

التشققات في الخرسانة

التشققات في الخرسانة

تعتبر التشققات في الخرسانة من أهم العناصر التي تعطي مؤشراً واضحاً عن حالة المنشأ فهي تتباين تبعاً لخطورتها وتأثيراتها على المنشآت ومدة ظهورها كما تتباين من حيث اتساعها وعمقها ودرجة تأثيرها على المنشأ.

لذلك، فقد قام العلماء بتقسيم التشققات وفقاً لعدة معايير منها:

- حسب نوع التشققات وتأثيرها على المنشأ :

١ - التشققات البسيطة.

٢ - التشققات الخطيرة.

- أو حسب طبيعتها:

١) تشققات ذاتية: ناتجة عن الانكماش اللدن أو الهبوط أو التقلص المبكر أو الجفاف.

٢) تشققات خارجية: ناتجة عن زيادة الحمولات أو سوء استخدام المبنى أو سوء التنفيذ أو سوء التصميم أو عدم استعمال مواد مطابقة للمواصفات.

- أو حسب أسباب التشققات:

١ - تشققات غير إنشائية.

٢ - تشققات إنشائية.

- أو حسب تصلب الخرسانة:

١ - تشققات قبل التصلد.

٢ - تشققات بعد التصلد.

وغير ذلك من المعايير التي تتفق جميعها على أن ظاهرة التشقق في الخرسانة هي ظاهرة خطيرة يجب دراستها فور

مشاهدتها أو الوقاية ما أمكن من حدوثها ثم معالجة ما ظهر ،
وذلك لتلافي المشكلات قبل حدوثها.

• أسباب التشققات :

١- تشققات الانكماش اللدن :

تنتج بشكل رئيسي بسبب الجفاف السريع نتيجة تعرض
الأسطح لتيارات هوائية شديدة مما يؤدي إلى تبخر الماء
بدرجة أعلى من معدل خروج مياه النزف في الخرسانة وينتج
عن ذلك إجهادات شد تؤدي إلى التشققات.

٢- تشققات الهبوط اللدن :

تحدث عندما تكون هناك نسبة عالية من النزف والهبوط وذلك
بعد انتهاء عمليات الصب والدمك والإنهاء حيث تستمر زيادة
كثافة الخرسانة ذاتياً طالما أنها في الحالة اللدنة وعندما تعاقب
هذه الحركة أو تكون مقيدة بواسطة التسليح أو الكوفراج أو
غير ذلك تؤدي إلى حدوث تشققات مجاورة للعناصر المعيقة
للحركة حيث تظهر التشققات فوق قضبان التسليح الثابتة
وعلى شكل التسليح وتظهر بشكل تقوس عند التقاء العمود
بالجوائز.

٣- تشققات التقلص الحراري المبكر:

تتولد أثناء عملية التصلب المبكر حرارة ناتجة عن التفاعل
الكيميائي بين الاسمنت والماء وغالباً ما تتولد كمية كبيرة من
الحرارة وترتفع درجة حرارة الخرسانة أكثر بكثير عن
درجة حرارة الجو المحيط وخاصة في العناصر الضخمة،
وبعد أيام قليلة لا تزيد عن ١٠ / أيام يهبط معدل تولد الحرارة
إلى أقل من معدل فقدانها (لانخفاض درجة التفاعل) فتنخفض
درجة حرارة الخرسانة إلى درجة حرارة الجو المحيط،
وخلال هذه التغيرات التي تطرأ على درجة حرارة الخرسانة

تعاق حركة التقلص الناتجة عن انخفاض درجة حرارتها وتتولد نتيجة لذلك إجهادات شد تسبب التشققات. وتتناسب هذه الإجهادات مع مقدار التغيير في درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري ومعامل المرونة ودرجة إعاقة الحركة.

٤- تشققات الانكماش الناتج عن الجفاف :

تظهر عندما يتعرض تقلص العناصر الإنشائية ذات التسليح الصغير إلى منع هذا التقلص عن طريق بعض التثبيت الإنشائي.

