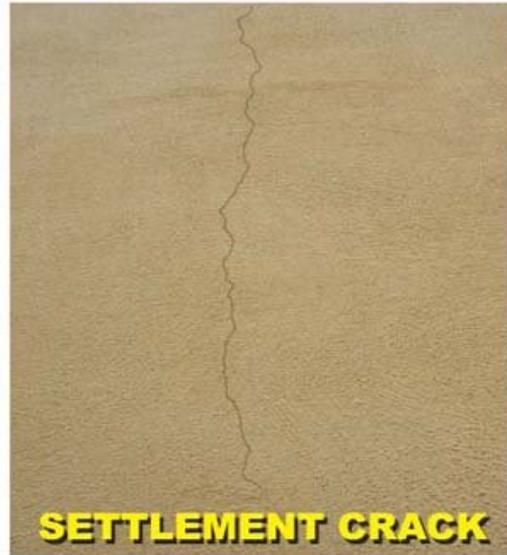


ترميم وصيانة شروخ الخرسانة

علاج الشروخ الخرسانية



تصنيف الشروخ:

أولاً - شروخ غير إنشائية (لأسباب غير إنشائية) ثانياً- الشروخ الإنشائية (شديدة الخطورة)

أولاً - شروخ غير إنشائية (لأسباب غير إنشائية)

شروخ الانكماش الحراري:

يتولد أثناء عملية التصلب المبكرة حرارة ناتجة من التفاعل الكيميائي بين الماء والإسمنت وغالباً ما تعالج العناصر سابقة الصب بالبخار وهذه المعالجة الحرارية تولد كمية كبيرة من الحرارة خلال الخرسانة .

وعند ما تبرد الخرسانة وتتكمش تبدأ الاجتهادات الحرارية في الظهور والنمو خاصة إذا كان التبريد غير منتظم خلال العنصر .

وقد يحدث اجتهاد الشد الحراري شروخاً دقيقة جداً يقدر أن يكون لها أهمية إنشائياً ولكن ذلك يوجد أسطحاً ضعيفة داخل الخرسانة ، كما أن انكماش الجفاف العادي يؤدي إلى توسيع هذه الشروخ بعد ربط العناصر سابقة الصب.

شروخ الانكماش اللدن:

تحدث نتيجة التبخر السريع للماء من سطح الخرسانة وهي لدنه أثناء تصلدها وهذا التبخر السريع يتوقف على عوامل كثيرة أهمها درجة الحرارة وسرعة الشمس المباشرة تجعل معدل التبخر أعلى من معدل طفو الماء على سطح الخرسانة.

وتكون شروخ الانكماش اللدن عادة قصيرة وسطحية وتظهر في اتجاهين عكسيين في آن واحد .

وفي حالة عناصر المنشآت سابقة الصب التي تصنع في أماكن مغلقة وتعالج جيداً فلا يخشى من خطورة شروخ الانكماش اللدن لصغرهما.

شروخ انكماش الجفاف

يحدث هذا النوع من الشروخ عندما تقابل العناصر القصيرة ذات التسليح القليل حواجز تعيقها كما في حالة اتصال قطعة معمارية ذات تخانة صغيرة ببلاطة شرفة ذات تخانة كبيرة .

وفي الكمرات سابقة الصب فإن خرسانة الأطراف المفصلية تصب في مجاري من وصلات متصلة مسبقة الصنع ومستخدمة كقالب ونظراً لضيق هذه المجاري نسبياً لتسهيل عملية الصب ، تحدث في الفواصل الرأسية غالباً شروخ دقيقة نتيجة الانكماش.

فروق الإجهاد الحرارية

إن أسلوب الإنشاء في المنشآت سابقة الصب يساعد على التأثر باختلاف درجة الحرارة لاختلاف الطقس الطبيعي أو نتيجة التسخين ولذلك تظهر الشروخ في البحور المحصورة عندما يكون اتصال طرفيها بالمنشأ متيناً .

