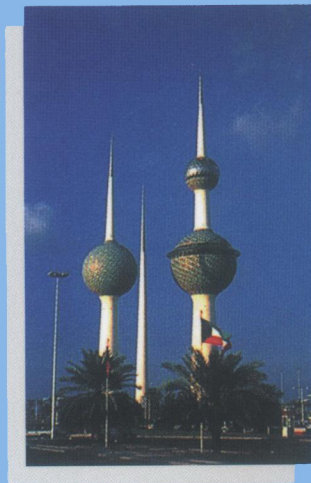


دليل تنفيذ إصلاحات الخرسانة



معهد الخرسانة الأمريكي - فرع الكويت
ص.ب : 12608 الشامية
71657 الكويت
هاتف : 2448975 - بدالة : 312
فاكس : 2428148
بريد إلكتروني : info@acikuwait.com



دليل تنفيذ إصلاحات الخرسانة

يقدم هذا الدليل معلومات عن تنفيذ إصلاحات الخرسانة إلى المهنيين الذين يعملون في مجال الإصلاح في الظروف الخاصة بالكويت.

إعداد:

أعضاء اللجنة العلمية الفرعية 03

عبد الحميد درويش
رئيس اللجنة

معتز الهواري عبد الوهاب روماني ناجي المطيري أمجد سعد أحمد عيسوي محمد حرب

أعضاء اللجنة العلمية

ناجي المطيري و معتز الهواري
(رئيسا اللجنة)

عبد الحميد درويش أحمد عيسوي أمجد سعد محمد حرب عبد الوهاب روماني

مراجعة الترجمة

معتز الهواري أمجد سعد

أعد هذا المستند فرع الكويت التابع لمعهد الخرسانة الأمريكي. ومع أنه يعكس سنوات من الخبرة والمعرفة القائمة على الظروف المحلية فقد تم توزيعه فقط كدليل للمهنيين.

يوصي فرع الكويت التابع لمعهد الخرسانة الأمريكي بأن يستخدم المهنيون تقديرهم ورؤيتهم في حالات معينة عند تطبيق توصيات هذا الدليل، ولن تكون ACI فرع الكويت مسؤولة في أي حالة عن أي تبعات.

أسهم في تمويل ترجمة وطباعة هذا الدليل



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

وهي «مؤسسة خاصة ذات نفع عام» أنشئت بموجب مرسوم أميري صدر في عام 1976 وبدعم مادي من الشركات المساهمة الكويتية. يدير المؤسسة مجلس إدارة يرأسه حضرة صاحب السمو أمير البلاد «حفظه الله» ويضم ستة أعضاء تختارهم الشركات المساهمة الكويتية لمدة ثلاث سنوات.

تنصب رسالة المؤسسة في مجالات التنمية البشرية والحضارية عبر برامج وأنشطة علمية لدعم الأبحاث والمؤتمرات والتدريب والنشر والثقافة العلمية، ولتطوير البنى التحتية في المؤسسات التعليمية والبحثية، ولإنشاء مراكز علمية متقدمة.

رقم الصفحةالمحتويات

4	مقدمة
6	الفصل 1- مواد الإصلاح
	1-1 الأهداف
	2-1 أنواع مواد الإصلاح
	3-1 معايير اختيار مواد الإصلاح
	4-1 قائمة بطرق الإصلاح ومواد الإصلاح المقابلة
12	الفصل 2- طرق الإصلاح
	1-2 الإعداد
	1-1-2 تدعيم الصلب
	2-1-2 الإجراءات العامة لإعداد السطح
	2-2 الإصلاح بدون تكبير القطاع
	1-2-2 الخرسانة بالرش
	2-2-2 الإصلاح اليدوي / التعبئة الجافة
	3-2-2 التشكيل والضح
	4-2-2 حقن الشقوق
	5-2-2 التشكيل والصب في الموقع لعمق كامل أو جزئي.
	6-2-2 إصلاح الخرسانة الإلكتروكيميائي (الإصلاح غير الإتلافي)
	3-2 الإصلاح مع تكبير القطاع
	1-3-2 القميص الخرسانى
	2-3-2 قطاعات الصلب القياسية أو صفائح الصلب أو القطاعات الحديدية التي سبق تصميمها وتشكيلها.
	3-3-2 الأشرطة البلاستيكية المسلحة بألياف الكربون (CFRP)
	4-3-2 بلاستيك مسلح بالألياف (FRP)
	5-3-2 شوتر كريت
33	الفصل 3- ضمان الجودة
37	الفصل 4- مستندات المناقصة
	1-4 صيغة العقد
	2-4 مستندات المناقصة
	3-4 طريقة القياس
	4-4 تكلفة الإصلاح
	5-4 الأوجه القانونية
41	المراجع

مقدمة

الإصلاح المتنوعة واشتراطات التطبيق. ومن أجل ربط طريقة الإصلاح بمواد الإصلاح المختارة فإن هناك قائمة أخرى بطريقة الإصلاح ومواد الإصلاح المستخدمة والأسماء التجارية لهذه المواد المتوفرة في السوق.

القسم الثاني: طرق الإصلاح:

إن هذا القسم مخصص للاستشاريين والمقاولين لاختيار أفضل طريقة إصلاح.

ويقدم هذا الدليل طرق الإصلاح المستخدمة في منطقة الخليج وفي الكويت. ومن أجل الاستفادة، يحتوي أيضاً على بعض طرق الإصلاح الأخرى المستخدمة في أنحاء العالم مثل: التشكيل والضحخ. بالإضافة لذلك، فإننا نقدم أحدث التقنيات في مجال الإصلاح الإلكتروني الكيميائي وإصلاح الخرسانة وحماية المنشآت البحرية في البيئة الملوثة بالكوريدات بشكل شديد.

ويتم مناقشة طرق الإصلاح بالتفصيل بدءاً من التابع المنطقي للتنفيذ وإعداد الطبقة السفلية وحماية حديد التسليح وبعد ذلك مناقشة تفصيلية لطرق الإصلاح.

يتم تصنيف طرق الإصلاح في فئتين رئيسيتين:

1 - الإصلاح بدون زيادة في القطاع الخرساني أو أبعاده، أي أن القطاعات آمنة ولها قدرة على الأحمال العملية.

2 - الإصلاح مع زيادة القطاع. وهي أقسام ليس لديها قدرة حمل كافية وتحتاج للتدعيم عن طريق زيادة القطاع.

ينبغي قراءة هذا الدليل الخاص بتنفيذ إصلاحات الخرسانة الذي أعده معهد الخرسانة الأمريكي، فرع الكويت-03 مع "دليل تقييم الإصلاحات الخرسانية" المعد من قبل معهد الخرسانة الأمريكي، فرع الكويت-01 لعام 1998. ويقدم هذا الدليل نطاقاً شاملاً للخدمات التي ينبغي أن تعلمها الأطراف التي تعمل في عملية إصلاح الخرسانة وهي: المالك والاستشاري والمقاولون والمستخدمون النهائيون للمنشأة. وبناءً على إفادات الطريقة الموضحة في هذا الدليل، ينبغي أن يكون المالك قادراً على:

- 1 - منع وتأمين سلامة المنشأ.
- 2 - زيادة عوائد الاستثمار عن طريق تمديد العمر الافتراضي للمشروع/البناء.
- 3 - اتخاذ القرار المناسب سواء كان بالإصلاح أو الهدم أو إعادة البناء.
- 4 - حصول المالك على الضمانات الخاصة اللازمة من مقاول الترميم.

ويختلف منهج هذا الدليل في تعامله مع عملية الإصلاح عن الطريقة التقليدية الخاصة بعقود المبلغ المقطوع. والغرض من محصلة ما كتب في هذا الدليل هو أن يستخدمها ويسترشدها بها كافة المهنيين الذين يعملون في مجال الإصلاح بما في ذلك استشاريو ومقاولو أعمال الخرسانة. يحتوي الدليل على أربعة أقسام رئيسية:

القسم الأول: مواد الإصلاح:

يعرف هذا القسم للاستشاريين معايير اختيار مواد الإصلاح. وبعد ذلك قائمة تلخص مواد

القسم الرابع: مستندات المناقصة:

يتناول هذا القسم الصيغة الموصى بها للعقود بناءً على الخبرة الكويتية في مشاريع الإصلاح المتنوعة لتجنب كافة المطالبات المستقبلية والحصول على عقد منصف ومتوازن بين المالك والمقاولين.

لقد أضفنا بعض البنود والتوصيات القانونية والتعاقدية والضمانات لحفظ حقوق المالك. وتختلف طريقة قياس أعمال الإصلاح المنجزة تماماً عن النوع التقليدي لعقود المبلغ المقطوع (المقطوعة)

وبناءً على التكلفة المقدرة للإصلاح والمعدة من قبل الاستشاريين، سوف يستطيع المالك اتخاذ القرار المناسب بشأن قيامه بالإصلاح أو الهدم أو إعادة البناء.

القسم الثالث: ضمان الجودة:

يتناول هذا القسم عملية ضمان الجودة قبل بدء أعمال الإصلاح. إن المهنيين مؤهلون مسبقاً ومختارون من هؤلاء الذين يعملون في مجال الإصلاح. ومن أجل مراقبة الجودة، يتم تطبيق الاختبارات القياسية للمواد المختارة للإصلاح أثناء تنفيذ أعمال الإصلاح. ومن أجل توثيق مناسب يتم تطبيق إجراءات إدارية لضمان مراقبة الجودة على الوسائل المقترحة والمصنعية حسبما هو موضح.

ومن أجل مصنعية مناسبة وتحت السيطرة يتم استخدام نماذج معتمدة مجسمة لضمان أن تتوافق مواد الإصلاح المختارة وطرق الإصلاح مع المنتج النهائي المحدد قبل التنفيذ على نطاق المشروع وفي النهاية تقييم أداء مواد الإصلاح بعد التنفيذ.

الفصل 1 - مواد الإصلاح:

1-1 الأهداف

إن اختيار المواد التي تلبي جميع الخواص والاحتياجات بعد عملية المسح الإنشائي للمبنى وتقييم قوى تحمل المبنى القديم أو العناصر الإنشائية المتضررة هي عملية معقدة، لأن بعضها يتطلب التقوية لضعف قدرة العناصر على تحمل الأحمال العملية أو قوة التحمل مع الاستعمال على المدى الطويل والبعض الآخر يتطلب معالجة قابلية نفاذ المواد الكيماوية أو أي أو كل من العناصر السابقة. ومن الأهمية بمكان تفهم مدى استجابة مادة الإصلاح إلى الأحمال العملية وحالة الأسطح واحتمال تعرضها إلى المواد الضارة.

2-1 أنواع مواد الإصلاح

- مونة أسمنت بورتلاندي مع الإضافات الخاصة.
- خرسانة أسمنت بورتلاندي مع الإضافات الخاصة.
- خرسانة أسمنت بورتلاندي معدلة بمادة ميكروسييليكا.
- أسمنت بورتلاندي معدل مع مواد اللاتكس (Latex).
- مونة وخرسانة أسمنت بورتلاندي معدلة بالبولىمر مع حشوات خاصة مانعة للارتخاء.
- ألواح أو قطاعات من الصلب.
- بلاستيك مدعم بالفايبرجلاس (FRP).
- أشرطة كربون مصفح (CFRP).
- مونة إيبوكسي.

