزة استنفاد مناسبة في عملية الحفر؛ لجمع الغبار الصخري الناتج عنها، ويجب تكييف أقطار ثقوب الحفر مع رأس ماسك المثَّبت وقطر القضيب.

تكون ثقوب الحفر المناسبة لتركيب البراغي الصخرية المحشوة محفورة على نحو رطب من أجل تحسين ترابط الخرسانة.

تُوضع ألواح المرساة السطحية على الصخور على أكبر مساحة ممكنة، وتُعد الألواح المسطحة المستقيمة مناسبة فقط لواجهات الصخور المتعامدة مع اتجاه المثَّبت. إذا كانت الألواح السطحية موضوعة بشكل مائل في اتجاه المثَّبت، فإنها ستمارس ضغطًا ضارًا من جانب واحد على الصمولة السداسية، وهو أمر يجب تجنبه.

اما أسطح التحميل غير المتعامدة مع اتجاه المرساة، فتستخدم ألواح مرساة مقعرة ذات شكل كروي مزودة بثقب مشقوق؛ لأنه أكثر ملاءمة للضبط على المساحات غير المصقولة، تُوضع الصمولة السداسية بشكل ثابت على اللوحة السطحية على جانبي الفتحة.

يضع المقاول في اعتباره دائمًا أن نجاح البراغي الصخرية ودعم المثَّبت يعتمد إلى حد كبير على الإشراف الدقيق على حمل الشد.

تفحص مثبتات الصخور والبراغي الصخرية دائمًا؛ لأنها يجب أن تحافظ على حمل الشد الخاص بها.

قبل وضع الصمولة مباشرة، توضع حلقة إحكام مصنوعة من الفولاذ المقوَّى مطلية بسائل مضاد للتآكل على المسمار. وقبل إدخال المسامير، تُنظف أسنانها كلها بالكامل وتشحم بمنتج مضاد للتآكل يوفره المقاول، كما يجب وضع مادة مقاومة للاحتكاك على سطح الصمولة الملامسة لحلقة الإحكام، وسيوفر المقاول أيضًا هذا المنتج.

تُغطى رؤوس المسامير بالكامل بالخرسانة أو الخرسانة المقذوفة؛ ما سيحمي الفولاذ من التآكل. وقبل تغطيتها، تكون أسطح هذه الأجزاء خالية من الزيوت، والشحوم، وأي مادة غريبة أخرى، وتنظف عند الضرورة باستخدام مادة مذيبة وفرشاة أسلاك حديدية، أو باستخدام طرق أخرى معتمدة.

تُنظف الأطراف البارزة للمسامير المثبتة في الخرسانة أو الخرسانة المقذوفة بعناية، حتى تصبح خالية من الشحوم والزيوت وما إلى ذلك، وعلى المقاول تنظيفها بمادة مذيبة وفرشاة أسلاك حديدية عند الضرورة.

إذا كان قطر ثقوب الحفر ضيقًا للغاية، فسيكون من الصعب إدخال المراسي، وإذا كانت الثقوب واسعة للغاية، فستصبح المراسي مائلة؛ لذلك، يجب أن تتبع عملية حفر ثقوب الحفر العلاقة بين أنواع المراسي، وأقطار ثقوب الحفر الخاصة بكل منها كما هو موضح أدناه في الجدول (٢٣-١)، أو وفقًا لتوصيات الشركة المُصنعة.

الجدول (٢٣–١) أقطار المراسي وأقطار ثقوب الحفر المقابلة لها.

قطر المرساة (بالميللي متر)	قطر ثقب الحفر (بالميللي متر)
١٦	٣٢
٢٠	٣٦
٢٤	٤٠
٢٦	٤٥
٢٨	٥٠

في حالة المياه تحت السطحية التي تمتلك صفات تآكلية، يُكبر قطر ثقب الحفر إلى ٣-٤ مرات من قطر المسمار. قبل وضع المسمار الصخري، يملأ ثقب الحفر بالكامل بإحدى مواد المونة لضمان توفير حماية موثوقة من التآكل.

تُنظف قضبان المرساة جيدًا قبل وضعها، وتحفر الثقوب بطريقة رطبة وتنظف جيداً بواسطة الماء والهواء تحت الضغط، وتُملأ بالكامل بشكل مضغوط بملاط ممزوج وفقًا للنسب والقوام اللذين يحددهما المهندس.

٢٣-٥-٣-٤ التركيب دون حشو:

عندما تكون هناك حاجة إلى مسمار صخري غير محشو مزود بمثبت ميكانيكي، يشد المسمار كما هو موضح في الجزء الفرعي (٢٣-٤-٦)، ولا يُفَكّ الشد فيما بعد لأي سبب من الأسباب إلا بموافقة المهندس.

وحيثما تكون هناك حاجة إلى مسمار صخري غير محشو مزود بمثبت مصنوع من مادة راتنج البوليستر، تُدخل خراطيش كافية مصنوعة من راتنج سريع التصلب في ثقب الحفر بحيث إنه عند إدخال المسمار بالكامل، يُثبت الطرف البعيد عن واجهة الصخرة في الراتنج بطول لا يقل عن ٣٠٠ ملم. كما ينبغي تدوير المسمار ميكانيكيًا حتى بلوغ الاختراق الكامل في ثقب الحفر وامتزاج مكونات الراتنج تمامًا. ويُشد المسمار الصخري عند وصول الراتنج إلى درجة الصلابة المطلوبة، ولا يُفَكّ شد المسمار فيما بعد إلا بموافقة المهندس.

عند استخدام البراغي الصخرية كدعامة مؤقتة في المناطق التي سيتم فيها بناء بطانة دائمة في مرحلة لاحقة، يجب استخدام البراغي الصخرية غير المحشوة.

٢٣-٥-٣-٥ البراغي المحشوة بالراتنج:

حيثما يلزم حشو أحد البراغي الصخرية باستخدام راتنج البوليستر، تكون كميات خراطيش الراتنج السريعة والبطيئة التصلب التي يجب إدخالها في ثقب الحفر على النحو الآتي: عند إدخال المسمار الصخري بالكامل، يثبت الطرف البعيد عن واجهة الصخرة بطول (٣٠٠ ملم) في راتنج سريع التصلب، ويثبت الجزء المتبقي من المسمار باتجاه واجهة الصخرة في راتنج بطيء التصلب.

بعد إدخال المسمار الصخري في ثقب الحفر، يجب تدويره باستخدام أدوات ميكانيكية ودفعه إلى ثقب الحفر حتى بلوغ الاختراق الكامل وامتزاج مكونات الراتنج تمامًا.

يشد المسمار الصخري على النحو الموصوف في القسم الفرعي (٢٣-٥-٢-٢)، عندما يصل الراتنج سريع التصلب إلى درجة صلابة كافية، وقبل أن يتصلب الراتنج بطيء التصلب.

قبل حشو ثقوب الحفر، يعتمد المهندس طريقة الحشو المُراد تطبيقها، والمعدات المناسبة وكذلك خليط المونة.

٢٣-٥-٣-٦ البراغي الصخرية المحشوة بالأسمنت:

عند الحاجة إلى حشو البراغي الصخرية بالمونة الأسمنتي البورتلاندي، يتأكد المقاول من أن كافة التجهيزات اللازمة لحقن المونة، وتفريغ الهواء من ثقب الحفر وإليه، قد أُجريت قبل شد المسمار الصخري. عدم حشو البراغي الصخرية باستخدام الأسمنت ضمن نطاق ١٠ أمتار من إحدى النقاط التي يمكن أن يحدث فيها تسفع للصخور، بخلاف التبطين، في غضون تسعين يومًا من حشو المسامير. قبل إجراء الحشو مباشرة، اختبار المسمار الصخري وفقًا لقيمة عزم الدوران المعتمدة وإعادة ربط الصمولة حسب الضرورة.

يُدفع المونة في ثقوب الحفر لملء الفراغات الموجودة بين الصخور، وبين الصخور والمسمار الصخري، وصولاً إلى نقطة تثبيت المسمار. ولا يتجاوز ضغط الحشو الضغط اللازم للامتثال للمتطلبات المذكورة أعلاه. في حالة تدفق المونة أثناء حشو أي مسمار من نقاط بسطح الصخرة المجاورة للمسمار؛ يجب سد هذه التسريبات أو وضع مادة جلفطة.

يُخلط المونة المحدد في الجزء الفرعي (٢٣-٦-٤) مدة لا تقل عن ثلاث دقائق باستخدام خلاط ميكانيكي عالي السرعة، ويمر عبر قطعة قماش شبكية بفتحات تبلغ (١ ملم)، ويُستخدم المونة في أسرع وقت ممكن بعد خلط كل المكونات جيدًا وفي أي حال من الأحوال في غضون ساعة واحدة بعد إضافة مسحوق الألمنيوم إلى الأسمنت والماء.

تخضع خلاطات المونة، واستخدام المواد المضافة، وطرق الخلط، وضغط الحشو، والمعدات المستخدمة في الحشو لموافقة المهندس.

٢٣-٥-٣-٧ الأوتاد الحديدية المصنوعة من الفولاذ:

في حالة استخدام الأوتاد الحديدية المصنوعة من الفولاذ، فإنها تُركب في ثقوب الحفر ذات الحجم المعتمد من قِبل المهندس ويجب حشوها وفقًا للشروط الخاصة بالبراغي الصخرية.

٢٣-٥-٣-٨ التباعد بين البراغي الصخرية:

إذا لم يُحدد ذلك في مستندات العقد أو لم يُوضح في رسومات العمل أو في حالة عدم توافر توجيهات المهندس، كقاعدة عامة، يجب أن تكون المراسي والبراغي الصخرية متباعدة بدرجة متساوية عبر سطح الصخرة المُراد تدعيمها، مع استخدام عدد مثبتات بناءً على الحمولة القصوى الاسمية للمثبتات وحمولة الصخرة المُراد تدعيمها. وفي حالة حدوث حركات ارتخاء الشد الموضعية، يجب زيادة عدد المراسي للمساحات المعنية.

٢٣-٥-٣-٩ اختبار البراغي الصخرية:

يقدم المقاول نسخًا مصدقة من التقارير إلى المهندس تشمل كافة الاختبارات المطلوبة؛ لبيان مدى الامتثال للمعايير المعمول بها، والمواصفات، والتعليمات الموصى بها من قِبل الشركة المُصنعة.

فقبل استخدام أي نوع من المسامير أو المراسي، يجب إثبات مدى ملاءمتها للغرض المنشود بإجراء اختبارات السحب القياسية.

٢٣-٥-٣-٩-١ اختبارات السحب القياسية:

من أجل إثبات الأداء السليم للمسامير الصخرية المحشوة؛ يجب إجراء اختبارات سحب قياسية على هذه البراغي الصخرية. والمهندس هو من يحدد وقت إجراء الاختبار ومكانه، ويجب إجراء ما لا يقل عن ١٠ اختبارات سحب قبل تركيب البراغي الصخرية الدائمة في الأنفاق، والمهندس هو من يختار طول البراغي الصخرية وحمولتها المُراد اختبارهما.

يجب إجراء الاختبارات على مراحل حِمل (زيادة درجة التحمل) بنسبة ٢٥ في المائة من الحِمل الاسمي، حتى حدوث فشل في المسمار الصخري المحشو، وتضاف مرحلة حِمل جديدة عندما يميل الإجهاد إلى الاستقرار، ويعد المقاول تقرير اختبار لكل مسمار صخري أُختبِرَ يوضح على الأقل سلوك الإجهاد والانفعال للمسمار المحشو. ولن تُدفع أي مبالغ منفصلة لإجراء اختبارات السحب القياسية.

٢٣-٥-٣-٩-٢ اختبارات الشد:

اختبار البراغي الصخرية المركبة كدعامة دائمة بإجراء اختبارات الشد، إذ يختبر واحد على الأقل من أصل خمسة وعشرين مسمارًا صخريًا مركبًا وذلك في وجود المهندس. ويختار المهندس وقت الاختبار وكذلك البراغي الصخرية المُراد اختبارها. تُجرى الاختبارات بزيادات في الحِمل قدرها ٢٠ و٤٠ و٨٠ و١٠٠ و١٢٠٪ من الحِمل الاسمي. اعتمادًا على مرحلة الإجهاد عند حِمل قدره ١٢٠٪ من الحِمل الاسمي، يجب أن يستمر الاختبار مدة عشر دقائق على الأقل. إذا لم يظهر أي انخفاض في الحِمل خلال هذا الوقت، فسيُفترض أن إجهاد المادة الرابطة بين الصخرة والمسمار أو المثبت كافٍ. عندئذ يجب خفض حِمل الاختبار إلى الحِمل الاسمي أو وفقًا لتعليمات المهندس.

ويجب رسم القيم المقاسة على شكل مخططات إجهاد وانفعال وإضافتها إلى تقرير الاختبار، وتُدرج كافة نفقات اختبارات الشد والتقارير المقابلة في سعر الوحدة لمختلف أنواع البراغي الصخرية.

٢٣-٥-٤ دعم الخرسانة المقذوفة:

تُطبق المتطلبات الآتية بالإضافة إلى المتطلبات الواردة في الباب (١٤) من هذا المجلد:

- يكون الأسمنت من النوع المقاوم للكبريتات حسب توجيهات المهندس. كما يجب ضمان تجانس المواد به.
- في حالة تكوين مياه تحت سطحية ذات صفات تآكلية كيميائيًا، يستخدم أسمنت خاص أو أسمنت بورتلاندي مع خليط من المواد المضافة. ويبلغ الحد الأدنى من مكون الأسمنت في هذه الحالة ٤٠٠ كجم/متر^{٣}.
- وسيُعتمد استخدام معدات الخلط الجاف فقط.
- يتأكد المقاول من توفر ما يكفي من المعدات في كافة المناطق التي تُجرى فيها أعمال الحفر لوضع الخرسانة المقذوفة على أي واجهة، على النحو المحدد في هذه الوثيقة.
- في الحالات التي تتعرض فيها الأسطح للمياه تحت السطحية، يجب إجراء تحليل كيميائي للمياه فيما يتعلق بوجود عنصر الكبريتات وحمض الكربونيك قبل أن يوافق المهندس على وضع الخرسانة المقذوفة، أما الأسطح التي تتطلب وضع الخرسانة المقذوفة بشكل فوري، يجب على المقاول إبلاغ المهندس بذلك، وأن يكون مستعدًا لتنفيذ كافة العمليات اللازمة دون أي تأخير بعد الحصول على موافقة المهندس. وسيُطلب من المهندس فحص واجهات الصخور بعد عملتي السفع والتقشّر، وسيعطي المقاول، عند الضرورة، توجيهًا بالشروع في عملية وضع الخرسانة المقذوفة بشكل فوري على الأسطح بحيث تُوضع في مدة لا تتجاوز أربع (٤) ساعات من عملية السفع، وقبل جولة الحفر التالية. بينما في حالة توقع تعرض الصخور لظروف سيئة للغاية، سيطلب المهندس توفر معدات الخرسانة المقذوفة قبل إجراء عملية السفع بحيث يمكن وضع الخرسانة المقذوفة بأقل قدر من التأخير.
- في حالة تثبيت التسليح، توضع الفوهة بزاوية مسطحة وأقرب إلى السطح، من أجل منع تشكل الفراغات البينية تحت القضبان المعدنية.
- يكون ضغط الماء أكبر من ضغط الهواء؛ لضمان ترطيب المواد بشكل كامل عند الفوهة، ولمنح عامل الفوهة تحكمًا إيجابيًا وسريعًا ويكون الحد الأدنى لضغط الماء (٣,٥ بار)، ويكون الماء المضغوط خالياً من الزيت، ولا يكون عرضة لتقلبات الضغط.
- عند وضع الطبقات الخارجية بسُمك (٢٥ ملم) أو أكثر على الأسطح الرأسية أو المتدلية، تُوضع الخرسانة المقذوفة في طبقتين أو أكثر لا يزيد سُمكها عن (١٩ ملم)؛ لمنع تقشر المواد الموضوعة حديثًا.
- بالنسبة لمستوى الأسطح المائلة قليلاً، يتراوح سُمك الطبقة الواحدة من (٢٥ ملم) إلى (١٠٠ ملم) كحد أقصى. وعند وضع أكثر من طبقة، عادةً ما يكفي الانتظار مدة من ثلاثين إلى ستين دقيقة بين وضع الطبقات لمنع التقشر.
- توفير الوصلات الإنشائية أو وصلات الإيقاف على النحو الذي يعتمده أو يقرره المهندس، وتكون مائلة بزاوية ٤٥ درجة إلى سطح الخرسانة المقذوفة المجاورة بحافة منتظمة نظيفة، وقبل وضع القطعة المجاورة، يجب تهيئة الجزء المنحدر والخرسانة المقذوفة المجاورة على النحو المحدد في هذه الوثيقة.
- وقبل وضع طبقة لاحقة من الخرسانة المقذوفة، تفحص الطبقة السابقة؛ للتأكد من عدم وجود فصل في الطبقات على النحو الذي يُرضي المهندس. على المقاول إصلاح كل المناطق التي بها فصل في الطبقات، أو الرملية، أو المتصدعة، أو التي بها تسريب، وأي منطقة أخرى يرى المهندس أن الخرسانة المقذوفة بها معيبة؛ وذلك بإزالة الخرسانة المقذوفة إلى منطقة سليمة من الصخور أو الخرسانة المقذوفة، وتهيئة السطح كما هو محدد في هذه الوثيقة، وإعادة تسوية تلك المنطقة على النحو الذي يُرضي المهندس.
- يستخدم المقاول الخرسانة المقذوفة كدعامة مؤقتة، وتُوضع هذه الخرسانة خارج خط الخلوص، كما يجب وضعها في أقرب وقت بعد إجراء عملية السفع للاحتفاظ بعمل قوس الصخر؛ لذلك يجب أن يكون المقاول مستعدًا للرش في غضون ساعة من عملية السفع وقبل الجرف إذا كان ذلك ضروريًا.
- قبل وضع الدعامة المؤقتة، التي من شأنها أن تعيق الفحص اللاحق لسطح الصخر، على المقاول إخطار المهندس شفهيًا بعد إجراء عملية السفع وتقديم تقرير بشأن أحد النماذج ليعتمده المهندس، وسيتضمن النموذج أوصافًا لظروف الصخور، وسُمك الخرسانة المقذوفة التي ستُستخدم كدعامة مؤقتة في هذا الجزء من النفق، وماهيته التسليح المطلوب (إن وجد) أو ما إذا كان سيجري تركيب أي دعامة مؤقتة أخرى، ويقدم التقرير إلى المهندس إذا أمكن قبل تغطية الصخرة وفي كل الأحوال في غضون أربع وعشرين ساعة من عملية السفع.
- يوفر المقاول للمهندس التسهيلات المعقولة لفحص الصخور قبل رش الخرسانة، ويلفت انتباهه إلى أي ظروف متعلقة بالصخور يضع لها أهمية خاصة.
- وعند وضع الخرسانة المقذوفة مرة واحدة، على المقاول إزالة كافة الصخور غير الآمنة، التي قد تتسبب في حدوث إصابة أو ضرر في حالة سقوطها، وفي غيرها من الحالات، على المقاول إزالة هذه القطع التي قد تُعرّض الأشخاص العاملين في الأسفل للخطر وذلك قبل أن تتصلب الخرسانة المقذوفة.
- إجراء اختبار واحد يشمل ثلاث ألواح لكل ١٠٠٠ م^{٢} تقريبًا من بطانة النفق.