كما أن الحرارة المفاجئة لها تأثير آخر حيث يولد الارتفاع المفاجئ في درجة الحرارة سلسلة من الشروخ أيضاً إذا حدث اختلاف كبير في درجة الحرارة بين وجهي بلاطة أو كمره وهذا التأثير نادر الحدوث في المنشآت السكنية ولكن قد يحدث في منشآت معينة مثل حوائط الخزانات وفي حالات خاصة عندما يكون السائل المخزون داخل الخزان ساخناً أو بارداً جداً .

كما تحدث إجهادات بالمنشأ نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين أجزئه المختلفة ، فإن أطراف الواجهة مثلاً تتعرض لأشعة الشمس المباشرة فتتمدد ، بينما تظل درجة حرارة باقي المنشأ منخفضة ، فينتج عن ذلك ظهور شروخ قطرية من الزوايا في أرضيات المنشآت الطويلة جداً أو المثبتة جداً .

وهناك أنواع أخرى من الشروخ قد تحدث تحت هذا التأثير وبخاصة مع حدوث الضوضاء والاهتزازات ، وتقلل الشروخ الناتجة من الانكماش وفروق درجات الحرارة من متانة المنشأ وهذا يعني أن الاجهادات لا تتزايد بعد حدوث الشروخ.

شروخ نتيجة التآكل :

هناك نوعان رئيسان من العيوب يساعدان على تزايد تأثير عوامل التعرية على المنشأ الخرساني وهما:

تآكل حديد التسليح:

ينمو الصدأ ويتزايد حول حديد التسليح منتجاً شروخاً بامتداد طولها وقد يؤدي ذلك إلى سقوط الخرسانة كاشفة حديد التسليح وتساعد كلوريدات الكالسيوم الموجودة في الخرسانة على ظهور هذا العيب ، كما تساعد على ذلك الرطوبة المشبعة بالأملاح في المناطق الساحلية تحمل كلوريد الكالسيوم ، وبالتالي فإن خطورة تآكل الحديد تصبح كبيرة في هذه الحالة .

كما إن شروخ تآكل الحديد خطيرة على عمر المنشأ وقوة تحمله حيث تقلل مساحة الحديد في القطاع الخرساني ، وهذه الظاهرة خطيرة بصفة خاصة في الخرسانة سابقة الإجهاد .

نحر الخرسانة:

هناك تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تهتك الخرسانة والحالة الأكثر شيوعاً هي تكوين الاترنجيت نتيجة اتحاد الكبريت مع ألومينات الإسمنت في وجود الماء والملح الناتج ذو حجم أكبر من العناصر المكونة له ، والتمدد الناتج يؤدي إلى تقعر الشروخ وسقوط أجزاء الخرسانة المتهتكة .

وقد يظهر خلل كيميائي نتيجة اختيار حبيبات ركام غير ملائمة ، فإن النتوءات والحفر التي تظهر على السطح الخرساني تعني أن الحبيبات المعزولة قد تفتتت .

ثانياً- الشروخ الإنشائية (شديدة الخطورة)

تتعرض الخرسانة المسلحة لاجهادات الشد عند تحميل المنشأ ، ولذلك تحدث شروخ في الكمرات (وهذا طبيعي) في الجانب المعرض للشد تحت تأثير عزم الانحناء.

فإذا كان التسليح المستخدم موزعاً بالشكل الملائم (تفريد الحديد سليم ومدروس) وكانت الخرسانة جيدة النوعية وغنية بالإسمنت فإن هذه الشروخ تكون دقيقة بالقدر الكافي لتجنب تآكل الحديد . وعموماً فإن هذه الشروخ مقبولة إذا كان سمكها 0.2 مم وقد أثبتت التجارب أن التآكل والصدأ يتزايدان بسرعة فقط عندما يزيد سمك الشرخ عن 0.4 مم.

