التشققات

Cracks

اعداد البحث:

المهندس / د. جواميرعمر رحيم

1- التشققات في الخرسانة (Cracks in Concrete):

تعتبر التشققات في الخرسانة من أهم العناصر التي تعطي مؤشرا واضحا عن حالة المنشأ، فهي تتباين تبعاً لخطورتها وتأثيراتها على المنشآت ومدة ظهورها كما تتباين من حيث عرضها وعمقها ودرجة تأثيراتها على المنشأ.

بصورة عامة تعتبر التشققات بأنها عيوب فنية خطيرة تتشكل في المنشآت والمباني الخرسانية وتظهر بأشكال مختلفة تبعا لأسباب نشوئها وتشكلها، وقد تصل عواقب وجود هذه العيوب الى التهديد الواضح في خسارة المتانة (Durability of Concrete)الضرورية لتماسك أساسات المباني واستهلاك مبَكر لعمر المنشأة الخرسانية.

جميع المواصفات العالمية قامت بتقسيم التشققات وفقا لعدة معايير منها:

1. **حسب نوع التشققات وتأثيراتها على المنشأ :**
   أ. التشققات البسيطة.
   ب. التشققات الخطيرة.

2. **حسب طبيعتها:**
   أ. التشققات الذاتية: ناتجة عن الانكماش اللَدن أو الهبوط أو التقَلص المبَكر أو الجفاف.
   ب. التشققات الخارجية: ناتجة عن زيادة الحمولات أو سوء استخدام المبنى أو سوء التنفيذ أو سوء التصميم أو عدم استخدام مواد مطابقة للمواصفات.
3. **حسب أسباب التشققات:**
   أ- تشققات انشائية.
   ب- تشققات غير انشائية.
   ت- تشققات نتيجة التآكل.

4-حسب تصَلد الخرسانة:

أ. تشققات قبل التصلد.
ب. تشققات بعد التصلد.

1-1أسباب التشققات:

1-1-1تشققات الانكماش اللدن (Plastic Shrinkage):

تنتج بشكل رئيسي بسبب الجفاف السريع التي تحدث نتيجة تعرض الأسطح لتيارات هوائية شديدة مما يؤدي الى تبَخر الماء بدرجة أعلى من معدل خروج مياه النزف (Bleeding) في الخرسانة وينتج عن ذلك اجهادات شد تؤدي الى التشققات. وهذا التبخر السريع يتوقف على عوامل كثيرة، أهمها درجة الحرارة وشدة الشمس المباشرة تجعل معدل التبخر أعلى من معدل طفو الماء على سطح الخرسانة. وتكون تشققات الأنكماش اللَدن عادة قصيرة وسطحية وتظهر في اتجاهين عكسيين في آن واحد.

وفي حالة عناصر المنشآت مسبقة الصب (Precast Elements) التي تصنع في أماكن مغلقة وتعالج جيدا فلا يخشى من خطورة تشققات الأنكماش اللَدن وذلك لصغرالمقطع.

ان الوسيلة الوحيدة والعملية لمنع تشققات الأنكماش اللَدن هي تقليل الفاقد من الماء نتيجة التبخر وذلك عن طريق المعالجة المبكرة للخرسانة السطحية.

وهناك عدة طرق لمنع الفقدان السريع لرطوبة الخرسانة السطحية نتيجة الجو الحار أو الرياح الجافة، منها:

أ. استعمال رشاشات المياه الدوارة لزيادة تشبع الهواء الذي يعلو الخرسانة بالرطوبة.
ب. تغطية سطح الخرسانة بالنايلون أو الجمفاص المبلل أو رشها بمواد سريعة التصلد أو مواد بديلة للرش (Curing Compound) لتكوَن طبقة تمنع تبخر الماء قبل انتهاء عملية تصلب الخرسانة.
ت. استعمال كاسرات الرياح (Wind Breaks) وهي ألواح مائلة تعمل على تخفيض سرعة الهواء فوق سطح الخرسانة.
ث. استعمال المضَلات التي تعمل على تخفيض درجة حرارة اللأسطح المعَرضة للشمس.

1-1-2 تشققات الهبوط اللدن (Plastic Settlement Cracks):

تحدث عندما تكون هناك نسبة عالية من النزف (Bleedings) والهبوط (Settlments) وذلك بعد انتهاء عمليات الصب (Placement) والرص (Compacting) والانهاء (Finishing) حيث تستمر زيادة كثافة الخرسانة ذاتيا طالما انها في الحالة اللدَنة (In Plastic State) وعندما تعاق هذه الحركة أو تكون مقيَدة بواسطة التسليح تؤدي الى حدوث تشققات مجاورة للعناصر المعيقة للحركة حيث تظهر التشققات فوق قضبان التسليح الثابتة وعلى شكل التسليح.

1-1- 3 تشققات التقلص الحراري المبكر(Initial Thermal Shrinkage Cracks):

تتولد أثناء عملية التصلب المبَكر حرارة ناتجة عن التفاعل الكيميائي بين الأسمنت والماء وغالبا ما تتولد كمية كبيرة من الحرارة وترتفع درجة حرارة الخرسانة أكثر بكثير عن درجة حرارة المحيط (Ambient Temperature) وخاصة في العناصر الضخمة (Mass Concrete)، وبعد أيام قليلة لاتزيد عن (10) عشرة أيام يهبط معَدل توَلد الحرارة الى أقل من معَدل فقدانها (لانخفاض درجة التفاعل) فتنخفض درجة حرارة الخرسانة الى درجة حرارة الجو المحيط، وخلال هذه التغييرات التي تطرأ على درجة حرارة الخرسانة تعاق حركة التقَلص الناتجة عن انخفاض درجة حرارتها وتتوَلد نتيجة ذلك اجهادات شد تسبب التشققات. وتتناسب هذه الاجهادات مع مقدار التغيير في درجة الحرارة ومعامل التمدد الحراري ومعامل المرونة ودرجة اعاقة الحركة.

1-1-4تشققات انكماش الجفاف (Drying Shrinkage Cracking):

تظهر عندما يتعرض تقلص العناصر الانشائية ذات التسليح الصغير الى منع هذا التقلص عن طريق بعض التثبيت الانشائي؛ أي عندما تقابل العناصر القصيرة ذات التسليح القليل حواجز تعيقها (كما في اتصال كورنيشة ذات سمك صغير بأرضية شرفة ذات سمك كبير).

1-1-5التشققات الشبكية (التشققات السرطانية):

تنتج عن اجهادات الشد التي يتعرض لها السطح وذلك نتيجة الفروق الواضحة في كمية الماء السطحية عن تلك المتوفرة في الطبقة الأدنى منها (الداخلية) وهي لاترتبط بالزمن وانما بالظروف المناخية القاسية كانخفاض الرطوبة النسبية، وكمية الاسمنت في الخلطة، وطريقة الهز للخرسانة مما يؤدي احيانا الى تكوين طبقة سطحية ناعمة وغنية بالماء.

1-1-6التشققات بسبب تآكل التسليح (Cracks Due to Corrosion of Steel Bars):

هذه التشققات تنتج عن تأكسد حديد التسليح بسبب رطوبة الجو المحيط أو تسَرب المياه من مواسير المياه أو زيادة نسبة الكلوريدات بالخلطة أو التحول الكاربوني (Carbonation) للخرسانة الخارجية أو حدوث تشققات نتيجة اسباب أخرى غير الصدأ مما يسهل وصول الرطوبة الى التسليح ويبدأ الصدأ.