٥- التشققات الشبكية (التشققات السرطانية):

تنتج عن إجهادات الشد التي يتعرض لها السطح وذلك نتيجة الفروق الواضحة في كمية الماء السطحية عن تلك المتوفرة في الطبقة الأدنى منها (الداخلية) وهي لا ترتبط بالزمن وإنما بالظروف المناخية القاسية كانهخفاض الرطوبة النسبية، وبنوع الكوفراج، وكمية الاسمنت في الخلطة، وطريقة الهز للبيتون مما يؤدي أحياناً إلى طبقة سطحية ناعمة وغنية بالماء.

٦- التشققات بسبب تآكل التسليح :

وهي تنتج عن تأكسد حديد التسليح بسبب رطوبة الجو المحيط أو تسرب المياه من مواسير المياه أو زيادة نسبة الكلوريدات بالخلطة أو التحول الكربوني للخرسانة الخارجية أو حدوث تشققات نتيجة أسباب أخرى غير الصدأ مما يسهل وصول الرطوبة إلى التسليح ويبدأ الصدأ.

٧- التشققات بسبب التفاعل القلوي للحصويات:

وهي تنتج عن تفاعل القلويات مع السيليكا التي تظهر عند إماهة الاسمنت ومصدر هذه القلويات هو إما أملاح معدنية في الاسمنت أو في الإضافات أو استخدام مياه جوفية أو مياه البحر أو مواد إكساء تحتوي عليها.

٨- التشققات الناتجة بسبب تفاعل الخرسانة مع الكبريتات :
تنتج عن استخدام مياه تحتوي على كبريتات قابلة للذوبان أو
من تربة تحتوي على كبريتات، وعندما تتسرب هذه المواد
إلى البيتون وتتفاعل مع ألومينات الكالسيوم المائية تتفاعل
معها مكونة ألومينات الكالسيوم الكبريتية ويصاحب ذلك زيادة
كبيرة في الحجم تؤدي إلى إجهادات شد موضعية عالية تسبب
تآكل الخرسانة وتصدها مع الزمن.

٩- التشققات الإنشائية :

٩-١- تشققات بسبب أخطاء التصميم :

تنتج هذه الأخطاء لبعض الأسباب التالية أو جميعها:

أ- عدم اتباع اشتراطات المواصفات القياسية والقواعد
التطبيقية لتصميم وتنفيذ الخرسانة المسلحة (مثل تصميم
الخلطات الخرسانية).

ب- اختيار جملة إنشائية غير مناسبة.

ج- الأخطاء الحسابية.

د- استعمال تسليح غير كافي.

هـ- إهمال تأثير الإجهادات الحرارية.

و- إهمال تأثير القيود على حركة الأجزاء المعرضة

لتغيرات حجمية.

ز- إهمال تفاصيل حديد التسليح وأماكن توقفها وتوزعها

والاختلاف في أقطارها وعدم الاهتمام بتفاصيل حديد التسليح

وحديد الوصل بين العناصر والحديد الأفقي واستعمال حديد

مختلف في نفس العنصر.

ح- نقص البيانات أو عدم توضيح أماكن فواصل التمدد

والتقلص وقيمة الغطاء الخرساني وعدم تحديد أماكن فواصل

الهبوط وعدم تحديد أماكن فواصل الصب.

- ط- أخطاء ناتجة عن افتراض خاطئ للأحمال وحركة الأوزان على المنشأ أو عدم الأخذ بالاعتبار بعض الأحمال مثل الرياح والزلازل.
- ي- عدم أخذ تأثير تركيز الإجهادات في الاعتبار وبالأخص عند الأركان الداخلية.
- ك- سوء اختيار الأساسات المناسبة للتربة الحاملة للمنشأ.
- ل- عدم حساب الهبوط الكلي المتوقع تحت الأساسات ومقارنته بالحدود المسموح به لنوعية التربة.
- م- عدم الاهتمام بتصميم الشيناجات القوية الرابطة للأساسات وخصوصاً للأساسات التي تقع بجوار المنشآت القائمة.
- ن- إهمال الظروف المحيطة بالموقع والتي قد تؤثر على التصميم مثل منسوب ونوعية أساسات المباني المجاورة والتغيير المنتظر في منسوب المياه الجوفية.
- ٩-٢- تشققات بسبب أخطاء التنفيذ:
- ١- عدم الاهتمام بالتفاصيل المعطاة بالمخططات واعتماد المهندس المنفذ على خبرته الخاصة والشخصية.
 - ٢- عدم العناية بقراءة الملاحظات والتحذيرات الموجودة على المخططات.
 - ٣- عدم الاتصال بالمهندس المصمم لاستيضاح بعض النواحي الفنية الغير واضحة على المخططات.
 - ٤- عدم تتبع التعديلات المتتالية والمراحل الخاصة بالتصميم وتعديلاته.
 - ٥- عدم دراية وإلمام المهندس المنفذ بالموصفات والشروط الفنية الخاصة بالمنشأ موضوع التنفيذ.
 - ٦- التخزين غير المناسب للمواد سواء الاسمنت أو البحص أو الرمل أو الإضافات.