- شوتركريت (الخرسانة بالرش باستعمال مضخات خاصة بالرش).

3-1 معايير اختيار مواد الإصلاح

- ينبغي أن تكون مادة الإصلاح متوافقة مع خواص الخرسانة القديمة.
- يجب أن تعمل مادة الإصلاح والخرسانة القديمة كقطاع واحد تحت أحمال الخدمة.
- إذا لم تتوافق مادة الإصلاح مع مواد الخرسانة القديمة، فإن مخاطرة الانفصال كبيرة وتكون مواد الإصلاح في هذه الحالة غير فعالة وتصبح حملا إضافيا على المنشأ القديم.
- وفيما يلي الأوجه الرئيسية للتوافق الكلي لمادة الإصلاح:

● التوافق في الأداء:

يجب أن تتوافق معاملات المرونة لمادة الإصلاح (علاقة الشد والجهد). ويجب أن تكون لقوة الانضغاط وقوة الشد وقوة التماسك لمادة الإصلاح قيم أعلى من الخرسانة المضيقة (الحد الأدنى الموصى به لقوة الانضغاط لمادة الإصلاح هو 27,6 4000 Psi-Mpa بعد 28 يوما).

● التوافق البيئي:

يجب أن تتميز مادة الإصلاح بخاصية عدم قابليتها لنفاذ أيونات الكبريتات وأيونات الكلوريدات وثاني أكسيد الكربون والرطوبة.

● التوافق في الأبعاد:

يتناول هذا البند مع التكامل وقوة التحمل الطويل الأجل لمادة الإصلاح. وعليه يجب أن يتوافق المعامل الحراري للتمدد الخاص بمادة الإصلاح مع المادة المضيقة أو الطبقة التحتية بينما يجب أن يكون معامل

كشف مواد الإصلاح المتنوعة ومتطلبات التطبيق والخواص:

الجدولان التاليان هما لقوائم مواد إصلاح مختلفة. يشتمل الجدول الأول على الخواص ومتطلبات التطبيق لعدد من مواد الإصلاح المختلفة فيما يشتمل الثاني على المواد المقابلة لكل طريقة مع المواد المتوافرة في السوق المحلي.

الانكماش / الجفاف للإصلاح مكافئاً أو أقل من 500 ميكرو سترين بعد 28 يوماً.

● التوافق الكهروكيميائي:

إن الهدف هو ضمان أن الإصلاح الجزئي للخرسانة ذات الطبقة التحتية شديدة التلوث بالكوريدات، لن يعمل كأنود (أو قطب موجب) ابتدائي، لأنه سيفسد عملية الإصلاح ويخلق مجالا كيميائيا سالبا حول حديد التسليح.

(1) جدول رقم
قائمة بمواد إصلاح متنوعة

تعليقات	جودة مقاومة الارتواء	النفذية (خرسانة=10)	معامل المرونة psi/mpa	خواص المادة				انكماش الجفاف	خليط	المكونات	المواد
				قوة الانضغاط	معامل التمدد الحراري	الاجفاف	غلاف				
			28 يوما	3 ايام	يوم واحد	ساعة واحدة					
	متوسطة	9	$\frac{10^6 \times 3.4}{10^4 \times 2.3}$ 5000 34.5	$\frac{2300}{17.2}$ 17.2	$\frac{650}{4.5}$ 4.5	0	مكافئ للطبقة التحتية	U	تحفيض المياه وإدخال الهواء	أسمنت بورتلاندي	ملاط أسمنت بورتلاندي
	غير مطبقة	9	$\frac{10^6 \times 3.8}{10^4 \times 2.6}$ 5000 34.5	$\frac{2300}{17.2}$ 17.2	$\frac{650}{4.5}$ 4.5	0	مكافئ للطبقة التحتية	U	تحفيض المياه وإدخال الهواء	أسمنت بورتلاندي	خرسانة أسمنت بورتلاندي
	جيدة	6	$\frac{10^6 \times 4}{10^4 \times 2.8}$ 7000 51.7	$\frac{4000}{27.6}$ 27.6	$\frac{3000}{20.7}$ 20.7	0	مكافئ للطبقة التحتية	U	بستيز ممتاز	أسمنت بورتلاندي	معالجة خرسانة أسمنت بورتلاندي بملاط ميكروسيليكا
	غير مطبقة	5	$\frac{10^6 \times 2.5}{10^4 \times 1.7}$ 6000 41.4				متوافق مع الطبقة التحتية	U	خرسانة سائبة SBR	أسمنت بورتلاندي	الأسمنت من البورتلاندي المعدل
	ممتازة	5	$\frac{10^6 \times 2.5}{10^4 \times 1.7}$ 5000 34.5		$\frac{1500}{10.3}$ 10.3		مكافئ للطبقة التحتية	L	خرسانة سائبة الكريك	أسمنت بورتلاندي	محل بالملاط أسمنت بورتلاندي مع حشوات مانعة بالبوليمر مع حشوات مانعة الارتواء
ACI 304 R - Z3	منخفضة	9	$\frac{10^6 \times 3.2}{10^4 \times 2.2}$ 7000 48.3	$\frac{6400}{44.1}$ 44.1	$\frac{2000}{13.8}$ 13.8		مكافئ للطبقة التحتية	L	-	أسمنت كبريت المغنسيوم	كبريت من المغنسيوم
ACI 503.4	غير مطبقة	10	$\frac{10^6 \times 3.8}{10^4 \times 2.6}$ 4500 31	$\frac{2250}{15.5}$ 15.5	$\frac{500}{3.4}$ 3.4	0	مكافئ للطبقة التحتية	L	مادة مسيلة	أسمنت بورتلاندي	خرسانة ذات خليط موضوع سابقاً
قد يسبب الجدار مشكلات في المناطق المغلقة	متوسطة	1	$\frac{10^6 \times 2.2}{10^4 \times 1.5}$ 12000 82.7				(5-105) ×	L	-	رانتج إيبوكسي	ملاط إيبوكسي
	غير مطبقة	1	$\frac{10^6 \times 3}{10^4 \times 2}$ 12000 82.7	$\frac{12000}{82.7}$ 82.7	$\frac{4000}{27.6}$ 27.6		(5-105) ×	L	-	رانتج كريك	خرسانة ميثيل ميثاكري (MMA)
ACI 506 R - 90	غير مطبقة	6	$\frac{10^6 \times 3.8}{10^4 \times 2.6}$ 5000 34.5	$\frac{3500}{24.1}$ 24.1	$\frac{800}{5.5}$ 5.5	0	مكافئ للطبقة التحتية	L	مخفض مياه وخرسانة سائبة سريعة	أسمنت بورتلاندي	شوكريت

HRWR:

انكماش الجفاف: (U) الحد الأعلى 300 ميكروسترين - 7 أيام.
(L) الحد الأدنى 500 ميكروسترين - 28 يوما.

جدول رقم (2)
قائمة بطرق الإصلاح ومواد الإصلاح المقابلة

طريقة الإصلاح	مواد الإصلاح	المواد المتوافرة في السوق أو المكافئ المعتمد
الطبقة التحتية	مواد اللصق (الربط) * ملاط رقيق أسمنتي (للإصلاحات المعتمدة على الاسمنت البورتلاندي). * كوت 1 SBR * كوت بولي فكس (ملاط يخلط في الموقع) * نيتوبوند SBR	
	* مواد إيبوكسية (ASTM C881)	* نيتوبوند EP. * كوت ملاط إيبوكسي GB أو HB
	* إضافات لاتكس للملاط السائب (ASTM 1059)	* نيتوبوند AR (أكريك) * نيتوبوند SBR. * كوت 1 SBR.
حماية قضبان حديد التسليح	* طبقة قلوية من الملاط الرقيق. * زنك مستخدم مع سطح القضيب.	* كوت فلكسي. * نيتروبريم زنك ريتش.
الحماية بالجلفنة	* أنود الزنك البديل.	* جلافاشيلد XP
الإصلاح بدون تكبير القطاع		
التشكيل والصب: ميكروسيлика مائعة إصلاح السطح للأماكن الرأسية وإصلاحات العمق الجزئية	* أنواع الملاط الناعمة المطحونة. * خرسانة خشنة تشتمل على ميكروسيлика.	* كوت فلو جروت. * كوت فلو كريت. * كوت فاست كريت. * رندروك إل إيه.
التنفيذ اليدوي/التعبئة الجافة (أنواع الملاط) لكافة الأماكن العلوية أو الرأسية أو التجاويف الصغيرة المسطحة (ثقوب الربط) والتعشيش أو الفجوات.	ملاط أسمنت بورتلاندي أو خرسانة قليلة الماء مع قابلية تشغيل منخفض أو منعدم تقريباً. * ملاط كوت جي بي. * ملاط كوت فلو. * كوت فلو كريت. * إضافات كوت "دولاكس". * راندروك TGX. * راندروك SX.	
الشوتر كريت		
مواد أسمنتية مخلوطة مع حصي صغير ويتم رشها من خلال فوهة بسرعة مرتفعة لأي سمك رأسي أو علوي للبلاط أو كمر أو حوائط وأعمدة، إصلاح الضرر الناتج من الحريق أو التآكل الشديد.	* تماسك زائد. * قوة لضغط وقوة مقاومة ثني زائدة.	
إصلاحات العمق الكامل		
إصلاح البلاطات المتضررة بكامل السطح	خرسانة أسمنت بورتلاندي مع قابلية انكماش منخفضة جداً.	* كوت فلو كريت. * رندروك إل إيه إكس LAX.