لذلك من المهم جدا تصليح أماكن انعزال الخرسانة (Segregations) وتصليح الأماكن التي تحدث فيها التنخرب (Honeycombing) أو التشققات الحاصلة في الخرسانة نتيجة الأسباب المذكورة في الفقرات أعلاه أو التي يتم شرحها لاحقا، وذلك لتفادي وصول الماء والهواء الى الحديد وتكوين الصدأ.

* ينمو الصدأ ويتزايد حول حديد التسليح منتجاً شروخاً بأمتداد طولها. وقد يؤدي ذلك الى سقوط الخرسانة كاشفة حديد التسليح (التشظي،Spalling) وتساعد كلوريدات الكالسيوم الموجودة في الخرسانة على ظهور هذا العيب، وبالتالي فان خطورة تآكل الحديد تصبح كبيرة في هذه الحالة.

* ان التشققات الناتجة عند تآكل وصدأ حديد التسليح خطيرة على عمر المنشأ وتحَمله حيث تقلل مساحة

الحديد في القطاع الخرساني، وهذه الظاهرة خطيرة بصفة خاصة في الخرسانة مسبقة الاجهاد (Prestressed Concrete).

7-1-1 التشققات بسبب التفاعل القلوي للركام (Cracks Due to Alkaline Reactions in the Aggregates):

وهي تنتج عن تفاعل القلويات مع السيليكا التي تظهر عند اماهة الاسمنت ومصدر هذه القلويات هو اما أملاح معدنية في الاسمنت أو استخدام مياه جوفية أو مياه البحر أو مواد اكساء تحتوي عليها.

8-1-1التشققات الناتجة بسبب تفاعل الخرسانة مع الكبريتات (Cracks Due to Sulphate Reactoins):

تنتج عند استخدام مياه تحتوي على كبريتات قابلة للذوبان أو من تربة تحتوي على كبريتات، وعندما تتسرب هذه المواد الى الخرسانة وتتفاعل مع ألومينات الكالسيوم المائية تتفاعل معها مكونة ألومينات الكالسيوم الكبريتية ويصاحب ذلك زيادة كبيرة في الحجم تؤدي الى اجهادات شد موضعية عالية تسبب تآكل الخرسانة وتصَدعها مع الزمن.

9-1-1تشققات ناتجة عن فروقات الاجهادات الحرارية (Cracks Due to Differential Thermal Strains):

ان اسلوب الأنشاء في المنشآت مسبقة الصب (Precast Concrete) يساعد على التأثر باختلاف درجة الحرارة لأختلاف الطقس الطبيعي أو نتيجة التسخين (Steam Curing).

كما ان الحرارة المفاجئة لها تأثير آخر حيث يوَلد الارتفاع المفاجئ في درجة الحرارة سلسلة من التشققات، ايضا اذا حدث اختلاف كبير في درجة الحرارة بين وجهي أرضية أو جسر.

وهذا التأثير نادر جدا في المنشآت السكنية. ولكن قد يحدث في منشآت معينة، مثل حوائط الخزانات وفي حالات خاصة عندما يكون السائل المخزون داخل الخزان ساخنا او باردا جدا. كما تحدث اجهادات (Stresses) بالمنشأ نتيجة اختلاف درجة الحرارة بين أجزائه المختلفة، فأطراف الواجهة مثلا تتعرض لأشعة الشمس المباشرة فتتمدد، بينما تظل درجة حرارة باقي المنشأ منخفضة، فينتج عن ذلك ظهور تشققات قطرية من الزوايا في أرضيات المنشآت الطويلة جدا أو المتينة جدا.

وهناك أنواع أخرى من التشققات تحدث نتيجة توَلد الحرارة الناتجة عن عملية التصَلب المبَكرة والتي تنتج نتيجتة التفاعل الكيميائي بين الماء والاسمنت. وغالبا ما تعالج العناصر المسبقة الصنع (Precast Concrete) بالبخار (Steam Curing) وهذه المعالجة الحرارية توَلد كمية كبيرة من الحرارة خلال الخرسانة. وعندما تبرد الخرسانة وتنكمش تبدأ الأجهادات الحرارية (Thermal Stresses) في الظهور والنمو خاصة اذا كان التبريد غير منتظم خلال العنصر. وقد يحدث اجهاد الشد الحراري تشققات دقيقة جدا يقَدر ان يكون لها أهمية من الناحية الانشائية، ويكوَن ذلك أسطحا ضعيفة داخل الخرسانة، كما ان

انكماش الجفاف العادي يؤدي الى توسيع هذه التشققات بعد ربط العناصر المسبقة الصنع (Prestressed Concrete)

10-1-1 التشققات الانشائية (Structural Cracks):

تنشأ هذه التشققات بشكل أساسي نتيجة اجهادات الشد الناتجة عن عزوم الانحناء والناتجة عن الأحمال التي تتعرض لها العتبات (Beams) غالبا. وتبقى هذه التشققات التي من الصعب تجَنبها في الحالة الطبيعية مقبولة طالما لم تتجاوز الحدود المسموح بها، والتي تبقى ضمن عوامل الأمان المدروسة تصميميا، والتي تفترض عموما ألاَ يتجاوز الشق سماكة الأمان بحدود 0.2ملم.

تتسبب التشققات الانشائية في العتبات عمليات التآكل الخطرة والصدأ لحديد التسليح وخاصة عندما يتزايد سماكة الشق عن 0.4ملم، لذلك ينصح بالتسليح الموزع بشكل منتظم للحديد واستخدام نوعيات الخرسانة الجيدة والأستشارة بمصممي الخلطات الخرسانية تفاديا لخطورة هذه الانواع من الشروخ.

من ناحية أخرى قد تؤدي اجهادات القص الناتجة عن أحمال القص الى تشققات خرسانية انشائية، وتكون تشققات قطرية (مائلة) في اتجاه خطوط التسليح لقضبان الحديد، وتتكون هذه التشققات بالضرورة نتيجة عيوب في عمليات الربط للخرسانة مع قضبان التسليح.

وفي جميع الحالات يجب استشارة المختصين بهدا المجال ليتم المعالجة بصورة صحيحة ووفق شروط وحسابات هندسية دقيقة وذلك لتجنب الاضرار التي تنجم عن هذه التشققات (مثل تسرب الرطوبة من خلالها وحدوث صدأ حديد التسليح). **وفيما يلي نستعرض بعض انواع وحالات التشققات الانشائية:**

11-1-1 تشققات بسبب أخطاء التصميم:

تنتج هذه الأخطاء نتيجةً لبعض الأسباب التالية أو جميعها:

أ- عدم اتباع اشتراطات المواصفات القياسية والقواعد التطبيقية لتصميم وتنفيذ الخرسانة المسَلحة (مثل تصميم الخلطات الخرسانية- Concrete Mix Design)

ب- اختيار جملة إنشائية غير مناسبة.

ج- الأخطاء الحسابية.

د- استعمال تسليح غير كافي.

ه- إهمال تأثير الإجهادات الحرارية.

و- إهمال تأثير القيود على حركة الأعضاء المعَرضة لتغيرات حجمية.

ز- إهمال تفاصيل حديد التسليح وأماكن توقفها وتوزيعها والاختلاف في أقطارها وعدم الاهتمام بتفاصيل الأتاري (Stirrup) وحديد التسليح وحديد الوصل بين العناصر والحديد الأفقي واستعمال حديد مختلف في نفس العنصر.