وإذا كانت نتائج الاختبار غير مرضية، يُعاد الاختبار على نفقة المقاول على عينة مأخوذة من الخرسانة المقذوفة في الموقع. بناءً على طلب المهندس ودون دفع أي مبالغ إضافية، تُزال عينات الاختبار بالحفر، أو بأي طريقة أخرى من النفق المكتمل، أو أي بطانة أخرى وتُحضر إلى مختبر الموقع.

٢٣-٦ أعمال الحشو:

٢٣-٦-١ عام:

هناك حاجة إلى خمسة إجراءات حشو منفصلة، لكل منها أغراضها الخاصة، وهي مبيّنة على النحو الآتي:

١- يختص الحشو التجويفي بحشو كل الفراغات الموجودة في الأعمدة الخارجية، أو النفق المبطن المزود بقطاعات خرسانية مسبقة الصب ومثبتة بمسامير، باستخدام ملاط سميك عند ضغط منخفض، تشمل الأماكن الأخرى التي يُستخدم فيها الحشو التجويفي: الفراغات الموجودة حول حواف بطانة النفق المعدنية التي تمر من خلال البطانة الخرسانية مسبقة الصب، والفراغات الموجودة بين بطانة النفق المعدنية والبطانة الخرسانية مسبقة الصب.
٢- يشمل الحشو الثانوي الحقن باستخدام الضغط الناتج عن خلطات المونة قليلة السُمك نسبيًا في المسامير المثبتة بالبطانة الخرسانية مسبقة الصب التي سبق حشو تجويفها، ويهدف الحشو الثانوي إلى إيقاف التسرب إلى العمود أو النفق.
٣- يُستخدم الحشو الملامس لملء الفراغات الموجودة في بطانة النفق والموجودة بين البطانة والصخور المحيطة.
٤- يُستخدم حشو الشقوق في المناطق التي تكون فيها الصخور شديدة الترابط، ويكون تسرب الماء مرتفعًا للغاية بحيث لا يمكن إيقافه بواسطة الخراطيم أو الأنابيب، أو من أجل وضع المونة بين البطانة والصخور التي لا يوجد بها تجاويف كبيرة. وفي مثل هذه الحالة، قد تتعطل أعمال الحفر بسبب التسرب الشديد للمياه تحت السطحية. ويوفر على المقاول مضخات وخلاطات وأجهزة تسجيل ومقاييس ضغط وخراطيم ووصلات وآلات حشو وما إلى ذلك من أجل توصيل الوصلات الحاملة للماء بواسطة المونة الأسمنتي.
٥- يوفر المقاول كافة المعدات اللازمة بما في ذلك المضخات ذات الضغط العالي، والخراطيم، والتركيبات، وكافة المواد الاستهلاكية، تكون المادة الكيميائية، أي المادة الصلبة والمواد الحشوية، غير سامة للمياه تحت السطحية، وتختبر جميعها قبل موافقة المهندس عليها.

٢٣-٦-٢ المعدات اللازمة لحشو التجويف:

يوفر المقاول كافة المعدات اللازمة لحشو تجويف بطانة النفق الخرسانية مسبقة الصب والمثبتة بمسامير، وتُوضع هذه المعدات عادةً بشكل دائم عند واجهة النفق، ولكنها تُنقل داخل النفق وخارجه حسب الحاجة. وتشمل معدات حشو التجويف -على سبيل المثال لا الحصر-، ما يلي:

- خلاط الغروي عالي السرعة.
- وآلة تقليب.
- الخراطيم، وأجهزة حساب القيم، ومسدسات المونة المتوافقة مع ثقوب المونة في القطاعات الخرسانية مسبقة الصب.

على المقاول التأكد من توفر المعدات الاحتياطية لإجراء الحشو التجويفي في الموقع في كل الأوقات.

رهنًا بالحصول على موافقة المهندس بشأن المونة الأسمنتي المستخدم في التجويف، يُحضّر المونة عند واجهة النفق أو على السطح. وفي حالة تحضير المونة على السطح، يجب أن يحتوي عامل تثبيط مناسب؛ للتأكد من عدم تصلبه قبل الحقن، ثم يُنقل المونة المخلوط على السطح إلى واجهة النفق باستخدام آلة تقليب مركبة لهذا الغرض، ومثبتة على قضيبين، وقبل الحقن مباشرة، سيضيف المقاول عامل تسريع مناسب إلى المونة لإبطال تأثير عامل التثبيط وتسريع التصلب الأولي. ويخضع استخدام هذه المواد المضافة لموافقة المهندس.

٢٣-٦-٣ المعدات اللازمة لحشو الشقوق:

يرتب المقاول المعدات الخاصة به بحيث تُركب كافة خلاطات التقليب، والمضخات، وأجهزة التسجيل على هيكل ثابت يمكن نقله بسهولة من موقع إلى آخر.

تحتوي وحدة الحشو على المعدات الرئيسة الآتية:

- اثنتان من آلات (٢) التقليب.
- وخلاط واحد (١) الغروي عالي السرعة.
- وآلة تقليب (١) واحدة مزودة بجهاز تسجيل لخليط الحشو.
- اثنتان (٢) من مضخات المونة، على سبيل المثال؛ من النوع ذي المكابس المزدوجة المزودة بجهاز تسجيل الضغط المطّبق.

وتُستخدم معدات مماثلة في عمليات الحشو الثانوي.

يوفر المقاول عدد كافٍ من آلات الحشو، سواء من النوع الميكانيكي أو الهوائي، المجهزة بصنبور أو منزلقات ووصلات خراطيم الضغط وأجهزة ذات وصلات لحشو عدة ثقوب في الوقت نفسه. ولابد أن تتناسب حجم آلة الحشو مع قطر ثقب الحفر الذي لا أن يقل عن (٣٨ ملم).

تُحفر الثقوب في المونة بواسطة مطرقة حفر أو آلة حفر يوفرها المقاول.

٢٣-٦-٤ المواد المستخدمة في المونة الأسمنتية:

٢٣-٦-٤-١ الأسمنت:

يكون الأسمنت المستخدم في الحشو من النوع البورتلاندي، أو المقاوم للكبريتات، حسب توجيهات المهندس بالمواصفات الآتية:

قيمة بلين: أكثر من ٣٠٠٠ سم²/جم.

حجم الحبيبات: ٩٠٪ أقل من ٠,٠١ ملم.

يقدم المقاول إلى المهندس شهادة امتثال الشركة المُصنعة، أو المورد للمعايير والمواصفات المطلوبة للحصول على موافقته. وتجدر الإشارة إلى الجزء الفرعي من الجزء الخاص بالخرسانة فيما يتعلق بضمان الجودة ومرافق الاختبار، فضلاً عن التسليم والتخزين.

٢٣-٦-٤-٢ البنتونيت:

يُضاف البنتونيت لتثبيت المونة الأسمنتي وتحسين خصائصه. ولهذا الغرض، يُخلط الماء والبنتونيت في آلة تقليب قبل أربع وعشرين ساعة على الأقل من الاستخدام، في حالة وجود انتفاخ مسبق فقط، سيُنقل الخليط إلى الخلاط الغروي عالي السرعة. وتتراوح نسبة مكون البنتونيت بين ٢ و٤٪ من وزن الأسمنت.

٢٣-٦-٤-٣ الماء:

يجب أن يفي الماء بالمتطلبات المحددة في الباب (١١).

حيث تتراوح نسبة الماء إلى الأسمنت بين (١,٠، و٠,٥) وسيعمل المهندس على تكييفها وفقًا للوضع في الموقع.

٢٣-٦-٤-٤ مادة الحشو:

إذا تجاوز المونة المستخدم في حشو الشقوق ٢٠٠ كجم لكل متر، تضاف مادة حشو، وتتكون من الرماد المتطاير أو المسحوق الصخري.

تكون مادة الحشو غير سامة، وتتوافق مع حجم حبيبات الأسمنت. يقدم المقاول إلى المهندس شهادة امتثال الشركة المُصنعة أو المورد للحصول على موافقته.

٢٣-٦-٥ الحشو التجويفي لبطانات الأنفاق الخرسانية مسبقة الصب:

تُملأ الفراغات البينية الموجودة على الجزء الخارجي من الحلقة بالكامل بملاط أسمنتي سميك في أقرب وقت ممكن من تركيب الحلقة، ويُفرغ الهواء من الفراغات البينية؛ للتأكد من عدم احتباسه، كما تكون نسبة الماء إلى الأسمنت في المونة منخفضة بقدر الإمكان عمليًا، يُخلط المونة ويُوضع باستخدام المعدات التي يوافق عليها المهندس ووفقًا لطرق العمل التي يعتمدها.

تنظيف أخاديد الجلفطة وقطع أي حشو بارز. وتُردم أخاديد الجلفطة بمركب الجلفطة وفقًا لتعليمات الشركة المُصنعة وذلك رهنًا بطلب المهندس.

تبدأ عملية الحشو عند أدنى ثقب من الثقوب الموجودة بجزء الفراغات البينية، وتستمر حتى ردمها، وتُملأ ثقوب المونة بسدادات المونة كما هو محدد، ولكن تُستخدم سدادات الأخشاب بشكل مؤقت عند فتح الثقوب لتهوية مكونات المونة في وقت لاحق وعندما لا تكون الثقوب مزودة بسدادات من الفولاذ.

في نهاية كل جلسة من جلسات عملية الحشو، يجب إزالة المونة الزائد في محطة الخلط والصب وأي ملاط منسكِب على البطانة.

في حالة حدوث أي تسرب؛ ينفذ المقاول أحد برامج الحشو الثانوي بحفر ثقوب في القطاعات بدون حواف، وذلك بموافقة المهندس حتى تتوقف كافة التسريبات. لا يتجاوز الضغط المستخدم الضغط الأرضي عند العمق المعني ما لم يكن المهندس قد وافق على استخدام ضغوط أعلى.

ويجب الاحتفاظ بالسجلات التي تحتوي مقدار المونة المحقون في كل جزء من أجزاء العمود أو النفق، وتوفير نسخة منها للمهندس يوميًا.

للمساعدة على منع فقدان المونة عند الواجهة، يضيف المقاول على نفقته الخاصة عامل تصلب سريع إلى المونة. تخضع الكمية المضافة لموافقة المهندس وتكون عادةً بحيث لا يقل وقت التصلب الأولي للملاط عن خمس دقائق.

٢٣-٦-٦ الحشو الثانوي لحلقات الأنفاق:

يُخلط الأسمنت والماء في خلاطات غروية عالية السرعة حتى يُشكلا ملاطًا رقيقًا متجانسًا. لذلك، يستمر الخلط بسرعة أبطأ حتى استنفاد هذا الخليط أو انتهاء عملية الحشو.

يُضخ المونة باستخدام مضخة إزاحة موجبة قادرة على الضخ ببطء عند ضغط محدد مع إعادة المونة الزائد بصمام تنفيس الضغط القابل للضبط إلى الخلاط.

لا يبدأ الحشو الثانوي إلا بعد ثلاثة أيام على الأقل من الانتهاء من أي حشو تجويفي (باستثناء حشو تجويف البطانة المعدنية للأنفاق)، وإتمام إغلاق كافة أخاديد الجلفطة وغيرها.

إحداث ثقوب على طول النفق المُراد ردمه بالمونة، وتحتوي الحلقات البديلة ثقوبًا محفورة فيها بمعدل ثلاثة ثقوب في الحلقة، على مسافة ١٢٠ درجة، وتكون الثقوب متداخلة بحيث تحتوي كل حلقة رابعة ثقبًا في الجزء العلوي، وتحتوي الحلقة المحفورة الوسيطة ثقبًا في خط القاع، وتُملأ الثقوب بأي حشو تجويفي، وتُنظف كل المواد السائبة، إذ يُزود كل ثقب بأنبوب مؤقت وصمام ووصلات لحقن المونة، وتُثبت بإحكام قبل بدء عملية الحشو.

تبدأ عملية الحشو بعيدًا عن العمود وتتجه نحوه. في البداية، تكون نسبة الماء/الأسمنت للملاط حوالي ٤/١ ما لم يصدر المهندس تعليمات بخلاف ذلك، تُجرى دورة كاملة باستخدام هذا المونة عند ضغط ٢,٥ بار، ويُحقن المونة بواسطة كل صمام. ولا يغلق كل صمام إلا عند استمرار تدفق المونة من الصمام، أو عند عدم أخذ مزيد من المونة، بمجرد انتهاء الدورة الأولى، تُجرى دورة ثانية باستخدام ملاط بنسبة ماء/أسمنت تبلغ حوالي ٢/١ أو وفقًا لتوجيهات المهندس. وسيستمر الحشو في كل ثقب حتى التوقف عن أخذ المزيد من المونة. يجب سد أي تسرب يأتي من الوصلات بين القطاعات بالتَحْشِيَة باستخدام مركب جلفطة، أو صوف الرصاص، أو أي طريقة أخرى معتمدة.

إزالة أنابيب المونة والصمامات والوصلات بمجرد أن تُظهر التجارب أنه يمكن فعل ذلك دون فقدان المونة. بعد ذلك، تُصلح الثقوب الموجودة في الحلقات باستخدام مونة إسمنتية صلبة وتُمنح لمسة نهائية سلسة.

٢٣-٦-٧ الحشو الملامس:

في موعد لا يتجاوز ثمانية وعشرين يومًا بعد وضع البطانة الخرسانية في النفق، يجب إجراء الحشو الملامس كعملية مستمرة تبدأ في أحد طرفي النفق وتتجه نحو الطرف الآخر.

وتُحفر الثقوب خلال الخرسانة بعمق ١٥٠ ملم في الصخر على فترات منتظمة وفي نقاط أخرى تعطي فيها البطانة مؤشرات على وجود فراغات بينية. تُركب أنابيب تفريغ الهواء المزودة بمحابس ذات سدادات ممتدة إلى الصخور في الثقوب المُراد إجراء عمليات حقن المونة بها.

يُحقن خليط من الرمل والأسمنت بنسبة ١:٣، مع نسبة نزف أقل من ٥٪، كما هو محدد في اختبار (ASTM)، رقم (C243-85)، عند ضغط لا يزد عن (٣٠٠ كيلو نيوتن/متر مربع) مُقاسًا عند نقطة الحقن، وتستمر العملية حتى لا تبق مساحة لاستيعاب المزيد من المونة ويضمّن المقاول البنتونيت أو أي مادة مضافة أخرى بتوجيه من المهندس في هذا الخليط، إذا وجد أن هذه المادة المضافة ضرورية لتقليل نزف الخليط إلى أقل من ٥٪، تُسد الثقوب المحفورة قبل إجراء عملية الحشو.

بمجرد تصلب المونة، يعيد المقاول الحفر بجوار كل رابع ثقب أصلي، وحقن ملاط أسمنتي بنسبة ماء/أسمنت تبلغ ١:٠,٥٥ حسب الوزن، وتكرار هذه العملية إذا لزم الأمر حتى يقتنع المهندس بأن عملية الحشو الملامس قد انتهت بالكامل، وأنه لا توجد فراغات بينية متبقية على طول الواجهة بين بطانة الخرسانة والسطح الصخري للنفق.

سيُطلب من المقاول إجراء اختبارات المياه عند الانتهاء من إجراء الحشو الملامس. ويجب ألا تتجاوز الضغوط المقرر تطبيقها الحد الأقصى لضغط الحشو بأكثر من ٢٥٪.

يُطبق نظام الحشو الملامس في بطانة النفق المعدنية بطريقة مماثلة لتلك المحددة للبطانات الخرسانية، ولكن عند الضغط الأقصى الذي يحدده المهندس لكل جزء من النفق، وتزود البطانات المعدنية بفتحات خاصة ببراغي تُنفذ بواسطتها عمليتا الحفر والحشو. وبعد الانتهاء من عملية الحشو التجويفي، ستُثبت السدادات المعدنية بالبراغي في البطانة المعدنية وتُلحم بشكل محيطي. أخيرًا، ستصبح السدادة واللحام مستوية مع السطح ومع البطانة المعدنية.

٢٣-٦-٨ إجراء حشو الشقوق:

تُستخدم طريقة إغلاق الحشو كلما تسنّى ذلك من الناحية العملية. في هذه الطريقة، يُحدث ثقب حفر إضافي في منتصف المسافة بين ثقبين سبق ملؤهما بالمونة. وتسمى ثقوب المونة بالثقوب الأولية، والثانوية، والثالثية، وما إلى ذلك.

ما لم يأذن المهندس، يكون حشو الثقب الأولي على بُعد ١٠ أمتار على الأقل من حشو الثقب الثانوي، وهكذا لكل مرحلة من مراحل الحشو.

يبدأ الحشو في كل مرحلة بخليط قليل السُمك بنسبة ماء/أسمنت تبلغ ٣:١ حسب الوزن، ويزداد سُمك الخليط تدريجيًا وفقًا للتغير في معدل الضخ والضغط أثناء سير عملية الحقن. يحقن كل خليط مدة خمس دقائق على الأقل قبل زيادة سُمكه، إلا إذا كان معلومًا أن الثقب يتقاطع مع تجويف أو شق واسع وفي هذه الحالة، يجب زيادة سُمك الخليط بسرعة أكبر. وما لم يُرفض استخدام خليط أقل سُمكًا، ستستمر عملية الحقن باستخدام خليط بنسبة ماء/أسمنت تبلغ ١:١ حسب الوزن حتى الحصول على الرفض.

