

## المقدمة

لاشك أن الخرسانة المسلحة تتميز بمقاومتها الجيدة للحريق بالمقارنة بالصلب والخشب وكان هذا أحد أسباب انتشار استخدامه كمادة إنشائية منذ أواخر القرن الماضي ولكن ذلك لا يعني أنها لا تتصدع إذا تعرضت لحريق يدوم عدة ساعات ولذا كان من الضروري دراسة تأثير درجات الحرارة المرتفعة على الخرسانة وصلب التسليح بهدف:-

\* معرفة مدى التصدع وانخفاض المقاومة إذا تعرض المنشأ الخرساني للحريق فعلاً.

\* تصميم الأعضاء الخرسانية لتقاوم الحريق لمدة معينة يحددها الكود.



## تأثير الحرارة الشديدة على الخرسانة

تتأثر مقاومة الخرسانة للضغط بالارتفاع الشديد لدرجة الحرارة حيث تفقد جزء من مقاومتها عندما تتعدى درجة الحرارة 200-250م ولكن التصدع يبدأ من درجة حرارة 300م عندما يبلغ الفاقد في المقاومة حوالي 30% وتستمر زيادة الفاقد في المقاومة مع ارتفاع درجة الحرارة وتستمر كذلك عند تبريدها أثناء اطفاء الحريق وإذا لم تزد الحرارة المعرضة لها الخرسانة عن 300 م فإنها غالباً ما تستعيد معظم مقاومتها مع الوقت.



● ونتيجة لانخفاض معامل انتشار الحرارة داخل الخرسانة فإن درجة الحرارة داخل القطاع الخرسانة تقل بسرعة عن درجة حرارة السطح وبذلك ينحصر التصدع في الطبقات السطحية إلا إذا دام الحريق عدة ساعات ويقل معايير المرونة كذلك مع ارتفاع درجة الحرارة



# تأثير الحرارة الشديدة على الخرسانة

مقاومة الضغط

من 500 - 600 °م

أقل من 300 °م

انخفاض الى 20-40% من  
القيمة الأصلية

انخفاض الى 70% من  
القيمة الأصلية



تغیر اللون

900 °م

فأكثر

600 - 900 °م

300 °م

فأكثر

کریمی غامق

رمادی فاتح

وردی (بمبی)



## معايير المرونة

حوالى 600 م

حوالى 300 م

انخفاض الى 15-20%  
من القيمة الأصلية

انخفاض الى 60%  
من القيمة الأصلية





معايير القص

حوالى 300 م°

انخفاض الى 60% من  
القيمة الأصلية





نسبة بواسون



تقل مع ارتفاع درجة الحرارة





التشريح

شروخ عشوائية نتيجة فرق  
معاملات التمدد  
بين الصلب والخرسانة



# العوامل التي يتوقف عليها تأثير الحرارة .

## تعتمد حدة تأثير الحرارة على العوامل التالية:-

- \* درجة الحرارة القصوى
- \* معدل ارتفاع درجة الحرارة
- \* طول مدة الحريق (مدة تعرض الخرسانة للحريق)
- \* هل الخرسانة محملة (معرضة للإجهادات) أم لا؟
- \* نوعية الركام
- \* رتبة الخرسانة
- \* نسبة الماء للأسمنت في الخلطة



# تأثير الحرارة الشديدة على صلب التسليح .





المقاومة القصوى

```
graph TD; A[المقاومة القصوى] --> B[حوالى 700 م]; A --> C[حوالى 400 م]; B --> D[تقل الى 20% من القيمة]; C --> E[تقل الى 80% من القيمة];
```

حوالى 700 م

حوالى 400 م

تقل الى 20% من القيمة

تقل الى 80% من القيمة



معايير المرونة

حوالى 480 م°

يقبل بسرعة كبيرة

يقبل خطيا الى 80%  
من القيمة



# تأثير الحرارة الشديدة على الأجزاء الخرسانية.

عند ارتفاع درجة الحرارة

وصول الحرارة للخرسانة الداخلية  
(تزداد سرعتها عند سقوط الغطاء)

انتقال الحرارة للخرسانة الداخلية

ارتفاع حرارة السطح

انخفاض مقاومة الخضوع،  
انبعاث محتمل  
أو زيادة الترخيم والتشكيل

فقد المقاومة- التشرخ-سقوط  
الغطاء الخرساني

شروخ عشوائية



عندما تبرد الأعضاء  
(بعد الحريق)

يبرد صلب التسليح

استعادة مقاومة الخضوع كلها  
للصلب المدلفن علي الساخن  
طالما أن درجة الحرارة لم تتعد  
700 م° الأسياخ التي انبعجت  
تظل منبعجة

تبرد الخرسانة

الشروخ تغلق مع استمرار  
فقد المقاومة ولا يستعيد  
العضو كل الترخيم الناجم  
عن الحريق ويبقي الترخيم  
ملحوظ وخاصة في  
الحرائق الشديدة

بعدها تبرد الخرسانة

الخرسانة تكون شديدة  
الجفاف فتمتص الرطوبة  
من الجو بشراهة مما يسبب  
زيادة في التشكيل  
والتشريح