الباب الرابع
الخرسانة وتأثير الحرارة على الخرسانة

obeikandi.com

obeikandl.com

الفصل الاول

الخرسانة

تعتبر الخرسانة من أهم المواد الهندسية الإنشائية بحيث يمكن التحكم في نسب مكونات خلطها للحصول علي مقاومة ضغط تتراوح بين ١٦٠ — ٤٠٠ كجم/سو٢ حسب نوعية التصميم ٠٠ وتتكون الخرسانة المسلحة من خليط من الرمل والزلط والأسمنت مضاف إليها الماء لتتكون عجينة أسمنتية لاحمة تخلط مع حبيبات الزلط والرمل وتعمل علي تماسك هذة الحبيبات وتكون جسم الخرساني المتصلد مكتسبا مقاومة جيدة للإجهاد والضغط

ولابد أن تكون عجينة الخرسانة في بداية خلطها لدنة سهلة التشغيل بحيث يمكن تشكيلها والحصول علي الشكل المطلوب وهي مايطلق عليها بالخرسانة الطازجة وبعد ساعات تبدأ الخرسانة في التصلد وهو ما يطلق عليها بالخرسانة الخضراء وبعد مدة زمنية تتصلد الخرسانة وهي التي تتحمل الضغط والأحمال وتكتسب مقاومة عالية لمختلف أنواع الإجهادات ٠

وللحصول علي علي مقاومة الخرسانة المطلوبة تستعمل طرق حسابية مختلفة لتصميم الخلطة وبيان نسب مكوناتها المختلفة فإن الخرسانة المبتلة جدا يحدث بها إنفضال حبيبي عند هزها بحيث يقوم ماء الخلط بحمل ماء الأسمنت وحبيبات الرمل الناعم إلي سطح الخرسانة مما يترك باقي الخلطة في الأسفل بكمية أسمنت بسيطة لا تكفي للتماسك ٠ كما أن كمية المياة الزائدة لإتمام التفاعل يتبخر تاركا مكانة فراغات في هيكل الخرسانة مما يعمل علي إضعافها ٠

وفي حالة الخرسانة قليلة المياه (الجافة) جدا والتي ينقصها كمية من المياه لإتمام التفاعل وإكسابة قوة لاحمة لتماسك محوناتة الخلطة الخرسانية والتي تضعف من تفاعل الأسمنت وضعف في القدرة اللاحمة ٠

مكونات خلطة الخرسانة :

١. الأسمنت (سبق الحديث عنة في باب الأسمنت ص ٦٦)

٢. الركام (سبق الحديث عنة ٦٦)

٣. الماء : وتعتبر المياه النقبة(مياه الشرب)من أحسن المياه لعمل خلطة الخرسانة ٠ وفي حالة وجود مياه مشكوك في صلاحيتها عمل عينة بهذه النوعية من المياه ونوعية أخري أستعمل في تكوينها ماء للشرب للحصول علي بيان زمن الشك ومقاومة الضغط لمونة الأسمنت المشكوك في مياهها ويجب أن لا يقل الضغط في هذة العينة عن ٨٥ ٪ من مقاومة الضغط للخرسانة المستخدمة في خلطها المياه النقية ٠

٤. ومن مواصفات الماء المستخدم في الخلط أن يكون خاليا من الطين والمواد العضوية والأحماض والمواد الناعمة والكبريتات.حيث أن وجود هذة المواد تضعف من مقاومة الخرسانة للضغط ٠

وأن خلط الخرسانة بمياه البحر فإنها تسبب تزهير الخرسانة وتعمل علي صدأ الحديد٠٠ولا تستخدم مياه البرك والبحيرات المحتوي علي أملاح أكثر من ٣,٥ ٪ ٠ والمياه المحتوية علي أملاح الكبريتات بنسبة أكثر من ٣,٥ ٪ ٠ كذلك المياه التي تحتوي علي كلوريد الصوديوم أكثر من ٣ ٪ ٠

٠٠ وهذا يعني أن كل متر مكعب من الخرسانة يحتوي في تكوينة علي ٣٠٠ كجم أسمنت و ٠,٤ رمل و ٣ زلط ويحتأج إلي ١٥٠ لتر ماء ويتوقف ذلك علي المنشأة وعلي مقاومة الضغط المطلوبة ٠

نوع الخرسانة	الأسمنت	الرمل	الزلط
خرسانة مسلحة	١	٢	٤
خرسانة عادية	١	٣	٥
خرسانة رصف الطرق	١	٢	٣
جهد الضغط الأقصى	الأسمنت	الرمل	الزلط
٢٠٠ – ٢٥٠ كجم /سم٢	١	٢	٤
٣٠٠ – ٣٥٠ كجم /٢	١	١	٣
٢٠٠ – ٣٥٠ كم / سم٢	١	١½	٣

عملية خلط الخرسانة :

الخلط اليدوي :

نقوم بتقليب الركام الصغير مع الأسمنت الجاف حتي يصير مندمج ويصبح لونة منتظم ثم يضاف الركام كبير الحجم ويتم ذلك الخلط علي الناشف والتقليب الجيد والتأكد من توزيع الكمية جيدا ٠

تشكل الكمية بشكل هرمي مع عمل فجوة في وسط الخليط ، ثم تضاف الماء ببطئ مع التقليب من الخارج إلي الداخل ويستمر التقليب حتي ينتظم الخليط في قوام متجانس والحصول علي درجة مزج مناسبة للتشغيل ٠

الخلط الميكانيكي :

يتم عملية الخلط الميكانيكي بواسطة حالة دوارة (خلاط) بداخله ريش من الصلب تعمل علي توزيع وتحريك الخليط ، ويتم وضع الركام الكبير داخل الخلاط ثم يلية الركام الصغير ثم الأسمنت والرمل وإستمرار عملية الخلط لمدة لا تقل عن دقيقتين إلي خمس دقائق حتي يتم خلط الأسمنت والركام جيدا ، ويجب عدم زيادة سرعه دوران الخلاط عن السرعة الموضحة علية ، كما يراعا عدم تعبئة حلة الخلاط عن سعتة المقررة وتفريغ كل حمولة الخلاط بعد كل خلطة وتنظيفة بعد اليفريغ ٠

توصيات قبل عملية الصب الخرسانة :

يجب التأكد من مراجعة البنود التالية قبل صب الخرسانة :