طريقة الإصلاح	مواد الإصلاح	المواد المتوافرة في السوق أو المكافئ المعتمد
		الإعداد
التنفيذ اليدوي		
للاستخدامات في الأماكن الرأسية والعلوية. وإصلاحات السطح لكافة الأغشية الخرسانية المنفصلة	خليط خاص أسمنتي من المواد المقاومة للارتخاء والخلطات المصنفة فقط والحشوات المقاومة للارتخاء ونظم تعويض الانكماش والمياه.	* كوت سوبر كوت 1. * كوت سوبر كوت 2. * كوت أوفر هيد مورت. * رندروك TG إكسترا. * رندروك HSX. * نو مقاومة ارتخاء عالية.
ملء الشقوق		
إصلاح الشقوق الإنشائية (شقوق غير متحركة) لاستعادة نقل الحمل للشقوق ذات عرض يقل عن 3 ملم.	بوليورتان (نو لزوجة منخفضة)	* نيتوفيل UR63
الحماية		
* تأكل ناتج عن الكلوريدات. * تأكل ناتج عن التقحم. * أضرار السطح الشديدة.	عازل أو غشاء اختراق ينفذ إلى السطح نو كثافة عالية ونقل بخار منخفض.	* كوت أكوا فلو ستوب * كوت تار إيبوكسي كوتنج HS * كوت إيبوكسي كوتنج SF * نيتوكوت ديكجارد
إصلاحات خرسانية بمواد إلكتروكيميائية		
موانع التآكل والصدأ: * تضاف إلى الخرسانة أثناء الخلط. * طبقة تنفذ إلى سطح الخرسانة. * أثناء الخدمة بالفرشاة أو الرول.	* إضافات للخرسانة مثل نيتريت الكالسيوم. * تنفذ إلى السطح.	* كونبلاست CN.
حماية كاثودية: * نظام الأنود المضحي به. * نظام التيار المستمر.	* قطب موجب من أنود زنك أو مغنسيوم. * شبكة معادن ومواد موصلة للتيار. * دهانات موصلة (أصباغ غنية بالكربون). * شبكة أنود في شكل أسلاك من البتانيوم مع دهانات منشطة.	* جالفاشيلد XP. * جالفاشيلد LJ.
استخلاص الكلوريدات: تنفيذ مجال كهربائي بين التسليح وشبكة الأنود المثبتة خارجياً.	تم تطوير النظام لإزالة أيونات الكلوريدات من الخرسانة الملوثة واستعادة سلبية قضبان حديد التسليح.	* نوركيور
إعادة الخواص القلوية: يشتمل النظام على تمرير تيار كهربائي من خلال الخرسانة وحديد التسليح باستخدام أنود منفذ إلى سطح الخرسانة.	يستعيد النظام قيم PH القلوية العالية في الخرسانة المتأثرة بثاني أكسيد الكربون.	* نوركيور
الإصلاح مع تكبير في القطاع		
وضع الخرسانة: خرسانة إضافية وقضبان حديد تسليح للكمز والبلاط والأعمدة والحوائط.	* انكماش منخفض. * قوة انضغاط وتماسك ومعامل المرونة لتتوافق مع أو تزيد عن الخرسانة المضيفة.	

دليل تنفيذ إصلاحات الخرسانة

ACI/KC-03-2001

المواد المتوافرة في السوق أو المكافئ المعتمد	مواد الإصلاح	طريقة الإصلاح
		الإعداد
	* مقاطع صلب قياسية أو معاد هندستها حسبما يطلبه التصميم والتحليل الإنشائي.	ألواح صلب ومقاطع صلب مربوطة ميكانيكياً بالخرسانة
	* أشرطة CFRP * ألياف كربون * بلاستيك مدعم.	أشرطة بلاستيك مدعمة بألياف الكربون (CFRP) عبر الأشرطة المنفذة المثبتة بمادة إيبوكسي اللاصقة.
	* ألواح بلاستيك مدعمة بالألياف (FRP) أو قضبان تدعيم متعددة الاستخدامات ويمكن استخدامها في أي شكل يستخدم عندما يتم توقع مخاطرة تآكل عالية.	يمكن استخدام ألواح بلاستيك مدعمة بالألياف (FRP) كألواح صلب لتحسين القدرة على الحمل للعتب ومنع توسع الشق المثبت بمادة لاصقة إيبوكسي أو مثبتة ميكانيكياً أو الاثنين.
* كوت بوليجانيت. * رندروك SPX.	* أسمنت بورتلاندي وإضافات مع (السيليكا فيوم).	شوتكريت مخلوطة مسبقاً وتخلط وترش تحت ضغط.

الفصل 2 - طرق الإصلاح:

1-2 الإعداد

يعزو نجاح أي طريقة لإصلاح الخرسانة إلى التنفيذ السليم لاحتياطات الأمان واتباع الإجراءات الصحيحة كما هو مذكور بموجبه.

1-1-2 التدعيم الصلب للمنشأ

قبل القيام بأي إزالة أو تكسير للخرسانة، يقوم المقاول بتصميم وتركيب نظام تدعيم صلب مؤقت، يمكن أن يخدم غرضين أساسيين:

- منع أخطار نقص السلامة.
- إعادة توزيع الأحمال مما يسمح بتقليل ورفع الإجهاد عن العناصر الإنشائية أثناء الإصلاح. ويتم الاحتفاظ بعمليات التدعيم الصلب في مكانها السليم حتى تكتسب مواد الإصلاح قوة التصميم المطلوبة.

2-1-2 الإجراءات العامة لإعداد السطح المراد إصلاحه:

الخطوات التالية هي المتطلبات العامة لإصلاحات السطح وتحضيره:

الخطوة الأولى : إعداد المعدات اللازمة.

الخطوة الثانية : تحديد المنطقة المقرر إصلاحها.

الخطوة الثالثة : القطع حول المنطقة المقرر إصلاحها بعمق 10 ملم على الأقل.

الخطوة الرابعة : إزالة الخرسانة الملوثة وكشف السطح الخلفي لحديد التسليح.

الخطوة الخامسة : الكشف الكامل لقضبان حديد التسليح.

الخطوة السادسة : تنظيف القضبان الصلب عن طريق السفع الرملي.

الخطوة السابعة : تنظيف الطبقة السفلية.

الخطوة الثامنة : دهان طبقة برايمر لقضبان حديد التسليح.

الخطوة التاسعة : ترطيب طبقة الخرسانة السفلية بمياه نظيفة تحت ضغط.

الخطوة العاشرة: دهان الطبقة السفلية للخرسانة بطبقة برايمر لاصقة وتركها حتى تصبح لزجة.

التدعيم الصلب



التدعيم الصلب للكمرة والبلاط



التدعيم الصلب لإصلاحات الأعمدة



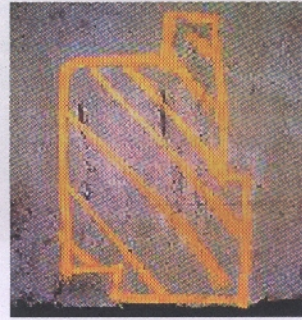
6- تنظيف التسليح



1- المعدات



7- تنظيف الطبقة السفلية



2- التحديد



8- طلاء التسليح بالبرايمر



3- التقليل



9- غمر الطبقة السفلية بالماء



4- التكسير



10- طلاء الطبقة السفلية بالبرايمر



5- الكشف الكامل لحديد التسليح

2-2 الإصلاح بدون تكبير القطاع

1-2-2 شوتكريت (رش الخرسانة تحت ضغط)

* عام

تستخدم طريقة رش الخرسانة تحت الضغط بنجاح في طريقة الإصلاح الجزئي في عمق الأسطح الرأسية للكمرات والحوائط والأعمدة والأسطح السفلية للبلاطات أو الكمرات الخرسانية وينصح باستخدامها لمعالجة سقوط أجزاء قشرية سطحية من الخرسانة نتيجة تعرض الأسطح للحريق وتكشف قضبان حديد التسليح ويمكن استخدامها أيضاً في حالة انفصال القشرة الخرسانية (الغطاء) نتيجة لصدا الحديد في الأعمدة أو الكمرات أو البلاطات الخرسانية ولا توجد حدود لعمق إصلاح القطاع المتضرر ولا يحتاج إلى شدات خشبية ولكن إلى أوتار لضبط السمك المطلوب.

* المواد والتطبيقات للطريقة الرطبة

إن (شوتكريت) هي طريقة تشمل الخلط المسبق للرمال والأسمنت وحصى في حجم 8 مم إلى 10 مم وإضافات ومياه. ويتم وضع مادة الإصلاح المخلوطة مسبقاً في مضخة أو وعاء ضغط يقوم بنقل المادة إلى فوهة. ويقوم العامل القائم على الفوهة بتوجيه الضخ إلى الطبقة السفلية حيث تلتصق وتتك في نفس الوقت عن طريق قوة الاندفاع. ويكون التنفيذ على شكل طبقات. ومن أجل إنتاج خرسانة أقل مسامية وأقل نفاذية

ومقاومة أكبر للاختراق الكيميائي يجب أن تستخدم مواد إضافية لتحسين خواص الخرسانة. والمثال العام عليها مواد السيليكا فيوم والألياف والميكروسيليكا.

* الإجراءات وخطوات التنفيذ:

- 1 - ترتيب وتركيب سقالات مناسبة قبل البدء بإعداد السطح.
- 2 - قطع الخرسانة المعيبة باستخدام مطرقة ميكانيكية (خفيفة الوزن).
- 3 - تنظيف جميع المناطق المقطوعة بالسفع بالرمال.
- 4 - إضافة أي حديد تسليح تعويضي مع الوصلات الضرورية في المناطق المتضررة.
- 5 - تثبيت أوتار من شرائح خشبية أو معدنية لضبط السمك المطلوب.
- 6 - ترطيب جميع الأسطح الخرسانية جيداً قبل تنفيذ الشوتكريت.
- 7 - استبدال الخرسانة المعيبة والمتضررة بالشوتكريت.
- 8 - ترك خرسانة الشوتكريت فترة دون المساس بها ثم تتم التسوية بالمسطرين بعد ساعة من الرش ومن ثم المعالجة بالماء الضروري لإنضاج الخرسانة بالترطيب لمنع التشقق لمدة مناسبة.

شوتكريت



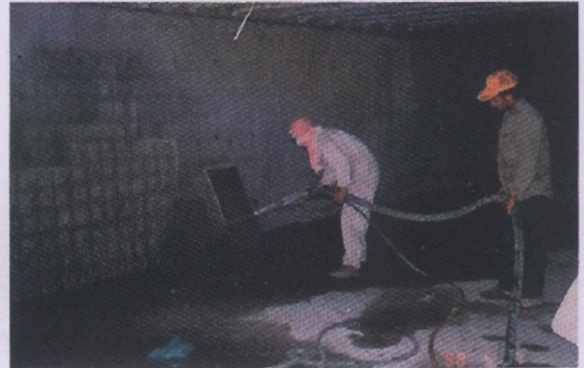
إزالة كافة الخرسانة المنهارة والسفع الرملي لجميع الأسطح المكشوفة



فصل تغطية الخرسانة بعد التضرر بالحريق



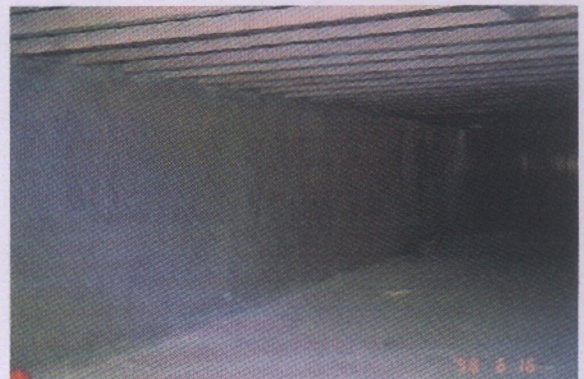
تنفيذ الشوتكريت



التقليم لكشف سطح الحوائط



الحوائط المستعرضة بعد الإصلاح



الكمز المضلع بعد الإصلاح

2-2-2 التنفيذ اليدوي / التعبئة الجافة:

التنفيذ اليدوي:

تستخدم طريقة التنفيذ اليدوي لوضع طبقات مانعة للارتخاء لمواد الإصلاح مثل ملاط الأسمنت البورتلاندي المعدل بالبوليمر مع حشوات لمنع الارتخاء على المواقع الرأسية والعلوية. وتوضع المادة المخلوطة على السطح المعد باليد أو بمسطرين. وتخشن كل طبقة لضمان التماسك مع الطبقات التالية. يستخدم الترميم للإصلاحات التجميلية وإصلاحات السطح. ولا يحتاج هذا الإصلاح إلى حديد تسليح.