وقد تظهر بعض الشروخ نتيجة اجهادات القص ، وإن كانت نادرة ، وتكون شروخاً قطرية (مائلة) في اتجاه أسياخ التسليح (التكميح) وتحدث بسبب عيوب في ترابط أسياخ الحديد ذات القطر الكبير مع الخرسانة ، خاصة إذا كان غطاء الحديد قليل السمك ، أو إذا كان جنش الأسياخ قصيرة مما يؤدي إلى ضعف الربط بين أسياخ الحديد والخرسانة أو إذا كانت هذه الشروخ معقولة في الحدود المسموح بها وتشير إلى سلوك طبيعي للمنشأ فلا خطر منها ولكن في بعض الحالات تكون هذه الشروخ ظاهرة بدرجة تشكل خطراً.....

وذلك مثل :

شروخ عزوم الانحناء أو القص التي يزداد اتساعها بصفة مستمرة .
شروخ تحدث في أجزاء الخرسانة المعرضة للضغط وهذا ينبه إلى أن هناك سلوكاً غير عادي يحدث في المنشأ (المنشأ يتعرض لأحمال كبيرة)
تفتت الخرسانة في مناطق الضغط (الأعمدة أو الكمرات أو البلاطات في الجانب المعرض للضغط) وهذه الحالة من أقصى درجات الخطورة على المنشأ .
عند حدوث مثل هذه الأنواع من الشروخ فقد يكون من الضروري تدعيم المنشأ ونزاع الأحمال فوراً ، وبعد ذلك يدرس أساس ومصدر الخلل في المنشأ ، ونبدأ في حل مشكلة تقوية المنشأ وكيفية معالجة الشروخ.

وقد يكون سبب الخلل زيادة في الأحمال على المنشأ أو أن التسليح غير كاف

أو أن نوعية الخرسانة رديئة أو أن هناك هبوطاً في التربة

صيانة وترميم الشروخ في المنشآت

مراقبة الشروخ

يجب ملاحظة الشروخ عندما تظهر في المنشأ الخرساني وعند ظهورها يجب اختبار سمك الشرخ وطوله وعمقه.

ومن المهم ملاحظة ما إذا كان الشرخ يتسع بمرور الوقت أم لا . وهناك طرق كثيرة تستخدم لدراسة ذلك (مثل استخدام بقع الجبس فوق الشروخ ومتابعة حدوث الشروخ في الجبس ، أو باستخدام جهاز يقيس العرض بين كرتين من الحديد مثبتتين على جانبي الشرخ).

ويجب قياس تشوه أو انحناء عناصر المنشأ التي تحدث فيها الشروخ الإنشائية باستخدام نقاط المناسيب المعروفة كمرجع للقياس ومن الضروري معرفة الهبوط النهائي للأساسات وسوف نقودنا الملاحظة وأخذ القراءات المختلفة إلى معرفة نوع الشروخ من حيث أسبابها وغالباً ما تؤثر عدة أسباب في وقت واحد لتكوين الشروخ .

وبعد ذلك يمكن اقتراح طريقة للعلاج (الترميم) وتقوية المنشأ مثل حقن الشروخ وما إلى ذلك .

معالجة الشروخ وترميم المنشأ:

!Error



**RECTIFICATION
OF CRACKS**



خطوات ترميم الشروخ

الشروخ الشعرية غير الإنشائية (الناتجة عن أسباب غير إنشائية) من المفروض في هذه الحالة أن الخرسانة جيدة النوعية ، وأن الشروخ دقيقة ولا تمثل خطورة على استمرارية تحمل المنشأ ، فإذا تمت معاينة الشروخ ، وكانت ناتجة عن سلوك طبيعي للمبنى كما في حالة الوصلات بين الوحدات سابقة الصب ، فعلى المصمم أن يأخذ هذه الشروخ في الحساب وخاصة الوصلات الرأسية والأفقية بواجهة المبنى ، والتي يجب معالجتها بعناية لتجنب الأضرار التي تتجم عن هذه الشروخ (مثل تسرب المياه خلال لها) وبالتالي يجب أن نتوقع ذلك في اختيار مادة كساء الجدران الداخلية . وعادة يتم إجراء اختبارات معملية على وصلات مشروخة لنحصل على القوة الحقيقية للوصلات في حالة الاستخدام الفعلي لها ، ويجب أن يصمم حديد التسليح ونختار تقريره بطريقة تجعل اتساع الشروخ غير مؤثر وغالباً ما يكون وضع الحديد الإضافي غير المحسوب إنشائياً ضرورياً (مثل حديد التسليح القطري المكسح) ويكون عمودياً على اتجاه الشروخ المتوقعة في زوايا المبنى.

وعموماً فإن التصميم الجيد والتنفيذ الجيد يعطينا أفضل تحكم في الشروخ وتعالج الشروخ الشعرية غير الإنشائية (مثل شروخ الانكماش اللدن) باستخدام هذه الطريقة:

- تنظيف السطح بالفرشاة المعدنية

- تحقن الشروخ على طبقات بحقن إسمنتية لاصقة

وعندما تكون الشروخ الشعرية عميقة وعمودية على اتجاه قوى الضغط في المنشأ فمن الضروري حقن هذه الشروخ بعناية باستخدام ماله تتصلب حرارياً ومن الضروري اختيار منتج منخفض اللزوجة ويجب على المهندس قراءة بيانات المنتج قبل استخدامه حتى لا تحدث كارثة نتيجة عدم جدوى استخدام منتج غير ملائم.

ونصيحه شخصية يجب مراجعة ما كتبه استشاري متخصص في هذا المجال وأنصح بقراءة ما كتبه الدكتور / أشرف رجب في محاضرات مادة (المواد الهندسية المتقدمة) بقسم الهندسة المدنية جامعة الاسكندرية .

الشروخ العريضة

عندما يكون عرض الشرخ كبيراً وعميقاً داخل الخرسانة بحيث يصل إلى التسليح فيجب معالجته لتجنب تآكل الحديد أما إذا حدث هذا التآكل في الحديد فعلا فيجب اتباع الاتي :

- إزالة الغطاء الخرساني المغلف للحديد

- تنظف أسياخ الحديد

- ويستبدل الغطاء المزال بخرسانة جيدة كغطاء للحديد

(ومن المهم في هذه الحالة استخدام بوليمرية الرغوية اللاصقة والترميم بخرسانة عالية المقاومة بالدفع بالهواء باستخدام مدفع الإسمنت وغالباً ما تتميز الشروخ الناتجة عن تمدد الخرسانة باحتوائها على نسبة كبريتات عالية وقد يكون من الضروري في هذه الحالة إزالة الخرسانة المعابه وتغييرها)

وإذا كانت الشروخ ناتجة عن أسباب ميكانيكية مثل زيادة الأحمال أو نقص التسليح أو استخدام خرسانة رديئة أو هبوط التربة فيجب أن نتأكد من السيطرة على هذه الأسباب قبل البدء في ترميم المبنى خاصة إذا كانت هذه الشروخ مستمرة في الزيادة.

وقد يكون من الضروري إزالة وتغيير الخرسانة المعابه وإضافة طبقة من الخرسانة الجديدة مثلاً نحصل على ربط الخرسانة القديمة بالخرسانة الجديدة باستخدام طبقة دهان خاصة من مادة بوليمرية مطاطة مثل استخدام أيبوكسي لاصق.

وقد يكون من الضروري وضع أسياخ حديد تسليح إضافية في مجاري أو ثقوب محفورة لها في الخرسانة القديمة (يزرع الحديد باستخدام مونه أيبوكسية لاصقة) وعندما نقرر حقن الشروخ فيجب العناية باختيار المنتج البوليمري الذي سنستخدمه وفقاً لترتيب الشروخ وتوزيعها ، ووفقاً لنتائج عملية الحقن.