١. التأكد من صلاحية المعدات والتجهيزات الازمة لعملية الصب

٢. مراجعة كميات الحديد وترتيبها حسب الرسومات

٣. مراجعة المقاسات ومناسيب الفرم والشدات ٠

٤. التأكد من صلاحية ومتانة الشدات والسقالات ٠

٥. التأكد من الكميات المراد صبها وألا تقل عن الكمية المطلوبة للصب

٦. التأكد من عدد العمال المناسب بعملية الصب

٠٠ ويراعا عند صبب الخرسانة وخاصة في الأعمدة والكمرات بأن لا يزيد سمك طبقة الخرسانة عن ٥٠ سم ثم تدمك كل طبقة جيدا قبل صب الكمية التي تليها كما يراعا عدم إسقاط الخرسانة من إرتفاع كبير حتي لا يحدث إنفصال لمكوناتها ٠

٠٠ في حالة إستكمال صب خرسانة علي خرسانة قديمة يجب أن يكون سطحها القديم خشن وغير مستوي مع تنظيفة وإزالة الأتربة والركام الغير ثابت مع تنظيف حديد التسليح بفرشة سلك وإزالة طبقة الصدأ ، ميتدي سطح الخرسانة بالماء ثم علية طبقة من الأسمنت الباني ثم يبدأ في عملية الصب ٠

دمج الخرسانة :

هي عملية دمج الغرسان بعد صبها لإزالة الفراغات الهوائية ودمج حبيبات الخرسانة ومنع حدوث التعشيش بالخرسانة وزيادة تماسكها وزيادة مقاومتها للضغط والإنحناء ويتم عملية الدمج إما يدويا أو ميكانيكيا ٠

١. يتم الدمج اليدوي بواسطة قضبان من الحديد أو الخشب ويسمر الدمج حتي تظهر طبقة رقيقة من عجينة الأسمنت علي سطح

٢. الدمج الميكانيكي : وهو يتم بواسطة هزاز ميكانيكي ذات تردد عالية موصولة بقضيب إدارة الماكينة وهناك نوع يغرس داخل الخرسانة ، ونوع أخر يوضع علي الشدات لعمل الهزات الازمة للإحداث الدمك ٠

ترميم الخرسانة :

بعد فك الفرم الخرسانية يظهر بها فجوات وتحتاج إلي تنظيف وملأ الفجوات الخارجية للخرسانة وذلك بتنظيف وكشط الفجوات بعمق ٢,٥سم ثم تبلل منطقة الترميم بالماء وتفرش بمونة الأسمنت والرمل بنسبة ١ : ١ بالوزن ثم صب المكان بمونة الصب المكونة من الأسمنت والرمل بنيبة ١ : ٣ بالوزن مع تسوية سطح مونة المعالجة مع سطح الخرسانية ٠

عيوب الخرسانة :

لابد للمهندس المصمم أن يكون علي دراية وخبرة كافية ومعرفة عيوب الخرسانة وأن يأخذ في الإعتبار عند القيام بتصميم المنشئات الخرسانية العيوب التي يجب مراعاتها ٠

١. حدوث ضعف في الشد وللتغلب علي ذلك يستخدم حديد التسليح في المناطق المعرضة للشد ويمكن أستعمال الخرسانة سابقة الآجهاد ٠

٢. حدوث إنكماش للخرسانة الناتجة عن الجفاف وتمددها بالرطوبة ٠ ويتطلب وعمل وصلات بالخرسانة علي مسافات متباعدة (محددة هندسيا) وفي بعض الأحيان يستختدم تسليح بسيط لمقاومة تأثير إنكماش الخرسانة ٠

٣. تمدد الخرسانة بالحرارة مثل الحديد ولذلك لابد من عمل فواصل تمدد بالمنشئات الخرسانة الطويلة لمنع حدوث شروخ أو حدوث إنهيار.

جدول مكونات الخلطة الخرسانية :

النوع	الماء	الأسمنت	الرمل	الزلط
نسبة المكونات بالوزن	٠,٥٣٤	١	٢,٥	٣,٥
وزن شيكارة الأسمنت ٥٠كج	٢٦,٧	٥٠	١٢٥	١٧٥
الوزن النوعي	١	٣,١٠	٢,٦٥	٢,٦٥
حجم المادة الصلبة بالمتر لكل شيكارة أسمنت	٠,٠٢٦٧	٠,٠١٦١	٠,٤٧٢	٠,٠٦٦٠

obeikandl.com

الفصل الثانى

تأثير الحرائق علي الخرسانة

عندما تتعرض الخرسانة المسلحة للحريق فإنة يحدث تصدع ظاهري شديد ويجعل شكل المنشأ سيئا مخيفا. وقد يكون منظر الصدع الظاهر يعطي الإنطباع بأن الضرر كبير ولكن بالفحص قد يشير إلي أقل من الظاهر وأن المقاومة مازالت متبقية ، وأن تقدير مدي الضرر الناتج عن الحريق والقدرة المتبقية في المنشأ لا يمكن أن يتم إلا بعمل الختبارات اللازمة وأن نتائج هذة الإختبارات يترتب عليها أنسب أسلوب للإصلاح وحجم الإصلاح المطلوب .

وكثير من الحالات يوصي بها مهندس البلدية أو المهندس المشروع أو الإستشاري أو المالك إزالة الجزء المحترق لحالتة السيئة وكرد فعل لشكل المنشا المحترق وعادتا ما تكون هذة القرارات الغير مدروسة والغير مبنية علي إختبارات وفحوصات قرارات متعجلة مما ينتج عنها تكلفة باهظة وعطل في العمل .

وبالدراسة وتحديد الأماكن التي تتطلب إصلاحا إنشائيا والتي لا تحتاج إلا إعادة التشطيب . وأن أسلوب الإختبارات الغير متلفة للخرسانة التي تعرضت للحريق قد تطورت أساليبها في العقود الثلاثة الأخيرة تطوراكبيرا .

وسنعرض هنا في هذا الجزء تأثير الحرائق علي الخرسانة وكيفية تأثيرها علي الخرسانات بأنواعها .