- ٧- عدم فحص المواد المكونة للخرسانة وذلك لبيان مدى تطابقها مع المواصفات القياسية.
- ٨- استخدام حديد تسليح صدأ أو عليه شحوم وزيوت أو طين أو مكونات أخرى تؤدي لعدم تماسكه مع الخرسانة بعد الصب.
- ٩- استخدام حصويات غير متدرجة وغير متطابقة مع نسب تصميم الخلطة أو تحتوي على شوائب مثل الأملاح أو المواد العضوية أو مواد ناعمة كثيرة.
- ١٠- استخدام اسمنت منتهي المدة أو اسمنت لا يتلاءم وطبيعة الظروف الجوية المحيطة بالمنشأ أو لا يتلاءم ونوعية الأملاح الموجودة بالتربة والملاصقة مباشرة للأساسات.
- ١١- استخدام مياه غير مناسبة للخلط مثل مياه البحر أو مياه جوفية تحوي على أملاح أو حموض ضارة أو استخدام مياه تزيد عن الحد المسموح به.
- ١٢- وجود عيوب في الغطاء الخرساني من حيث قوته واتزانه وأبعاده وعدم نفاذيته ومنسوبه مما يؤدي إلى حدوث هبوط أثناء وبعد صب الخرسانة.
- ١٣- عدم المعايير الصحيحة للمواد المستخدمة.
- ١٤- عيوب في طريقة الصب من ناحية الخلط أو النقل أو الهز أو المعالجة أو استخدام كميات زائدة من الماء أو المبالغة في أعمال الهز وعدم اتخاذ الحماية اللازمة للخرسانة في ظروف الحرارة الشديدة الجفاف والرياح الشديدة أو التجمد أو ضمن الماء أو الفك المبكر للكوفراج قبل وصول الخرسانة إلى المقاومة المناسبة لتحميلها وغير ذلك.
- ١٥- إهمال القيام بتنفيذ الاختبارات المعملية اللازمة للتأكد من جودة الخرسانة مثل تعيين مقاومة الضغط ودرجة الامتصاص أو نسبة الدمك أو قابلية التشغيل.

تقويم التشققات

تشمل عملية تقويم التشققات على تحديد مواقعها ومداهما وأسباب حدوثها ومدى الاحتياج للترميم وقد يضطر المهندس الذي يقوم بهذه العملية إلى إعادة دراسة المخططات ودراسة المذكرة الحسابية وإعادة الحسابات ومراجعة المواصفات ومطابقة ذلك كله مع ما تم تنفيذه وتدوين أي تعارض أو تباين ومن ثم إعطاء الرأي حول الترميم أو الإصلاح أو الحلول المناسبة.

وتتم عملية تقويم التشققات وفق منهجية واضحة حسب الخطوات التالية:

١- الفحص البصري:

يستعان بمخطط وضع راهن للمبنى يحتوي على شبكة المحاور التي صمم على أساسها وذلك لتحديد المواقع المختلفة والمريضة بدقة ومن ثم تدوين الملاحظات التالية عليه:

- أماكن الشقوق وأبعادها.

- المواقع التي تصدعت فيها حواف الخرسانة.