إذا كانت الشروخ نشطة ويتغير عرضها نتيجة التأثيرات الحرارية فلا بد من أن نتأكد من عدم ظهور تأثير إجهادات الشد وشروخ جديدة بعد ملء الشروخ.

علاج الشروخ باستخدام المواد البوليمرية

سوف نتناول هنا الحلول البوليمرية لشروخ الخرسانة مع متابعة الترميمات الأخرى الضرورية.

المواد المستخدمة :

تستخدم البوليمرات والإسمنت في علاج الشروخ وأكثر البوليمرات استخداماً في الترميمات الإنشائية هي الروابط الإيبوكسية وهي عبارة عن مركب أساسي راتنجي وماده تساعد على التصلد أو معجل للتصلب ، حيث يجب خلطها بالنسب المحددة على المنتج.

وللروابط الإيبوكسية خاصية الالتصاق بالخامات كالخرسانة والحديد وقلة الانكماش ، كما أنها ذات قوة شد وضغط عاليتين ويعيب البوليمرات ضعف مقاومتها للحريق والصدمه الحرارية وعدم مقاومتها لقوى التقشير .

والروابط الإيبوكسية تنتمي إلى فصيلة البوليمرات حرارية التصلد وتكون مجهزه على هيئة مركبين يجب خلطهما عند الاستخدام ويعد البوليستر من نفس الفصيلة وهو يتكون في بعض الأحوال من ثلاث مركبات (أساس راتنجي ، وسيط مساعد ، ومعجل لتصلب).

وهناك فصيلة أخرى من الروابط تتكون من البوليمرات البلاستيكية وهي سريعة التصلب ولا تلتصق بالخرسانة ، وهي ذات انكماش عال في الظروف الجافة ولذا فإن استخدامها الرئيسي يكون في سد الشروخ في حالات الرطوبة والتشبع لمقاومة تسرب الماء والإسمنت المستخدم هنا هو الإسمنت البورتلاندي العادي .



استخدام حقن البوليمرات

اختيار الخامات

يستخدم اسمنت الحقن (اللباني) لملء التعشيشات والفراغات الهامة ، كما يستخدم الإسمنت السريع التصلب في بعض حالات ملء الشروخ وتستخدم البوليمرات البلاستيكية (الراتجات الاكليريكية) بصفة رئيسية لملء الشروخ تحت ضغط الماء لإيقاف نفاذ الماء كما تستخدم أيضاً البوليمرات حرارية التصلد.

الحد من سعة الشروخ:

يمكن تلافي وصول الشروخ في عناصر الخرسانة المسلحة إلى الحد غير المسموح به باتخاذ الاجراء التالي

- تصميم خرسانة كثيفة وغنية

- تأمين طبقة كافية من الخرسانة لحماية حديد التسليح ضد عوامل التآكل بما لا يقل عن 2 سم في البلاطات المعرضة لتأثيرات جوية ، و 3 سم للكمرات والأعمدة ، على أن لا تقل سماكة هذه الطبقة عن أكبر قطر لحديد التسليح المستعمل.

المراجع

*** الطرق الحديثة لترميم وتقوية وحماية المنشآت الخرسانية**

د.م / كمال مصطفى - د.م / عزيز شنوده

*** محاضرات مواد هندسية متقدمه السنة الثالثة مدنى 2009**

أ.د / أشرف رجب على محمد - أستاذ بقسم الهندسة الإنشائية

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية - جمهورية مصر العربية

*** محاضرات لمادة الترميم السنة الثالثة مدنى 2009**

أ.د / شفيق شوقى شفيق خورى - أستاذ بقسم الهندسة الإنشائية

قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الإسكندرية - جمهورية مصر العربية