الخرسانة المسلحة ومدي تأثير الحرارة عليها ونتائجها حيث أن لاشك أن الخرسانة المسلحة تتميز بقدرتها العالية علي مقاومة الحريق إذا قورنت بالصلب والأخشاب. وكان ذلك من الأسباب إستخدامها كمادة إنشائية منذ أواخر القرن الماضي.ولكن ذلك لا يعني أنها لا تتصدع إذا تعرضت لحريق قد يستمر لمدة ساعات.لذلك كانت هذه الدراسة التي بحثت في مدي تأثير

درجات الحرارة المرتفعة لمادة الخرسانة وصلب حديد التسليح وذلك بهدف معرفة مدي التصدع الناتج كذلك إنخفاض المقاومة في حالة تعرض المنشأة الخرسانية للحريقكما نشير إلي كيفية التصميم الأعضاء الخرسانية المقاومة للحريق لمدة محددة.فإن الدراسات المعملية والتجارب علي تأثير الحرارة (الحريق) علي مواد البناء قد بدأت منذ قرون.وكانت درسات عشوائية.ولكن الدرسات والتجارب الدقيقة والتي تتبع المواصفات المحددة عالميا والتي بدأت في بداية القرن العشرين . ولقد أهتمت الدول المتقدمة بهذة الدراسات وقطعت شوط ا كبيرا في مجال هذة الدراسات ومدي تأثير الحريق علي مواد البناء ووضع كود لحماية المباني من خطر الحريق ... ولكن في المنطقة العربية مازالت الكثير من الدول العربية لم يصدر فيها كود حماية المباني من الحريق . ولكن بعض الدول مثل السعودية (الهيئة العربية السعودية للمواصغات والمقايس) ودولة الكويت (ونظام الوقاية من الحريق بإدارة الاطفاء) .ولكن مازال الكود المصري في مرحلة الإعداد . فإن هذة الدراسة الأكادمية تقدم للمجتمع الهندسي الإشتراطات الخاصة بمقاومة المنشآت الخراسانية للحريق . كما يبين لنا كيفية الحكم علي سلامة المنشأ المتعرض للحريق بطريقة علمية ، واساليب الإصلاح المختلفة وكيفية المفاضلة بينهما كما ان هذة الداسة تتعرض الي وسائل الوقاية من الحريق وتصميم المنشآت الآمنة من خطر الحريق

ورغم تطور وسائل المقاومة للحريق في المنشآت فما زالت الحرائق تشكل خطرا داهم وهدا الخطر لا يهدد سلامة المنشآة فقط ولكن يهدد سلامة الإنسان .

الباب الأول: طبيعة الحريق وأسبابة ووسائل انتشارها .

الباب الثاني: تأثير الحرارة الشديدة علي الخرسانة وصلب الحديد .وعلي الخرسانة الخضراء(حديثة الصب) وكيفية تحديد درجات الحرارة داخل القطاعات التي تعرضت للحريق

الباب الثالث : دراسة مراحل تطور الحريق داخل الغرفة وعرض افختبارات للخرسانة وصلب التسليح الحديث وإختبار الحريق القياسي .

الباب الرابع: الحكم علي سلامة منشأ تعرضت للحريق وكيفية تصنيف تصدع الأعضاء المختلفة لتحديد المقاومة المتبقية فيها ومدي امكانية إصلاحها والأسلوب الأمثل لذلك

الباب الخامس: طرق إصلاح المنشآت التي تعرضت لتصدع ناتج عن حريق، ولقد أثبتت التجارب ان إصلاح المنشآت المتضررة ممكن وهو افضل من هدمها،

الباب السادس: دراسات عن حرائق المنشآت السكنية والتي ينتج عنها الكثير من الإصابات والوفيات . وكيفية مقاومتها للحريق ولزمن محدد . يحددة كود الحماية من الحريق .

النار:

إن ذكر كلمة النار تعني الكثير عند الإنسان والحيوان وهي تصيبة بكثير من الزعر ولقد أصابت الإنسان الأول البدائي في بذأ الخليقة بالرعب والخوف ولكن الإنسان مع مرور الزمن تعلم كيف يطوع النار وإستخدامها في حماية نفسة والتدفئة من البرد والطهي والصناعات وغيرها . ورغم قدرة الإنسان علي إستخدامها والسيطرة عليها .. إلا أنة مازال يخشاها حيث يغلم مدي خطورتها وتدميرها لحياتة وممتلكاته في حالة تعرضة للحريق .

فلقد كان الإنسان في قديم يستخدم مواد للبناء كلها قابلة للإشتعال . مثل القماش والأخشاب والقش في بناء المساكن لذلك عند حدوث حريق لأحد المباني . فإنة يحدث إنتشار مدمر للحريق يقضي علي المنشآت السكنية ومحتوياتها ويعرض حياتهم للخطر المميت . ولقد تطور الأنسان في أسلوب البناء وأسخدم الطزب والخرسانة المسلحة في البناء المساكن الحديثة إلا أن تعرضها للحريق يسبب الكثير من القلق وخسائر فادحة ورغم تطور وسائل الإطفاء .

ومن أكبر مزايا إستخدام الخرسانة المسلحة كمادة للبناء قدرتها العالي في مقومتها للحريق بالمقارنة للأخشاب المستخدمة في أعمال البناء.ولايفوق الخرسانة المسلحة في هذا المجال إلا الحوائط المستخدم فيها الطوب والحجر . ولكن مثل هذة المنشآت تحتاج إلي اسقفا من الخرسانة المسلحة كما تتميز الخرسانة المسلحة بإمكانية إصلاحها إذا تعرضت للحيق – لمدة محدودة بعكس الخشب والصلب اللذان يتلفا ويلزم إزالتهم وإستبدالهم .. حيث أن مقاومة الخرسانة العالية للحريق أساسا إلي إنخفاض معامل انتشار الحرارة داخلها – ١,٠٠ مم مربع / الثانية وهذا يحد من عمق توغل التصدع نتيجة الحريق ويحمي صلب التسليح لعدة ساعات وذلك حسب سمك الغطاء الخرساني ورغم هذة الميزة فإن تعرض الخرسانة للحرارة الشديدة ولمدة طويلة يجعل مقاومتها تنهار . كما أن انتشار الدخان بكثافة في المبني يؤدي إلي حدوث إختناقات تؤدي إلي وفيات لمن يقطنون في الادوار العليا من الدور المشتعل . وأن وجود بعض المواد المستخدمة في في تجهيزات والتشطيبات الشقق وإحتوائها علي مواد مختلفة منها مادة البلاستيك والتي ينتج عن إحتراقها إنبعاث غازات سامة تساعد علي حدوث الوفاه .

طبيعة الحريق

منذ أن خلق الله الأرض ومن عليها خلق معهم النار . وكان الإنسان الأول يخشاها ويحاول تجنبها وتعلم الإنسان كيف يطوعها في الدفاع عن نفسة وإستخدامها في الطهي ومدي إحتياجة في إستخدام إشعاعها الحراري في التدفئة وأغراض أخري . وعرف مدي أهميتها وخطورتها فستخدمها في الصناعات المختلفة ووسائل النقل (القطارات و السيارات الخ) ورغم أن الإنسان قد إستطاع ترويض هذا المارد (النار) إلا أنة يخشاها لأنة يدفع الكثير نتيجة إستخدامها بدون دراية واعية وتخطيط آمن .