ما لم يصدر المهندس توجيهًا بخلاف ذلك، يجب تضمين البنتونيت في كل خلطات المونة الأسمنتية التي تبلغ نسبة الماء/الأسمنت فيها ١:١، أو أعلى حسب الوزن كمادة مضافة للمساعدة في تعليق جزيئات الأسمنت، ويكون الوزن الجاف للبنتونيت المضاف، الخاضع لاختبارات المونة، معادلاً لنسبة ٢,٥٪ من وزن الأسمنت في كل خليط. وتُضاف المواد المضافة الأخرى في خلطات المونة حسب ما يطلبه المهندس.

تنتهي عملية الحشو في كل مرحلة (في حالة الرفض) عندما تستغرق عملية وضع المونة عشر دقائق، ولا تزد عن (٢,٥ لتر) لكل متر طول المرحلة التي يجري فيها الحقن.

بمجرد بدء عملية الحشو في إحدى المراحل، فإنها ستستمر بقدر ما هو عملي إلى حد معقول دون انقطاع حتى الحصول على الرفض. وإذا كان من الضروري إيقاف عملية الحقن قبل اكتمالها (على سبيل المثال في حالة تعطلت المحطة)، يجب ضخ حوالي (٥٠٠ لتر) من الماء النظيف في الثقب قبل الاستمرار بها.

تخضع الضغوط المستخدمة في عملية الحشو لموافقة المهندس، ويبلغ الحد الأدنى لضغط الحشو ٢ بار، ويجب مراقبته باستمرار بواسطة معدات القياس المناسبة. إذا كان سحب المونة منخفضًا، فإنه يُزاد ضغط الحشو بدرجات من ١ بار إلى أدنى ضغط الذي يبلغ ٥ بارات، وعلى المهندس تغيير كافة إجراءات الحشو لمراعاة الظروف التي يمكن مواجهتها وعمليات الحقن المقاسة سابقًا.

إذا تبيّن أنه من المستحيل تحقيق الضغط المطلوب بعد ضخ كمية معقولة من المونة بأقل نسبة ممكنة من الماء/الأسمنت، بسبب حجم الكسور واستمراريتها، يُحقن خليط من الرمل والأسمنت بنسبة ٣:١. وإذا لم يتسن لخليط المونة تحقيق الضغط المطلوب، تُخفض سرعة الضخ. وفي حال أصدر المهندس توجيهات بذلك، يمكّن المونة من الوصول إلى مرحلة الشك الأولي، وينظف الثقب بعد وصول المونة إلى مرحلة الشك النهائي، وبعد ذلك، يجرى المزيد من الحفر وحقن المونة في هذا الثقب أو في المنطقة المجاورة. وإذا اكتشف، أثناء حقن أي ثقب من الثقوب، تسرب المونة من الثقوب المجاورة بكمية تكفي لإعاقة عملية الحقن بشكل قوي أو التسبب في فقدان المونة بشدة، فيجب سد الثقوب التي يحدث منها تسرب شديد مؤقتاً. وحيثما لا يلزم سد الثقوب، تترك الثقوب غير المحشوة مفتوحة لتسهيل خروج الهواء والماء أثناء ضخ المونة في الثقوب، ولكنها تُغطى؛ لمنع دخول الحطام وحدوث التسرب. وقبل تجمُّد المونة، تُوصل مضخة المونة بالثقوب المسدودة المجاورة وبالثقوب الأخرى التي لوحظ تسرب المونة منها، وتستمر عملية حقن كافة الثقوب حسب توجيهات المهندس. وبعد انتهاء عملية حقن أي مرحلة من مراحل الثقوب، يجب الحفاظ على الضغط باستخدام صمام أو أي أداة أخرى مناسبة حتى يجف المونة بما يكفي للبقاء داخل الثقب.

يجب الحرص على منع تلوث المعدات والأنابيب بالتداول المستمر للجص وتنظيف النظام بالماء دوريًا. ويجب إجراء عملية التنظيف بإغلاق صمام امتصاص المونة، وفتح صمام إمداد الماء، وتشغيل المضخة بأقصى سرعة.

وخلال عملية حقن المونة بالحشو العازل بطريقة متعددة المراحل، يُنظف الثقب بالطريقة المتفق عليها مع المهندس قبل البدء في حفر المرحلة التالية. عندما يسمح المهندس بتنظيف الثقب بغسله، فعلى المقاول إما تنظيف الثقب قبل جفاف المونة بما يكفي لإعادة عملية الحفر، وإذا لم يُنظف الثقب قبل جفاف المونة، فعليه إعادة عملية الحفر.

٢٣-٦-٨-١ معدات الحقن الكيميائي:

إذا تجاوزت كمية التسرب مواضع المونة الأسمنتي، تُغلق الفواصل الحاملة للماء باستخدام مكونات كيميائية مثل راتنجات الإيبوكسي التي تشكل رغوة عند تعرضها للماء أو البولي يوريثين.

يورد المقاول كافة المعدات اللازمة بما في ذلك المواد الكيميائية، مثل:

مواد الحشو التي تلصق على السطح أو تركب في الثقوب المحفورة، بما في ذلك الصمامات الرأسية الخاصة.

- مضخة عالية الضغط تنتج ضغطًا يصل إلى ٢٥٠ بار.
- راتنج الإيبوكسي والرغوة الكيميائية.
- معدات الحفر المناسبة.

تستخدم المكونات الكيميائية لعمل حشو مؤقت في المرحلة الأولى، وإجراء عملية حقن أعمق في المرحلة الثانية. وتنفذ عملية سد السطح باستخدام رغوة كيميائية من مكون واحد، تتفاعل فوراً مع الماء وتمنع التسرب.

٢٣-٦-٩ إجراءات الحقن الكيميائي:

تلصق مواد الحشو على السطح باستخدام راتنج الإيبوكسي أو تثبت بشدة في الثقب، ويُحشى السطح كما هو موضح أعلاه. ويمر الثقب عبر الفاصل الحامل للماء بزاوية ٤٥ درجة.

ويحقن المونة الكيميائي بضغط يتراوح بين ٥٠ بار و٢٠٠ بار لإغلاق الفاصل.

٢٣-٦-١٠ التوثيق:

يحتفظ المقاول في كل موقع من مواقع الحقن بسجل خاص بعمله يشمل، ما يلي:

- التاريخ والمسافة المحددة.
- كمية المياه وعرض الفواصل وطولها.
- أنواع مواد الحشو وعددها ومسافة التباعد بينها.
- مدى عمق الثقوب وعددها، وحجمها وانحدارها واتجاهها.
- نوع خليط المونة وكميته (كمية خليط الأسمنت المسجلة).
- ضغط الحقن في المضخة (الضغط المسجل في حالة خليط الأسمنت).
- وقت حقن المونة ومدته.
- معلومات أخرى ذات صلة بعملية الحقن.

٢٣-٧ البطانة الخرسانية في الموقع:

٢٣-٧-١ تجهيز البطانة الخرسانية:

ينظف المقاول الأعمال تحت السطحية تنظيفًا تامًا من كافة الطلاءات غير المرغوب بها، وشظايا الصخور الصلبة الضعيفة، أو غير المتماسكة، والركام، والطين، والحطام، والمياه الراكدة، قبل وضع البطانات الخرسانية، وتتخذ كافة الترتيبات المقبولة، بعد موافقة المهندس لتصريف ينابيع المياه عبر الأنابيب أو البطانات الخرسانية.

٢٣-٧-٢ عملية صب الخرسانة:

تبلغ مقاومة الخرسانة في بطانات الأنفاق والأعمدة وفي الأعمال تحت السطحية الأخرى (٤٠ ميجا باسكال)، ما لم يحدد المهندس أو يوجه خلاف ذلك. وتخلط الخرسانة وتنقل وفقًا للباب (١١) من هذا المجلد، وتُضخ أو تُصب باستخدام مضخة هوائية، وتُضغط باستخدام هزازات داخلية، وترفع الخرسانة في الجدران والأقواس على شكل طبقات أفقية أو بأي طريقة أخرى يوافق عليها المهندس، بين الوصلات الإنشائية الرأسية. وتوضع الخرسانة المصبوبة في الأعمدة بشكل مستمر، بعد موافقة المهندس، خلف مصاريع الصعود.

وللخرسانة التي تُضخ أو تُصب بواسطة مضخة هوائية؛ فيجب إبقاء أنبوب التصريف والإمداد مغمورًا في الخرسانة المصبوبة بالفعل في أقرب وقت ممكن أثناء عملية الصب، وتنفذ عملية صب الخرسانة بأسرع ما يمكن بمجرد بدء عملية الصب، ويتخذ المقاول كافة التدابير اللازمة أثناء صبها؛ لمنع تكوين الفواصل الباردة، أو غيرها من العيوب. في بداية عملية الصب، إذا لزم الأمر، يجب تعديل نسب المكونات الخرسانية بإزالة نسبة من الحصويات الخشنة، لتكوين فاصلًا مقبولًا مع الخرسانة المصبوبة مسبقًا. ويُمنع ضخ الخرسانة أو رشها في قمم الأنفاق أو أقواسها، ولكن يُسمح بتدفقها داخل الجدران.

ولا تصب الخرسانة في الأعمال تحت السطحية على مسافة أقل من (٥٠ مترًا) من مواقع الحفر باستخدام المتفجرات القائمة.

٢٣-٧-٣ الخرسانة المصبوبة في قعور الأنفاق:

تصب الخرسانة في قعور الأنفاق وأساسات جدران الأنفاق على الأساس الصخري أو التربة الصخرية النظيفة والمدموكة جيداً، ولا يقل الحد الأدنى لسمك الخرسانة في قعور الأنفاق عن (١٥٠ ملم) في القطاعات التي لا تتجاوز (٥٠ مترًا)، وتؤسس كافة قطاعات الخرسانة على الأساس الصخري بطول (١,٥ متر)، أو بدلًا من ذلك يجب حقن التربة الصخرية بالمونة حقنًا متماسكًا في هذه القطاعات.

في حالة صب الخرسانة على التربة الصخرية المدموكة، تُوضع ورق خشن لعزل الصوت أو طبقة بولي إثيلين بسمك (٠,١ ملم) على التربة المدموكة قبل صب الخرسانة مباشرةً، حسب توجيهات المهندس.

٢٣-٧-٤ القوالب المستخدمة في بطانة الأنفاق والفتحات العمودية:

تكون القوالب المستخدمة في الأنفاق، والفتحات العمودية، والوصلات الانتقالية، والانحناءات، وغيرها من الأعمال تحت السفلية قوية ومضبوطة بدقة ومثبتة بشكل صلب وفقًا للتوجيهات المحددة للمحاذاة. وتتكون قوالب الأنفاق والأعمدة من مصاريع حديدية مصنوعة لهذا الغرض يمكن استخدامها عدة مرات، وتزود قوالب الأنفاق بأبواب فحص على مسافات تقريبية تبلغ حوالي ٢ متر على كلا الجانبين. أما الانحناءات والوصلات الانتقالية وغيرها من الأعمال غير المتكررة، ستكون القوالب الخشبية المصنوعة لهذا الغرض مقبولة. بعد الانتهاء من عملية صب الخرسانة، تترك مصاريع بطانة الأنفاق في مكانها حتى يتسنى إزالتها دون إلحاق الضرر بالخرسانة. ويوافق المهندس على الحد الأدنى للوقت المسموح لإزالة القوالب.

٢٣-٧-٤-١ الوصلات الإنشائية:

ما لم يحدد خلاف ذلك، تشكل الوصلات الإنشائية في الأعمال الخرسانية تحت السطحية على شكل مربع على خط النفق أو العمود. وتكون الوصلات الإنشائية في الأنفاق على مسافة لا تقل عمومًا عن (١٥ مترًا)، وتخضع تفاصيل ومواقع كافة الوصلات الإنشائية لموافقة المهندس.

٢٣-٧-٥ ملء الحفر الزائد:

الحفر الزائد في الأنفاق والأعمدة يعني أي عملية حفر تتجاوز حدود الحفر المقررة.

في القطاعات المبطنة التي لا تستخدم فيها الأضلاع المعدنية، يملأ الحفر الزائد الذي يقل عن (٣٠٠ ملم)، من حدود الحفر المقررة باستخدام نفس صنف الخرسانة المستخدم في البطانة، وتُصب بشكل متكامل مع البطانة، ويملأ الحفر الزائد عن (٣٠٠ ملم* من حدود الحفر المقررة بالخرسانة، أو المونة الأسمنتي، أو الحشوة الصخرية حسب تقدير المهندس.

في القطاعات غير المبطنة أو المرشوشة حيث يوجد حفر زائد يزيد عن (١ متر) من حدود الحفر المقررة، يطلب المهندس ملء الحفر الزائد بأحد أصناف الخرسانة المناسبة، أو المونة الأسمنتي، أو الحشوة الصخرية. ويغطى هذا الملء بـ (٣٠٠ ملم* من أحد أصناف الخرسانة A أو B أو C، أو حسب توجيهات المهندس.

بناءً على تقدير المهندس، يجب إعادة ملء الحفر الزائد في قاع النفق بالحصويات الخشنة المدموكة أو بالتربة الموجودة في النفق عندما يكون على صخور سليمة.

ويملأ الحفر الزائد في قطاعات النفق التي تُستخدم فيها الأضلاع المعدنية وفقًا للقسم الفرعي (٢٣-٥-٢-٢).

٢٣-٧-٦ عملية الحفر والحقن:

تنفذ عمليات الحفرن والحشو المتماسك، وحشو التشققات في بطانات الأنفاق، والأعمدة، وفقًا للمواصفات المحددة لعمليات الحشو.

٢٣-٨ البطانة المعدنية:

٢٣-٨-١ عام:

يوفر المقاول البطانات المعدنية ويركبها وفقًا للتفاصيل المبينة في الرسومات.

وتُلحم البطانة المعدنية بواسطة الانصهار الكهربائي، أو اللحام الحلزوني الدائري، ومحطة أنابيب الكربون وفقًا للمواصفة (BS 3601.)، ويكون الحديد من الفئة (X42)، ومتوافقًا مع متطلبات نظام (API SL)، والحد الأدنى من السماكة الموصوفة في الرسومات.

يقدم المقاول نسختين من شهادة مصنع الحديد، والتي يجب أن تثبت أن الحديد المستخدم يتوافق مع المتطلبات المحددة.

٢٣-٨-٢ الحماية الداخلية:

يقدم المقاول عروضه المتعلقة بنظام الحماية الداخلية المراد استخدامها، ويستلم موافقة المهندس قبل تسليم طلبه للبطانة المعدنية.

لا يقل عمر نظام الحماية عن عشر سنوات، ويتكون هذا النظام من طلاءات قائمة على الإيبوكسي. قبل وضع أي طلاء، ينظف سطح البطانة الداخلي بواسطة النفخ وفقًا لنظام (BC4232)، من الجودة الثانية (ربما يكون معادلاً للنظام SA 2.5 في المعيار السويدي SIS 05 5900)؛ لإزالة كافة الشوائب، والمواد الملوثة الناتجة عن عملية التعدين، باستثناء الطبقة السفلية المعدنية، وذلك

حتى يوافق عليها المهندس. وتُزال كافة بقايا الأحجار الرملية، وترش طبقة واحدة من الزنك الإضافي، وطبقة حماية خام قائمة على الإيبوكسي مباشرة باستخدام مسدس هوائي. لا يقل سمك الطبقة الرقيقة الجافة للطبقة الأولية عن (٢٥ ميكرون)، وفي وقت لاحق، تُوضع طبقتين على الأقل من الطلاء مع طبقة أساس من الإيبوكسي، مما يؤدي إلى توفير مادة صلبة نهائية غير سامة ومقاومة للمواد الكيميائية، وتُطبق باستخدام الرذاذ اللاهوائي. ولا تقل سماكة الطبقة الرقيقة الجافة عن (٥٠ ميكرون).

ما لم يمنح المهندس إذنًا كتابيًا، يجب على المقاول، لحماية الجزء الداخلي من البطانة المعدنية، الامتثال لتعليمات الشركة المصنعة للطلاء امتثالًا تامًا.

٢٣-٨-٣ الحماية الخارجية:

تسليم البطانة المعدنية مزودة بالحماية الخارجية المطبقة في المختبر، التي يجب أن تتحمل تأثيرات بيئة التخزين وتحمي الركيزة المعدنية في الفترة التي تسبق تركيب البطانة، ويقدم المقاول مقترحاته المتعلقة بنظام الحماية الخارجية قبل تسليم مواده المعدنية المستخدمة في البطانة.

٢٣-٨-٤ الشحن والتعبئة والتخزين:

يقوم المقاول بكافة الترتيبات اللازمة لتخزين البطانات المعدنية في موقع العمل، وعليه أيضًا عدم إزالة مواد الحماية المستخدمة في نقل البطانة المعدنية، بحيث تكون البطانة المعدنية الداخلية جاهزة للتركيب، واتخاذ الحيطة اللازمة في كل مرة أثناء التعبئة؛ لضمان دعم أطوال البطانة بحيث لا تحدث أي تشوهات قوية.

٢٣-٨-٥ التعرض:

يراقب المقاول وقت التخزين ومعدل تركيب البطانات المعدنية، بحيث لا يظل أي طول أطوال البطانات المعدنية معرضًا لتأثيرات التعرية البيئية لأكثر من ستة أشهر، وخلال هذه الفترة يرفع للمقاول البطانة بمسافة (١٠٠ ملم) عن الأرض.

٢٣-٨-٦ الوضعية:

قبل وضع أي طول من أطوال البطانات في عمود التهوية، يجب إجراء فحص شامل، وتنفيذ الأطوال المتأثرة بشكل جيد وفقًا لتعليمات المورد، أو حسب توجيهات المهندس، وتنظيف الأسطح الخارجية من الأوساخ، والصدأ، بالإضافة إلى الزيوت والدهون. وألا يتجاوز الفرق بين القطر الداخلي الأقصى والأدنى في أي قطاع ٠,٧٥٪ من القطر الداخلي. وعند الضرورة، يجب دعم البطانة من الداخل للحفاظ على الشكل الدائري حتى بعد الاتصال. وفي الفواصل، لا يتجاوز الفرق بين البطانتين أكثر من (٢ ملم) في أي نقطة على طول الرابط.