التنفيذ:

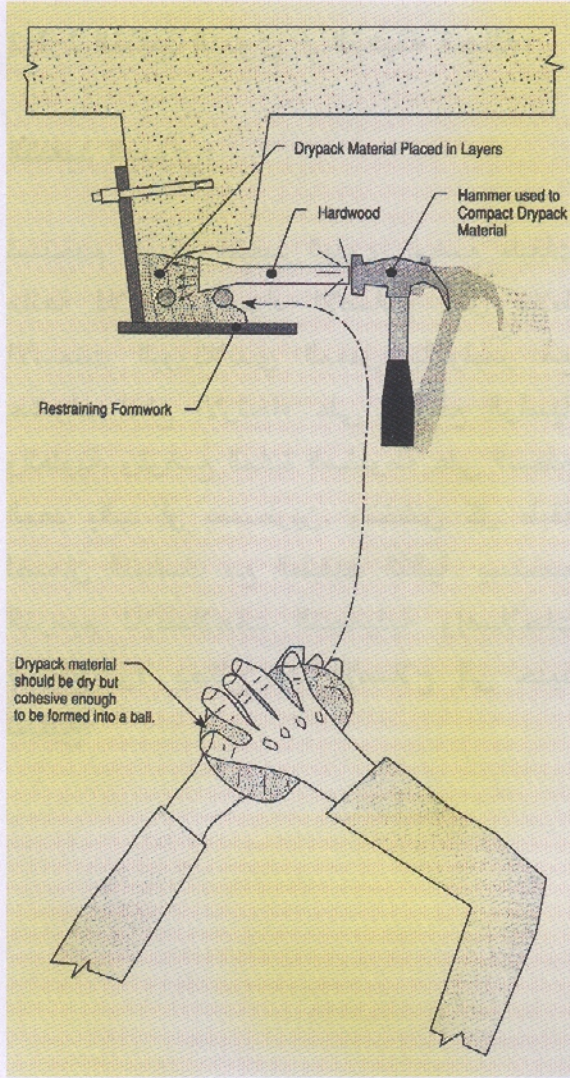
تمثل الخطوات التالية المتطلبات العامة للإصلاح:

الخطوة الأولى : اخلط كيسا كاملا مع محتوى الماء المطلوب. ويكون الخليط باستخدام خلاط بطيء السرعة لمدة 5 دقائق.

الخطوة الثانية : التعبئة والدك الجيد باستخدام مسطرين على الطبقة السفلية.

الخطوة الثالثة : يتم التشطيب بمسطين صلب.

الخطوة الرابعة : تتم المعالجة بالرش بالماء بمجرد جفاف السطح أو باستخدام مواد معالجة.



التعبئة الجافة:

إن التعبئة الجافة هي وضع مونة أو خرسانة ذات قابلية تشغيل قليلة أو منعدمة وذلك عن طريق الدك في تجويفات السطح. ويكون قوام المونة الجافة للتعبئة مساعداً على تشكيلها على شكل كرة بدون خروج الماء للسطح. وبذلك المونة جيداً يمكن الحصول على الالتصاق المطلوب مع الخرسانة المعيبة. ويمكن استخدام أساليب التعبئة الجافة في جميع الأماكن العلوية والرأسية والمسطحة. وأحسن التطبيقات عموماً هي ملء التجويفات الصغيرة مثل ثقوب الربط والمناطق الصغيرة من تعشيش السطح في الخرسانة أو الأجزاء السفلية من الكمرات (كما هو مبين في الرسوم التوضيحية).

ويتم وضع المونة الجافة لملاط على طبقات ويتم الدك باستخدام عصا خشبية صلبة لمنع تلميع السطح. ويتم معالجة المونة باستخدام الرش بالماء لمدة 7 أيام.

المرجع: إصلاح وصيانة الخرسانة، مع رسوم توضيحية.

بيتر أمونس.



التركيب



قياس المياه



التشطيب



الخلط



تسوية السطح



المعالجة



التنفيذ

3-2-2 التشكيل والضغط:

عام

تعتبر طريقة الضخ داخل الشدات بديلاً عن عملية رش الخرسانة تحت الضغط (بندقية الرش) والتعبئة الجافة باستعمال المسطرين وطريقة حقن المونة الأسمنتية داخل الشدات. ويمكن استعمال هذه الطريقة للأسطح الرأسية أو الأسطح الأفقية العلوية وليس لها أي حدود لعمق أو حجم الإصلاح ويمكن استخدامها في بعض الأماكن التي يصعب الوصول إليها وعلى سبيل المثال في إصلاحات الأعمال البحرية.

المواد

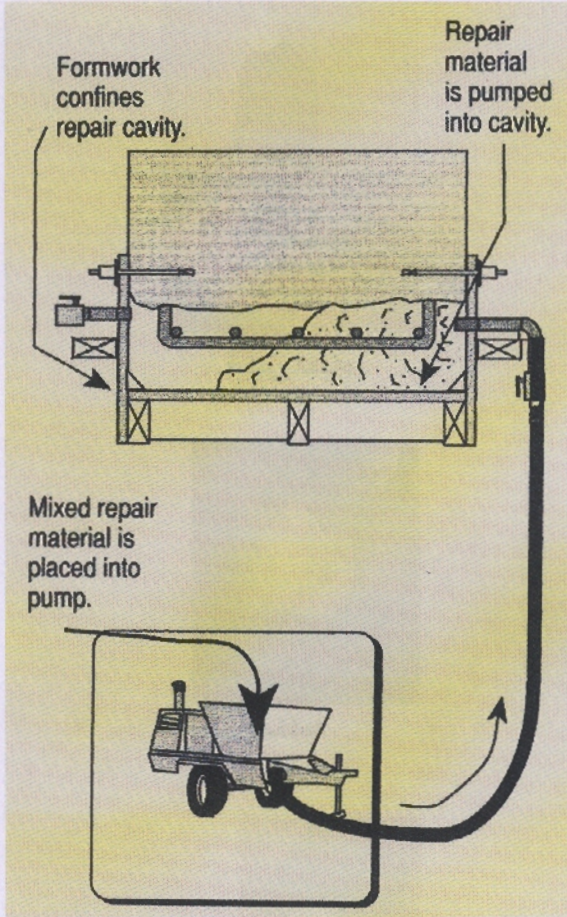
يمكن استخدام أي من مواد الإصلاح من المونة ذات التدرج الحبيبي الناعم إلى الخرسانة ذات الخلطات الخشنة والبوليمرات. إن إمكانية الضخ والقدرة على التدفق لازمتان في مادة الإصلاح المختارة.

التطبيق

- إعداد السطح لاستقبال مادة الإصلاح.
- تركيب أنابيب تهوية قبل تركيب الشدات.
- تثبيت الشدات وتركيب الوصلات اللازمة من خرطوم المضخة ومستلزماتها (الصمامات وخلافه).
- ضخ مادة الإصلاح في التجويف المحصور بالطبقة السفلية للخرسانة والشدات.
- المعالجة بالرش بالماء للإنضاج بعد فك الشدات (مع اتباع إرشادات وقواعد صب الخرسانة والمعالجة).

المرجع: إصلاح وصيانة الخرسانة، موضح بالصور

بيتر أمونز.



التطبيق

يتم تنظيف سطح الخرسانة على طول الشق عن طريق إزالة المواد السائبة أو الملوثة.

- حفر ثقوب على طول الشق ويتم تثبيت صمامات للحقن على الثقوب المحفورة سابقاً ويتم التأكد من العزل حول الصمامات والشروخ وتعتمد المسافة بين الفتحات على عرض الشق ولا تتجاوز 50 سم.

- يتم فتح جميع نقاط الحقن قبل البدء بحقن الراتنج تحت ضغط من القاع إلى القمة في الحقن الرأسي.

- ابدأ بالضغط من النقاط السفلية (في حالة الشقوق الرأسية) حتى تخرج مادة الحقن من المنفذ أو الفتحة التالية وتستمر العملية حتى يتم ملأ الشق بالكامل.

التشققات المتسببة بتدفق الماء

اتبع الإجراءات المذكورة أعلاه (نظف السطح واحفر الثقوب).

يتم حقن مادة من رغوة راتنج البولييريثين لوقف تسرب المياه.

بمجرد توقف التسرب، يتم حقن الشق مرة أخرى بمادة بولييريثين غير رغوية وتشكيل عازل دائم.

ضبط الجودة

يتم قطع أسطوانات من المناطق التي تم حقنها للتأكد بالعين من درجة ملء الشرخ.

4-2-2 حقن الشقوق (الشروخ):

مناطق التطبيق

يتم تنفيذ حقن الشقوق في حالتين:

- إذا كان هناك تهديد محتمل يؤثر على قوة تحمل قضبان حديد التسليح.
- إذا كان هناك في تسرب غير مقبول للماء.

تعريف الشق (الشرخ)

- الشق الإنشائي (شق غير متحرك) الشرخ يزيد عرضه عن 3 مم وعادة يحدث نتيجة لأحمال فجائية زائدة عن الحمل التصميمي أو هبوط في الخرسانة أو خطأ في تفاصيل مخططات التصميم.
- الشق غير الإنشائي (شق متحرك). يقل عرضه عن 3 ملم نتيجة للتمدد الحراري وصعوبة الحركة.

المادة

تتكون أغلب مواد الحقن من مكونين ويتم خلطهما قبل الحقن. وتشتمل هذه البوليمرات على:

- مواد الإيبوكسي: وتستخدم في إصلاحات الشقوق الإنشائية.
- مواد البولييريثين: وتستخدم في الشقوق المتحركة وسد شقوق تسرب المياه.

طريقة التطبيق

عام

يتم حقن الراتنج (الإيبوكسي أو البولييريثين) تحت ضغط يتراوح بين (4 إلى 6 بار) من خلال ثقوب أو حفر الثقوب على طول الشرخ.

حقن الشقوق



حقن الرقبة للأساسات والأعمدة



حقن الأساسات



حقن الكمر الأرضي



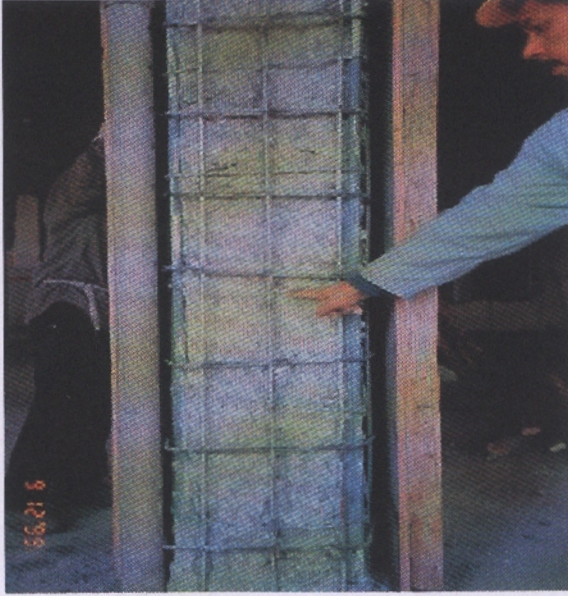
الإعداد لحقن الكمر الأرضي



حقن الكمرات الرئيسية



حقن الإطار الرئيسي



أعمال التشكيل لأعمدة الجوانب

5-2-2 تركيب القوالب للتشكيل والصب في الموقع، للعمق الكامل أو الجزئي

هي إحدى طرق الإصلاح الكلي ويمكن استعمالها رأسياً وفي بعض الأحيان للأوجه الداخلية للأسقف.