٣/١طبيعة الحرائق :

إن فهم طبيعة الحريق وكيفية نموها وتطورها لا بد من معرفة الأساسيات الواجب توافرها لوجود حريق أو إشتعال للنار . فالحريق هو تفاعل كيمائي تتحد فية المواد القابلة للإشتعال في وجود الأكسجين الموجود في الهواء ويصدر عن هذا الإندماج حرارة وضوء وصوت . فإذا إنعدمت أحدي هذة العناصر فإن الإشتعال لا يتم (مادة + حرارة + أكسجين) وهذة العناصر واجب توافرها .

والحرائق تختلف أنواعها وشدة حرارتها حسب نوعية المادة المشتعلة. فهناك حرارة ساخنة أو شديدة — وهي ذات درجة حرارة عالية جدا. وهناك حرائق سريعة الاشتعال كما أنة هناك حرائق بطيئة الاشتعال . وأن الحرائق تعتمد علي نوعية المواد المشتعلة وعلي مدي التهوية المتاحة وحجم غرفة الاحتراق .

وأن المادة إما إن تكون صلبة أو سائلة أو غازية . والغازات تنبعث بسهولة من السوائل أكثر من المواد الصلبة وهي تحتاج إلي حرارة أقل بكثير من الحرارة المطلوبة للمواد الصلبة . وفي هذة الحالة تكون الحرارة المطلوبة لبدء الإشتعال في أبخرة الغازات المختلطة بالهواء بسيط جدا .

من أسباب الحرائـق

التطور في الإنشاءات المعمارية :

إن التطور الكبير في التصميمات المعمارية والمجمعات التجارية (مول) والفنادق وقاعات المعارض وهذه الارتفاعات العالية والتي تزيد في بعض التصميمات للسقف عن ٢٥متر حسب التصميم والتي تغطي بجمالونات (غير مغطاة بالخرسانة ومقامة علي أعمدة هيكلية من الحديد مع تركيب مسطحات من الزجاج المبني المنشئ الشكل الجمالي .. وزيادة كمية الإضاءة مما يتطلب نظام خاص وفعال للحماية من الحريق .

المدارس :

إن معظم المدارس المقامة تفتقر إلي نظم الوقاية من الحريق بل أبسط مبادئ الوقاية . فنوافذ الهروب غير كافية للعدد الموجود من الطلبة وغير محدد بعلامات إرشادية واضحة . كما أن المدرسين والإدارة والطلبة غير مدربين علي كيفية إخلاء المدرسة في حالة نشوب حريق . كما أنة لا يوجد نهائيا جرس للإنذار عن وجود حريق أو خطر داهم لإمكانية التصرف قبل استفحال الحريق .. كما أن جميع الممرات والمناور غير مزودة بأبواب مانعة للدخان . فعند حدوث حريق في الأدوار الأولي فإن الدخان يتصاعد إلي الأدوار العليا ويصيب من فيها بالاختناق .. كما أن حالات الكراسي والتخت البالية والقديمة منها والكتب والأوراق كلها مواد قابلة للاشتعال عند تعرضها إلي أي مصدر حراري .. هذا مما يجعل هذه المدارس مصدر خطر دائم علي أطفالنا .

الإهمال :

إن معظم الحرائق المنزلية ناتجة عن الإهمال . فالشخص الذي يدخن ويلقي بعقب سيجارته في سلة المهملات أو عدم التأكد من إطفائها في النفضه ثم تلقي بها في سلة المهملات مما قد تشعل السلة كلها .

١- ترك الزيوت علي النار لمدة طويلة " الوصول إلي درجة الاشتعال "

٢- ترك مكيفات الهواء تعمل بصفة مستمرة .

٣- عدم متابعة الصيانة الدورية لأسلاك الكهرباء

٤- عدم التخطيط واستخدام الوصلات والفيش الكهربائية المناسبة

٥- استخدام الوصلات الكهربائية المقلدة والرديئة وتحميلها أكثر من المألوف

٦- ترك أنوار الأباجورات مضاءة ليلا .

٧- ترك مواد قابلة للاشتعال بجوار مصدر حراري (المطبخ)

٨- ترك أنابيب المبيدات الحشرية ومعطرات الهواء بجوار مصدر حراري أو استخدامها

٩- عدم التأكد من غلق أنبوبة الغاز أو مصدرة (خط ألغاز الطبيعي) قبل النوم أو الخروج من المنزل .

١٠-عدم ترك الثقاب أو الولاعات بالقرب من الأطفال .

هذه بعض الأمثلة لمصادر الإهمال ولابد من التوعية للمواطنين للابتعاد عن مصادر الخطر .

الدخان :

الدخان هو المصدر الأول للحريق وهو المؤشر الأول علي وجودة (لا يوجد دخان بدون مصدر حراري) لذلك نوصي بأن يكون المبني مزود بنظام للتهوية وعندما لا تزود مناور الأسانسيرات والسلالم و المناور المغلقة بأبواب تمنع مرور الدخان فإن انتشار الدخان والمحمل بمختلف أنواع الغازات السامة وخاصة عند احتراق المواد البلاستيكية والتي تؤدي كمية الدخان إلي اختناق مستخدمي المبني في حالة عدم وجود وسائل تهوية طبيعية كافية .

تأثير الحرارة علي الخرسانة المسلحة

إن التحدث عن تأثير الحرارة الناتجة عن الحرائق علي الخرسانات المسلحة وما يتبعها من نتائج قد تكون مدمرة .. فإن عند حدوث تصدع في مبني ناتج عن الحريق — سواء كان هذا التصدع ناتج عن الحريق ذاتة او غيرة يكون التقيم والتشخيص للمنشأة من أهم الأمور لتقيم حالتها ومدي التلفيات وأن التشخيص الخاطئ ينتج عنة خطئين هما :

١. المبالغة في تقدير التصدع وأن هذا التقدير يؤدي إلي إزالة اجزاء كبيرة من الجزء الخرساني المصاب مما يفقدنا الكثير من المال وضياع وقت كبير .
٢. عدم تقدير درجة التصدع والتهاون في معرفة الأعضاء التي أصبحت غير صالحة من الناحية الإنشائية .

- فإذا تعرضت الخرسانة لدرجة حرارة مثلا إلي ٦٠٠ درجة مؤية تنخفض قدرة مقاومتها إلي ٣٠٪ من المقاومة لأصلية . وهو يؤدي إلي حدوث

إنهيار جزئي أو كلي للمبني المحترق مما يؤدي لحدوث وفيات . كما أنة يكون أكثر خطورة من البند الأول.