ح- نقص البيانات أو عدم توضيح أماكن فواصل التمدد والتقَلص 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 الروابط القوية 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.

13-1-1تشققات بسبب أخطاء التنفيذ:

1. عدم الاهتمام بالتفاصيل المعطاة بالمخططات واعتماد المهندس المنفذ على خبرته الخاصة والشخصية.
2. عدم العناية بقراءة الملاحظات والتحذيرات الموجودة على المخططات.
3. عدم الاتصال بالمهندس المصَمم لاستيضاح بعض النواحي الفنية الغير واضحة على المخططات.
4. عدم تتبع التعديلات المتتالية والمراحل الخاصة بالتصميم وتعديلاته.
5. عدم دراية وإلمام المهندس المنفذ بالمواصفات والشروط الفنية الخاصة بالمنشأ موضع التنفيذ.
6. التخزين غير المناسب للمواد سواء كانت الاسمنت أو البحص أو الرمل أو الإضافات.
7. عدم فحص المواد المكوَنة للخرسانة وذلك لبيان مدى تطابقها مع المواصفات القياسية.
8. استخدام حديد تسليح متعرض للصدأ أو عليه شحوم وزيوت أو طين أو مكونات أخرى تؤدي لعدم تماسكه مع الخرسانة بعد الصب.
9. استخدام ركام غير متدرج وغير متطابق مع نسب تصميم الخلطة أو تحتوي على شوائب مثل الأملاح أو المواد العضوية أو مواد ناعمة كثيرة.
10. استخدام اسمنت منتهي المدة أو اسمنت لا يتلاءم وطبيعة الظروف الجوية المحيطة بالمنشأ أو لا يتلاءم ونوعية الأملاح الموجودة بالتربة والملاصقة مباشرة للأساسات.
11. استخدام مياه غير مناسبة للخلط مثل مياه البحر أو مياه جوفية تحوي على أملاح أو حوامض ضارة أو استخدام مياه تزيد عن الحد المسموح به.
12. وجود عيوب في الغطاء الخرساني من حيث قوته واتزانه وأبعاده وعدم نفاذيته ومنسوبه مما يؤدي إلى حدوث هبوط أثناء وبعد صب الخرسانة.
13. عدم المعايرة الصحيحة للمواد المستخدمة.
14. 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 الفك المبكر للقوالب قبل وصول الخرسانة إلى المقاومة المناسبة لتحميلها وغير ذلك.
15. إهمال القيام بتنفيذ الاختبارات المعملية اللازمة للتأكد من جودة الخرسانة مثل تعيين مقاومة الضغط ودرجة الامتصاص أو نسبة الرص أو قابلية التشغيل.
16. أخطاء تعديل حديد التسليح من حيث أنواع أو أقطار الحديد وعدم وضعه في أماكنه الصحيحة والمسافات المحددة بالمخططات وبالتشكيل والأطوال والامتداد المناسب مع التثبيت الجيد للحديد المدد والأتاري.
17. هز الحديد بعد التصلب البدائي للخرسانة وبالأخص هز قضبان الأعمدة مما يؤدي

إلى سقوط الأتاري وتراكمها في أسفل العمود أو تباعدها عن الحدود المقررة مما يؤثرعلى كفاءة العمود.

18. عدم ترك مسافة كافية بين حديد التسليح والقالب الخشبي للحصول على التغطية المناسبة (Cover) طبقاً لنوع العنصر والمواصفات الخاصة به.
19. عدم وضع كراسي كافية تحت حديد التسليح العلوي مما يؤدي إلى سقوط الحديد أثناء الصب إلى الأسفل وعدم وجود حديد في مناطق الشد.
20. عدم وضع وصلات الحديد في الأماكن المناسبة وبالأطوال المحددة والعدد الكافي للحديد وبنفس القطر.
21. عدم الاهتمام بتنفيذ فواصل الصب في الأماكن الغير معرضة لقوى وإجهادات عالية وعدم تخشين سطحها من أجل التماسك عند متابعة الصب.
22. عدم الاهتمام بتنفيذ فواصل التمدد والهبوط في المنشأ أو العناصر الإنشائية بشكل جيد وعدم العناية بنظافتها ومعالجتها وفق الأصول مما يعني أنها ستصبح منطقة ضعيفة لتسرب الرطوبة والمياه الجوفية التي تؤثر على المدى البعيد في حدوث صدأ في التسليح ثم تشقق الخرسانة.
23. عدم استقامة الأعمدة.
24. عدم نزح المياه من المناطق المجاورة للأساسات.
25. الصب على تربة غير صالحة تحتوي على مواد عضوية أو طين.
26. عدم الاهتمام بمواد الردم بين الأساسات (Filling Materials) واستخدام تربة تحتوي على مواد كبريتية أو عضوية تعمل على تآكل حديد التسليح.
27. عدم عزل الأساسات في حالة ارتفاع منسوب المياه الجوفية عن منسوب الأساسات.
28. الخطأ في تطبيق أساليب التنفيذ والخلط بينها مثل تنفيذ النواة المركزية وبارتفاعات كبيرة باستخدام طريقة القوالب المنزلقة مثلاً وإنشاء المبنى بالطريقة التقليدية (قوالب عادية) مما يؤدي إلى هبوط نسبي غير محسوب.
29. الخطأ في تنفيذ أعمال الإكساء التي تؤدي إلى حدوث التشققات والعيوب في البناء مثل عدم الاهتمام بالتمديدات الصحية مما يؤدي إلى تسرب المياه الآسنة إلى الجدران والأساسات وتفاعلها مع حديد التسليح.
30. كسر أو فتح ثقوب كبيرة لتمرير التمديدات الصحية في أماكن خطرة.
31. عدم تنفيذ طبقات العزل للرطوبة أو الماء خصوصاً بالأسقف الأخيرة للمنشأ أو بالأقبية أو تنفيذ ذلك بطريقة سيئة غير مطابقة للمواصفات الفنية أو استخدام موادعازلة غير سليمة.
32. عدم الاهتمام برص التربة تحت الارضيات بشكل جيد قبل التبليط مما يؤدي إلى تكسير هذه الأرضيات وتسرب المياه إلى تربة التأسيس، الأمر الذي يؤدي إلى هبوط تلك الأساسات بشكل متفاوت ويؤدي ذلك لحصول تشققات خطيرة بالمنشأ.
33. القيام بصب الخرسانة من ارتفاعات عالية وبدون استخدام المضافات مما يؤدي إلى فصل مكوناته وبالتالي حصول فجوات فيه (Honey Combing) أو حدوث الانعزال (Segregation).
34. الحفر الغير سليم من قبل عمال التمديدات الكهربائية والصحية وخصوصاً في الأعمدة.