٢٣-٨-٧ الفواصل الملحومة:

من أجل الحصول على لحام فعَّال بنسبة لا تقل عن ٩٠٪، يجب لحام أي وصلات في الموقع وفقًا للمواصفة (BS 4515.).

٢٣-٨-٨ فحص الوصلات الملحومة:

فحص أي وصلات ملحومة موجودة في الموقع لأغراض التبطين بشكلٍ مستقل، باستخدام الموجات فوق الصوتية بواسطة اختبار مستقل مُؤهَّل لمنح الموافقة، وإذا تبيَّن وجود فتحات أو تجاويف في الوصلات الملحومة، يعاد لحامها وفحصها حتى يوافق عليها المهندس.

٢٣-٨-٩ ترتيبات الحقن:

تزويد البطانة المعدنية بفتحات حقن معدنية للحقن التجويفي أو المباشر، وعلى المقاول وضع ملاط مباشرةً على سطح التلامس بين البطانة المعدنية والصخور، وأن تكون أنابيب نقل المونة أنابيبًا معدنية بسُمك متوسط، وبتجويف داخلي يبلغ (٤٠ ملم) وفقًا لنظام (BS 1387)، مع معلمات (BSP) إلى (BS21)، وتوفيرها بواسطة المقاول، وتزويد فتحة الحقن بسدادة مسمارية بسمك (٢٠ ملم) تُثبَّت مع البطانة المعدنية، وأن تكون سدادات من النوع القابل للإزالة بسهولة.

لا يقل سُمك فتحة الحقن عن (٢٥ ملم)، وتلحم الحدبات المعدنية بقطر (١٠٠ ملم* إلى الخارج من البطانة المعدنية لجعل السُمك الكلي يتوافق مع الحد الأدنى من المتطلبات.

يجب أن توجد فوهات الحقن في مجموعات تتكون من ثلاث فوهات، وبزاوية (١٢٠ درجة) بين كل اثنتين منهم. ويجب ألا تتباعد مجموعات الفتحات عن بعضها البعض لأكثر من (١,٥ متر)، وفي كل طول البطانة المعدنية، وأن تتوفر مجموعة من الثقوب على مسافة (٠,٣ متر) من كل طرف.

بعد الانتهاء من عملية الحقن وبدء التصلب الأولي للملاط، على المقاول وضع السدادات وتثبيتها في مكانها بشكلٍ جيد. ووضع رؤوس السدادات بزاوية مائلة بمقدار (٦ ملم) من الوجه الداخلي للأنبوب المعدني، وإحكام إغلاق السدادات بطبقة من معدن اللحام بسُمك (٦ ملم) فوق رأس السدادة، وتثبيت اللحام المعدني على الوجه الداخلي للأنبوب.

٢٣-٩ معدات حفر الأنفاق الرئيسية واستخداماتها الخاصة:

٢٣-٩-١ الأنفاق التي تُحفَّر بواسطة الدرع:

تُحفَّر الأنفاق الموجودة في الأرض السائبة، أو الأرض الرخوة، أو الأرض اللينة عادةً بواسطة درع حديدي؛ وغالبًا ما يكون شكله دائريًا، سواء كان ذلك في الهواء الطلق أو -إذا لزم الأمر- تحت الهواء المضغوط، ويسمح الدرع بحفر التربة وإنشاء البطانة الأولية إنشاء آمنًا؛ إذ يسمح بتوفر تحكم أفضل أو تسوية الأرض؛ وهو عنصر ضروري في حفر الأنفاق الجوفية. وتتمثل عادةً حالات التربة التي تتطلب إنشاء درع في:

١- التربة الضعيفة الرخوة، مثل؛ التربة الرملية المتحركة، والتربة الحصوية السائبة، أو التربة الطميية التي لا تكاد تحتوي تماسكًا بين جزيئاتها، الأمر الذي لا يتيح إمكانية حفرها حفرًا آمنًا وفعالًا بواسطة تقنيات حفر الأنفاق العادية في التربة اللينة، ويحتم حفرها بواسطة استخدام الدرع.
٢- التربة الطينية الطيّعة واللينة، لا سيما تلك التي تحتوي على نسبة حرجة من الماء، التي تتحول بسهولة إلى سائل عند العمل عليها، الأمر الذي يحتم حفرها باستخدام الدرع.
٣- حفر الأنفاق تحت مستوى المياه الجوفية، الذي يتطلب وجود درع ما لم تخفض المياه الجوفية، أو تصلب التربة بالحقن.

٢٣-٩-١-١ الدروع المفتوحة:

يحتوي هذا الدرع واجهة عمل مفتوحة، ومُجزأ فحسب بواسطة الدعامات، ويستخدم في التربة التي تكون صلبة بما فيه الكفاية للوقوف عليها، أو التي يمكن تثبيتها بواسطة الحوائط الجانبية. ويتكون عادةً من أسطوانة حديدية دائرية ذات أضلاع مقوية ودعامات لتحمل الضغط الخارجي. ويسمح الشكل الدائري بإنشاء قطعة البطانة.

٢٣-٩-١-٢ الدروع المغلقة:

عند العمل في التربة الطينية الناعمة للغاية، أو التربة الطميية، أو التربة الرملية الناعمة المتحركة، تغلق الواجهة الأمامية للدرع بواسطة حاجز حديدي صلب. وهو مُجهَّز بمنافذ تحفر وتزال بواسطتها التربة. ويمكن إغلاق المنافذ بأبواب حديدية، يُدعم الحاجز بأضلاع حديدية ملحومة بالهيكل لمقاومة ضغط التربة.

٢٣-٩-١-٣ الدروع النصفية:

تستخدم الدروع شبه الدائرية، أو شبه البيضاوية أحيانًا لدعم سقف النفق أثناء الحفر في الأرض الجافة، أو الأرض منزوعة المياه. ويجب تطبيق هذا الأمر على نفق يتواجد على عمق ضحل إذ لا يكون عملياً فتح موقع الحفر، ويكون الدرع مدعومًا على كمرات حديدية مؤقتة مُثبَّتة على أعمدة حديدية أو جدران جانبية من الخرسانة.

٢٣-٩-٢ ماكينات حفر الأنفاق (TBM):

تعد ماكينة حفر الأنفاق معدة لحفر نفق بحيث تُفتت المواد التي تُزال بواسطة دوران مستمر لمجموعة من أدوات القطع المدفوعة ضد سطح المواد عند واجهة العمل.

تشتمل كافة ماكينات حفر الأنفاق على أدوات لتفتيت المواد التي تستخرج إلى حجم يمكن إزالته بسهولة. وفي معظم الماكينات وليس في كافتها، يستخدم رأس القطع الكامل. وتركب أدوات القطع بترتيب مناسب لحفر نفق بالقطر المطلوب عندما يدوَّر الرأس تحت الدفع مقابل واجهة العمل.

تركيب هيكل الماكينة مباشرةً خلف رأس القطع، ويظل ثابتًا أثناء قيام رأس القطع بالحفر، ويشتمل على آلية للحفاظ على وضعه الثابت أثناء الحفر، ولتحريك نفسه ورأس القطع للأمام لمواصلة الحفر، ويشتمل هيكل الماكينة أيضًا على المعدات الميكانيكية لتوفير الدفع، وعزم الدوران الضروريين اللذين ينتقلان عبر رأس القطع إلى القواطع.

في معظم الحالات، يتم إزالة المخلفات من الواجهة المحفورة بواسطة عدد من الجرافات الموجودة على رأس القطع، وتوضع على نظام السيور الناقلة، ثمَّ تمر عبر سلسلة من الناقلات إلى الجزء الخلفي من ماكينة حفر الأنفاق حيث يتُفرَّغ في نظام نقل آخر؛ لإزالتها من النفق الذي يكون عادةً مستقلاً تمامًا عن ماكينة حفر الأنفاق.

وفي ماكينات حفر الأنفاق في الأرض اللينة، تتمثل الوظيفة الرئيسية للدفع الأمامي عمومًا في دعم الواجهة الرأسية للأرض المحفورة ضد الانهيار إلى جانب تركيب قطعة البطانة، بينما في ماكينات حفر الأنفاق في الأرض الصخرية، يتمثل الدفع في توفير الطاقة لتفتيت المواد.

٢٣-٩-٣ طريقة الحفر والتفجير:

تتطلب معظم أعمال الحفر الجوفية في الصخور الصلبة حفرًا بواسطة طريقة الحفر والتفجير كونها الطريقة العملية المناسبة.

٢٣-٩-٣-١ تسلسل العملية:

للنفق المحفور بواسطة طريقة الحفر والتفجير عبر الصخور، تُطبق العمليات الآتية:

١- الإعداد والحفر.
٢- تعبئة الثقوب وتفجير العبوات الناسفة.
٣- تهوية الغبار وإزالته بعد حدوث الانفجار.
٤- تحميل المخلفات ونقلها.
٥- إزالة المياه الجوفية إذا لزم الأمر.
٦- إنشاء دعامات للسقف والجوانب إذا لزم الأمر.
٧- وضع حديد التسليح
٨- وضع البطانة الخرسانية.

بالنسبة للمعدات واستخداماتها، يلزم فقط وصف العناصر (١)، و(٢)، و(٤)، و(٥)، و(٦) الواردة أعلاه.

٢٣-٩-٣-١-١ حوامل الحفر للأنفاق الصغيرة:

تركيب المثاقب المستخدمة في الأنفاق الصغيرة على قضبان أو أعمدة مصنوعة من أجزاء من الأنابيب الحديدية المجهزة بعمود، وتركب القضبان أفقيًا في نفق يكون عرضه أقل من ارتفاعه، بينما تُركَّب الأعمدة عموديًا في نفق يكون ارتفاعه أقل من عرضه.

٢٣-٩-٣-١-٢ ماكينات الحفر الكبيرة:

تتألف ماكينة الحفر الكبيرة من مركبة محمولة مع منصة عمل واحدة أو أكثر، وتكون مُجهَّزة بقضبان، أو أعمدة، أو أذرع لدعم المثاقب، وتُصمَّم الدعامات لتسمح بتباعد المثاقب بأي نمط مطلوب، وتعتمد معدة الحفر على ذراع هيدروليكي أو هوائي لدعم مثاقب الصخور.

٢٣-٩-٣-١-٣ تعبئة المخلفات:

يُشار إلى عملية تحميل الصخور المكسور أو التربة لإزالتها من النفق بتعبئة المخلفات، وتنفذ هذه العملية بواسطة الجرافات الآلية، أو ماكينات التعبئة الصغيرة، أو الجرارات المزودة بأداة تحميل.

وأُستخدمت الجرافات الآلية الخاصة، المزودة بأذرع قصيرة وعصي غاطسة لتعبئة المخلفات في الأنفاق الكبيرة. وإذا لم تشكل التهوية مشكلة خطيرة، فيجب استخدام ماكينة تعمل بمحرك يعمل بالبنزين أو الديزل. وإذا كانت أبخرة العادم غير مقبولة، تستخدم ماكينة تعمل بمحرك كهربائي. وتعمل العديد من ماكينات تعبئة المخلفات الميكانيكية على قضبان، وتتحرك للأمام لدفع الجزء الغاطس إلى أكوام المخلفات. وعندما يمتلئ الجزء الغاطس، ترجع الماكينة إلى الخلف لمسافة قصيرة وتوجه الجزء الغاطس لأعلى لتفريغ الحمولة على حزام يقوم بدوره بنقلها إلى عربة نقل المخلفات المثبتة مؤقتًا بماكينة تعبئة المخلفات.

٢٣-٩-٣-١-٤ نقل المخلفات:

في كثير من الأحيان تُنقل المخلفات من النفق في عربات المخلفات ذات الاتساع الضيق، التي تجرها القاطرات، أو في الشاحنات. وتستخدم أيضًا الشاحنات القلابة بأعداد متزايدة لنقل المخلفات من الأنفاق.

٢٣-٩-٣-١-٥ الشاحنات:

عند نقل المخلفات في عربات، يلزم وجود قضبان حديدية. وتُوضَّع القضبان على اتساع ضيق نظرًا لوزن المواد الخفيف نسبيًا. ويوفَّرفي النفق الطويل مسار مزدوج حتى تتمكن العربات المُحمَّلة من التحرك خارج النفق، بينما تتمكن العربات الفارغة من التحرك إلى داخله.

٢٣-٩-٣-١-٦ عربات نقل المخلفات:

تُستخدم أنواع وأحجام مختلفة من العربات لنقل المخلفات من الأنفاق. ويعبَّر عن السعة بالمتر المكعب. وبشكل عام، فإن أكبر حجم يمكن استخدامه في النفق سيكون الأكثر اقتصادية؛ إذ تقلل العربات الكبيرة الوقت المهدر في التبديل أثناء عملية التحميل، وعادة ما تستخدم في الجزء السفلي لتسمح بتسهيل عملية التفريغ.

٢٣-٩-٣-١-٧ القاطرات:

تتوفر ثلاثة أنواع من القاطرات الكهربائية للنقل عبر الأنفاق، وهي: القاطرات الكهربائية المزودة بعجلات، والقاطرات الكهربائية المزودة بعجلات وبطارية، والقاطرات الكهربائية المزودة ببطارية، وكافتها متوفرة بأوزان مختلفة وللتشغيل على اتساعات مسار مختلفة، كما هو مُوضَّح بواسطة الشركات المصنعة.

٢٣-١٠ القياس والدفع:

٢٣-١٠-١ العناصر التي ستُضمَّن في الأسعار:

تعد كافة الأعمال التي لم يوفر عنصر لها في جدول الكميات مدرجة في أسعار الوحدات. وتتضمن هذه العناصر، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي:

- توصيل المياه، والغاز، والكهرباء من الشبكة الرئيسية في الموقع المحدد بواسطة المهندس إلى نقطة الاستخدام.
- توفير إنارة كافية لتنفيذ الأعمال وفحصها، أي توفير مصباح واحد (١) لكل ٢٠ مترًا يحتوي على لمبة بقوة ١٠٠ وات موجودة في علبة مضادة للماء.
- نقل كافة المواد وعناصر البناء، حتى لو طلبها المهندس، من المخازن في الموقع إلى نقطة الاستخدام، وإمكانية إعادة نقلها.
- كافة أعمال التجهيز والمسح حسب المواصفات المعتمدة أو الموجهة بواسطة المهندس.
- كافة الاختبارات والعينات من المواد المستخدمة وفقًا للمعايير المحددة في المواصفات الفنية أو الموجهة بواسطة المهندس.
- تأمين كافة الأعمال ضد المياه السطحية التي يمكن توقعها بشكلٍ عام (فترة عودة تبلغ ٢٥ سنة) وإزالتها.
- حماية الخرسانة المقذوفة الموضوعة من تأثيرات الحرارة، والرياح، والبرد، والهجوم الكيميائي، والاهتزاز، والجفاف.
- إزالة كافة المواد المرتدة وكافة الحطام الآخر الناتج عن العملية المُنفَّذة بواسطة المقاول.
- أي نوع من مواد العمل والخدمات وإجراءات السلامة وما شابه، ما لم يحدد خلاف ذلك في هذه الوثيقة.
- التهوية الكافية لحماية صحة العاملين.

- وسائل الاتصال مثل الهاتف أو النظام الصوتي أو النظام البصري.
- كشف الغازات.

٢٣-١٠-٢ الحفر الجوفي في الأنفاق:

قياس الحفر عند خط التخليص، ولن تُدفع أي مبالغ مالية للحفر خارج خط التخليص.

ويلزم أن تتضمن أسعار العقد للأعمال الجوفية تصريف المواد الناتجة عن الحفر، وما يزيد عن (٣,٠ متر مكعب) من الصخور المحطمة وأي حفر تجريبي مطلوب.

عند تنفيذ الحفر، في حالة الموافقة عليه بواسطة المهندس، باستخدام عمود أمامي أو درع، تعد التكاليف الإضافية مضمنة في عناصر الحفر، ما لم تُضمَّن العناصر خصوصًا لهذا العمل.

تعد تكاليف إنشاء وردم أي سرب مؤقت، وقنوات مرورية، ومنافذ آمنة، وما شابه المشيدة بواسطة المقاول أنها مضمنة في أسعار العقد الخاصة بالحفر الجوفي.

تعد تكاليف إزالة التربة، والصخور المترسبة بواسطة تساقط التربة، والصخور، وردم المناطق الفارغة الناتجة عن التساقطات أنها مضمنة في أسعار العقد الخاصة بالحفر الجوفي.

قياس غسيل منطقة الحفر لأغراض التفتيش بالحيز. ويلزم فقط قياس المساحات التي تغسل بناءً على طلب المهندس، ولن تدفع مبالغ مالية عند غسل الأسطح الصخرية لأغراض أخرى.

يلزم قياس الدعم المؤقت للدفع فقط في حالة الموافقة علية بواسطة المهندس. لا يجوز قياسها للدفع، حتى في حالة الموافقة عليها، حيث:

١- تستخدم لدعم المواد الموجودة داخل خط التخليص.
٢- تستخدم لدعم الواجهة المؤقتة للحفر المتقدم.
٣- يعد ذلك ضروريًا في رأي المهندس بسبب إهمال المقاول.

يلزم إعداد ملفات تعريف فوتوغرافية للأجزاء العرضية للنفق حسب توجيهات المهندس ويلزم قياسها برقم.

إجراء القياسات لأقرب متر مكعب.

يشتمل سعر الوحدة لأي نوع من أعمال الحفر الجوفية على كافة تكاليف تشغيل، وصيانة، وإصلاح المعدات، والوقود، والعمالة، وكافة الأعمال المساعدة، والإضاءة، والتهوية، ونقل النفايات، والتخلص منها في مناطق مخصصة لها، والتخلص من المياه حتى (١ لتر/ثانية لكل ١٠٠ متر) من الأنفاق، والمنافذ، والمسارات الجانبية، وما شابه.

٢٣-١٠-٣ إزالة الانهيارات والتساقطات الجيولوجية:

قياس التساقطات والانهيارات الجيولوجية الناتجة عن عدم وجود خطأ مقترف بواسطة المقاول بواسطة أجزاء عرضية يتولى المقاول إعداداها ويوافق عليها المهندس، وذلك بحساب حجم الصخور في حالتها الأصلية قبل الانهيار.