- إلي لحريق لعدة ساعات يكون شكلة رهيبا حيث تتساقط الغطاء الخرساني إلي تشكل كبير للكمرات والبلاطات إلي إنبعاج حديد التسليح وتغطي الأعضاء الخرسانية بالسواد . مما يعطي شكلا رهيبا لغير الفنين والمتخصصين . ويعطي الإنطباع بإن هذا الجزء أصبح غير صالح وعديم الفائدة ويجب إزالتة . ولكن لا يوجد يأس عند المتخصصين فكم من حوادث الحريق وقعت عالميا وعولجت وستمرت لسنوات طويلة بعد اصلاحها .
- لذلك وجب علي مجموعة المهندسين أثناء الحكم علي سلامة المنشأ بالموضوعية وإن تكون علي دراية وخبرة كافية في تأثير الحرارة والحريق علي الخرسانة المسلحة وأن لا يتأثر حكمها بشكل الخرسانة المحترقة . فلابد من إجراء التجارب اللازمة لكي يكون حكمها علي حالة المبني سليما من
- الناحية العلمية كما أن يكون دقيقا من الناحية العملية حتي يكون هناك رأي لا يبالغ فية في تقدير حجم التصدع فلا يفقد مالا او يهون من حجم الفقد في مقاومة الخرسانات فتضيع الأرواح
- فإن هذة الجزئية من الدراسة ستتعرض الي كيفية معاينة مكان الحريق ثم عمل تقويم وصفي وتقيم كامل لحالة الأعضاء الإنشائية مما يمكن الإستشاري من اعادة التليل الانشائي للمبني علي اساس الوضع الحالي الجديد .

١. كيفية تكوين مجموعة الحكم علي سلامة المبني :

يتم عمل التوصيات من قبل لجنة الخبراء علي الحكم علي حالة المنشأ طبقا للبرنامج التالي :

أ- الحكم علي درجة التصدع لكل عضو علي حدة وللمنشأ ككل. **Qualitative Assessment**

ب- تقيم جدوي الإصلاح وعمل مقارنة بالإزالة واعادة البناء

ت- تحديد نوعية الإصلاح لكل عضو علي حدة وذلك بعمل جدول يبين فية مدة الحريق القياسي (دقيقة)

ث- إعداد برنامج الإصلاح مع إعتماد هذا الجدول من المالك وشركة التأمين و الوحدة المحلية.

ج- عمل برنامج مسلسل لخطوات الإصلاح مع مراعاة حالة المبني ودرجة تصدعة

ح- إعداد الرسومات الخاصة بدعم المبني أثناء الإصلاح – موضحا عليها أحمالالدعامات الموقتة

خ- تحديد المدة الزمنية للإصلاح لكل عضو أو مجموعة أعضاء .

كيفية تقويم حالة الحريق :

بمراجعة التقرير والتخطيط الوارد من لجنة المهندسين بالحكم علي سلامة المنشآه يمكن تقسيم أسلوب تقويم الحالة إلي ثمانية مراحل كمايلي :

١-عمل مسح شامل للمبني وعمل تقدير لحالة الأمان مع إتخاذ أجراءات فورية للسلامة العامة كذلك عمل تخطيط للفحص الشامل .

٢-لفحص الشامل هو تقويم الحالة وصفيا في صورة جدول مع عمل إسكتشات مبينا عليها حالة كل عضو .

١- عمل حسابات الفقد في المقاومة وتوضيح المقاومة المتبقية لكل عضو أصابة تصدع مؤثر ناتج عن الحريق أو غيرة ثم عمل التقويم الكمي للحالة ككل .

٢- مراجعة الحالات للتأكد من الإستنتاجات التي بنيت عليها من لجنة الفحص .

٣- عمل دراسات مقارنة للبدائل لتقوية وإصلاح المبني لإستعادة مقاومتة للأحمال ومقاومتة للحريق وتحديح الطريقة المناسبة لكل عضو حسب حالتة.

٤- عمل مناقشة وشرح طرق الإصلاح مع المقاولين المتخصصين وتحت إشراف هندسي للتأكد من موافقة المقاول والأعضاء علي طرق الإصلاح المقترحة مع مناقشة التكلفة .

٥- تقدير تكلفة الإصلاح من قبل المقاول .

٦- إتخاذ قرار الإصلاح بعد دراسة تقرير الحالة متضمنا تكلفة الآصلاح .

معاينة مكان الحريق :

يقوم فريق افحص والتحري بزيارة مكان الحريق بأسرع وقت ممكن مع تواخي الأمن والسلامة أثناء إجراء المعاينة وعدم التعرض للخطر .

لأن الأنقاض والمخلفات التي قد تكون هامة في معرفة سبب الحريق ومسارة ودرجة الحرارة النى وصل إليها .

وعند العثور علي مخلفات هامة فلا يتعدي فريق البحث والتحرى الي نتائج سريعة وانما يدرك ان تجميع المعلومات من كل المصادر المتاحة وتحليلها معا.وعمل التحليلات المعمليةالازمة هو الطيق العمي للوصول الي نتائج واضحة وسليمة .

تأثير الحرارة على الخرسانة المسلحة

إن أداء الحوائط والكمرات والأسقف والأرضيات وغيرها من الأجزاء الإنشائية عند التعرض للحريق من أهم عوامل تقييم درجة سلامة المنشأة وأمنها من خطر الحريق.وفي حالة تعرض الخرسانة المسلحة لدرجات عالية من الحرارة تبلغ٣٠٠ ↑م الناتجة عن حريق فإنها تفقد قدرتها علي مقاومة الضغط بسرعة كما أن حديد التسليح عند وصول درجة الحرارة إلي ٥٠٠ – ٦٠٠ ↑م فأنة يفقد نصف مقاومته للشد ولكن يعود لاكتساب مقاومته للشد إذا لم تصل درجة الحرارة إلي ٧٠٠ ↑م .

وهذا يعني أن الخرسانة المسلحة في حالة الحريق تضعف مقاومتها للأحمال إلي حد كبير قد يصل إلي إلي نصف مقاومتها الأصلية .. والخرسانة سابقة الإجهاد تتأثر أيضا . لأن تأثير الحرارة علي كبلات الشد يكون أخطر

من تأثيره علي حديد التسليح حيث تفقد الكابلات نصف مقاومتها عند درجة حرارة ٤٠٠ ↑م وتتكون الخطورة عندما تفقد هذه الكبلات قوة الشد الموجودة بها نتيجة الزحف عند درجات الحرارة المرتفعة .