14-1-1 تشققات نتيجة هبوط التربة وفروق الهبوط النسبية للأساسات :

1. بسبب انكماش وانتفاخ التربة، بسبب تسرب المياه نتيجة الأمطار أو كسر أنبوب مياه، فإن التربة تنتفخ ويزداد حجمها. وهذه الحركة تكون أكثر وضوحاً في التربة المتماسكة الطينية ثم بعد إزالة الأسباب تنكمش التربة مما يؤدي إلى تصدعات في المباني الطويلة قليلة الارتفاع.
2. بسبب التضاغط نتيجة استثمار المبنى فإن الأحمال تؤدي إلى ضغط يسبب هبوط في التربة ويكون كبيراً وسريعاً في حالة التربة الرملية وإذا أُنقصت الأحمال نتيجة الحفر مثلاً فإن عملية التضاغط ستنعكس مما سيؤدي إلى تصدعات وتشققات.
3. في حال تباين مساحات الأساسات المنفردة نتيجة تباين أحمال الأعمدة تبايناً كبيراً فإن الهبوطات تتناسب طرداً مع مساحة القاعدة مما يؤدي إلى فرق هبوط بين الأساسات الكبيرة والصغيرة.
4. الهبوط نتيجة عدم الاتزان الناجم عن عوامل جيولوجية أو اصطناعية أو الأثنين معاً، فمثلاً في التربة الطينية ذات الميول, من المتوقع أن تتحرك الأساسات هابطة مع الميل ببطء إذا زادت درجة الميل عن 10/1 ويحدث هبوط أشد في حالة تساقط الجليد أو وجود جرف قريب .

والخلاصة، يجب ألاّ تتجاوز قيم أقصى هبوط كلي للأساسات السطحية عن القيم التالية:

نوع الأساس	نوع التربة	الهبوط (ملم)
اساسات منفردة	متماسكة	70
اساسات منفردة	رملية	50
اساسات حصيرية	متماسكة	150
اساسات حصيرية	غير متماسكة	100

ولقد وُجد علميا ان هنالك علاقة بين قيمة الهبوط الكلي والهبوط النسبي الذي قد يلحق أضرارا بالمنشأ. وعموما فان عدم تجاوز قيم الهبوط الكلي المذكورة في الجدول أعلاه من شأنه أن يكون كافيا لأن يتحمل المنشأ الهبوط النسبي بدون أضرار.

15-1-1التشققات الناتجة عن زيادة الحمولات الغير متوقعة أو نتيجة الحوادث أو الكوارث الطبيعية أو نتيجة تغيير استخدام وماهية المبنى:

1. تعرض الأعضاء الخرسانية أثناء التنفيذ لأحمال أكبر كثيراً من تلك الواقعة عليها أثناء استعمال المبنى .
2. فك القوالب بعد ثلاثة أو أربعة أيام حيث مقاومة الخرسانة ضعيفة ثم وضع القوالب للسقف الذي يعلوه وصبه مباشرة.
3. تخزين مواد البناء والمعدات الثقيلة فوق العناصر الخرسانية وبالأخص الزوايا أو النهايات.
4. تغيير مكان ومواضع الحمولات التي توضع على العنصر الكونكريتي عن تلك المبينة في المخططات مما يسبب حمولات زائدة عن المصمَم عليها العنصر.
5. تعرض العناصر الخرسانية إلى صدمات فجائية غير متوقعة من أحمال متحركة.

6. استخدام المنشأ في غير الأغراض التي خصص لها، كأن يستخدم العقار السكني كمشفى أو مبنى إداري أو مخزن، مما يزيد إلى أكثر من ثلاثة أضعاف الحمل التصميمي الأصلي للمنشأ وهذا يؤدي إلى حدوث تشققات في عناصر المبنى المختلفة وإجهاد الخرسانة لقيم أكثر من المسموح بها.

7. إضافة طوابق غير محسوبة على المنشأ مما يؤدي إلى زيادة الحمولات على الأعمدة والأساسات.

8. عدم أخذ الكوارث الطبيعية الغير متوقعة مثل الزلازل والسيول والرياح والحرائق بنظر الأعتبار والتي تؤدي إلى تولد إجهادات إضافية.

1-1-16التشققات نتيجة لعدم وجود صيانة وحماية للمنشآت :

1. غياب وجود حماية للمنشآت وخاصة الأساسات وبقية العناصر الإنشائية المكونة للمنشآت مثل العزل وعمل الاحتياطات اللازمة لمنع التشقق وحماية أسطح الخرسانة لبعض المنشآت الخاصة مثل المنشآت الساحلية ومصانع الكيماويات والصباغة والحلويات ومعامل البيبسي والأدوية والورق والأنفاق والطرق وغير ذلك.

2. ضرورة حماية المنشأ ضد الحرائق الناتجة عن عيوب التوصيلات الكهربائية أو توصيلات الغاز أو المواد القابلة للاشتعال.
3. عدم توفير الصيانة اللازمة للمنشآت تؤدي على المدى الطويل إلى حدوث تدهور للخرسانة وبالتالي عيوب في العناصر الإنشائية المختلفة بالإضافة إلى عدم سلامة العناصر والوصلات وأعمال الصرف الصحي ومياه الأمطار ونظام التغذية بالمياه والتوصيلات الكهربائية والغاز وأجهزة التبريد والتسخين.

1-2انواع التشققات المختلفة (Types of Cracks):

1. تشققات نشطة (مستمرة الاتساع- Active Cracks):
أ- تشققات شاقولية (Vertical Cracks).
ب- تشققات مائلة (Inclined Cracks) .
ج- تشققات نتيجة الزيادة في العزوم (Increasing Moment).
د- تشققات نتيجة الزيادة في القص (Increasing Shear).
2. تشققات ساكنة:
أ- رأسية أو مائلة: زيادة مؤقتة في الأعمال.
ب- شقوق منفصلة ممتدة بكامل طول العضو الإنشائي: انكماش محكوم الحركة أو درجات حرارة محكومة الحركة.
ج- تشقق عند تغير القطاع: تركيز موضعي للإجهادات .
د- تشقق عند تغيير في شكل المنشأ: نقص في فواصل التحكم (فواصل الهبوط أو التمدد).
هـ- تشقق عزوم منفصل في منطقة تكون العزوم فيها قليلة: توقف قضبان في المنطقة يعمل بداية للتشقق.
و- تشققات سطحية ساكنة: معالجة ضعيفة – فقدان للمياه السطحية – رياح شديدة أثناء الصب.
3. تناثر وتفتت الخرسانة: إجهادات ضغط زائدة أو هجوم كيمائي.
4. انتفاخ وتضخم في الخرسانة: التفاعل القلوي للركام.

5. تغير لون الخرسانة: هجوم كيميائي، نمو طحالب، صدأ حديد التسليح.
6. تآكل الخرسانة: كشط أو احتكاك الخرسانة، هجوم كيميائي، خرسانة ذات نفاذية عالية.
7. حدوث إجهاد وخضوع للحديد: تحميل زائد.
8. إنقصاف حديد التسليح: حدوث كسر هش.
9. حدوث ترخيم زائد للعضو الإنشائي: تحركات الأساسات، تحميل زائد، وضع خاطئ لحديد التسليح.
10. صدأ حديد التسليح: نفاذية الغطاء الخرساني، توصيل تيار كهربائي ضال.

3-1 تقويم التشققات:

تشمل عملية تقويم التشققات على تحديد مواقعها ومداها 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:

1. 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 تآكل الخرسانة.

-أية أضرار أخرى ظاهرة في سطح الخرسانة مثل التنخرب (Honey Combing)، ومن المفضل أن ترفق هذه الملاحظات بصور فوتوغرافية توضح حالة المنشأ وشكل الشقوق لكي تساعد على دراسة الحالة مناقشته مع عدد من الخبراء في مختلف الاختصاصات.

2. الفحص الآلي :

يمكن الطرق على السطح بواسطة مطرقة لأكتشاف التشققات القريبة من السطح بدلالة التطبيل الذي يدل على وجود نقاط ضعف أو تشققات تحت السطح.