يعد السعر المذكور في العقد شاملاً كافة تكاليف إزالة كومات النفايات.

ولن تقاس الأحجام التي تقل عن (٣,٠ متر^{٣}) في أي مكان.

٢٣-١٠-٤ الدعامات المعدنية الهيكلية:

تُقاس دعامات الأقواس الحديدية وألواح التغطية الحديدية إن وجد بالوزن المركب. وفي حالة التثبيت بأوتاد خشبية أو التدعيم، يُعد السعر مشمولاً في سعر الحديد، ولن يُقاس الخشب المستخدم قياسًا منفصلًا.

يُحسب وزن الحديد فقط باستخدام أي جدول من الجداول المعترف بها أو بالوزن الفعلي للطول المُقاس للأجزاء الحديدية أو العناصر الأخرى المستخدمة.

يشمل سعر الوحدة فيما يتعلق بالدعامات الحديدية الإنشائية جميع تكاليف التوريد، والتجهيز، وتركيب المعدات، والوقود، والعمالة، والأعمال الإضافية، وإعداد أساس ثابت للأقواس الحديدية والخشب المستخدم في التثبيت.

٢٣-١٠-٥ البراغي الصخرية:

قياس الطول المحدد للمسامير الصخرية من الجانب السفلي للوح التحميل. وسيقاس، فيما يتعلق بالدفع، للمسامير الصخرية المزودة وغير المزودة بالمونة لكل عدد من البراغي الصخرية المعتمدة التي ركبت. يجب أن توضح اختبارات السحب والشد التي تُجرى على البراغي الصخرية ما إذا كان من الممكن استخدام هذه المسامير (١٢٠٪ من الحمل الاسمي).

يشمل سعر الوحدة للمسامير الصخرية المزودة وغير المزودة بالمونة جميع تكاليف تشغيل، وصيانة، وإصلاح المعدات، وقطع الغيار، وإعداد الحفر، والمواد، والعمالة، والوقود، وجميع الأعمال الإضافية اللازمة لأداء العمل على النحو المبين في المواصفات الفنية. وإضافة إلى ذلك، يشمل سعر الوحدة شطف وتنظيف ثقب المثبت بعد ثقبه، والحفاظ على الثقوب خالية من العوائق حتى وضع المثبت فيها، والحشو وجميع الأعمال المماثلة ذات الصلة. تضمين جميع النفقات الناتجة عن اختبارات السحب واختبارات الشد القياسية في سعر الوحدة.

٢٣-١٠-٦ تسليح الخرسانة المقذوفة:

قياس تسليح الخرسانة المقذوفة، فيما يتعلق بالدفع، حسب وزن حديد التسليح المستخدم في شبكة التسليح أو قضبان حديد التسليح الموضوعة على النحو المحدد وحسب توجيهات المهندس، ويقاس وزن الحديد إلى أقرب كيلوغرام، لن تقاس الدعامات المطلوبة لتثبيت التسليح أو توزيعه.

يشمل سعر الوحدة فيما يتعلق بالتسليح جميع تكاليف المواد، والعمالة، والمواد الداعمة، وعمليات القطع والثني، والسقالات، وجميع الأعمال الأخرى المطلوبة لتركيب حديد التسليح. ولن تدفع أي مبالغ مقابل التسليح الذي وضع دون توجيه المهندس مسبقاً.

٢٣-١٠-٧ الخرسانة المقذوفة بسمك ٥٠، و١٠٠، و٢٠٠ و٢٥٠ مم:

ستقاس الخرسانة المقذوفة، فيما يتعلق بالدفع، بطول خط الخلوص للنفق كما هو موضح في الرسومات وكما هو محدد في جزء الحفر، ووفقاً لتعليمات المهندس المكتوبة فيما يتعلق بموقع الخرسانة المقذوفة التي ستوضع ومداها وسمكها.

في أجزاء الأنفاق ذات الحفر الزائد الجيولوجي، ستقاس وفقاً للأجزاء الممسوحة بالفعل المعتمدة من قبل المهندس.

ستقاس كمية الخرسانة المقذوفة إلى أقرب متر مربع. ومع ذلك، إذا كانت مقاومة الخرسانة المقذوفة وسمك الطبقات لا تتوافق مع الأعمال المحددة، يجب على المهندس تقليل الكميات.

يشمل سعر الوحدة لأي فئة من الخرسانة المقذوفة جميع تكاليف التوريد، والتشغيل، والصيانة، وإصلاح المعدات، وقطع الغيار، والمواد، بما في ذلك المواد المضافة، والوقود، والعمالة، والتجميع، والوضع، والمعالجة، والاختبار، وجميع الأعمال الإضافية المطلوبة لتنفيذ الأعمال على النحو المبين في المواصفات الفنية. كما يجب أن يشمل سعر وحدة الخرسانة المقذوفة جميع نفقات تركيب القضبان الحديدية المطلوبة لتحديد سماكة الطبقة، ولن تُدفع أي مبالغ إضافية مقابل ظروف العمل الصعبة، أو التخلص من المياه الجوفية، أو العمل في مواقع مختلفة داخل الأنفاق.

٢٣-١٠-٨ البطانة الخرسانية:

قياس البطانة الخرسانية حتى خط الخلوص الموضح في الرسومات، ولن تدفع أي مبالغ إضافية مقابل حشو مناطق الحفر الزائد.

يشمل سعر الوحدة تكلفة جميع المواد، وتشغيل الآلات والمعدات، وأشكال العمل، وتوفير المياه، والأنابيب المضمنة، والعمالة، والوقود، والأعمال الإضافية.

٢٣-١٠-٩ التسليح في بطانة النفق:

يقاس التسليح حسب وزن قضبان التسليح الموضوعة في النفق، ويحدد الوزن حسب الطول الإجمالي للقضبان، وقطرها، ووزنها القياسي لكل وحدة طول حسب المخططات.

يشمل سعر الوحدة التوريد، والثني، والوضع، والربط بالأسلاك، وجميع العمليات الأخرى المنفذة باستخدام الآلة، والمعدات، والنقل، والوقود، والعمالة، والأعمال الإضافية، وما إلى ذلك.

٢٣-١٠-١٠ قياسات التقارب:

يُجرى القياس وفقاً لجزء واحد مجهز من النفق.

تشمل أسعار الوحدات جميع التجهيزات، واستخدام المعدات، وتوريد أجهزة القياس والمراقبة الفعلية للتشوهات.

٢٣-١٠-١١ العناية بتدفق الماء الزائد عن ١ لتر / ثانية:

يقدم المقاول عرض سعر لتوفير عمالة تقوم بنزح الماء الزائد تدفقه عن (١ لتر / ثانية لكل ١٠٠ متر) من النفق، بما في ذلك توريد مصادر الطاقة وصيانتها، ومضخات الطين الغاطسة، والخراطيم، والوصلات، والأنابيب، وما إلى ذلك. وتقاس كمية المياه بأية طريقة معترف بها، مثل: الهدّار، أو المقياس الفنتوري، أو انبجاس ماء يخرج من أنبوب بقطر معروف عند نقطة التخلص النهائي. ويُقاس التدفق المستمر فقط. ويدفع على أقساط شهرية على أساس بند شهري.

ولا تُدفع قيمة البند إلا إذا تجاوز التفريغ (١ لتر/ ثانية عن ١٠٠ متر) من النفق الذي يُنفّذ العمل بداخله وليس كمجموع التصريفات من مناطق العمل التي سيوزع العمل عليها.

٢٣-١٠-١٢ أعمال وضع المونة (باستثناء وضع المونة داخل التجويفات):

ستضمن تكلفة توريد معدات وضع المونة، وصيانتها، إضافة إلى توفير مصادر الطاقة وقطع الغيار والوثائق في أعمال وضع المونة الموضحة أدناه.

تغطية الانتقال من نقطة واحدة لوضع المونة، وكذلك التركيب، والإزالة بواسطة بند منفصل. قياس التركيب مرة واحدة فقط في كل عملية تركيب لجميع المعدات؛ لبدء وضع المونة في حفرة جديدة. وإضافة إلى ذلك، يقاس التركيب عندما يأمر المهندس بإرجاع معدات وضع المونة إلى الحفرة التي سبق وضع المونة بداخلها؛ لتنفيذ المزيد من عمليات وضع المونة. ولا يُقاس التركيب ما لم ي يوضع المونة داخل الحفرة.

تُدفع تكلفة جميع أعمال الحفر بالمتر الطولي، ولا يقاس الحفر للحصول على أي طول لثقب لا يمكن استخدامه لاحقًا للغرض المقصود لأي سبب من الأسباب.

تضمين توريد عبوات المونة الأسمنتي وتركيبها في وقت وضع المونة.

يُدفع مقابل أعمال وضع المونة حسب ساعة وضع المونة، بينما يُدفع مقابل مكونات الخليط حسب الوزن.

تضمين توريد عبوات الخليط الكيميائي وتركيبها في سعر وحدة المواد الكيميائية.

سيدفع على النحو المبين في الجدول (٢٣-٢)، كما أن متطلبات التحكم في الجودة لخطوط الأنفاق الخرسانية موضحة في الجدول (٢٣-٣).

الجدول (٢٣–٢) بنود الدفع الخاصة بالأنفاق.

الرقم	نوع العمل	وحدات الدفع
٢٣-١	الأنفاق الخرسانية والحديدية	المتر الطولي

الجدول (٢٣–٣) متطلبات التحكم في الجودة لبطانات الأنفاق الخرسانية.

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
أ.	التخلص من المواد الناتجة عن الحفر	الملاحظة البصرية	-------	-------	الجزء الفرعي (٢٣-٤-٤)
	حفر الأنفاق ذات حلقات تثبيت بمسامير في الأرض اللينة	مراقبة الحماية التي يوفرها المقاول وقياس التقدم بعد الحلقة	-------	بالقطعة	الجزء الفرعي (٢٣-٤-٥)

العمل	الأوصاف	طريقة الاختبار	موقع العينة	معدل تكرار أخذ العينات	المتطلبات
	الحفر عبر الصخور الضعيفة والمعرضة للعوامل الجوية	مراقبة تقدم الحفر وتصريف المياه الجوفية	-------	-------	الجزء الفرعي (٢٣-٤-٦)
	الحفر في الصخور المنتشرة بشكل عام	مراقبة سطح الصخور وتنظيفها بسلاسة، وتدعيم الجدران والقباب	-------	-------	الجزء الفرعي (٢٣-٤-٧)
الدعامات	حلقات خرسانية مثبتة بمسامير	التوافق مع متطلبات الخرسانة المسلحة مسبقة الصب	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	بالقطعة	الجزء الفرعي (٢٣-٥-١)
	تركيب حلقة التثبيت بالمسامير	مراقبة التركيب	في موضعه الأصلي أو الطبيعي	حلقة بعد حلقة	القسم الفرعي (٢٣-٥-١-١)
	الدعامات المعدنية	اعتماد النوع، والحجم، والمواقع، والتباعد بين الأجزاء، وطريقة وضعها	--------	--------	الجزء الفرعي (٢٣-٥-٢)

المراجع

AASHTO (2019) *Guide Design Specifications for Bridge Temporary Works. 2nd edition.* American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (2002) *Standard Specifications for Highway Bridges.* 17th Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (2020) *Guide Specifications for Highway Construction. 10th edition*. American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (2004) *Load and Resistance Factor Design (LRFD) - Bridge Construction Specifications.* American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO *(2020) Load and Resistance Factor Design (LRFD) - Bridge Design Specifications. 9th edition.* American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (2021) *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing.* American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

AASHTO (1993) *Standard Specifications for Transport Materials and Method of sampling. Part-1 Specifications*. American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.

ACI (2015) *P-60(15) Craftsman Workbook for ACI Certification of Shotcrete Nozzleman*. American Concrete Institute, USA.

AWS (2000) *D1.1 Structural Welding – Steel*. American Welding Society, USA.

CIRIA (1982) *Report 44 Medical code of practice for work in compressed air*. CIRIA (Construction Industries Research and Information Association), UK.

Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI) (1990) *Manual of Standard Practice*. Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI), USA.

FHWA (2005) *Micropile Design and Construction.* Publication No. FHWA NHI-05-039. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, USA.

FHWA (2022) *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*. Revision 3. US Department of Transportation, Federal Highway Administration, USA.

Government of Abu Dhabi (2021) *Road Structures Design Manual. TR-516*. Second edition. Department of Municipalities and Transport, Abu Dhabi, UAE.

HSE (1994) *Guidance Note EH 40 Occupational Exposure Limits.* HSE (Health and Safety Executive), UK.

ICRI (2004) *Technical Guideline No. 03737. Guide for the Preparation of Concrete Surfaces for Repair Using Hydrodemolition Methods*. International Concrete Repair Institute (ICRI), USA.

ITE (1998) *Equipment and Material Standards of the Institute of Transportation Engineers*. Institute of Transportation Engineers, USA.

MoMRAH (2013) *Bridges, Tunnels, Culverts and Pedestrian Bridges Specifications in Urban Areas. Construction Specifications. MA 100-C-V1/1*. Ministry of Municipalities, Rural Affairs and Housing, KSA.

MoMRAH (2013) *Bridges, Tunnels, Culverts and Pedestrian Bridges Specifications in Urban Areas. Bridges Design Specifications. MA-100-D-V1/2*. Ministry of Municipalities, Rural Affairs and Housing, KSA.

MoMRAH (2013) *Bridges, Tunnels, Culverts and Pedestrian Bridges Specifications in Urban Areas. Bridges Design Specifications. MA-100-D-V2/2*. Ministry of Municipalities, Rural Affairs and Housing, KSA.

NACE International (2003) *ACI 546R, SSPC-SP13/NACE No. 6/SSPC-SP 13. Surface Preparation of Concrete*. National Association of Corrosion Engineers International (NACE) and The Society for Protective Coatings (SSPC), USA.

SBC (2007) *304 - Saudi Building Code Requirements for Concrete Structures*. Saudi Building Code National Committee (SBCNC), KSA.

SBC (2007) *304C - SBC (2007). 304 - Saudi Building Code Requirements for Concrete Structures.* Saudi Building Code National Committee (SBCNC), KSA.

U.S. Army Corps of Engineers (1980). *Method CRD C611 - Method of Test for Flow of Grout Mixtures.* U.S. Army Corps of Engineers (USACE), USA.

mUS Military and Government Specs & Standards (Naval Publications and Form Center) (NPFC) (1999) *Detail Specification MIL-P-24441/20. Detail Specification Sheet: Paint, Epoxy-Polyamide, Green Primer, Formula 150, Type III.* U.S. Military, USA.

US Military and Government Specs & Standards (Naval Publications and Form Center) (NPFC) (1987) *MIL-P-3420F-87. Packaging Materials, Volatile Corrosion Inhibitor, Treated, Opaque*. U.S. Military, USA.

الملحق أ - اختبار حمولة الجسر:

أ-١ متطلبات اختبار حمولة الجسر:

استُخدم إجراء اختبار الحمل في نهاية المطاف لعملية ضبط الجودة/ ضمان الجودة؛ للتأكد من عمل العناصر التي انتُهي منها جزئيًا أو الهيكل، بوصفهما وحدة واحدة، على نحو آمن.

ولا ترجع عوامل التلف الأكثر انتشارًا إلى أحداث كارثية، مثل؛ الاضطرابات الزلزالية، والأعاصير، بل إنها ترجع إلى ظواهر طبيعية، مثل؛ التقادم، والحمل الزائد، والكلال، والطقس، والتجريف.

كما تتأثر بعض عمليات الإنشاء بعوامل مختلفة تؤدي إلى إنهاء الهيكل دون تلبية المواصفات، والمواد، والأبعاد المطلوبة، ويرجع بعضها إلى التحميل الزائد في أثناء الإنشاءات، والكلال، والطقس.

يُعد تقييم حالة الهيكل أمرًا ضروريًا؛ لتحديد سلامته وموثوقيته، وفي أثناء الاختبار، يقاس انحراف العنصر والانفعال على طول المقطع الرأسي للحزمة، بواسطة مقاييس الانحناء للألياف الضوئية، ومقاييس الانفعال، على التوالي. ويكون تحديد موقع الشاحنة في مواقع مختلفة؛ إذ يختلف عزم الانحناء المستحث في المقطع المقاس. ويجب تقدير عمق المحور المحايد في المقطع المحدد ببيانات الانفعال لكل عزم انحناء (موقع الشاحنة)، وأخيرًا، يحدد حد التحميل الموصى به بالجمع بين تحليل الهيكل ونتائج الاختبار المادية.

إجراء تجربة اختبار الحمل إذا شعر المشرف على الموقع أنه يجب اختبار أي عنصر من عناصر الهيكل؛ وذلك للتحقق من تحقيق جميع المعلمات المصممة خلال فترة الإنشاء. بالإضافة إلى ذلك، بعد الانتهاء من الإنشاء، يمكن أن يطلب المشرف من المقاول إجراء اختبار الحمل على الجسر للتحقق ما إذا كان الهيكل آمنًا أم لا.

أ-٢ نتائج وتوصيات خاصة باختبار الحمل:

تتأثر عادةً حالة الجسر بجودة البناء، والتقادم إذا مددت مراحل الإنشاء، والحمل الزائد، والكوارث الطبيعية، ومن المحتمل جدًا أن تختلف عن التصميم الأصلي. وتُعد الحالة المادية حلاً مباشرًا بل عمليًا لاكتشاف الحالة الصحية الحقيقية للجسر، وبحالة ميدانية لاختبار الحمل، يمكن إجراء تقنية قياس يمكنها وصف منحنى الانحراف للجسر المشوه على نحو يتسم بالاستمرارية والسلاسة، ويمكن أن تساعد إعادة حساب حد الحمل المقبول على وضوح الحالة. كما تتمثل الفكرة الأساسية لتقدير عزم الانحناء النهائي المسموح به في الالتزام بمتطلبات السلوك الخطي، وبعبارة أخرى، عدم الموافقة على أي موقف غير خطي.

وجدير بالذكر أنه يمكن إكمال الاختبارات الميدانية باستخدام مركبة متاحة بسهولة، واستخدام البيانات لمعايرة نموذج العناصر المحدودة للهيكل. وبناءً على نموذج المعايرة الميدانية، تحدد تصنيفات الحمل الدقيقة على النحو الآتي:

- تقييم فعالية التقوية والإصلاحات الأخرى، أو الاستبدال، أو إعادة الإنشاء.
- الحمل الزائد والسماح بأي أحمال.
- تصنيفات الحمل الدقيقة (HL-93)، وأي مركبات تصميمية أخرى.