وعندما تتعرض الخرسانة الجديدة والتي لم يسبق علي صبها يومين فإن مقاومتها تكون متساوية تقريبا مع الخرسانة الناضجة الجفاف . وأن معامل انخفاض انتشار الحرارة داخل الخرسانة يقلل من تأثير الحرارة علي قلب قطاع الخرسانة والتي يتأثر بها سطحها ويكون التأثير التصدع في الطبقات الخارجية.

التمدد الحراري للخرسانة :

إن الخرسانة المسلحة تصنع عادتا من الحديد من وأنواع الركام (الزلط)وأن الأبحاث أثبتت أن جميع أنواع الخرسانات تتمدد بالحرارة طالما لم نكن تحت تأثير أحمال الضغط أما الخرسانات المصنوعة من حجر الخفاف **Pumice Concrete** فإنها تتأثر بسرعة وتنكمش عند درجات الحرارة العالية أعلي من ٣١٥ م وتعتمد تمدد الخرسانات المسلحة علي العوامل الآتية :

١- نوع الركام (الزلط)

٢- عمر الخرسانة

٣- كمية الأسمنت والماء

بعد انتهاء الحريق والكشف علي الخرسانات المسلحة يمكن ملاحظة درجة تغير لونها وذلك يساعد علي تقدير درجة تعرضها إلى الحرارة وأقصي درجة تعرض لها ولكن درجة تغير لون الخرسانة المسلحة يعتمد أيضا علي أحجام الركام في الخرسانة المسلحة والمكونة لها إذا كان صغيرا أو كبيرا(الزلط المستخدم في مصر) في حالة اكتشاف تغير في اللون للخرسانة مثل اللون الوردي مثل الخرسانة المصرية(يستخدم بها ركام مصري)ويتكون هذا اللون عند تعرضها إلى درجة حرارة ٣٠٠م وهذا التغيير يدل علي مدي تعرض الخرسانة للحرارة وتأثيرها علي الطبقات الخرسانية الداخلية لأن الحرارة التي تقل عن ٣٠٠درجة مئوية يكون تأثيرها هو إضعاف مقاومة الخرسانة في في حدود

٣٠٪ من إجمالي قدرتها ولكن لا يحدث تدمير لها ولكن في حالة اكتساب الخرسانة المسلحة بحرارة عالية ويحدث تبريد فإنها تفقد قدرتها الإنشائية ٠والتغير في لون الخرسانة إلى اللون الوردي حتى (١٠٠٠درجة مئوية) . فإن الخرسانة المسلحة تتأثر مقاومتها للضغط الناتج عن الارتفاع الشديد في درجة الحرارة وتكون هذه العوامل التالية ذات تأثير شديد :

١. درجة الحرارة القصوى

٢. معدل ارتفاع درجة الحرارة

٣. زمن الحريق (مدة تعرض الخرسانة للحرارة)

٤. مدي تعرض الخرسانة المسلحة للإجهاد من عدمه

٥. نوعية الركام

٦. درجة الخرسانة (مقاومتها للضغط)

٧. نسبة المياه في الخرسانة (نسبة المياه في الأسمنت)

فإن تعرض الخرسانة المسلحة للحريق لدرجة حرارة ٢٠٠- ٢٥٠م فإنها تفقد جزء من مقاومتها ولكن التصدع الخرساني يبدأ عندما نصل درجة الحرارة ٣٠٠م وعندها يبلغ الفاقد في المقاومة حوالي ٣٠ ٪ وعند استمرار درجة الحرارة فإن الخرسانة تبدأ في ارتفاع نسبة المقاومة وتستمر في العقد عند تعرضها إلي التبريد الفجائي أثناء إطفاء الحريق وإذا لم ترتفع درجة الحرارة المعرضة لها الخرسانة عن ٣٠٠م فإن الخرسانة المسلحة تستعيد مقاومتها مع الوقت ونتيجة لانخفاض معامل انتشار الحرارة داخل الخرسانة فإن تأثير وصول درجة الحرارة داخل الخرسانة تقل بسرعة عن درجة حرارة سطحها وينتج عن ذلك انحصار التصدع في طبقات الخرسانة الخارجية ولكن في حالة استمرار الحرارة(الحريق)لمدة طويلة(ساعات)مما يتيح ضعف معيار المرونة وارتفاع درجة الحرارة ولكن يمكن أن يسترجع قيمته في حالة عدم وصول درجة الحرارة إلي ٥٠٠م ولكن في حالة ارتفاع درجة الحرارة وتعرض الجسم الخرساني إلي زمن يتراوح ما بعد ١٠ – ٤ إلي ١٠-٣ ساعة عند درجة حرارة ٣٠٠م إلي ٧٠٠م

مما ينتج عنه ترخيم شديد في الخرسانة ويشاهد في الأجزاء الخرسانية بوضوح بعد الحريق ويمكن توضيح ذلك في الجدول التالي.

تأثير الحرارة الشديدة علي الخرسانات والتسليح اختبار حالة الخرسانة:

الخاصية	درجة الحرارة	التأثير
مقاومة الضغط	اقل من ٣٠٠	أنخفاض إلي ٧٠٪ من القدرة الأصلية
	من ٥٠٠–٦٠٠ م↑	انخفاضا لقدرة إلى ٢٠–٤٠ من القيمة الأصلية
تغير اللون	٣٠٠ درجة م	وردي اللون أو بمبي
	٦٠٠ درجة م	رمادي فاتح
	٩٠٠ درجة م أو أكثر	كريمي غامق
معيار القص	عند درجة ٣٠٠ درجة م	انخفاض قيمة المقاومة إلى ٦٠٪
معيار المرونة	في درجة حرارة ٣٠٠ م↑	انخفاض قيمة المقاومة إلى ٦٠٪
	عند درجة حرارة ٦٠٠ م↑	انخفاض قيمة المقاومة إلى ١٥–٢٠٪
التشريح		شروخ ناتجة عن فرق المعاملة في التمدد والانكماش بين الحديد والخرسانة الملحة هذا التشريح عشوائي السطحية بعمق ٢–٣سم