يتم تثبيت الشدات في أماكنها وتصب مادة الإصلاح داخل الفراغ بين الشدة والخرسانة القديمة ويجب أن تكون المادة قليلة الانكماش ولها خاصية الانسيابية، والمواد المستخدمة هي: الأسمنت البورتلاندي المعدل بالميكروسيليكات مع مواد كيميائية مضافة. وتبقى صعوبة عملية ملء الجزء العلوي من الأسطح الرأسية وللتغلب على هذه المشكلة يمكن ملء هذا الجزء بالطريقة الجافة للفراغ المتبقي أو تعديل الشدة الخشبية بحيث يكون مستواها أعلى من منسوب سطح الصب (شكل صندوق البريد).



صب مواد الإصلاح



إزالة الشدات

التخلص منها وتغطيتها بالاصلاح الجزئي سيخلق قطبا ابتدائيا مما يعكس العملية ويجعل من الحديد النظيف والخالي من التلوث قطبا سالبا. والأملاح في عملية الاصلاح الجزئي بؤرة تستقطب الحديد المجاور وينقلب إلى قطب موجب مما يؤدي إلى صدئه.

وقد تم تطوير العديد من الطرق الإلكتروليتية لإصلاح الخرسانة وحماية الخرسانة التي تعاني من الانهيار نتيجة لتآكل بيئي شديد وفيما يلي بعض النظم المطورة:

- الحماية الكاثودية ذات التيار المضغوط (ICCP).
- الاستخلاص الإلكتروليتي للكلوريدات (ECCE).
- إعادة الخواص القلوية بطريقة إلكتروليتية (ERA).

2-2-6 الإصلاح الإلكتروليتي للخرسانة، الإصلاح غير الإتلافي (بدون تكسير)

عام

إن الهدف هو ضمان أن لا يعمل الإصلاح الجزئي للطبقة التحتية الخرسانية، الملوثة جداً وذات المحتوى العالي من الكلوريدات من المحيط الخارجي، عمل قطب ابتدائي. يتم تحييد عملية الإصلاح بهذه الطريقة وخلق مجال كيميائي غير فعال حول حديد التسليح.

طريقة الإصلاح

إن تأثير تكسير الأجزاء المتضررة من الخرسانة، المحتوية على نسبة عالية من الكلوريدات (أكثر من 0,3٪ من وزن الأسمنت) لن يكون فعالاً إلا إذا أزيل كامل الخرسانة الملوثة بالكلوريدات).

إن ترك أي مخلفات ملوثة في الخرسانة بدون

- أنواع أنود السطح (قطب موجب على السطح) شبكات من مادة خامدة ومادة إصلاح ودهان موصلتان للتيار وتكون قدرة التوصيل مماثلة للمواد المحيطة. يتم تنظيف سطح الخرسانة جيداً لضمان عدم الإضرار بالالتصاق ومرور التيار.

- الدهانات الموصلة للتيار يتم الدهان برش أصباغ محملة بغزارة بمادة كربونية (أو مادة موصلة أخرى) على السطح الخرساني أو بالرول. يتم لصق أسلاك مكشوفة وموصلة للتيار في الدهانات الموصلة عن طريق شريط لاصق.

- أنود الشبكة يكون على شكل أسلاك متشابكة ولكنها مصنوعة من مادة التيتانيوم مع طبقة منشطة. ويتم تثبيتها على السطح عن طريق استخدام أقراص تثبيت بلاستيكية لفصل القرص عن السطح. ويتم لحام أسلاك رصاص كهربية بالشبكة ويتم تغطيتها بطبقة علوية من مادة أسمنتية.

- مراقبة الجودة يتم تثبيت وحدات أنصاف خلايا لفحص ما إذا كان النظام والتيار مستمران في العمل بنجاح.

الحماية الكاثودية ذات التيار المستمر (ICCP)

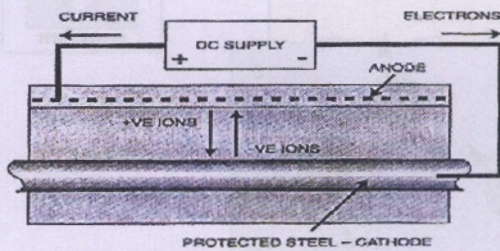
عام

تستخدم هذه الطريقة أساساً لتقليل معدلات التآكل. وإن الحماية الكاثودية (التيار الكهربائي السالب) (C.P.) هي عملية إلكتروكيميائية تنتج عن تكوين أقطاب سالبة وموجبة في أماكن مختلفة من السطح المعدني. ويحدث الصدأ والتآكل، عند القطب الموجب. وتعمل الحماية الكاثودية عن طريق توصيل حديد التسليح بمادة أخرى تعمل كقطب موجب.

الأنواع

- نظام الأنود (القطب الموجب المضحي به) إن المواد المستخدمة في الأنود أكثر تفاعلاً من حديد التسليح الموجود بالمنشأ. وتصنع عادة أقطاب الأنود من مادة الزنك أو المغنسيوم. ويتم استهلاك الأنود لحماية المنشأ.

- نظام التيار المستمر: قد تكون مادة الأنود نفسها خامدة ولكن تم الاحتفاظ بها في حالة قطب موجب عن طريق توصيلها بقطب مناسب لمصدر تيار مستمر مباشر. ومن أجل تقديم حماية مناسبة يجب توزيع الأنود على السطح.



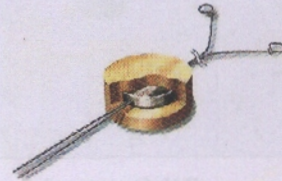
نظام التيار المستمر



تثبيت أنود الزنك في السطح الخرساني



وضع أنودات الزنك



أنود الزنك

الاستخلاص الإلكتروكيميائي للكوريدات ECCE

عام

لقد تم تطوير نظم الاستخلاص الإلكتروكيميائي لإزالة أيونات الكلوريدات من الخرسانة الملوثة للتغلب على مشكلة التآكل الناتج عن الكلوريدات وإعادة سلبية حديد التسليح. وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون محتويات الكلوريدات عالية بشكل عرضي سواء من خلال تلوث الخليط أو عن طريق الاتصال بمياه مالحة أثناء المدة السابقة لتصلب الخرسانة أو أثناء مدة استخدامها.

إن هذه الطريقة ليست هدامة وبدون صوت وينتج عنها غبار أقل ولا يوجد تلوث بيئي. إنها لا تحتاج إلى أي نظم تدعيم إنشائي وأخيراً توفر الوقت لدرجة كبيرة لأعمال الإصلاح.

الطريقة

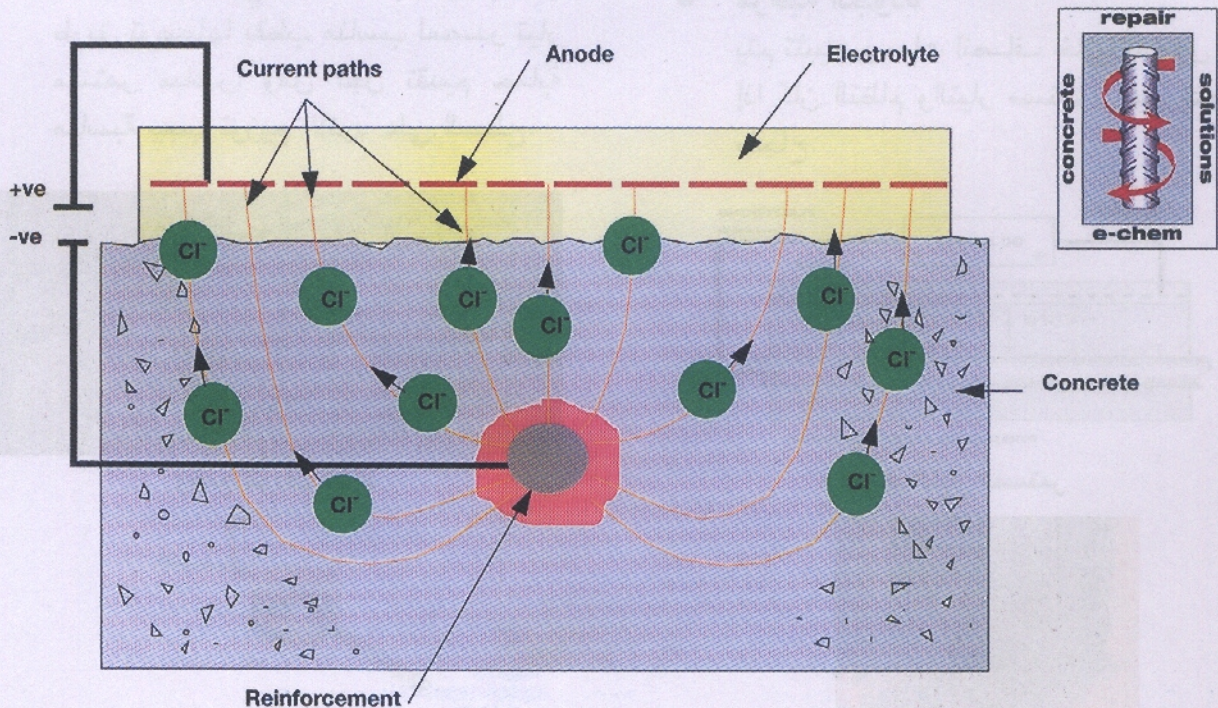
- تنفيذ مجال كهربائي بين حديد التسليح وشبكة الأنود المثبتة خارجياً.
- أثناء العملية، يتم انتقال أيونات الكلوريدات تجاه الخرسانة وخارجها. وفي نفس الوقت فإن وجود تحلل كهربائي في سطح حديد التسليح ينتج عنه بيئة مرتفعة القلوية.

مراقبة الجودة

يتم استخراج عينات خرسانية بفوارق زمنية وقياس نسبة محتوى الكلوريدات فيها.

احتياطات

في حالة البيئة البحرية، تكون الأسطح الخرسانية موجودة في مناطق معرضة للأمواج ومن أجل تقليل احتمال إعادة التلوث، يوصى بشدة باستخدام طبقة دهان لتأمين حماية إضافية للسطح الخرساني.