وسواء كنت تقيّم جسرًا من الحديد، أو الخرسانة، أو الخشب، أو الألياف المركبة، يجب أن يكون فريق الخبراء متاحًا لإجراء الاختبار وتأكيد التوصيات المبلغ عنها.

أ-٣ تحديد قوى التوازن للجسور المتحركة:

يكون فريق التجارب قادرًا على إجراء الاختبار وتحديد ما يأتي:

- انفعالات القص على أعمدة التشغيل باستخدام جهاز إرسال لاسلكي.
- عمليات الإزاحة عند زوايا الجسر.
- قوى الكابل إما بواسطة خلايا الحمل أو مقاييس التسارع.
- سحب تيار المحرك.

أ-٤ تصميم نظام المراقبة الهيكلية:

هناك قواعد قليلة للحفاظ على بساطة هذا النظام قدر الإمكان، ويجب تكوين الاختبار للنظام بأقل قدر من الأجهزة والمستشعرات التي تجمع المعلومات ذات الصلة بأكثر الطرق كفاءة.

تكون البيانات المستمدة من أي جهاز على النحو الآتي على الأقل:

- مراقبة نمو الشقوق في العناصر الخرسانية.
- حالات دوران الرصيف بسبب الجرف (الهياكل الإنشائية البحرية).

- عمليات إزاحة مفصل التمدد بسبب التقلبات في درجات الحرارة.
- حساب دورة الكلال.
- تطبيق وزن المركبة ذات حمولة زائدة.

أ-٥ تقرير اختبار الحمل:

يتضمن تقرير اختبار الحمل -على سبيل المثال لا الحصر- ما يأتي:

- تحليل أولي.
  - خصائص المقاطع.
  - تحليل الحزم.
    - الافتراضات.
    - الإجهادات المسموح بها.
    - خسائر الإجهاد المسبق.
    - قدرة العزم القصوى.
    - عزم التشقق.
    - نسب الحديد القصوى والدنيا.
    - حلول مجدية لقوة الإجهاد المسبق والاختلاف المركزي.
- خطط اختبار الأجهزة والحمل.
  - خطة الأجهزة.
  - وزن الشاحنة وأبعادها.
  - خطة اختبار الحمل.
  - تأثيرات الحمل المقدرة.
- تحليل نتائج الاختبار.
  - توزيع الحمل.
  - موقع المحور المحايد.
  - تحقيق الثبات النهائي.
- تحليل تصنيف الحمل.
  - ملخص نتائج الاختبار.
  - تصنيف الحمل القائم على الاختبار المقترح.
- الاستنتاج والتوصيات.

الملحق ب - جدول الكميات:

الرقم التسلسلي	عناصر العمل	الوحدات	الكمية	السعر لكل وحدة	الإجمالي
٢	**الحفر الإنشائي والردم**				
٢-١-٢-١	الحفر غير المصنف	متر مكعب	.....	.....	.....
٢-١-٢-٢	الحفر الإنشائي غير المصنف	متر مكعب	.....	.....	.....
٢-١-٢-٣	الحفر تحت الإنشائي المشترك	متر مكعب	.....	.....	.....
٢-١-٢-٤	الحفر الصخري تحت الإنشائي	متر مكعب	.....	.....	.....
٢-١-٢-٥	الردم غير المصنف، واختيار تربة الردم، والردم الحُبيبي	متر مكعب	.....	.....	.....
٢-١-٢-٦	ردم المواد المالئة منخفضة المقاومة	متر مكعب	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٣	**إزالة الهياكل الإنشائية القائمة**				
٣-٣-٢	الإزالة الجزئية للهياكل	الإجمالي	.....	.....	.....
٣-٣-٣	الهدم	مجموع محتمل	.....	.....	.....
٣-٣-٤	الجسور، والعبّارات، والهياكل الإنشائية الحالية الأخرى	الإجمالي	.....	.....	.....
٣-٣-٥	أنابيب المجاري	المتر الطولي	.....	.....	.....
٣-٣-٦-٥	الرصيف، أرصفة المشاة، البردورات، إلخ	متر مربع	.....	.....	.....
٣-٣-٧	الإنقاذ	مشمول	.....	.....	.....
٣-٣-٨	الهياكل الإنشائية المهجورة	الإجمالي	.....	.....	.....
٣-٣-٩	التخلص من المواد المهجورة	الإجمالي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٤	**الأعمال المؤقتة**				
٤-١	كل الأعمال المؤقتة	المدرجة في جدول العطاءات			

الرقم التسلسلي	عناصر العمل	الوحدات	الكمية	السعر لكل وحدة	الإجمالي
	الإجمالي				.....
٥	**خوازيق الأساسات المدقوقة**				
٥-٤-١	الخازوق المدقوق	متر طولي أو بالقطعة	.....	.....	.....
٥-٤-٢	اختبار حِمل الخازوق الساكن	بالقطعة	.....	.....	.....
٥-٤-٣	اختبار الخازوق الديناميكي (أثناء الدق)	بالقطعة	.....	.....	.....
٥-٥-١	الأعمدة المحفورة	المتر الطولي	.....	.....	.....
٥-٥-٢	قواعد الأساس لطرف الأنبوبة المتَّسع	الأمتار المكعبة	.....	.....	.....
٥-٥-٣	اختبار الأعمدة	المتر الطولي	.....	.....	.....
٥-٥-٤	اختبار طرف الأنبوبة المتَّسع	الأمتار المكعبة	.....	.....	.....
٥-٥-٥	ثقوب الاستكشاف	المتر الطولي	.....	.....	.....
٥-٥-٦	التغليف الدائم	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٨	**المراسي الأرضية**				
٨-١	المراسي الأرضية	بالقطعة	.....	.....	.....
٨-٦-١	اختبار التحقق	بالقطعة	.....	.....	.....
٨-٦-٢	اختبار الأداء	بالقطعة	.....	.....	.....
٨-٦-٣	اختبار الصمود	بالقطعة	.....	.....	.....
٨-٦-٤	اختبار الزحف	بالقطعة	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٩	**أنظمة الاحتجاز الأرضية**				
٩-٥-١	الجدران المصنوعة من الخرسانة المصبوبة في الموقع	متر مربع	.....	.....	.....
٩-٥-٢-١	جدران الخوازيق الصفائحية	متر مربع	.....	.....	.....
٩-٥-٢-٢	جدران الخوازيق الحديدية	المتر الطولي	.....	.....	.....
٩-٥-٣-١	الجدران الاستنادية	متر مربع	.....	.....	.....
٩-٥-٣-٢	الجدران الخلوية	متر مربع	.....	.....	.....

الرقم التسلسلي	عناصر العمل	الوحدات	الكمية	السعر لكل وحدة	الإجمالي
٤-٥-٩	الجدران الترابية المستقرة ميكانيكياً	متر مربع	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١١	**الهياكل الإنشائية الخرسانية**				
١١-٣-١	الخرسانة ذات الوزن العادي	متر مكعب	.....	.....	.....
١١-٣-٢	خرسانة خفيفة الوزن	متر مكعب	.....	.....	.....
١١-١١-١	فواصل الانكماش	المتر الطولي	.....	.....	.....
١١-١١-٢	وصلات التمدد	المتر الطولي	.....	.....	.....
١١-١٢-٢-١	بلاطة الاقتراب	متر مربع	.....	.....	.....
١١-١٢-٢-٢	تراكب سطح الجسر	متر مربع	.....	.....	.....
١١-١٥-١	الخرسانة مسبقة الصب	بالقطعة	.....	.....	.....
١١-١٦-١	الملاط والمونة	المبلغ الإجمالي	.....	.....	.....
١١-١٩-١	الخرسانة للهياكل الصغيرة	متر مكعب	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٢	*** حديد التسليح**				
١٢-٢-١	حديد التسليح المطلي	طن	.....	.....	.....
١٢-٢-٢	حديد التسليح غير المطلي	طن	.....	.....	.....
١٢-٢-٣	قضبان التسليح من الفولاذ المقاوم للصدأ	طن	.....	.....	.....
١٢-٢-٤	قضبان حديد التسليح الفولاذي منخفضة الكربون والكروم	طن	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٣	**الإجهاد السابق**				
١٣-١	الخرسانة سابقة الإجهاد المصبوبة في الموقع	متر مكعب	.....	.....	.....
١٣-٢	الخرسانة مسبقة الصب والإجهاد	بالقطعة	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٥	**المنشآت المعدنية**				

الرقم التسلسلي	عناصر العمل	الوحدات	الكمية	السعر لكل وحدة	الإجمالي
١٥-٣-١	الحديد الإنشائي	كيلوجرام	.....	.....	.....
١٥-٣-٢	مثبتات عالية المقاومة	كيلوجرام	.....	.....	.....
١٥-٣-٣	موصلات شد مسامير اللحام	كيلوجرام	.....	.....	.....
١٥-٣-٤	المطروقات المعدنية وأعمدة الفولاذ	كيلوجرام	.....	.....	.....
١٥-٣-٥	المصبوبات المعدنية	كيلوجرام	.....	.....	.....
١٥-٣-٦	المصبوبات الحديدية	كيلوجرام	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٢٢	**الطلاء**				
٢٢-٢	طلاء الأسطح المعدنية	الإجمالي	.....	.....	.....
٢٢-٣	طلاء الأسطح المجلفنة	الإجمالي	.....	.....	.....
٢٢-٤	طلاء الأسطح الخرسانية	متر مربع	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٢٠	**معدات المحامل**				
٢٠-٣-١	معدات المحامل	كيلوغرام أو وحدة	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٨	**طبقات الفواصل العازلة لأسطح الجسر**				
١٨-١	سدادات فواصل السطح	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٢١	**الدرابزين**				
٢١-٢-١	الدرابزين	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٩	**مقاومة المياه**				
١٩-٢-١	مقاومة المياه	متر مربع	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٠	**حماية الميل**				

الرقم التسلسلي	عناصر العمل	الوحدات	الكمية	السعر لكل وحدة	الإجمالي
١٠-٣-١	دكة الحجارة	متر مربع	.....	.....	.....
١٠-٣-٢	دكة الحجارة المثبت بالأسلاك (الجدران الحجرية)	متر مربع	.....	.....	.....
١٠-٣-٣	نسيج المرشح	متر مربع	.....	.....	.....
١٠-٣-٤	دكة الحجارة بأكياس الخرسانة	مكعب	.....	.....	.....
١٠-٣-٥	رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة في الموقع	متر مربع أو متر مكعب	.....	.....	.....
١٠-٣-٦	المونة الذي يوضع بالهواء المضغوط	متر مربع أو متر مكعب	.....	.....	.....
١٠-٣-٧	رصف المنحدر بالخرسانة المصبوبة مسبقًا	متر مربع	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٤	**المونة الذي يتم وضعه بالهواء المضغوط**				
١٤-٤-١	الخرسانة المقذوفة	متر مربع أو متر مكعب	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
٢٣	**إنشاء الأنفاق**				
٢٣-١	الأنفاق الخرسانية والحديدية	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٧	**المجاري المعدنية**				
١٧-١	المجاري المعدنية	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
١٦	**القنوات الخرسانية**				
١٦-١	القنوات الخرسانية	المتر الطولي	.....	.....	.....
	الإجمالي				.....
	$\Sigma Total$				.....

* لا تُضمّن كتلة التسليح المستخدمة في عناصر مثل الدرابزين والعناصر مسبقة الصب، حيث يضمن الدفع مقابل التسليح في سعر العقد للعنصر.

الملحق ج - مسرد المصطلحات:

اتفاقية تكميلية - هي اتفاقية كتابية مع المقاول تغطي التغييرات في الخطط، أو المواصفات أو الكميات أو أي مزيج منها ضمن نطاق العقد، وتضع أساس الدفع والتعديلات الزمنية للعمل المتأثر بالتغييرات.

الإجازات والعطلات الرسمية - جميع الإجازات المعترف بها، والعطلات الوطنية، وأيام الراحة، والعادات الدينية المعترف بها رسمياً من قبل المملكة.

إجراءات ضمان الجودة - إجراءات محددة لاختيار العينات والاختبار والقياس والتقييم لتحديد درجة المطابقة لمتطلبات المواصفات فيما يتعلق بالجودة والكمية.

إجمالي طول المرساة - طول غير مربوط، إضافة إلى رابطة الوتر.

أجهزة مرساة - أسافين أو صواميل برأس مرساة تُثبت الحديد مسبق الإجهاد.

اختبار إثبات - تحميل تزايدي للمرساة، وتسجيل الحركة الكلية للمرساة عند كل زيادة.

اختبار أداء - اختبار تحميل دوري تزايدي للمرساة، مع تسجيل الحركة الكلية للمرساة عند كل زيادة، بما في ذلك حمل المواءمة.

إرساء (تثبيت) - نظام مشترك من رأس المرساة ولوح التحميل والبوق والحماية من صدأ الإرساء يُستخدم لنقل القوة سابقة الإجهاد من الحديد مسبق الإجهاد إلى سطح الأرض أو المنشأة الداعمة.

أرض أصلية - سطح الأرض المباشر قبل بدء العمل المقترح.

استبيان - نماذج محددة يقدّم المقاول من خلالها المعلومات المطلوبة بشأن قدرته على أداء العمل وتمويله.

إعادة إنشاء طبقة السطح - تقنية صيانة تتضمن وضع طبقة جديدة أو أكثر على سطح موجود بدلًا من استبدال هيكل الرصف بالكامل؛ لإطالة عمر خدمته وتعزيز السلامة.

إعادة معالجة - تجديد سطح موجود عن طريق خدشه، وإعادة خلطه باستخدام مادة إضافية أو من دونها، ونقله.

إعلان عن عطاءات أو إخطار المقاولين - إعلان عام يدعو إلى تقديم عطاءات للعمل المراد تنفيذه أو المواد المراد توفيرها، حسبما يقتضي القانون.

أمانة بلدية - نظام خدمات للجهة القانونية يتمتع بالاستقلال المالي والإداري، ويرأسه مسؤول يسمى الأمين الذي يضطلع بالمهام المفوضة إليه التي تحددها قرارات التكليف.

أمر عمل إضافي - أمر تغيير يتعلق بأداء العمل أو تجهيز المواد التي تنطوي على عمل إضافي. ويجب تنفيذ هذا العمل الإضافي بالأسعار المتفق عليها، أو على أساس حساب تنفيذه من الموارد الذاتية كما هو منصوص عليه في مكان آخر من هذا الكود.

أيام متتالية - يومان تقويميان أو أكثر يتبع أحدهما الآخر.

برنامج عمل - جدول عمل يعده المقاول ويقدمه إلى المهندس؛ للموافقة عليه قبل بدء العمل. ويجب أن يُظهر البرنامج المعدات وترتيب الإجراءات والطرق التي يقترح المقاول استخدامها لتنفيذ العمل.

برنامج قبول - تشمل جميع العوامل تحديد الجهة لدرجة الامتثال لمتطلبات العقد وقيمة المنتج. وتشمل هذه العوامل اختيار العينة والاختبار والقياس والفحص من قِبل الجهة أو تحت إشرافها. كما يجب أن تتضمن هذه العوامل نتائج تم التحقق منها لاختيار عينات المقاول واختبارها.

بلدية المنطقة (الأمانة) - كيان قانوني يتمتع بالاستقلال المالي والإداري له ميزانيته المستقلة، ويخدم المدينة والقرى ذات الصلة المنشأة بموجب قرار وزاري صادر عن وزير الشؤون البلدية والقروية والإسكان.

بند رئيس - أي بند تزيد قيمته الأصلية في العقد عن ١٠٪ من إجمالي سعر العطاء بالعقد.

بند عقد (بند عمل) - وحدة عمل موصوفة بشكل خاص، ويتوفر سعر الوحدة لها في مستندات العقد.

بنية سفلية - كل تلك الأجزاء من المنشأة الموجودة أسفل محامل الكمرات ذات البحور البسيطة والمستمرة، والتواءات الأقواس وقمم قواعد الإطارات الصلبة، وتتضمن الجدران الخلفية وجدران المجنحة وحواجز حماية الأجنحة.

بنية فوقية - الأجزاء الهيكلية للجسر التي توفر الامتداد الأفقي.

تاريخ - اليوم والشهر والسنة المحسوبة وفقًا للتقويم الهجري، والتاريخ المطبق المقابل للتقويم الميلادي.

تاريخ انتهاء محدد - تاريخ محدد لاستكمال العمل المحدد في عقد المشروع.

تحدب - قوس طفيف مصمم أو مدمج في هيكل إنشائي للتعويض عن الانحراف الطبيعي بعد التحميل.

تحويلة - التحويلات المؤقتة التي تستوعب حركة المرور حول المناطق المحظورة أو المحدودة الوصول، مثل مواقع الإنشاء.

الترسية - قبول رسمي من قبل وزارة النقل والخدمات اللوجستية في المملكة العربية السعودية لأحد عطاءات أعمال إنشاء الطرق.

تسليح - حديد مطمور في بلاطة رصف صلبة وفي المنشآت الخرسانية لمقاومة إجهادات الشد وفتحات الشقوق الضارة.

تسليم مؤقت - قبول مشروط من قِبل الوزارة لإكمال جزئي أو كلي للعمل كما هو مصرح به في الشروط العامة للعقد.

التصدع - نوع من عيوب الرصف الخرساني، يُلاحَظ -عادةً- في الرصفيات الخرسانية العادية ذات الفواصل(JPCP) ، ويُعرّف على أنه اختلاف في الارتفاع عبر فاصل أو شق عرضي، وينتج -عادةً- عن مجموعة من العوامل مثل النقل غير الفعال للحمل عند الفواصل، وضخ الألواح، وتسويات الألواح، والتجعد، والالتواء، والظروف غير الملائمة لدعم القاعدة.

التعلية الجانبية - ميل في الاتجاه العرضي لرصف الطريق .

تفاصيل أسعار - عرض المقاول المقدم إلى الوزارة والذي يوضح تكاليف جميع البنود المشار إليها في جدول الكميات ويصف تفاصيل محتويات التكلفة لكل بند عمل.