- أماكن التسليح الظاهر وبقع الصدأ إن وجدت.
- مدى تأكل الخرسانة.
- أية أضرار أخرى ظاهرة في سطح الخرسانة مثل التعشيش ومن المفضل أن ترفق هذه الملاحظات بصور فوتوغرافية توضح حالة المنشأ وشكل الشقوق وتساعد في مناقشة ودراسة الحالة مع عدد من الخبراء في مختلف الاختصاصات.

٢- الفحص الآلي :

- يمكن الطرق على السطح بواسطة مطرقة لاكتشاف التشققات القريبة من السطح بدلالة التطبيل الذي يدل على وجود نقاط ضعف أو تشققات تحت السطح.
- كما يمكن استخدام ميكروسكوب صغير مزود بتدرج على عدسته الخارجية لقياس عرض الشقوق.
- كما يمكن استخدام أجهزة الموجات فوق الصوتية التي تعطي قيمة مكتوبة لزمان عبور الموجات وبالتالي تدل على وجود شقوق أو تجاوزيف.

وهناك أجهزة أشعة سينية وأشعة جاما لاستكشاف مستويات التشقق الموازية لاتجاه الأشعة. وهناك أجهزة لتحديد أماكن التسليح وعمقها وقياس القضيبي.

٣- الفحص المخبري:

- الاختبارات الغير متلفة للبيتون.

- الاختبارات المتلفة.

ويعتبر من أهم الأعمال أخذ الجزرات (القلوب) الخرسانية التي تستخرج من أماكن مختارة في المنشأ وذلك لبيان نوعية الخرسانة بواسطة اختبارات الضغط واختبار التفاعلات الكيماوية أو أية مواد ضارة.

٤- مراجعة المخططات :

يجب مراجعة التصميم الإنشائي ومخططات التسليح التنفيذية حتى يمكن التعرف على أماكن الضعف أو المراحل التي يمكن أن تظهر عندها التشققات ويمكن مراجعة الحسابات للتأكد من أن التسليح كافياً لتحمل ما تعرض له المنشأ من أحمال.

٥- الحكم على الشقوق :

من الصعب وضع حدود حول عرض الشقوق المقبولة، لذلك فإن الكودات العالمية وضعت بعض الحدود التي تؤخذ بالاعتبار عند تصميم المنشآت الخرسانية:

- الكود البريطاني: يقبل حداً يصل إلى ٠,٢ مم.

- الكود الأمريكي: يقبل شقوقاً حتى ٠,٤١ مم في الأجزاء الداخلية، و٠,٣٣ في الأجزاء الخارجية.

- الكود السوري: ٠,٣ مم.

طرق إصلاح التشققات :

يتم تحديد أسلوب الإصلاح على التقويم الدقيق عن أسباب التشققات ومداهما ويتم اختيار الأسلوب المناسب تبعاً لما نرغب تحقيقه من الأهداف التالية:

١- استعادة مقاومه أو زيادتها.

٢- استعادة الصلابه أو زيادتها.

٣- تحسين الأداء الوظيفي للمبنى.

٤- إكساب الخرسانه خاصيه عدم النفاثيه للماو.

٥- تحسين المقهر الخارجى لسكج الخرسانه.

٦- تحسين متانه الخرسانه.

٧- منع وصول المواد التي تساعد على تآكل الخرسانه أو صدأ حديد التسليح.

خطوات الإصلاح والعلاج :

- ١- التشخيص السليم.
- ٢- تحديد تقويم مدى جدوى الإصلاح والعلاج من عدمه.
- ٣- وضع خطة العمل وتحديد أولويات العمل.
- ٤- اختيار وتحديد طريقة الإصلاح.
- ٥- إعداد العضو الإنشائي للإصلاح.
- ٦- التنفيذ السليم لطريقة الإصلاح ويجب مراعاة الأمور

التالية:

- أ- ضرورة إزالة الأسباب الأصلية التي أدت إلى ظهور العيوب أو التدهور.
- ب- ضرورة إعداد العضو المراد إصلاحه إعداداً جيداً لتلقي الإصلاح.
- ج- ضرورة اختيار الطريقة السليمة للإصلاح وكذلك المواد التي تستخدم في الإصلاح.

د- ضرورة التطبيق الجيد لطريقة الإصلاح مصحوبة
بمعالجة المنطقة أو العضو المستصلح لمدة كافية.