كما يمكن استخدام ميكروسكوب صغير مزوَد بتدرج على عدسته الخارجية لقياس عرض الشقوق.

ويمكن ايضا استخدام أجهزة الموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Pulse Velocity) التي تعطي قيمة مكتوبة لزمن عبور الموجات وبالتالي تدل على وجود شقوق أو تجاويف.

وهناك أجهزة أشعة سينية (X-Ray) وأشعة كاما (Gama-Ray) لأستكشاف مستويات التشقق الموازية لأتجاه الأشعة.

وهناك أجهزة لتحديد أماكن التسليح وعمقها وقياس القضيب.

3. الفحص المخبري :

-الاختبارات اللا اتلافية للخرسانة (Non- destructive Tests).

-الاختبارات المتلفة (Destructive Tests).

4. مراجعة المخططات :

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

5. الحكم على الشقوق :

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

-الكود البريطاني: يقبل حداً يصل إلى 0.2 ملم.

-الكود الأمريكي : يقبل شقوقاً حتى 0.41ملم في الأجزاء الداخلية، و0.33 في الأجزاء الخارجية.

-الكود العراقي: 0.2 ملم.

-الكود السوري: 0.3 ملم.

-الكود الهندي 0.2 ملم.

4-1 طرق إصلاح التشققات :

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

1. استعادة المقاومة أو زيادتها.
2. استعادة الصلابة أو زيادتها.
3. تحسين الأداء الوظيفي للمبنى.
4. إكساب الخرسانة خاصية عدم النفاذية للماء.
5. تحسين المظهر الخارجي لسطح الخرسانة.
6. تحسين متانة الخرسانة.
7. منع وصول المواد التي تساعد على تآكل الخرسانة أو صدأ حديد التسليح.

5-1خطوات الإصلاح والعلاج:

1. التشخيص السليم.
2. تحديد تقويم مدى جدوى الإصلاح والعلاج من عدمه.
3. وضع خطة العمل وتحديد أولويات العمل.
4. اختيار وتحديد طريقة الإصلاح.
5. إعداد العضو الإنشائي للإصلاح.
6. التنفيذ السليم لطريقة الإصلاح مع مراعاة الأمور التالية:

أ- ضرورة إزالة الأسباب الأصلية التي أدت إلى ظهور العيوب أو الى حدوث التدهور.

ب- ضرورة إعداد العضو المراد إصلاحه إعداداً جيَداً لتلقي الإصلاح.

ج- ضرورة اختيار الطريقة السليمة للإصلاح وكذلك المواد التي تستخدم في الإصلاح ويجب ان يكون باشراف مهندسين مختصين في هذا المجال.

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

وهناك بعض المصادر تلخص تفاصيل انواع التشققات من اشكالها ومواقع تكوَنها في المنشآت الخرسانية في الشكل الموضح ادناه:

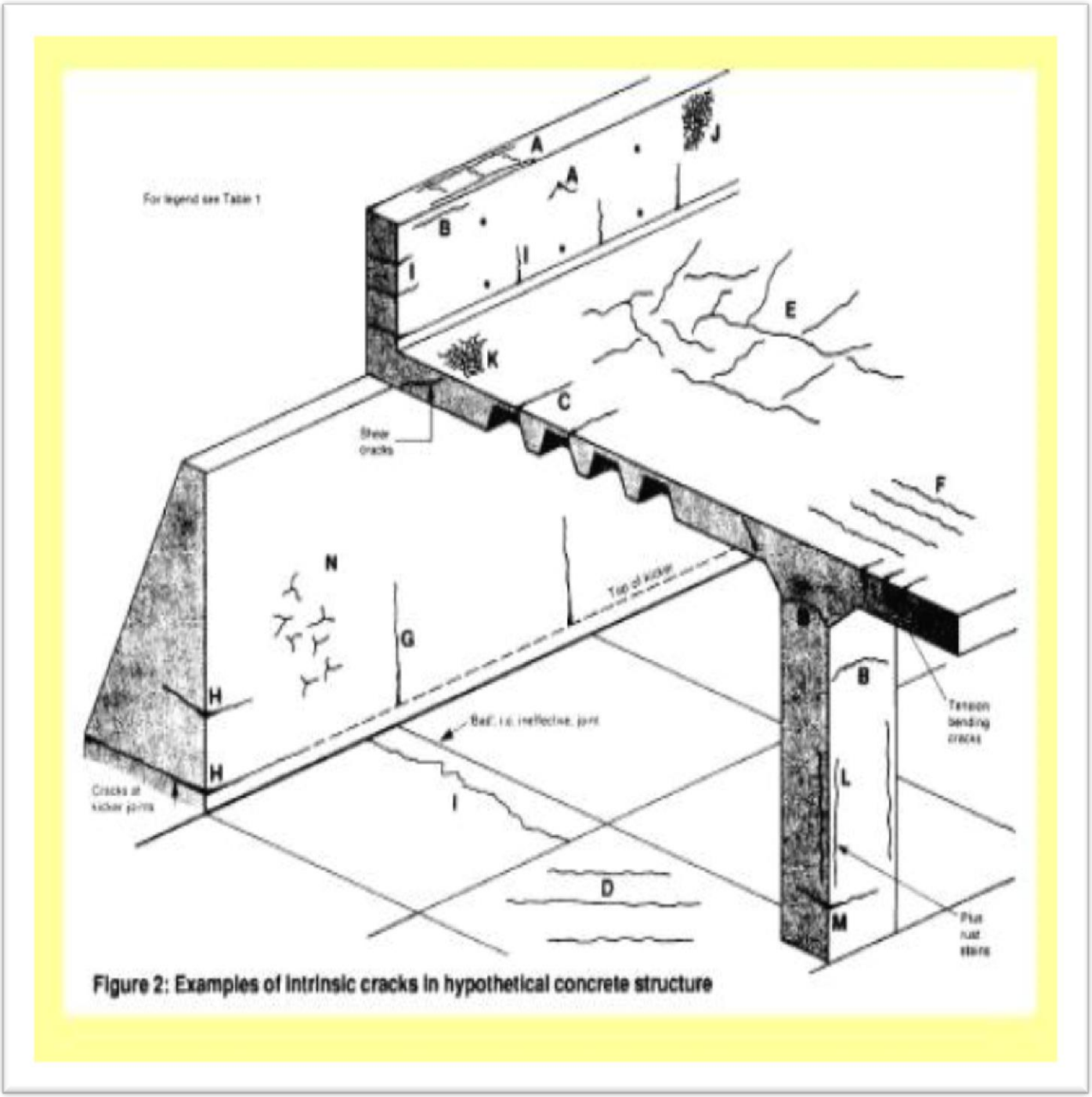


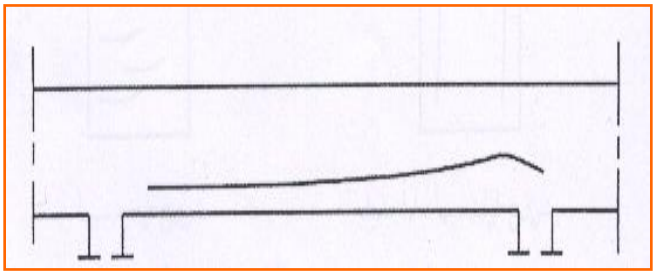
Figure 2: Examples of intrinsic cracks in hypothetical concrete structure