توجيه - رسالة خطية رسمية، لها حالة تعاقدية، من المهندس إلى المقاول فيما يتعلق بأي مرحلة من مراحل العقد والعمل أو جميعها، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التقدم المحرز والموافقات وعمليات الرفض والإجراءات والطرائق والسلامة وما إلى ذلك.

جدول الكميات - وثيقة مستخدمة في المناقصات في مجال الإنشاءات، تتضمن جدولًا فيه تفصيل المواد وبنود العمل والكميات المقدرة والوحدات والتكاليف الفردية والإجمالية، ويوضَع الجدول بعد اكتمال التصميم.

جزء - عنوان فرعي فوري لجزء من هذا الكود يتكون من أجزاء فرعية و/أو أقسام فرعية و/أو فقرات تحدد التفاصيل والمتطلبات الأساسية أو الضرورية لتشكيل المواصفات. وتنقسم المواصفات إلى أجزاء، وتنقسم الأجزاء بدورها إلى أجزاء فرعية وأقسام فرعية وفقرات.

جسر - هيكل إنشائي يشتمل على دعامات أقيمت فوق منخفض أو عائق مثل: مياه أو طريق أو سكة حديدية. يوجد فيه سكة أو ممر لنقل المرور أو غيره من الأحمال المتحركة، وفيه فتحة تُقاس على طول مركز الطريق يزيد طولها عن ٦ أمتار بين الدعامات السفلية أو الخطوط النابضية للأقواس أو النهايات الطرفية لفتحات الصناديق المتعددة. وقد يشمل أيضًا أنابيب متعددة، حيث تكون المسافة الخالية بين الفتحات أقل من نصف الفتحة الملاصقة الأصغر.

جص أساسي - جص قائم على الأسمنت البورتلاندي المحقون في ثقب المرساة؛ قبل أو بعد تركيب وتر المرساة لضمان نقل القوة إلى الأرض المحيطة على امتداد طول رابطة الوتر.

جلمود - شظية صخرية، وعادةً ما تكون مُدورّة عن طريق التجوية أو البري، ويُحتفَظ به في منخل مقاسه: ٧٥ م.

جهاز تمركز - جهاز يدعم الوتر ويضعه في فتحة الحفر؛ بحيث يُوفَّر الحد الأدنى من غطاء الجص.

جهاز نقل الأحمال - وسيلة ميكانيكية مصممة لنقل الأحمال عبر فاصل.

حائط احتجاز - جدار موجود في نهاية العبّارة؛ لمنع الأتربة من الانسكاب في القناة.

حد أدنى من قوة الشد القصوى المضمونة (MUTS) - الحد الأدنى من حمل الكسر المضمون للحديد مسبق الإجهاد على النحو المحدد في المواصفة المحددة.

حديد مسبق الإجهاد - أوتار، مجموعة من الأوتار مجتمعة لتشكيل كابل، أو قضيب حديدي شديد القوة.

حرم الطريق (ROW) – ١- الحق القانوني من قبل مالك الأرض، أو الاستخدام لمدة طويلة (أي: إلزاميًا) لعبور مسار محدد عبر ممتلكات مملوكة لشخص آخر. ٢- العرض الكامل بين حدود شريط من الأرض المشغولة أو التي يعتزم أن يشغلها طريق، أو رصيف، أو ممر، أو سكة حديد، أو خط نقل كهربائي، أو خط أنابيب نفط، أو غاز، أو خط مياه، أو مجاري عاصفة صحية، أو استخدامات أخرى مماثلة.

حصة - وحدة إنتاج، أو مجموعة من الوحدات أو الحُزم الأخرى، تؤخذ للمُعاينة أو إجراء الفحص الإحصائي، وتتمتع بإحدى الخصائص الشائعة أو العديد منها، ويمكن فصلها بسهولة عن الوحدات المماثلة الأخرى.

حفاظ على اتساق الحمل - الحفاظ على حمل الاختبار في حدود ٥٪ من القيمة المحددة.

حمل اختبار (TL) - أقصى حمل تتعرض له المرساة في أثناء الاختبار.

حمل تصميمي - الحد الأقصى من الأحمال المتوقعة التي يجب أن يدعمها الهيكل الإنشائي.

حمل رفع - فحص الحمل (حمل الرفع) في الوتر في أي وقت محدد باستخدام الرافعة الهيدروليكية، عن طريق رفع رأس المرساة عن لوحة التحميل.

حمل قفل - قوة الإجهاد المسبق في المرساة مباشرةً بعد نقل الحمل من الرافعة إلى نقطة تثبيت الإجهاد.

حمل مواءمة (AL) - الحد الأدنى الاسمي للحمل المطبق على مرساة في أثناء الاختبار للحفاظ على تثبيت جهاز الاختبار بشكل صحيح.

خرسانة ثانوية - خرسانة غير إنشائية كما هي مُحددة في المخططات أو في المواصفات.

خرسانة مقذوفة - تُنقل الخرسانة أو المونة عبر خرطوم وتُقذف هوائيًا بسرعة عالية على سطح؛ لتحقيق الضغط.

خط الخلوص - الخط الذي لا تظهر فيه أي نقطة صخرية في أعمال الحفر المكتملة. وفي حالة عدم وجود خط خلوص في الرسومات، يجب تقديره على أنه الحد الخارجي للحد الأدنى من سُمك الخرسانة الموضح.

خط مركزي - الخط المحدد والممسوح الموضح في المخططات الذي يُتحكَّم من خلاله في إنشاء الطريق.

خطة قبول - طريقة محددة للمعاينة والقياس والاختبار إلى جانب معايير قبول مجموعة مواد أو الإنشاء.

دعامة مؤقتة - أضلاع حديدية، أو مواد تغليف حديدية، أو خرسانة مقذوفة أو خرسانة أو تدعيم حديد التسليح أو مسامير صخرية أو غيرها من الوسائل المستخدمة؛ لمنع المواد الأرضية من السقوط أو الانتقال إلى المنطقة المحفورة. ولا يلزم أن تشتمل على بطانة دائمة طلبها المهندس، ولكن يلزم أن تكون مدمجة في الدعامة الدائمة حسب طلب المهندس.

دُفعة - هو جسم من المواد تُمزج فيه المكونات معًا بشكل منتظم وفي وقت واحد.

دكة حجارة - غطاء واقٍ من صخور الجلمود المتدرجة، وقطع من الخرسانة أو الحجارة، مع ملاط أو من دونه؛ لمنع التعرية.

الدمك (الرصّ) - الدمج النشط أو الميكانيكي للكتلة بواسطة مدحلة (رصّاصة)، أو الدمك، أو غيرها من الوسائل المماثلة.

دولة - الدولة أو مناطق في المملكة العربية السعودية من المقرر تنفيذ العمل المحدد فيها.

رأس مرساة - الجهاز الذي ينقل قوة الإجهاد المسبق بشكل دائم من الحديد مسبق الإجهاد إلى لوح التحميل.

ردم - المواد المستخدمة لاستبدال المواد التي أُزيلت في أثناء الإنشاء أو عملية الاستبدال نفسها، وقد تشير أيضًا إلى المادة الموضوعة أو عملية وضع مواد بجوار المنشئات.

رسومات تنفيذية - خطط التصنيع لأي جزء من العمل، وتتضمن على سبيل المثال لا الحصر: العناصر الخرسانية مسبقة الصب أو العناصر الحديدية الإنشائية أو العناصر المعدنية الأخرى وتوصيلاتها التي يجب على المقاول تسليمها للمهندس.

رسومات عمل - أوراق الجهد، أو الرسومات التنفيذية، أو خطط التركيب أو خطط الدعائم أو خطط السدود المؤقتة أو رسومات الانحناء لحديد التسليح أو أي مخططات تكميلية أخرى أو بيانات مماثلة يجب على المقاول تسليمها إلى المهندس لاعتمادها.

زاوية الانحراف - الزاوية بين خط الوسط للدعامة والخط العمودي على خط الوسط للطريق.

سبخة - منطقة مسطحات ساحلية أو رملية أو طينية تتراكم فيها المعادن المتبخرة والمالحة نتيجةً للمناخ شبه الجاف إلى الجاف، وتوجد في شمال أفريقيا والمملكة العربية السعودية.

سرب - نفق صغير الحجم تم حفره؛ للتحقق من حالة الصخور قبل تصميم دعامة النفق. ويكون مفتوحًا أو مغلقًا في النهاية. وبشكل عام، يكون أفقيًا أو مائلاً.

سطح الجسر – ١- مكون، قد يتضمن طبقة سطحية، يدعم أحمال العجلات بشكل مباشر. ٢- طبقة سطحية من الخرسانة وحديد التسليح على الجسر.

سعر عرض بموجب العقد - إجمالي المنتجات للكميات التقريبية من بنود العمل المدرجة في العرض وعطاء أسعار الوحدات المعنية في العرض.

شهادة ضمان - بيان موقَّع من قِبل شخص لديه سلطة قانونية لإلزام شركة أو مورِّد بمنتجها. ويجب أن تنص هذه الشهادة على أن مواصفات المواد ونتائج الاختبار تتوافق مع المتطلبات المحددة في (AASHTO) و/ أو (ASTM) و/أو المسميات الأخرى ذات الصلة.

ضامن - بنك معتمد من قِبل حكومة المملكة العربية السعودية، ويقدم الضمانات المطلوبة في مستندات العقد.

ضبط الجودة - وتُعرف أيضًا باسم مراقبة العمليات، وهي نظام أو عملية إجراء القياسات، وأخذ العينات، وإجراء الاختبار وتقييم نتائج الاختبارات والقياسات التي تحدد مستوى مطابقة مادة أو عملية أو منتجٍ ما لمتطلبات جودة محددة.

ضمان - شركة أو شراكة أو فرد بخلاف المقاول ينفذ ضمان العطاء المقدم من المقاول.

ضمان أداء - نموذج الضمان المعتمد الذي ينفذه المقاول وكفيله أو كفلائه، والذي يضمن التنفيذ الكامل للعقد وجميع الاتفاقيات التكميلية المتعلقة به، وسداد جميع الديون القانونية المتعلقة بإنشاء المشروع.

ضمان أداء بموجب العقد - سند يقدمه المقاول وكفيله؛ لضمان أداء العمل وفقًا للعقد.

ضمان الجودة - مجموعة من الإجراءات المخططة والمنهجية (مثل: التخطيط، والتصميم، ووضع الخطط والمواصفات، والإعلان عن العقود ومنحها، والإنشاء، والصيانة، وتفاعلات هذه الأنشطة) اللازمة لضمان أداء منتج أو مرفق أو خدمة وفقا لمتطلبات محددة للجودة أو الخصائص بأكثر الطرق الممكنة كفاءةً واقتصادا وملاءمةً.

ضمان دفع بموجب العقد - سند يقدمه المقاول وكفيله لضمان سداد الديون التي يغطيها السند.

ضمان عطاء - ضمان مُقدَّم مع العطاء؛ لضمان أن مقدم العطاء سيدخل في عقد إذا قُبِل عطاؤه، ويشتمل على النماذج المحددة التي يجب على المقاول فيها تقديم المعلومات المطلوبة حول قدرته على تنفيذ العمل وتمويله.

ضمانات عقد - سندات معتمدة يقدمها المقاول وكفيله وينفّذانها؛ لضمان إتمام العقد وفقًا لشروطه.

طبقة تسوية - طبقة المواد الموضوعة على سطح قائم لإزالة عدم الانتظام قبل وضع طبقة تكسيه.

طبقة رابطة - الطبقة السفلية من السطح تتكون من مواد مخلوطة في المصنع من الركام المتدرج والمواد البيتومينية.

طول الإجهاد الحر (غير المترابط) - الطول المصمم للوتر غير المرتبط بالأرض المحيطة أو المونة في أثناء الإجهاد.

طول الجسر - طول هيكل الجسر الإنشائي هو: الطول الكلي المُقاس على طول خط المسح الذي يتمركز من الخلف إلى الخلف في الجدران الخلفية للدعامات -إن وجدت- أو بخلاف ذلك، يتمركز بين نهايتي أرضية الجسر؛ ولكن لا يقل بأي حال من الأحوال عن الفتحة الصافية الكلية للهيكل الإنشائي.

طول رابطة - طول مرساة الأرض الملتصقة بالأرض التي تنقل قوة الشد إلى التربة أو الصخر.

عامل فوهة - (في عملية الخلط الجاف) هو فرد أظهر المعرفة والقدرة على وضع الخرسانة المقذوفة للخلطة الجافة بشكل صحيح.

عبَّارة - هيكل إنشائي يُشيَّد أسفل الطرق أو السكك الحديدية، ويُحاط بالتربة أو الأرض لنقل المياه، عادةً من أحد جانبي الطريق إلى الجانب الآخر، وتحريك جريان مياه الأمطار على طول الطرق أو تحتها أو بعيدًا عنها.

عرض - عرض يقدمه مقدم العطاء، بناءً على النموذج المحدد؛ لأداء أعمال الإنشاء المذكورة بالأسعار المعروضة.

عرض طريق الجسر - العرض الصافي المُقاس بزوايا قائمة عمودية على الخط المركزي الطولي للجسر بين أسفل البردورات أو الرافعات الخشبية الواقية.

عشوائي - يتعلق بعناصر أو أحداث ذات احتمالية محددة لحدوثها، أو تتضمنها.

عقد ومستندات العقد - الاتفاقية المكتوبة بين وزارة النقل والخدمات اللوجستية والمقاول، والتي تحدد التزامات الأطراف بموجب هذه الاتفاقية؛ لأداء العمل المحدد. ويتضمن العقد العرض، ونماذج العقد ومستنداته، والمواصفات، والمواصفات التكميلية، والشروط الخاصة، والشروط العامة والتفصيلية، وإشعار بالبدء في العمل، بالإضافة إلى أي أوامر تغيير واتفاقيات تكميلية مطلوبة؛ لإكمال إنشاء العمل بطريقة مقبولة، بما في ذلك التمديدات المصرح بها، وتُصنف هذه المستندات الأخرى بموجب النظام أو المراجع على أنها جزء من العقد، وتشكل كلها أداة واحدة.

عمل - يعني العمل توفير جميع العمالة والمواد والمعدات والنفقات الأخرى اللازمة أو الملائمة لإنجاز المشروع بنجاح وتنفيذ جميع الواجبات والالتزامات التي يفرضها العقد.

عمل إضافي - عمل إضافي أو جديد غير المنصوص عليه في العقد على النحو الموصوف، ولكن أمرت به الوزارة لاحقًا لإكمال المشروع على نحوٍ مرضٍ ضمن نطاقه المقصود.

عمل مُنفذ من الموارد الذاتية - عمل مدفوع مقابل سداد التكاليف الفعلية للعمالة والمواد واستخدام المعدات المتكبدة في أداء العمل، وفقًا للتوجيهات، بما في ذلك نسبة مئوية من النفقات العامة والأرباح -حسب الاقتضاء-.

عملية لفظية - أي بيان سجل مكتوب يتعلق بأعمال العقد، ويوقّع عليه المهندس والمقاول.

عينة - مجموعة فرعية تمثيلية من إجمالي السكان مستخدمة لتحليل البيانات، وتُستخدم إحصائيات (المتوسط، الانحراف المعياري) العينة لتقريب المعلمات الحقيقية للسكان.

فاصل - مستوى عمودي مصمم للفصل، أو الضعف.

فاصل إنشاء - وصلة أصبحت ضرورية بسبب انقطاع طويل في صب الخرسانة.

فاصل طولي - فاصل يوضع عادةً بين مسارات المرور للتحكم في التشقق الطولي.

فتحات عمودية (Shafts) - مداخل عمودية تستخدم بشكل عام للوصول.

فترة الصيانة - هي: فترة الصيانة المقاول المذكورة في العقد، وتُحتسب من تاريخ الانتهاء من العمل على النحو الذي تعتمده لجنة الاستلام المؤقتة.

فترة العقد - الوقت المسموح به لإتمام العقد، بما في ذلك تمديدات الوقت المصرح بها. وعندما يُعرَض تاريخ تقويمي للإتمام في العطاء بدلاً من عدد أيام العمل أو الأيام التقويمية، تكون فترة العقد هي الفترة بين العملية اللفظية لتسليم الموقع إلى تاريخ الإتمام.

الفحص البصري - هو: فحص يُستخدم في صيانة الرصف، يهدف إلى تحديد متطلبات إصلاح الرصف (مثل إصلاح الشقوق والحفر السطحية) باستخدام أي من الحواس البشرية المجردة أو جميعها، مثل: الرؤية والسمع واللمس والشم، و/أو أي معدات فحص غير متخصصة.

فواصل التمدد - نوع من الفواصل المبنية في الاتجاه العرضي للرصفيات الخرسانية؛ للسماح للبلاطة بالتمدد دون حدوث تشقق بسبب الإجهاد الانضغاطي الحاصل.

فوهة - مرفق في نهاية خرطوم التوصيل يتم من خلاله صب الخرسانة المقذوفة بسرعة عالية.

قضبان الدسار - قضبان حديدية قصيرة تستخدم في الرصفيات الخرسانية؛ لإجراء التوصيل الميكانيكي المناسب، ونقل الحمل بين البلاطات الخرسانية، ولمنع الانتفاخ والتصدع.

قيمة العقد أو مبلغ العقد - إجمالي سعر العطاء في العقد، والذي روجع ليشمل التغييرات الناتجة عن التجاوزات في الإنفاق والنفقات أقل من المبالغ المرصودة في بنود العقد، بالإضافة إلى مجموع جميع الاتفاقيات التكميلية المعتمدة وأوامر حساب تنفيذ المشروع من الموارد الذاتية.

كثافة - الوزن لكل حجم وحدة لمادة معبر عنها بالكيلوجرامات لكل متر مكعب أو الجرامات لكل سنتيمتر مكعب.

كوّه تصريف - فتحة في دعامة أو جدار استنادي لتخفيف الضغط الهيدروليكي الناجم عن المياه الجوفية.

لوح تحميل - لوح حديدي يوزع بالتساوي قوة المرساة الأرضية على الهيكل الإنشائي.

ما بعد الحشو بالمونة - إعادة حشو المرساة بالمونة بعد ضبط المونة الأساسية.

مجلس بلدي/ قروي - جهة قانونية تتمتع بالاستقلال المالي والإداري ولها ميزانيتها الخاصة المشكّلة لخدمة مجموعة من القرى ويكون مقرها الرئيسي في إحدى تلك القرى.