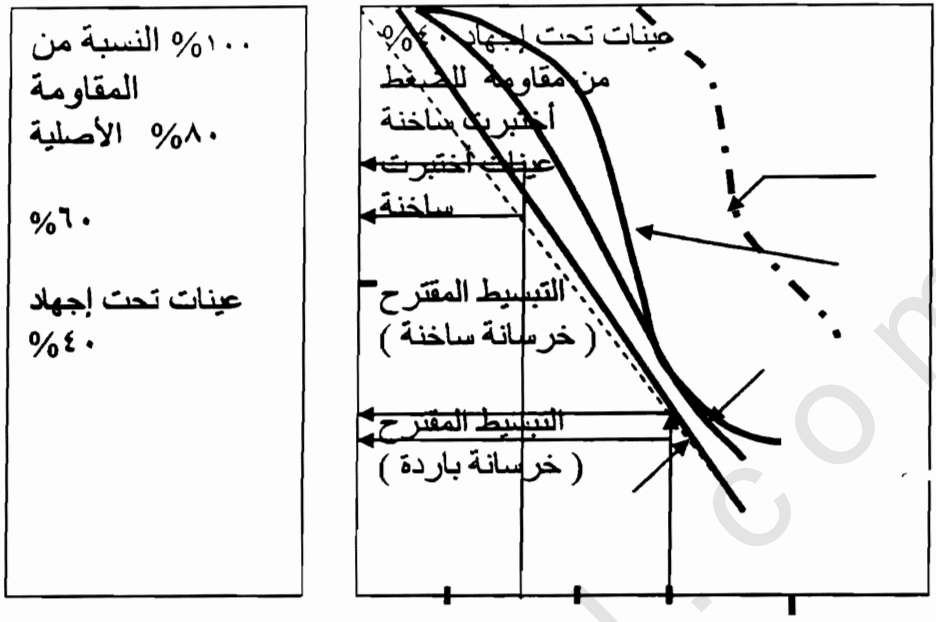
obeikandl.com

	الخاصية	درجة الحرارة	التأثير
تأثير الحرارة الشديدة علي حديد التسليح	مقاومة الخضوع	مد لفن علي البارد ح– ٥٥٠ م↑ ح – ٨٠٠ م↑	نقل المقاومة إلي ٥٠– ٦٠٪ من القيمة . تصل إلى ٢٠٪ من القيم الأصلية
		مدلفن علي الساخن ح– ٥٥٠ 0م حوالي ٧٧٠ م↑	
تأثير الحرارة الشديدة علي حديد التسليح	المقاومة القصوى	حوالي ٤٠٠ م↑	تقل حتى ٨٠ ٪ من القيمة الأصلية
	المقاومة القصوى	حوالي ٧٠٠ م↑	يقل خطيا إلى ٨٠٪ من القيمة الأصلية
	معيار المرونة	حوالي ٤٨٠ م↑	يقل خطيا إلى ٨٠٪ من القيمة الأصلية
		حوالي ٤٨٠ م↑	تقل المرونة بسرعة كبيرة

تغبر لون الخرسانة الناتج عن الحريق

عندما تبرد الخرسانة المسلحة والتي تعرضت سلفا للحرارة الناتجة عن الحريق نستطيع تقدير.

obeikandl.com



قصي درجات الحرارة التي تعرضت لها الخرسانة أثناء الحريق بتغير لونها

اختبار حالة الخرسانة

الفحص النظري: إن خبرة الفاحص لتصدع الخرسانة المسلحة بعد حدوث الحريق هي العامل الأول في تقدير وتقيم الحالة وأن الفحص البصري يمكن أن يشمل التالي :-

١- تقدير درجة الحرارة للمخلفات الخشبية (ولسوف تتعرض لذلك الباب سالفا)

٢- تحديد الأجزاء الخرسانية التي يجب استبدالها مثل الكمرات وبلاطات والتي حدث بها شروخ بدرجة واضحة نتيجة لخضوع حديد التسليح .

obeikandl.com

تقيم التصدع الناتج عن التلوين :

عند حدوث حريق وتصل درجة حرارته إلي ٣٠٠م ↑ فإن الخرسانة المسلحة تتأثر باللون البمب ويحدث تفكك مركبات الحديد في بعض أنواع الركام(الزلط)مثل السيليسي أما في حالة تغير اللون إلي البيج أو الكريمي فهذا اللون عند درجة حرارة عالية تقترب من ٦٠٠ ↑ م وهذا بعين الفاحص علي تقرير يظهر منه نوع وحجم التصدع وأن التقرير المبني علي لون الخرسانة هو أقرب إلى الحقيقة عن أي شيء أخر ولكن هناك حالتين يجب مراعتهما عند تقدير نوعية الألوان .

أولا : اللون البمبي لا يظهر في بعض أنواع الخرسانات

ثانيا:تقدير عمق تأثير الحرارة علي الخرسانة ومدي تغلغل اللون البمبي في الخرسانة (هو تقدير شخصي)

ثالثا:يمكن تقدير حجم التلف وتحديد نسبة التصدع عن طريق الدق علي الخرسانة بسماع صوت الدق علي السطح الخرساني بشاكوش وهناك فرق في ارتداد صوت المطرقة في الخرسانة السليمة عنه في الخرسانة المصابة وغالبا يكون الصوت أجوف لذلك يجب جس الخرسانات السليمة في مكان الحريق والتي لم تصب بحرارة وتقيم فرق سماع الصوت الارتدادي ولكن هذا الاختبار وصفي أي يدلنا علي أن هذا المكان أضعف عن ذاك ولا يصلح لتحديد مقاومة الخرسانات بعد تأثيرها بالحريق .

الانفعال الخرساني أثناء ارتفاع وانخفاض الحرارة :

إن تقيم مقدار الانفعال الناتج للخرسانة التي تعرضت للحريق أو بعد إخمادها – ليس الإجهاد فقط هو المؤشر الذي يعطي صورة واضحة عن مدي أتزان الخرسانة في أزمنة التغير الحراري وعن الشروخ ونقص المقاومة الناتج عند إخماد الحريق وتبريد الخرسانة .