- وكذلك تلَخص سبب حدوث التشققات وزمنه المتوقع في الجدول التالي:

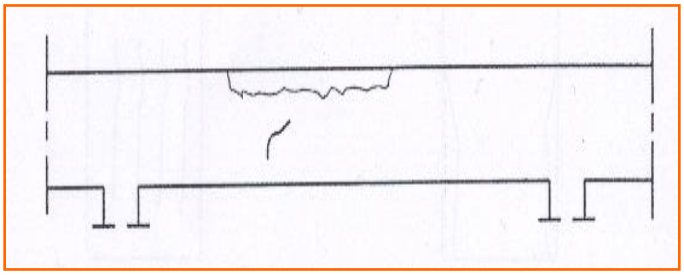
Type of cracking	Symbol subdivision in fig above	Most common cause location		Primary causes/ excluding restraint	Secondary assuming factors	Remedy appearance basic redesign is impossible in all cases reduce restraint	Time of
Plastic settlement	A	Over reinforcement	Deep sections	Excess bleeding	Reduce rapid early drying condition	Bleeding air entrainment Or re-vibrate	10 minutes to 3 hours
	B	Arching	Top of columns				
	C	Change of depth	Through and waffle slabs				
	D	Diagonal roads and slabs		Rapid early drying			
Plastic shrinkage	E	Random	Reinforced concrete slabs		Low rate of bleeding	Improve early curing	30 minutes to 6 hours
	F	Over reinforcement	Reinforced concrete slabs	Ditto plus Steel near surface			
Early thermal condition	G	External restraint	Thick walls	Excess heat generation	Rapid cooling	Reduce heat and/or insulate	1 day to (2 or 3 weeks)
	H	Internal restraint	Thick slabs	Excess temperature gradient			
Long-term drying shrinkage	I		Thin slabs and walls	Inefficient joints	Excess shrinkage, insufficient curing	Reduce water content, improve curing	Several weeks or months
Crazing	J	Against formwork	“Fire faced” concrete	Impermeable formwork	Rich mixes, poor curing	Improve curing and finishing	1 to 7 days, some times much later
	K	Floated concrete	Slabs	Over-trowel ling			
Corrosion of reinforcement	L	Natural	Columns and Beams	Lack of cover	Poor quality	Element causes listed	More than 2 years
Alkali aggregate reaction	N		Damp location	Reactive Aggregate plus high-alkali cement	Element causes	More than 5 years listed	

6-1 اشكال التشققات في العناصر الانشائية(Kinds of Cracks):