آلية استخراج الكلوريدات

يتم وضع سائل إلكتروليتي قلوي ويكون عموماً عبارة عن محلول كربونات الصوديوم على سطح الخرسانة. وفي نفس الوقت ينتج التحلل الكهربائي الذي يحدث في سطح حديد التسليح بيئة مرتفعة القلوية.

مراقبة الجودة:

الاختبارات:

- تكسير عينات من سطح الخرسانة للتأكد من درجة القلوية بها.
- يستخدم محلول الفينول فيثالين لقياس عمق إعادة الخواص القلوية.

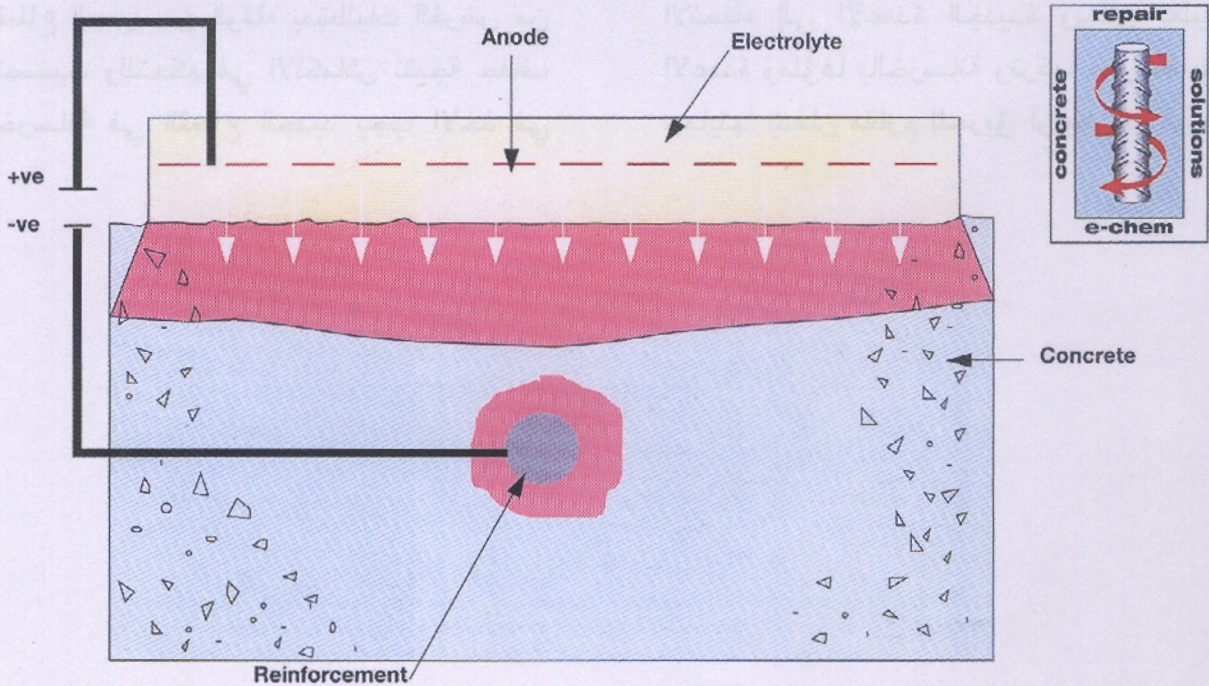
إعادة الخواص القلوية بطريقة إلكتروكيميائية (ERA)

الهدف

استعادة الخواص القلوية في الخرسانة المتأثرة بثاني أكسيد الكربون واستعادة بيئة سلبية حول حديد التسليح مع الحد الأدنى من إتلاف الخرسانة.

الطريقة

يشتمل النظام على تمرير تيار كهربائي من خلال الخرسانة إلى حديد التسليح باستخدام أنود خارجي يتم تثبيته في السطح الخرساني. أثناء هذه العملية يتم استعادة الخواص القلوية حيث



آلية إعادة القلوية

الاعتبار اختيار خلطة خرسانية تعطي أقل قيمة انكماش، وأما بالنسبة لقاع البلاطات السفلية فيمكن استعمال الخرسانة بالرش تحت الضغط (بندقية الرش).

2,3,2 قطاعات الحديد أو الألواح الحديد أو قطاعات الحديد المصنعة:

تستعمل طريقة الإصلاح بالاستبدال في الأحوال التي تكون فيها الخرسانة غير قابلة للإصلاح وليس لها القدرة على تحمل الأحمال ومثال ذلك الأضرار الناتجة عن الحرائق الشديدة. وتستعمل قطاعات الحديد لاستبدال الأعمدة الخرسانية المتضررة أو أسفل الكمرات كدعامة ثانوية ويجب أن يستوفي استبدال الأعمدة الحاملة متطلبات التصميم ويتم إنشاء الأعمدة الجديدة بألواح حديد مثبتة في السطح السفلي لقاع الكمرات ويجب تخطيط المكان لضمان التثبيت المحوري في جميع الأدوار لتلافي نقل عزوم الانحناء إلى الأعمدة الجديدة ويمكن تغليف الأعمدة وملؤها بالخرسانة وتركها معرضة بعد حمايتها بدهان مقاوم للحريق أو بطريقة الرش.

2,3 الإصلاح بتكبير مساحة القطاع

* عام

تستعمل طريقة الإصلاح بتكبير مساحة القطاع الخرساني لاسترجاع أو لزيادة قوة التحمل أو لتقوية لعناصر المنشأ الأقل تحملاً.

ويتم تطبيق وتنفيذ الإصلاح بإصاق خرسانة وحديد تسليح إضافي إلى الخرسانة في القطاع الأصلي لتعمل كقطاع متكامل بين القديم والجديد ويمكن تطبيق هذه الطريقة على جميع العناصر الإنشائية سواء كانت أعمدة أو حوائط أو كمرات أو بلاطات خرسانية.

2,3,1 القميص الخرساني:

* الأعمدة:

يتم تكبير أبعاد الأعمدة بأشكال وطرق مختلفة وذلك إما بإضافة قطاع جديد مجاور للقديم أو تغليف القديم وصب الخرسانة حتى يتمكن القطاع الجديد من الوفاء بمتطلبات الغرض من التصميم. وللتحكم في الانكماش نتيجة جفاف الخرسانة في القطاع الجديد يجب الأخذ في

1-3-2 القميص الخرساني

عنق العمود

- تغليف عنق العمود بالخرسانة السائبة أو الميكروسيليكا.

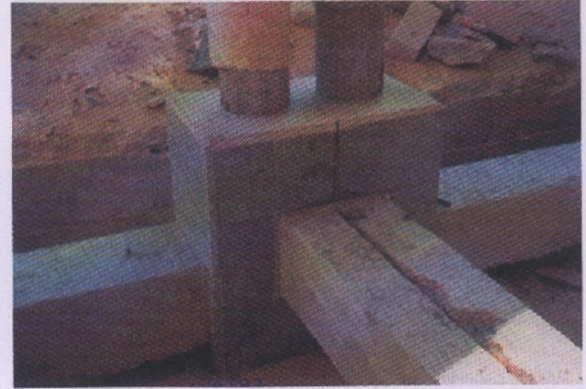
- ملء الفجوة بين الأساسات وعنق العمود.



صبغ مواد الربط بالفرشاة



حديد التسليح للقطاع الموسع



عنق العمود بعد الإصلاح

تغليف الأعمدة وكمر الربط



عمود لامركزي قبل الإصلاح



القميص الخرسانى وحماية السطح



إعداد كمر الربط لتوسعة القطاع



تغليف كمر الربط بعد التنفيذ

إصلاح الأعمدة في أماكن مختلفة



التدعيم الصلب قبل بدء الإصلاح



قطع الخرسانة المنهارة في قنطرة الكمر



العمود بعد الإصلاح



إزالة الخرسانة المنهارة أعلى مستوى البلاط



العمود بعد الإصلاح

ألياف (مثل الزجاج والكربون والأراميد) مع راتنجات (مثل الإيبوكسي). ويتم تشكيل الألياف في حجم واتجاه ووضع معين في المصفوفة للحصول على القوة المطلوبة. ويمكن استخدام ألواح FRP كألواح الحديد لتحسين القدرة على تحمل الحمل الخاص بدعامة خرسانية وتقليل الشقوق والحد من انتشارها. ويمكن لصقها على أسطح الكمرات المراد ترميمها باستخدام مادة لاصقة من الإيبوكسي أو التثبيت ميكانيكياً بواسطة مسامير أو بالاثنتين معاً. ومن ميزات FRP قوة شد عالية مقارنة بالوزن ومقاومة الصدأ نتيجة للطبيعة غير المعدنية والحياد الكهرومغناطيسي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تشكيله بأي شكل مطلوب. ولديه أيضاً مقاومة كيميائية عالية ومقاومة للدك. ويمكن أيضاً استخدام FRP كقضبان تسليح بدلاً من حديد التسليح خصوصاً في حالات توقع الصدأ.

2-3-5 الإصلاح بالرش تحت الضغط (بندقية الرش)

يرجى الرجوع إلى البند 2-2-1 وتطبيق نفس الإجراءات لتكبير القطاع باستخدام طريقة الإصلاح بالرش تحت الضغط على شكل طبقات والمعالجة لمدة مناسبة باستخدام الماء.



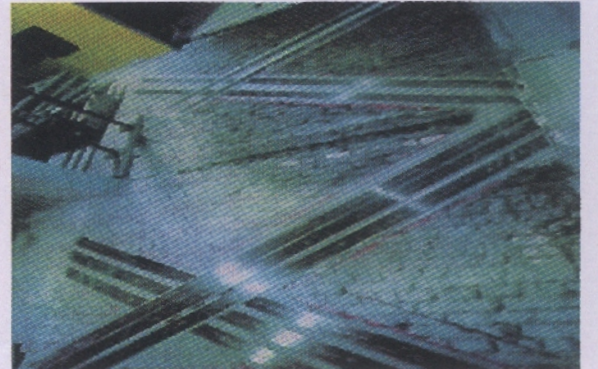
2-3-3 شرائح الكربون المسلح بالبلاستيك (CFRP)

يتم تصنيع شرائح CFRP عن طريق السحب الذي يتم فيه غمر عشرات من قوائم الألياف الكربونية في حمام راتنج إيبوكسي ويتم تكوينها عن طريق السحب خلال قالب تشكيل ثم تتم معالجتها وتجفيفها في فرن. إن المادة الناتجة خفيفة جداً وقوية للغاية ومقاومة للإجهاد وغير قابلة للصدأ. ويمكن أن يزيد طول شرائح CFRP عن 500 متر ويمكن لفها. وتتراوح قوة الشد حول 3000 نيوتن/مليمتر مربع في اتجاه الألياف. ولا ترتبط القوة المنخفضة بتطبيقات التقوية. ويجوز استخدام الشرائح المتقاطعة كما في البلاطات الخرسانية، التي ضعفت عن طريق قطع فتحات بها. يتم تثبيت أشرطة CFRP بواسطة مادة لاصقة من الإيبوكسي بدون أي رفع أو تدعيم أو ربط حتى إن كانت المساحة المتاحة محدودة. يمكن القيام بالتطبيقات التي تحتاج إلى شرائح طويلة بدون وصلات تناكبية، على عكس الحال في الألواح الحديدية.