محتوى الرطوبة - النسبة المئوية -حسب الوزن- للمياه الموجودة في التربة أو غيرها من المواد، وعادةً ما تستند إلى الوزن الجاف.

مختبر - معمل الاختبارات التابع للجهة أو أي معمل اختبار آخر يعينه المهندس.

مخططات ورسومات - رسومات العقد التي توضح الموقع والطابع والأبعاد وتفاصيل العمل المحدد، بما في ذلك: التخطيطات، والمقاطع الطولية، والمقاطع العرضية، وتفاصيل أخرى، أو نسخ منها.

مدى الأحمال - هو مدى قدرات الأحمال؛ بحيث لا تزيد فيه قدرة الحمل عن ضِعف أدنى قدرة حمل.

مرساة أرضية - نظام، يشار إليه باسم رباط أو مرساة، يستخدم لنقل أحمال الشد إلى التربة أو الصخور. وتتضمن المرساة الأرضية جميع أنواع الحديد مسبق الإجهاد، وأجهزة الإرساء والجص والطلاء والأغلفة والمقرنات في حالة استخدامها.

مرساة تجريبية - مرساة مُركَّبة قبل تركيب مراسي الإنتاج، ومن ثمَّ تحميلها للتحقق من معلمات التصميم.

مرساة دائمة - أي مرساة سابقة الإجهاد مخصصة للاستخدام الدائم، والتي يزيد عمر خدمتها عمومًا عن ٢٤ شهرًا.

مرساة مؤقتة - مرساة سابقة الإجهاد مخصصة للاستخدام المؤقت وبعمر افتراضي يقل عادةً عن ٢٤ شهرًا. ويلزم أن تتطلب المراسي المؤقتة المثبتة في بيئات تبعث على التآكل حماية من التآكل.

مُركّب معالجة - سائل يُرش أو يُستخدم بطريقة أخرى على الخرسانة المصبوبة حديثًا ويؤخر فقدان الماء في أثناء المعالجة.

مسار مرور - جزء من طريق سالك لحركة سير خط واحد من المركبات.

مستندات عطاء - نموذج معتمد تطلب الوزارة من خلاله إعداد العطاءات وتقديمها للعمل.

مستوى الجودة المرفوض (RQL) - مستوى نسبة المجموعة المعيبة الذي يكون العمل غير مقبول عنده/ أو أعلى منه.

مستوى الجودة المقبول (AQL) - مستوى نسبة المجموعة المعيبة الذي يُعد العمل مُرضيًا عنده/ أو أقل منه.

مشرف - ممثل المقاول المُفوَّض بتولي المسؤولية عن العمل.

مُضاف (المادة المضافة) - مادة أو عامل يستخدم في خلطة، مثل: الخرسانة أو خلطات الأسفلت أو الطين؛ لتوفير خاصية محددة وتكثيف أداء الخلطة. قد تكون تلك المادة بوزوليث أو مادة مضادة لعوامل التعرية، أو كلوريد الكالسيوم أو كلوريد الصوديوم أو أي مواد أخرى.

معادلة الخلط - النتيجة النهائية للتصميم الناجح لعملية الخلط، والتي تشمل تدرج الركام، ونوع طبقة ربط الأسفلت ونِسَبها.

معدات - جميع الآلات والمعدات، مع المستلزمات الضرورية للتشغيل والصيانة والحماية، وكذلك الأدوات والأجهزة اللازمة للإنشاء السليم والانتهاء المقبول من العمل.

مفتش - الممثل المعتمد للمهندس المكلف بإجراء الفحص التفصيلي للعمل.

مقاول - الفرد أو الشراكة أو الشركة أو المشروع المشترك المتعاقد مع الجهة المتعاقدة أو المالك لأداء العمل الوارد في وثائق العقد.

مقاول من الباطن - شخص أو منظمة أو شركة يستعين بها المقاول لتنفيذ جزء من العمل.

مقدم عطاء - فرد أو شركة أو شراكة أو منظمة أو أي مزيج مقبول من ذلك يقدم عرضًا للعمل المعلن عنه.

مقرنة - وسيلة يمكن من خلالها نقل قوة الإجهاد المسبق من طول جزئي لوتر إجهاد مسبق إلى آخر.

ملحق - تعديل أو مراجعة خطية لمستندات العقد أو الخطط الصادرة لمقدمي العطاءات بعد تاريخ الإعلان، وقبل التاريخ والوقت النهائيين؛ لتقديم العطاءات المشار إليها في (التعليمات المخصصة لمقدمي العطاءات).

ممشى جانبي (رصيف مشاة) - ذلك الجزء من الشارع بين خط حافة الرصيف، أو الخط الجانبي لجادة الطريق وخط الملكية المجاور، أو على ارتفاعات الملكية الخاصة المرصوفة، أو المحسّنة والمخصصة للاستخدام من قبل المشاة.

المملكة - المملكة العربية السعودية.

مناقصة وعطاء - عطاء أو عرض يقدمه مقدم العطاء - بناءً على النموذج المقرر-؛ لتنفيذ العمل وتجهيز العمالة والمواد بالأسعار المعلنة.

المنسوب - الارتفاع فوق مستوى سطح البحر أو أي مرجع آخر.

منشأة مؤقتة - أي منشأة مطلوبة للحفاظ على حركة المرور في أثناء القيام بإنشاء العمل، والتي ستُفكك -إذا لزم الأمر- عند الانتهاء من العمل.

المهندس - الشخص المفوض رسميًّا من الوزارة، ويعمل مباشرةً أو من خلال ممثلين مفوضين رسميًّا، ويتحمل مسؤولية الإشراف على تنفيذ الأعمال المدرجة في العقد وملاحقه. وتعني كلمة (المهندس) أينما وردت ممثل الوزارة المعتمد بالموقع.

مهندس محترف - مهندس يحملون ترخيص حكومي ساري المفعول تسمح له بتقديم خدمات هندسية مباشرة إلى العامة، ويتمتع بالخبرة في العمل الذي يتحمل مسؤوليته، ويتحمل المسؤولية القانونية عن تصميمات الهندسية، ويلتزم بمدونة قواعد الأخلاقيات لحماية الصحة والسلامة العامة.

مهندس موقع - ممثل للمقاول في الموقع مُفوَّض حسب الأصول لاستلام كافة تعليمات المهندس وتنفيذها، وكذلك الإشراف على كافة عمليات الإنشاء للمقاول وتوجيهها في جميع مراحل العمل.

مواد - أي مواد مخصصة للاستخدام في إنشاء المشروع وملحقاته.

مواصفات - وثيقة تصف المتطلبات الفنية الأساسية للعناصر أو المواد أو الخدمات، ويشمل ذلك إجراءات تحديد استيفاء المتطلبات.

مواصفات إضافية - إضافات ومراجعات على المواصفات العامة تُعتمَد بعد إصدار الكتاب المطبوع.

المواصفات العامة - المواصفات الحالية.

مواصفات خاصة - هي إضافات ومراجعات المواصفات العامة والتكميلية التي تغطي شروط مشروع فردي.

مواصفات قياسية - كتاب مواصفات معتمدة للتطبيق العام والاستخدام المتكرر.

مؤتمر ما قبل الإنشاء - مؤتمر ينظمه المهندس بينه وبين ممثلي المقاول قبل بدء العمل؛ لمناقشة الجدول الزمني للتقدم ومتطلبات إدارة العقد.

مؤشر جودة - عملية إحصائية تُحسب عند تطبيق إجراءات قبول المتغيرات؛ لتقدير مستوى الجودة المحقق بالفعل.

موقع – ١- جزء من طريق أو تقاطع فردي متجانس، على سبيل المثال: أجزاء من طريق مقسمة أو غير مقسمة، تقاطعات محكومة بإشارات مرورية أو غير محكومة بإشارات مرورية. ٢- منطقة من الأرض أو الموقع يُخطَّط للإنشاء عليها ويعمل فيها الأشخاص والمعدات أو تتضمن إجراء أي نشاط نباتي (مثل: القص، والمكافحة الكيميائية، والتقليم، وإزالة الأشجار) على حرم طريق تابع لوزارة النقل والخدمات اللوجستية أو بجواره.

مونة - خليط سائل من الأسمنت والماء أو من الأسمنت والرمل والماء، ويمكن تعديله بالرماد المتطاير المستخدم لملء الفواصل والفراغات.

مونة جافة - مونة يضاف فيها معظم ماء الخلط عند الفوهة.

ميل خلفي - في الحفر أو القطع، هو الميل من أسفل الخندق إلى الجزء العلوي من قطاع الحفر.

نسبة الماء إلى الأسمنت - نسبة ماء الخلط إلى الأسمنت في خلطة خرسانية معبراً عنه بالحجم أو الوزن، محسوبة من أجل تحديد قوة ومتانة الخرسانة عند معالجتها بشكل صحيح.

نموذج العرض - النموذج المحدد الذي يجب تقديم عرض مقدم العطاء على أساسه.

الوزارة - وزارة النقل والخدمات اللوجستية (MoTLS).

وضع حالي - الحالة المادية اعتبارًا من تاريخ الدعوة؛ لتقديم العطاءات لأي هيكل إنشائي أو طبقة أساس أو طبقة ما تحت الأساس، أو قاعدة ترابية، أو طريق، أو جسر، أو تحويلة، أو أي وحدة أخرى متأثرة بمشروع معين، أو طريق محدد.

يعاير - تحديد إعدادات المصنع التي ستوفر النسب الصحيحة لمكونات المواد المخلوطة في المصنع. بالإضافة إلى مقارنتها مع مواصفة أو التحقق من تدرجات مقياس أو أجهزة قياس أخرى.

يوم تقويمي - كل يوم يظهر في التقويم، يبدأ وينتهي عند منتصف الليل.

يوم عمل - يشير يوم العمل إلى أي يوم يمكن فيه للمقاول القيام بالعمل بشكل مادي وقانوني.

الملحق د - الاختصارات والرموز:

AASHTO	الاتحاد الأمريكي لمسؤولي الطرق والنقل الحكوميين
ACI	المعهد الأمريكي للخرسانة
AF&PA	الرابطة الأمريكية للغابات والورق
AISC	المعهد الأمريكي لتشييد الفولاذ
AL	حمل المواءمة
ANSI	المعهد الأمريكي للمواصفات الوطنية
API	معهد البترول الأمريكي
ASNT	الجمعية الأمريكية للاختبارات غير المدمرة
ASTM	الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد
AWS	جمعية اللحام الأمريكية
BS 6164	مدونة قواعد الممارسة للسلامة في شق الأنفاق في مجال الإنشاءات
CCRL	مختبر بحوث الخرسانة الأسمنتية
CE	تكافؤ الكربون
CFSTs	أنابيب حديدية مليئة بالخرسانة
CIRIA	جمعية البحوث والمعلومات في مجال الإنشاءات
CLS	تسجيل سرعة الصوت عبر الحُفر
CMP	أنابيب معدنية مموجة
CRSI	معهد حديد التسليح للخرسانة
DIN	المعهد الألماني للتوحيد القياسي
DL	حمولة تصميمية
EPV	قيمة الإجهاد المسبق الفعالة

FHWA	الإدارة الفيدرالية للطرق
HPC	خرسانة عالية الأداء.
HRM	ميتاكولين سريع التفاعل
ICR	المعهد الدولي لإصلاح الخرسانة
NIST	المعهد الوطني للمعايير والتقنية
NACE	الجمعية الوطنية لمهندسي التآكل
NATM	الطريقة النمساوية الجديدة للأنفاق
NDT	اختبار غير إتلافي
NDS	أنظمة رقمية للأخبار
NPFC	مركز النماذج والمطبوعات لسلاح البحرية
OIT	وقت تحريض الأكسدة
PCI	معهد الخرسانة سابقة الإجهاد
PVC	كلوريد متعدد الفينيل
PTFE	متعدد رباعي فلورو الإيثيلين
PTI	معهد الخرسانة لاحقة الشد
QCI	تأهيل واعتماد مسؤولي الفحص (اللحام)
RMS	جذر متوسط التربيع
SASO	الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة
SBC	كود الإنشاء السعودي
SSPC	مجلس طلاء المنشآت المعدنية
SI	الوحدات الدولية
SIDD	التركيب القياسي للتربة ذات التصميم المباشر
TBM	آلات حفر الأنفاق
UV	الأشعة فوق البنفسجية

W/C	نسبة الماء والأسمنت

الملحق هـ - الوحدات:

وحدات النظام الدولي		الوحدات البريطانية	
الطول			
nm	نانومتر		
µm	ميكرومتر		
mm	ملليمتر	in	بوصة
cm	سنتيمتر	ft	قدم
m	متر	yd	ياردة
km	كيلو متر	mi	ميل
المساحة			
mm^2	مليمتر مربع (ملم٢)	in^2in^2	بوصة مربعة
cm^2	سنتيمتر مربع	ft^2ft^2	قدم مربعة
m^2	متر مربع	yd^2	ياردة مربعة
ha	هكتار		
km^2	كيلومتر مربع		
الحجم			
mm^3	ملليمتر مكعب		
cm^3	سنتيمتر مكعب	in^3	بوصة مكعبة
m^3	متر مكعب	ft^3	قدم مكعب
l	لتر		
ML	ملليمتر		
الوزن			
mg	ملليجرام		
gr	جرام		
kg	كيلو جرام	lb	رطل
t	طن		
القوة			
N	نيوتن	lbf	قوة الرطل
kN	كيلو نيوتن	kip	كيلو رطل

الضغط			
Pa	باسكال	psi	رطل لكل بوصة مربعة
		pcf	رطل لكل قدم مكعب
KPa	كيلو باسكال		
MPa	ميجاباسكال		
الوقت			
s	ثانية		
min	دقيقة		
h	ساعة		
d	يوم		
week	أسابيع		
month	شهر		
yr	سنة		
درجة الحرارة			
C°	درجة مئوية	F°	درجة فهرنهايت
الزوايا			
°	درجة		
g	جراد		
التوصيل الحراري			
W/m•K	واط لكل متر كلفن	BTU/h·ft·°F	وحدة حرارية بريطانية لكل ساعة-قدم-فهرنهايت
السعة الحرارية			
J/kg·K	جول لكل كيلو جرام كلفن	BTU/lb·°F	وحدة حرارية بريطانية لكل ساعة رطل - فهرنهايت
غير ذلك			
km/h	كيلومترات لكل ساعة	mph (mi/h)	ميل في الساعة
m/s	متر في الثانية		

m/s^2	متر في الثانية المربعة		
m^3/s	متر مكعب في الثانية		
cm/min	سنتيمتر في الدقيقة		
mm^2/s	مليمتر مربع لكل ثانية		
Hz	هرتز		
kHz	كيلو هرتز		
MHz	ميجا هرتز		
GHz	جيجا هرتز		
dB	ديسيبل		
kJ	كيلوجول		
J	جول		
V	فولت		
W	واط		
C	كولوم		
Ω	أوم		
Ω·m	أوم . متر		
h/º	درجة لكل ساعة		
lm	لومن		
lx	لوكس		
cd	كانديلا		
cd/m^2	كانديلا لكل متر مربع		
$mcd/m^2/lx$	مللي كانديلا لكل متر مربع لكل لكس		
nit	نيت (كانديلا لكل متر مربع)		
l/m^2	لتر لكل متر مربع		
kg/m^2	كيلو جرام لكل متر مربع		

gr/m^2	جرام لكل متر مربع		
t·km	طن. كيلو متر		
ميجاباسكال	ملي باسكال ثانية		
Pa·s	باسكال ثانية		
cPs	سنتي بواز		
cST	سنتي ستوك		
Kg/ha	كيلوجرام لكل هكتار		
KPa/m	كيلوباسكال في المتر		
mg/l	ملليجرام/ لتر		
kg/m^3	كيلو جرام لكل متر مكعب	pci	رطل لكل بوصة مكعبة
		pcf	رطل لكل قدم مكعب
t/m^3	طن لكل متر مكعب		
kN/m	كيلو نيوتن لكل متر		
kg·cm	كيلو جرام - سم		
l/min	لتر في الدقيقة		
MPa/m	ميجا باسكال/ متر		
Pa·s	باسكال ثانية		
$kN-m/m^3$	كيلو نيوتن متر لكل متر مكعب	$ft-lbf/ft^3$	قدم- رطل لكل قدم مكعب
m/km	متر /كيلومتر	ft/mi	قدم لكل ميل
		in/mi	بوصة لكل ميل
mm/km	ميلليمتر/ كيلومتر		
mm/m	ميلليمتر/ متر		
rad/s	راديان في الثانية		
kg/cm^2	كيلو جرام لكل سنتيمتر مربع		
με	ميكروسترين		

		in/in/ºF	بوصة لكل بوصة لكل درجة فهرنهايت
غير ذلك			
pass/trip	عدد الركاب لكل رحلة		
PC	سيارة ركاب		
pc/hr	سيارات ركاب في الساعة		
pc/h/ln	مركبات ركاب في الساعة لكل مسار		
pc/km	مركبة ركاب لكل كيلومتر		
pc/km/ln	مركبات ركاب لكل كيلومتر لكل مسار		
pc/pm/pl	مركبات الركاب في الميل لكل مسار		
pcu/h	سيارات ركاب في الساعة		
ped	المشاة		
s/veh	الثواني لكل مركبة		
veh	المركبة		
veh/d	مركبة لكل يوم		
veh/km	مركبة لكل كيلومتر		
veh/km/ln	مركبة لكل كيلومتر لكل مسار		
veh/h	مركبة لكل ساعة		
veh/h/ln	مركبة في الساعة لكل مسار		
veh/ln/cycle	مركبة في المسار لكل دورة		
veh- km	مركبة كيلو متر		
vpmpl	مركبة في الساعة لكل مسار		
rpm	دورة في الدقيقة		
ppm	أجزاء في المليون		
pphm	جزء لكل مائة مليون		
dpi	نقطة لكل بوصة		
SAR	ريال سعودي		
SAR/veh-km	ريال سعودي لكل مركبة - كيلومتر		
SAR/VKT	ريال سعودي لكل مركبة لكل كيلومتر تقطعها		
SAR/h	ريال سعودي في الساعة		
mmhos/cm	ملليموزلكل سم		



كـــود الطـرق السعودي

إنشاء الطرق والجسور والأنفاق
كود الطرق السعودي ٤٠٢ -إنشاء الجسور والأنفاق

٢٠٢٣
الإصدار الأول