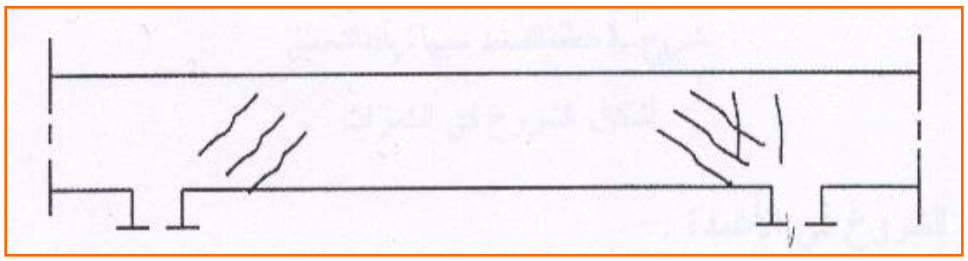
1-العتبات (Beams):-



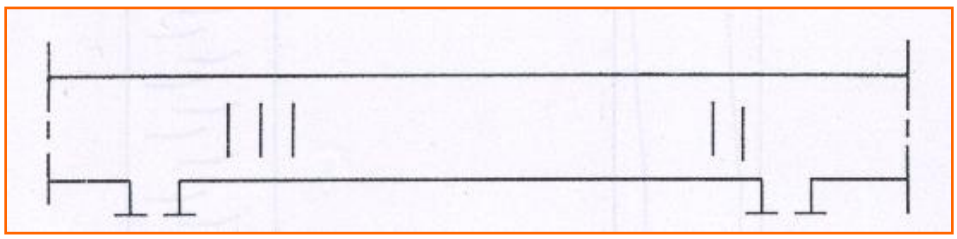
تشققات نتيجة صدأ الحديد السفلي



تشققات نتيجة زيادة الاجهادات وحديد التسليح السفلي

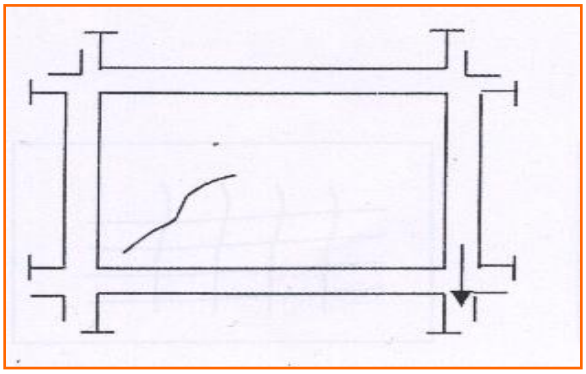


تشققات نتيجة القص

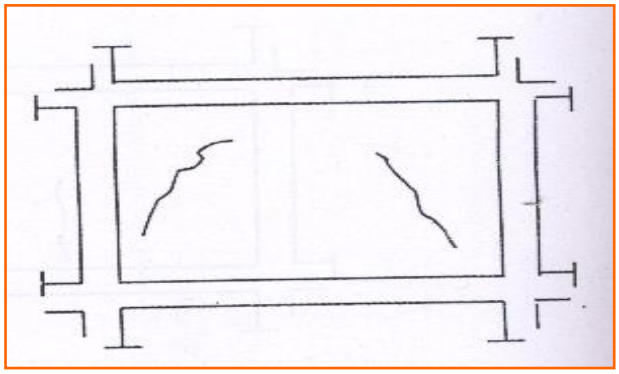


تشققات نتيجة صدأ حديد الأتاري

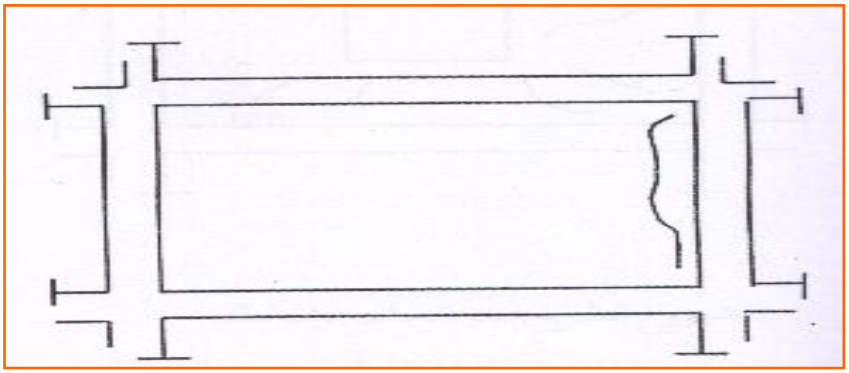
2-الحوائط(Walls):-



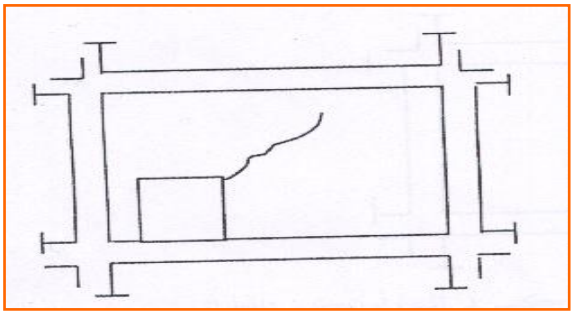
تشققات نتيجة الهبوط

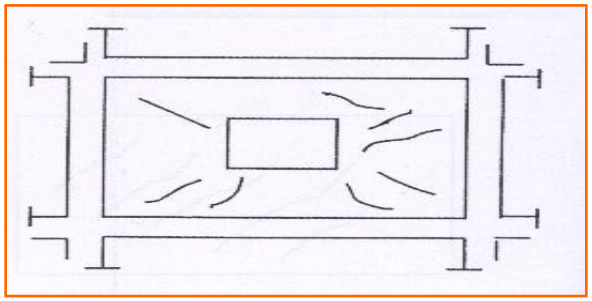


تشققات نتيجة زيادة الاجهادات



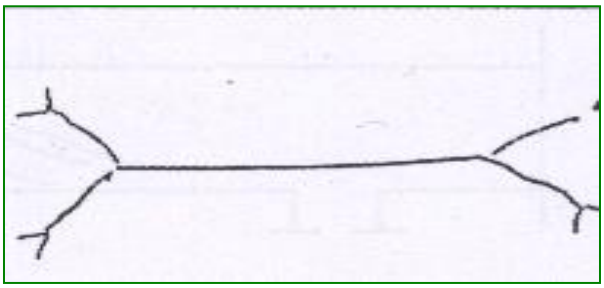
تشققات نتيجة فرق فى التمدد الحراري بين الحائط والعامود