في بعض الحالات يفضل ربط شرائح CFRP في الشد (سابق الإجهاد) وتقوم قوة الشد بالتخلص من الإجهاد الموجود في حديد التسليح وتقليل عرض الشقوق وزيادة ثبات الانحراف.

2-3-4 الألياف المسلحة بالبلاستيك (FRP)

تتكون مادة الألياف المسلحة بالبلاستيك من



تنفيذ CFRP على جدران طابوق وجلاخات خرسانية

الفصل 3 - ضمان الجودة Q/A

- توافق الأداء.

- التوافق مع البيئة المحيطة.

- توافق الأبعاد.

- التوافق الإلكترونيكيميائي.

فحص مواد الإصلاح

عام

يجب تقييم أداء الخرسانة التي تم إصلاحها بإحدى طرق الاختبار القياسية وهي:

ACI = المعهد الأمريكي للخرسانة.

ASTM = الجمعية الأمريكية للاختبار والمواد.

AASHTO = الهيئة الأمريكية للقائمين على الطرق السريعة والنقل.

- اختبار مادة الإصلاح.

- مراقبة الجودة أثناء عملية التنفيذ.

- التقييم بعد الإصلاح.

عام

يتم التخطيط لعملية تأكيد الجودة قبل بدء أي أعمال إصلاحية. ينبغي تجنب طريقة "الإصلاح العشوائي"، فهناك بعض الصعوبات التي يتم مواجهتها لتحقيق الأداء الفعلي.

يحتاج الاختبار لأن يتم تنفيذه في البيئة الفعلية لفترة زمنية معقولة.

هناك أمر آخر وهو أن مواد الإصلاح تتغير باستمرار.

وفيما يلي أهم المعايير القائمة على التوافق بين مواد الإصلاح وأساس المادة المراد إصلاحها:

يوضح الجدول خواص الخرسانة التي تم إصلاحها والاختبارات القياسية المطلوبة.

طرق الاختبار القياسية	خواص الخرسانة التي تم إصلاحها
ASTM C42 ASTM C805	الخواص الميكانيكية: مقاومة الانضغاط * اختبار قلب الخرسانة. * مطرقة الارتداد.
ASTM C597	جودة السرعة فوق الصوتية للخرسانة (UPV)
ASTM C496	قوة الشد
ASTM C78 ASTM C293	مقاومة الانحناء
ASTM C418	مقاومة الاحتكاك
ASTM C876	التعويض الكيميائي - النشاط الإلكتروليتي
محلول فينول فتالين	عمق التأثير بثاني أكسيد الكربون
ASTM C856	تفاعل الخليط القلوي
ASHTO T259 ASHTO T260 ASHTO T277	محتوى الكلوريدات
ASTM C42 ASTM C457 ASTM C642	الظروف الفيزيائية: * التجانس. * نظام فجوات الهواء. * امتصاص المياه.
UPV - ASTM C597	الانفصال / (الفجوات)
طبقاً للمعايير ASTM C469	نموذج المرونة / نسبة بواصون
طبقاً للمعايير ASTM C157	انكماش غير محدود
اختبارات الشد المباشر / اختبار السحب المباشر طبقاً للمعايير ASTM E149	قوة التصاق مادة الإصلاح
اختبار المنشور/ اختبار منشور الانكماش طبقاً للمعايير ASTM C157	الانكماش والتحرركات الحرارية

$$D = Kc \sqrt{t}$$

حيث إن:

D = عمق التأثير بثاني أكسيد الكربون

Kc = معامل الكربنة

t = الزمن (5 سنوات)

● اختبارات تركيز الكلوريدات

تحديد المستوى الأعلى للكلوريدات (0,3%) من وزن الأسمنت. ويوصى بذلك لبيئة منطقة الخليج. تؤخذ قياسات محتوى الكلوريدات بالزيادة من سطح الخرسانة. ويتم فحص نسبة الكلوريدات بالقرب من حديد التسليح للتأكد من أنه آمن أو غير آمن. ويتم تحديد العمق المقرر الذي تكون فيه نسبة الكلوريدات 0,3%.

العمق = العمق الذي وجد عنده محتوى الكلوريدات بنسبة 0,3% من وزن الأسمنت ومنه تم احتساب Kc . وتمثل المعادلة التالية العلاقة بين العمق والزمن.

$$D = Kc \sqrt{t}$$

حيث إن (D) هو العمق الذي تم قياس محتوى الكلوريدات عنده بنسبة 0,3% و (t) هو الزمن (خمس سنوات) ومنها نستنتج أن:

Kc = معامل محتوى الكلوريدات بنسبة 0,3% من وزن الأسمنت.

لاحتساب المدة الزمنية المطلوبة حتى يصل التآكل إلى حديد التسليح المدفون في الخرسانة، أي إذا كان عمق الغطاء الخرساني $D1$ فإن الوقت سيكون مساوياً لـ:

$$t = (D1/Kc)^2$$

ضبط الجودة قبل أعمال الإصلاح وأثناءها وبعد إتمامها

قبل البدء في الإصلاح

* الموارد:

التأهيل المسبق للمقاولين المختصين.

يتم اختيارهم بناءً على خبرتهم السابقة في استخدام العمالة الفنية الماهرة والمواد والمعدات وتنفيذ مشروعات إصلاح مماثلة.

أثناء تنفيذ أعمال الإصلاح

مراعاة نظام الإدارة لما يلي:

- الموافقة على التقديرات والمواد والمخططات التنفيذية وطريقة التنفيذ لكل أسلوب وطريقة إصلاح.
- اتباع نظام جداول الفحص لكل مرحلة من مراحل الإصلاح.
- نموذج مصغر مجسم لضمان أداء المواد والمصنعية.
- تسجيل كل نتيجة فحص لعينات المواد.

التقييم بعد الانتهاء من أعمال الإصلاح

الهدف

تقييم الأداء المستقبلي لمواد الإصلاح.

● اختبارات (الكربنة)

تقييم المعدل الذي يتحرك به ثاني أكسيد الكربون إلى داخل الخرسانة من السطح الخارجي. ويتم هذا التقييم بعد خمس سنوات وقبل إصدار شهادة الاستلام النهائي إلى المقاول. تمثل المعادلة التالية العلاقة بين عمق الكربنة والزمن.

● خريطة مسح الجهد الكهربائي

يوضح الجدول التالي تفسير علاقة الجهد الكهربائي بإمكانية حدوث الصدأ:

احتمال حدوث الصدأ	جهد نصف خلية (CU/CUSO4)*
٪5	أقل سلبية من 200 م ف
٪50	من 200 إلى 350 م ف
٪95	أكثر سلبية من 350 م ف

$CU/CUSO4^* = \text{نحاس} / \text{كبريتيد النحاس}$
(قضيبي من معدن في محاليل مشبعة، أي قضيبي نحاس في محلول كبريتيد النحاس ليكون نصف خلية).

ملحوظة: يمكن أن يتأثر القياس بعدد من العوامل ولذلك فإن هناك حاجة للحيلة والخبرة لتجنب نتائج مضللة وغير دقيقة.

ويوجد وصف لهذه الطريقة في المواصفات الأمريكية ASTM C876. وهناك عدد كبير من الأسماء والشركات التجارية متوافرة لتجميع بيانات الجهد الكهربائي لنصف خلية. ويشتمل ذلك على خلايا مفردة ومصفوفات خلايا متعددة وعجلة جهد كهربائي Taywood يمكن بواسطتها القيام بمسح سريع لمساحات واسعة. ويمكن الحصول على خريطة ذات كونتورات الجهد المكافئة.

* الاختبار بطريقة التحميل في الموقع:

● للأجزاء الإنشائية المعرضة للانحناء (الكمز والبلاط).

● للأجزاء التي تم إصلاح العمق الجزئي أو الكلي (بالتشكيل أو الصب) أو باستخدام خرسانة تستخدم بالرش خاصة في حالة إصلاحات التضرر الناتج عن الحريق أو البلاط أو الكمز المتضرر بشدة من الصدأ. يتم القيام بالاختبار طبقاً للمواصفات الأمريكية رقم 91 - R - ASTM 437.

● قوة الضغط وكثافة الخرسانة

يتم قطع قلب أسطواني لقياس قوة انضغاط الخرسانة (للأعمدة) العناصر الإنشائية الحاملة. يوصى بأن يكون الحد الأدنى لقوة الانضغاط للإصلاحات الإنشائية 27,6 MPa (4000 psi) بعد 28 يوماً وتستخدم عادة المواصفات الأمريكية ASTM C42 لاستخراج العينات الأسطوانية من الخرسانة وإجراء فحص الضغط عليها.

● الفحص بالموجات فوق الصوتية:

تقدم توضيحاً للمنطقة التي تم إصلاحها فيما يتعلق بالخواص التالية:

● الجودة.

● التغييرات التي تطرأ على الجودة.

● الشروخ وعمقها.

ملحوظة: يمكن معاير النتائج في بعض الظروف مقابل قوة معروفة لعينة مناسبة. وينبغي إجراء هذا الاختبار لقوة الخرسانة بعد 28 يوماً من الإصلاح.

● الاختبار الابتدائي للامتصاص السطحي (ISAT)

يوضح الجدول التالي علاقة نتائج ISAT والامتصاص التراكمي على مدار ساعتين بجودة الخرسانة.

تحليل نتائج الامتصاص السطحي الابتدائي ISAT (BS 1881).

جودة الخرسانة	الامتصاص	امتصاص تراكمي على مدار ساعتين م ³ /ل ²
جيدة	منخفض	> 1000
متوسطة	متوسط	1000 - 2000
ضعيفة	مرتفع	< 2000

صيغة العقد التي نوصي بها لتنفيذ أعمال الترميم / الإصلاح

بناءً على الخبرة المكتسبة من مشروعات إصلاح الخرسانة في الكويت وتأثير الخلافات التعاقدية الناشئة عن تفسير مستندات العقد ونتيجة لعدم التأكد من مدى الضرر والتعامل مع بنود إصلاح غير معروفة بدقة ويسر خصوصاً الأجزاء الإنشائية المخفية (الإنشاءات التحتية أو الموجودة فوق السقف المعلق أثناء إعداد شروط العقد). ومن أجل عقد منصف ومتزن، نوصي بصيغة العقد القائمة على سعر الوحدة.

2-4 مستندات العقد

تشتمل مستندات العقد على ما يلي:

- مخططات التصميم / دفتر حسابات الإصلاحات.
- المواصفات.
- مواصفات المواد.
- التطبيق (التنفيذ).
- مواصفات الأداء، لضمان ضبط الجودة Q/C.
- جداول الكميات (أسعار الوحدة والبنود في حالة العقود المبنية على أساس سعر الوحدة فقط).
- طريقة القياس.

3-4 طريقة القياس

يختلف القياس الكمي للإصلاحات من كافة الأوجه عن الطريقة العادية لقياس الإنشاءات الخرسانية.

