

تصنيف الشروخ :

صيانة وترميم الشروخ في المنشآت :

معالجة الشروخ وترميم المنشأ :

الحد من سعة الشروخ :

الشروخ الخرسانية أسبابها وعلاجها

تحدث الشروخ الخرسانية لأسباب عديدة ومختلفة . وقد تكون هذه الشروخ على درجة من الخطورة قد تؤثر في عمر المبنى . وفيما يلي تصنيف الشروخ حسب مسبباتها تصنيفاً يسري على كل المنشآت التي تصب في المواقع أو مسبقة الصب .

تصنيف الشروخ :

1_شروخ غير إنشائية (لأسباب غير إنشائية) ونميز منها :

شروخ الانكماش الحراري :

يتولد أثناء عملية التصلب المبكرة حرارة ناتجة من التفاعل الكيميائي بين الماء والإسمنت . وغالباً ما تعالج العناصر المسببة الصنع بالبخر STEAM CURING وهذه المعالجة الحرارية تولد كمية كبيرة من الحرارة خلال الخرسانة . وعند ما تبرد الخرسانة وتنكمش 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 إنشائية . ولكن ذلك يوجد أسطحاً ضعيفة داخل الخرسانة ، كما أن انكماش الجفاف العادي يؤدي إلى توسيع هذه الشروخ بعد ربط العناصر مسبقة الصنع .

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 DRYING SHRINKAGE CRACKING

يحدث هذا النوع من الشروخ عندما تقابل العناصر القصيرة ذات التسليح القليل حواجز تعيقها (كما في حالة اتصال كورنيشية ذات ثخانة صغيرة ببلاطة شرفة ذات ثخانة كبيرة) . وفي الكمرات مسبقة الصنع فإن خرسانة الأطراف المفصلية تصب في مجاري من وصلات متصلة مسبقة الصنع (كقالب) . ونظراً لضيق هذه المجاري نسبياً لتسهيل عملية الصب ، وتحدث في الفواصل الرأسية غالباً شروخ دقيقة نتيجة الانكماش .

فروق الإجهاد الحرارية DIFFERENTIAL THERMAL STRAINS :

إن أسلوب الإنشاء في المنشآت مسبقة الصب يساعد على التأثير باختلاف درجة الحرارة لاختلاف الطقس الطبيعي أو نتيجة التسخين STEAM CURIG . ولذا تظهر الشروخ في البحور المحصورة عند ما يكون اتصال وجهيها 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 كمرة . 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 أجزائه 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 المتينة 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 الاجتهادات 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 ويزداد 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 . إن شروخ تآكل الحديد خطيرة على عمر المنشأ وتحمله حيث تقلل مساحة الحديد في القطاع الخرساني ، وهذه الظاهرة خطيرة بصفة خاصة في الخرسانة مسبقة الإجهاد .

نحر الخرسانة:

هناك تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تهتك الخرسانة والحالة الأكثر شيوعاً هي تكوين الـ ETTRINGIT 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 اختيـار حبيبات (حصى) غير ملائمة ، فإن النتوءات والحفر التي تظهر على السطح الخرساني تعني أن الحبيبات المعزولة قد تفتتت .

الشروخ الإنشائية :

تتعرض الخرسانة المسلحة لاجتهادات 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 (تقريد الحديد) وكانت الخرسانة جيدة النوعية 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 يترادان بسرعة فقط عندما يزيد سمك الشرخ عن 0.4 مم.

وقد تظهر بعض الشروخ نتيجة اجتهادات القص ، وإن كانت نادرة ، وتكون شروخاً قطرية (مائلة) في اتجاه أسياخ التسليح (التكريخ) 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

مثل :

شروخ عزوم الانحناء أو القص التي يزداد اتساعها بصفة مستمرة .
شروخ تحدث في أجزاء الخرسانة المعروضة للضغط وهذا ينبه إلى أن هناك سلوكاً غير عادي يحدث في المنشأ .
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 وتُزال الأحمال فوياً ، 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 الخ .

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 الدراسة 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 نقط المناسيب المعروفة كمرجع للقياس (من الضروري معرفة الهبوط النهائي للأساسات) وسوف تقودنا الملاحظة وأخذ القراءات المختلفة إلى معرفة نوع الشروخ من حيث أسبابها . وغالباً ما تؤثر عدة أسباب في وقت واحد .

من الممكن الآن اقتراح طريقة للعلاج (الترميم) التقوية المنشأ مثلاً أو حقن الشروخ وما إلى ذلك .