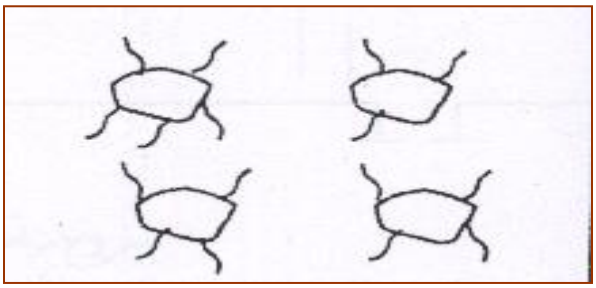


تشققات نتيجة تركيز الاجهادات لوجود فتحات

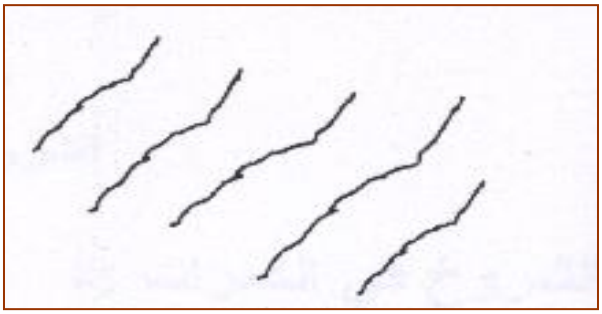
3-الأرضيات-البلاطات (Floors):-



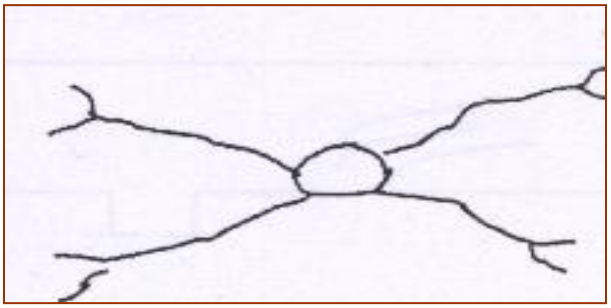
تشققات نتيجة زيادة الاجهادات



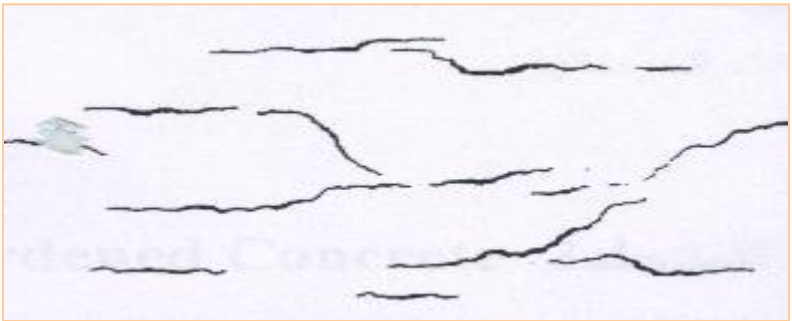
تشققات نتيجة ركام يحتوي على القلويات



تشققات نتيجة الأنكماش

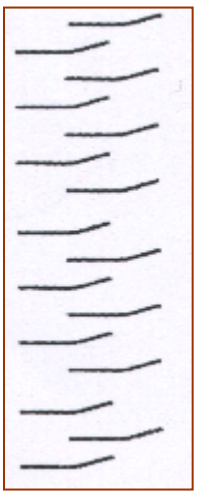


تشققات نتيجة زيادة الاجهادات

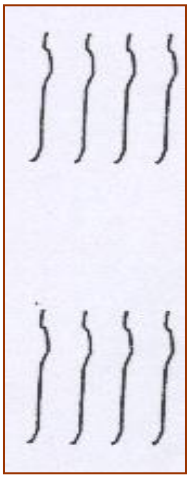


تشققات نتيجة مهاجمة الكبريتات

4-الأعمدة(Columns):-

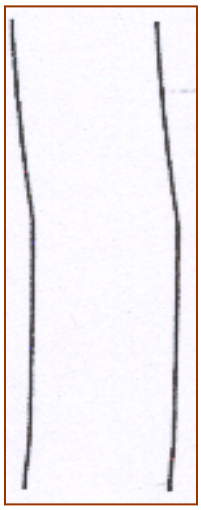


تشققات نتيجة صدأ حديد القفائص



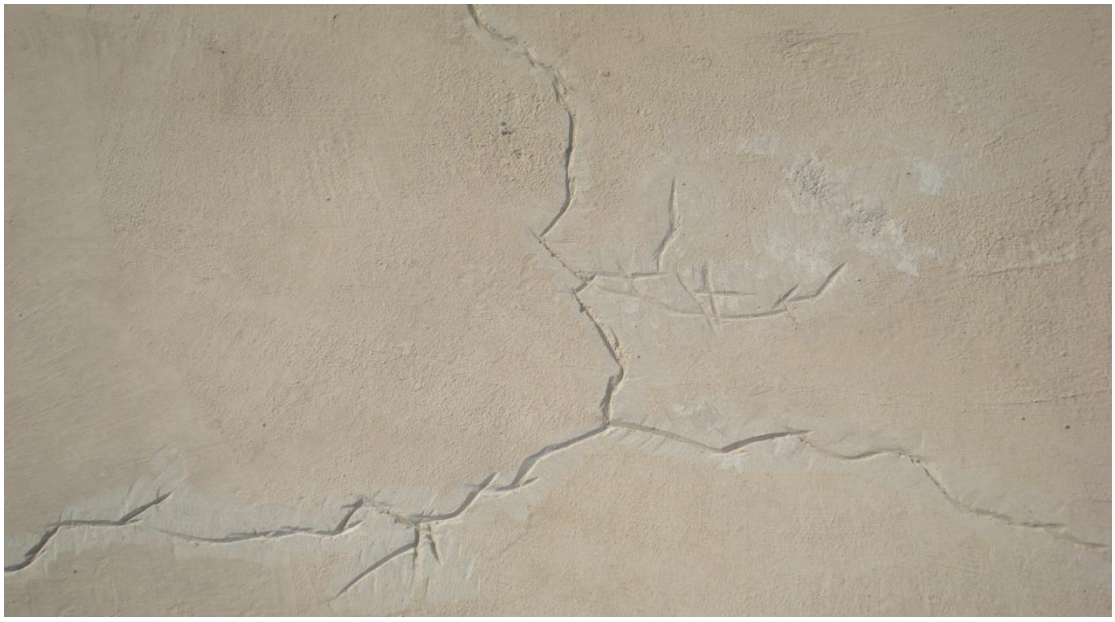
تشققات نتيجة زيادة الاجهادات

تشققات نتيجة تحميل غير مركزي



تشققات نتيجة صدأ حديد التسليح الطولي

7-14 صور واقعية للتشققات:-



تشققات في الأسطح الخرسانية

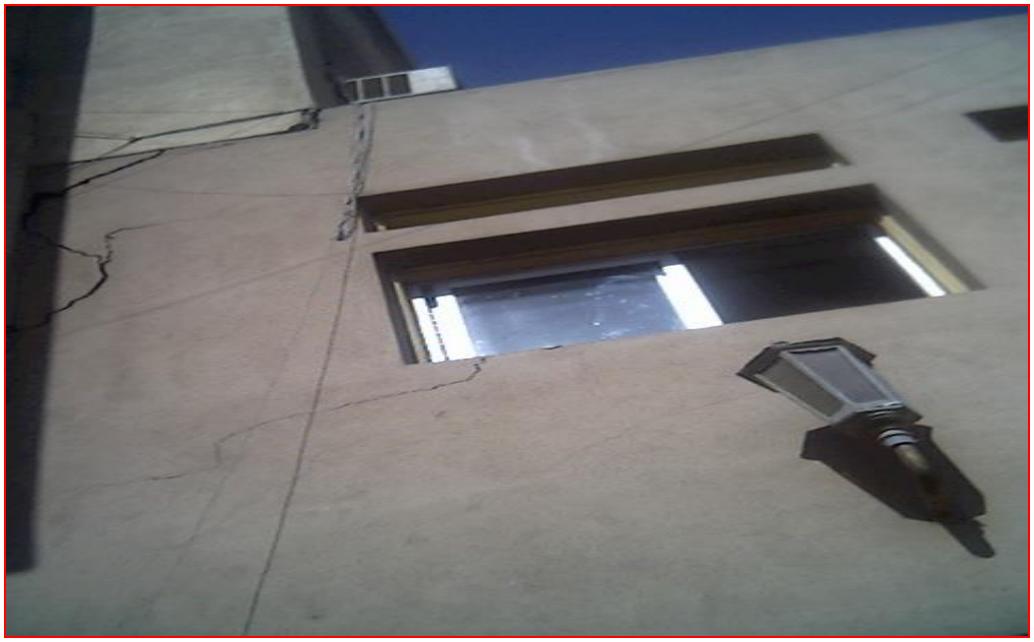
تشققات نتيجة صدأ حديد التسليح

تشققات نتيجة تركيز الاجهادات

تشققات نتيجة الهبوط

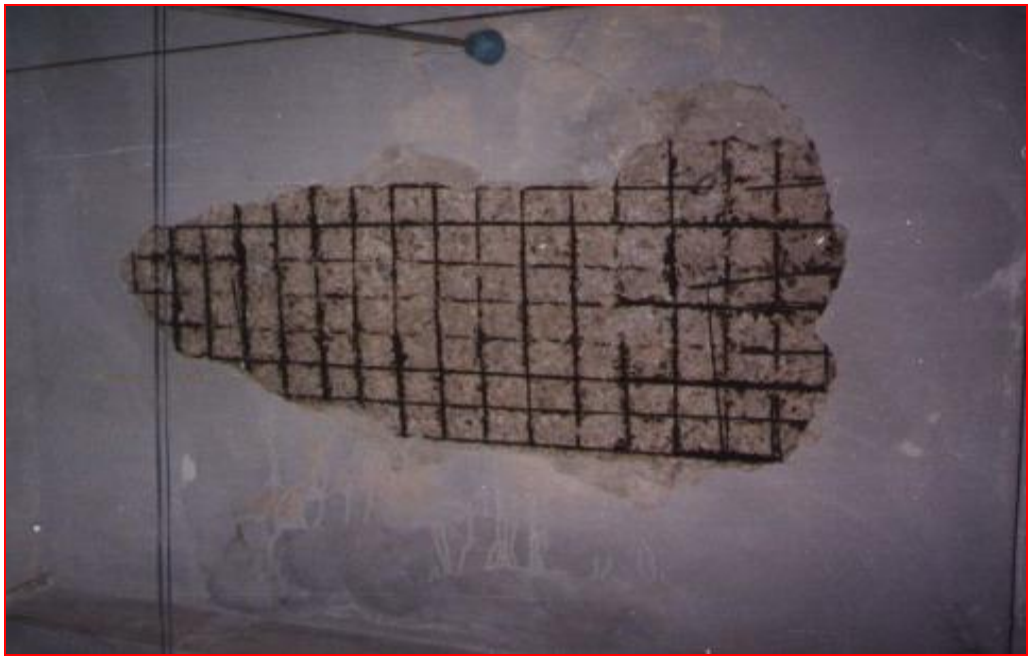
شق طولي فى العمود وعرضى فى قاعدة العمود

تشققات نتيجة تسرب مياه الصرف



تشققات نتيجة الاجهادات

سقوط الغطاء نتيجة صدأ حديد التسليح



سقوط الغطاء نتيجة صدأ حديد التسليح

المصادر

References

1- Mindess S. and Young F., "Concrete" Civil Engineering Mechanics Series, USA, New Jersey, (1981).

2- Neville A.M., "Properties of Concrete ", Pitman Publishing, Fourth and Final Edition, London, (2002).

3-Shetty M.S., " Concrete Technology: Theory and Practice ", College of Military Engineering, Published by S. Chand & Company Ltd., Ram Nagar, India, New Delhi,(1982).

5- Mamlouk M.S. and Zaniewski J.P., " Materials for Civil and Construction Engineers", Adison Wesley Longman, USA, (1999).

6- مؤيد نوري الخلف، هناء عبد يوسف "تكنلوجيا الخرسانة" وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقي, الجامعة التكنلوجية، قسم هندسة البناء والأنشاءات.

7- جواميرعمر رحيم "مواضيع وتطبيقات عملية في تكنلوجيا الخرسانة" وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقي , الجامعة المستنصرية ، كلية الهندسة، القسم المدني.

8- ارتين ليفون , زهير ساكو" انشاء المباني ", جامعة بغداد، كلية الهندسة، القسم المدني

9- جواميرعمر رحيم " بناء البيت خطوة خطوة بصورة هندسية صحيحة " وزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقي، جامعة بغداد، كلية الهندسة، القسم المدني.

10- National Center for Construction Education and Research, "Concrete Finishing", Printed in the United States of America, (1998).

11- Gambhir M.L., "Concrete Technology", India, New Delhi, (2007).