الفصل 4 - مستندات المناقصة:

1-4 صيغ العقد

يمكن لمقاول الترميم / الإصلاح إبرام عقد مباشرة مع المالك أو المستخدم النهائي للمنشأ أو يمكنه إبرام عقد باطن مع المقاول الرئيسي أو مدير المشروع نيابة عن المالك. ومن المحتمل استخدام صيغ عديدة للعقد.

1-1-4 عقد بمبلغ مقطوع (مقطوعية)

الصيغة القياسية للاتفاقية بين المالك والمقاول مقابل مبلغ منصوص عليه حسب معهد المعمارين الأمريكي AIA.

2-1-4 عقد التكلفة الفعلية بالإضافة للأتعاب

وذلك حسب نموذج AIII الخاص بمعهد المعمارين الأمريكي، البنود القياسية للاتفاقية بين المالك والمقاول وتكون بتكلفة العمل بالإضافة للأتعاب. وتكون الأتعاب نسبة من تكلفة العمل أو مبلغا مقطوعا مضافا إلى تكلفة العمل.

3-1-4 عقد بسعر الوحدة

سوف يعتمد هذا النوع من العقود على كمية تقديرية مفترضة لكل نوع من الأعمال المقرر القيام بها.

وعند إتمام العمل يمكن القيام بقياسات دقيقة لكل نوع من الأعمال التي تم تنفيذها فعلياً وسعر الوحدة المتفق عليه قبل ذلك لحساب المبالغ المستحقة للمقاول.

● هل تساعد عملية إصلاح الخرسانة على إطالة عمر المبنى بتكلفة أقل؟

● هل ستكون تكلفة الإصلاح أقل من الهدم وإعادة البناء؟

● هل للمشروع قيمة تاريخية أو تجارية؟

إذا كانت إجابة أي من تلك الأسئلة (نعم)، يتم الشروع في عملية الإصلاح.

4-5 الشروط القانونية

يجب وضع البنود القانونية المهمة التالية في الحساب والتي تختلف عن العقود العادية:

● شهادة الاستلام النهائي
يصدر المهندس شهادة الاستلام النهائي بعد 5 سنوات وإثبات نجاح اختبارات ضمان الجودة.

● سند ضمان الأداء
يتم دفع القيمة المحتجزة (10%) من قبل المالك إلى مقاول الإصلاح بعد إصدار شهادة الاستلام النهائية، أي بعد 5 سنوات.

● الأمن الوقائي (ويتضمن المسؤولية الإنشائية والتأمين الكلي) بعد 10 سنوات من إصدار شهادة الاستلام الابتدائي للمشروع.

● مسح الحالة بعد التوقيع على العقد.

يمكن طلب القيام بتحريات أكثر تفصيلاً للمناطق المحددة قبل بدء أعمال الإصلاح. ويوضح الجدول رقم (3) أكثر أنواع الاختبارات شيوعاً.

● الأعمال المنفذة

تشتمل طريقة قياس أعمال الإصلاح المنجزة الموصى بها على أغلبية البنود المتوقعة كما هو موضح في الجدول رقم (2) ومع ذلك يمكن إضافة بنود أخرى لأساليب الإصلاح الخاصة.

● يشتمل الجدول رقم (3) على طريقة القياس لتغطية تكلفة الاختبارات المطلوبة بعد توقيع العقد (مسح الحالة بعد توقيع العقد).

● يشتمل الجدول رقم (4) على طريقة قياس نوع أعمال الإصلاح المنجزة وطريقة القياس وسعر الوحدة لكل بند.

ويقوم المناقصون بتعبئة الجدولين 3 و 4 كجزء من مستندات العقد لتقييم العطاء.

4-4 تكلفة الإصلاح أو الاستبدال

إن لنتائج مسح الحالة وتقييم القوة واختيار المادة أهمية كبيرة جداً في اتخاذ قرار بالإصلاح أو الهدم وإعادة البناء.

أسئلة رئيسية:

● هل لسلامة المنشأ أهمية رئيسية؟

(3) جدول رقم
طريقة القياس
مسح الحالة بعد توقيع العقد

نوع الاختبار	الوحدة	التكلفة
تركيب السقالات	مساحة م ²	
المعاينة البصرية	مبلغ مقطوع	
السرعة فوق الصوتية UPV	مساحة م ²	
تخطيط الشروخ	مساحة م ²	
عمق التغطية	مساحة م ²	
اختبار قلب الخرسانة	وحدة	
اختبار تركيز الكلوريدات	وحدة	
عمق الكربنة	وحدة	
الجهد الكهربائي لنصف خلية وتخطيط الجهد الكهربائي	مساحة م ²	
امتصاص المياه	وحدة	
نفذية المياه	وحدة	
معدل الصدا	مساحة م ²	

جدول رقم (4)
طريقة القياس بعد التنفيذ

نوع العمل	طريقة القياس	الوحدة	السعر	الإجمالي
السفع الرملي	العمل المنفذ بالفعل	م ²		
نظام التدعيم (الدعامات)	المناطق المدعمة بالفعل	م ²		
مونة الترقيع: قطع أسطح الخرسانة وسفع حديد التسليح بالرمال والإصلاح بمونة خاصة. * حتى 15 ملم * 40 إلى 80 ملم * 80 ملم أو أكثر	العمل المنفذ بالفعل	م ² م ² م ² م ²		
إصلاح باستخدام المونة السائلة: قطع سطح الخرسانة والسفع والإصلاح كما هو محدد. * 40 إلى 80 مم * 80 إلى 120 مم * أكثر من 120 مم	العمل المنفذ بالفعل	م ² م ² م ² م ²		
حقن الشقوق: حقن وسد الشقوق حسبما هو موصوف في طريقة إصلاح الخرسانة والتنظيف والحقن والإصلاح بعد إزالة نقاط الحقن.	العمل المنفذ بالفعل بالمتر الطولي للأعمدة والكمرات حتى 20 سم وتحسب النسبة للأعماق الأكبر	م. طولي		
التغليف بخرسانة سائلة / ميكروسيлика * حتى 0,05 م * حتى 1,00 م * حتى 2,00 م * حتى 4,00 م السبك (50-100م)	العمل المنجز بالفعل	م ²		
التغليف بخرسانة سائلة / ميكروسيлика للكمرات. السبك (50-100م)	العمل المنجز بالفعل متر طولي	م ²		
ملء الفجوات والفراغات	العمل المنجز بالفعل	بالعدد		
التغليف بخرسانة مسلحة	العمل المنجز بالفعل	م ²		
تنفيذ الشوتريت: * حوائط * بلاط مشقوق السبك (7,5 - 10سم)	مناطق العمل الفعلي (رأسي للحوائط) رأسي وأفقي للبلاط المشقوق/ الكمرات	م ² م ² م ²		
حماية الخرسانة: دهان برايمر مع دهان طبقتين من مواد حماية خاصة.	العمل المنجز بالفعل	م ²		
عازل الفواصل: عازل فواصل من مواد حسب المواصفات.	العمل المنجز بالفعل بالمتر الطولي	م. طولي		

المراجع:

- لجنة 506 ACI، "دليل الخرسانة المستخدمة بالرش". ACI 506 R-90، معهد الخرسانة الأمريكي، ديترويت 1995.
- لجنة 506 ACI، "مواصفات الخرسانة المستخدمة بالرش". ACI 506.2 R-95، معهد الخرسانة الأمريكي، ديترويت 1995.
- لجنة 503 ACI، "المواصفات القياسية لإصلاح الخرسانة بملاط إيبوكسي، ACI 503.4-92، معهد الخرسانة الأمريكي، ديترويت 1992.
- ليث حبوبي "توسعة حدود إصلاح الخرسانة باستخدام طريقة إلكتروكيميائية وذات جدوى اقتصادية"، المؤتمر الدولي السادس لانتهاء وإصلاح الخرسانة المسلحة في الخليج العربي، البحرين، نوفمبر 2000.
- مكتب المهندس الكويتي للاستشارات العالمية، تقرير عن "إصلاح الخرسانة في كلية العلوم الاجتماعية والتشريعية، جامعة الكويت"، 2000.
- فريج س ودرويش إ، "تقييم وإصلاح المباني الخرسانية المتضررة من الحرب في مدينة الكويت"، كونكرت إنترناشيونال، مارس 1993.
- إيمونز ب. هـ "إصلاح وصيانة الخرسانة، موضح بالرسومات"، رس مينز، 1994.
- دليل تقييم الضرر وإصلاح الإنشاءات الخرسانية، ACI، فرع دولة الكويت 1998 ACI/KC01-98.
- فوسروك إنترناشيونال، نشرة UAE/ 0256/98,A 1998.
- فوسروك إنترناشيونال، نشرة MA/101/ 00/B 2000.
- فوسروك إنترناشيونال، نشرة UAE/ 0405/00/A 2000.
- فوسروك إنترناشيونال، نشرة UAE/ 0406/00/A 2000.

دليل تقييم وإصلاح أعمال الخرسانة المعهد الأمريكي للخرسانة

لقد تأسس المعهد في عام 1905 كمنظمة عضوية لا تهدف للربح وخصص جهوده للخدمة العامة وتمثيل مصالح المستخدم في مجال الخرسانة. إنه يجمع ويوزع معلومات عن تحسين التصميم وإنشاء وصيانة المنتجات والإنشاءات الخرسانية ويقوم بأعمال المعهد أفراد أعضاء ولجان تطوعية.

وتعمل اللجان وكذلك المعهد في شكل اتحاد يضمن لكل الأعضاء حق دراسة وجهات نظرهم. وتشتمل أنشطة اللجنة على تطوير قوانين المباني ومعايير المواصفات وتحليل نتائج البحث والتطوير وتقديم أساليب الإنشاء والإصلاح والتعليم.

ويشجع أي شخص مهتم بأنشطة المعهد السعي إلى الحصول على العضوية. فليس هناك متطلبات تعليمية أو وظيفية. وهناك مهندسون ومعماريون وعلماء ومختصو إنشاءات وممثلون عن مجموعة متنوعة من الشركات والمنظمات يحملون عضوية المعهد.

ويحق لكافة الأعضاء - مع التشجيع - الاشتراك في أنشطة اللجنة التي ترتبط بنطاقات اهتمامهم. إن معلومات العضوية وكتالوج المنشورات وقوائم الأنشطة التعليمية متاحة.



**ACI
(KUWAIT)
WANTS
YOU**

عملياً لديك علم بالعضوية الدولية للمعهد الأمريكي للخرسانة ولكن هل فكرت في مميزات الانضمام إلى الفرع المحلي للمعهد الأمريكي للخرسانة؟ وإن فرع الكويت المحلي هو مركز لنشر أحدث المعلومات والأفكار. وسوف تجد مجموعة من الكتالوجات المجهزة بإجابات لمشكلات الخرسانة التي تواجهها محلياً كل يوم. املا هذا الكوبون وأرسله بالفاكس إلى 2428148، وسوف نرسل لك معلومات كاملة عن فرع المعهد الأمريكي للخرسانة في الكويت.

أرسل لي كافة المعلومات عن عضوية فرع المعهد الأمريكي للخرسانة في الكويت.

الاسم
الشركة
الفاكس أو العنوان