معالجة الشروخ وترميم المنشأ :

الشروخ الشعرية غير الإنشائية (الناتجة عن أسباب غير إنشائية) من المفروض في هذه الحالة أن الخرسانة جيدة النوعية ، وأن الشروخ دقيقة ولتمثل خطورة على استمرارية تحمل التسليح . فإذا تمت معاينة الشروخ ، وكانت ناتجة عن سلوك طبيعي للمبنى كما في حالة الوصلات بين الوحدات مسبقة الصب ، فعلى المصمم أن يأخذ هذه الشروخ في الحساب وخاصة الوصلات الرأسية والأفقية بوجه المبنى ، والتي يجب معالجتها بعناية لتجنب الأضرار التي تنجم عن هذه الشروخ (مثل تسرب المياه خلال لها) . وبالتالي يجب أن نتوقع ذلك في اكتساء 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 ويختار تفرده بطريقة تجعل اتساع الشروخ غير خطير . 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) بتنظيف السطح بالفرشاة المعدنية ، ثم تدمن الشروخ على طبقات من روبة حقن إسمنتية لاصقة ؟ . وعندما تكون الشروخ الشعرية عميقة وعمودية على اتجاه قوى الضغط في المنشأ فمن الضروري حقن هذه الشروخ بعناية باستخدام المنتجات التي تتصلب حرارياً . ومن الضروري اختيار منتج منخفض اللزوجة

الشروخ العريضة

عندما يكون عرض الشرخ كبيراً وعميقاً داخل الخرسانة بحيث يصل إلى التسليح فيجب معالجه لتجنب تآكل الحديد . أما إذا حدث هذا التآكل في الحديد فعلا فيجب إزالة الغطاء الخرساني المغلف للحديد ، تنظف أسياخ الحديد ، ويستبدل الغطاء المزال بخرسانة جيدة كغطاء للحديد (ومن المهم في هذه الحالة استخدام الرتجات الغروية اللاصقة والترميم بخرسانة عالية المقاومة بالدفع بالهواء باستخدام مدفع الإسمنت CEMENT GUN) 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 المعيبة وإضافة طبقة من الخرسانة الجديدة مثلاً (نحصل على ربط الخرسانة القديمة بالخرسانة الجديدة باستخدام طبقة دهان خاصة من مادة غروية مطاطة أو باستخدام أيبوكسي لاصق EPOXYDE GLUE . وقد يكون من الضروري وضع أسياخ حديد تسليح إضافي في مجاري أو ثقوب محفورة لها في الخرسانة القديمة (يزرع الحديد باستخدام مونه أيبوكسية لاصقة) وعندما نقرر حقن الشروخ فيجب العناية باختيار المنتج اللزج 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 المرنة

سوف نتناول هنا حلول ومشاكل ملء شروخ الخرسانة مع متابعة الترميمات الأخرى الضرورية .

المواد المستخدمة :

تستخدم البوليمرات العضوية والإسمنت في علاج الشروخ وسوف نشير إليها بالروابط . وأكثر البوليمرات العضوية استخداماً في الترميمات الإنشائية هي الروابط الإيبوكسية . وهي عبارة عن مركب أساسي راتنجي EPOXY BINDERS أو مصلد أو معجل للتصلب ، حيث يجب خلطها بالنسب المحددة . وللروابط الإيبوكسية خاصية الالتصاق بالخامات كالخرسانة والحديد وقلة الانكماش ، كما أنها ذات قوة شد وضغط عاليتين . ويعيب البوليمرات العضوية ضعف مقاومتها للحريق ودرجات الحرارة المرتفعة . والروابط الإيبوكسية تنتمي إلى فصيلة البوليمرات حرارية التصلد وهي تشمل ضمن تركيبها البوليثران مجهزاً على هيئة مركبين خلطهما عند الاستخدام ويعد البوليستر من نفس الفصيلة . وهو يتكون عادة من ثلاث مركبات (أساس راتنجي ، وسيط مساعد ، ومعجل تصلب) .

وهناك فصيلة أخرى من الروابط العضوية تتكون من البوليمرات البلاستيكية THERMOPLASTIC POLYMERS أو الروابط الاكريليكية ACRYLAMID BINDER 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 ، كما أن الإسمنت قليل الانكماش والإسمنت سريع التصلب يمكن خلطهما بالبوليمرات العضوية .

اختيار الخامات

يستخدم إسمنت الحقن (اللباني) لملء التعشيشات والفراغات الهامة ، كما يستخدم الإسمنت السريع التصلب في بعض حالات ملء الشروخ وتستخدم البوليمرات البلاستيكية (الراتنجات 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

مايلي:

استعمال الخرسانة الكثيفة ما أمكن .

تأمين طبقة كافية من الخرسانة لحماية حديد التسليح ضد عوامل التآكل بما لا يقل عن 2 سم في البلاطات المعرضة لتأثيرات جوية ، و 2.5 سم للكمرات والأعمدة ، على أن لا تقل سماكة هذه الطبقة عن أكبر قطر لحديد التسليح المستعمل .

المرجع : اختصار وبتصرف من مجلة المهندس العدد 4 ربيع الاول 1417 هـ

منقول

مع تحيات :م/أنس رمضان