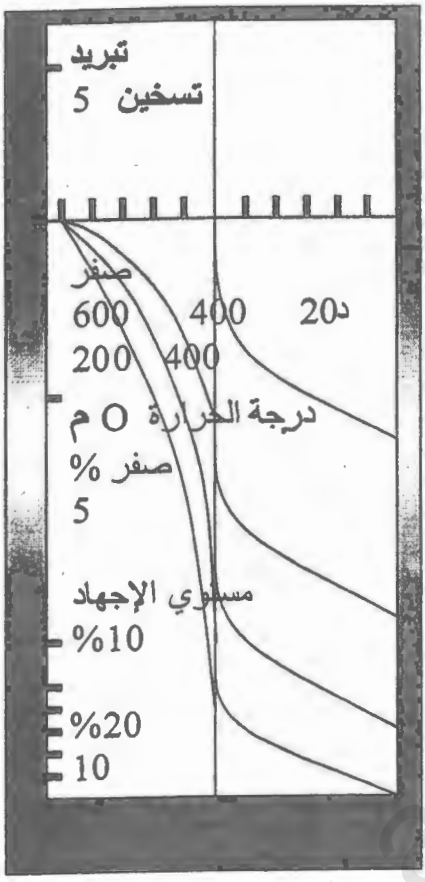
والخرسانة المسلحة لا يحدث لها تمدد عند تعرضها للحرارة العالية . كما يظن البعض ولكن إذا كانت حرة الحركة وغير واقعة تحت أحمال الضغط . ولكن الخرسانة المسلحة والتي ارتفعت درجات حرارتها وهي تحت الضغط فإنها تنكمش ولا تتمدد كما يظهر في مستوي الإجهاد علي إنكماش الخرساني(انظر الرسم) وأن انفعال الخرسانة المعرضة للحرارة العالية ينقسم إلي جزئن :

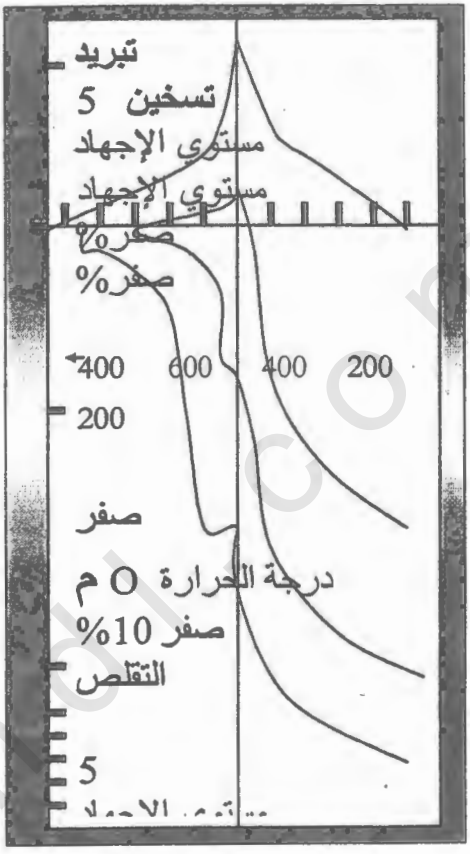
١- الانفعال الحراري = الانفعال الحراري الحر للخرسانة الغير محملة(تمدد) الانفعال الحراري نتيجة التحميل(الانكماش). وهذا الانفعال الكلي يصبح انكماشا عندما يصل مستوي الإجهاد ١٥٪ من مقاومة الخرسانة للضغط أو أكثر حيث يزيد الانفعال الحر(تمدد)وذلك ناتج عن تمدد الركام

أما عند إخماد الحريق وينتج عن ذلك تبريد للخرسانة المسلحة . فأنة يحدث تقلص للخرسانة الغير محملة وإذا كانت من الركام السيليسي - ولكن إذا كانت الخرسانة ذات ركام الحجر الجيري أو خبث الأفران فأنة يحدث تمدد لها عندما تبرد(في حالة عدم تحميلها)وذلك نتيجة لتمدد الركام وهو ما يعرف بالتمدد المتبقي **Residual Expansion** وقد ينتج عن ذلك شروخ واضحة أثناء التبريد هذا مضافا لما يحدث لها أثناء الحريق من تصدع.

ما هو التمدد الحراري الحر للخرسانة :

سنتعرض هنا إلي التمدد الحراري لخرسانة مصنوعة من ركام مختلف الأنواع .. وتظهر لنا الدراسات أنة في حالة عدم وجود الخرسانة تحت تأثير أحمال الضغط فأنها تتمدد جميعها ما عدا الخرسانة المصنوعة من حجر الخفاف **Pumice Concrete** فهي تنكمش بشدة عندما تصل درجة حرارتها ٣١٠ **O** م وتعتمد تأثر الخرسانة بالتمدد علي العوامل الآتية: • نوعية الركام • محتوي الأسمنت والماء • عمر الخرسانة .





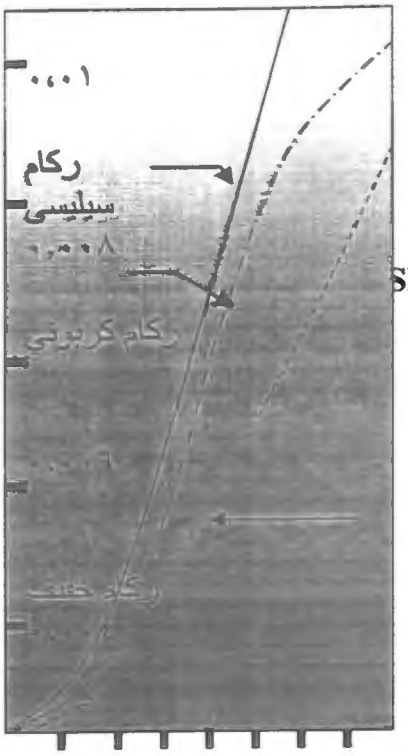
خـرسانة خبث الأفران **الخـرسانة الخفيفة**

الرسم يوضح الانفعال الخرساني لنوعين من الخرسانة أثناء تعرضهم للتسخين البطئ ثم التبريد

تحـت مستويات مختلفة من الإجهاد٧٠٠ ٦٠٠ ٥٠٠ ٤٠٠ ٣٠٠ ٢٠٠ ١٠٠

التمدد الحر لعينات من الخرسانة عند درجات الحرارة العالية (هذا الاختبار في حجم الطوب الأسمنتي المصمت

obeikandl.com



تساقط الخرسانة السطحية :

يوجد نوعان من التساقط يحدث بعد حدوث الحريق وتنقسم إلى :

النوع الأول : التساقط الإنشطاري

النوع الثاني : ويسمي بالتقشير Sloughing Off

النوع الأول : يحدث إنشطار الخرسانات المسلحة والتي بها نسبة من الرطوبة ويحدث ذلك في نصف الساعة الأولي من بدأ الحريق وتحدث أنشطارات للطبقات السطحية الرفيعة للخرسانة مصحوبة بأصوات انفجارية للطبقات السطحية عند تعرضها لدرجات الحرارة المرتفعة . وكل انشطار من هذه الاشطارات تزيل طبقة من سطح الخرسانة . فتلتهب السطح الأخر المنكشف وتتوالي عملية الانشطار .

النوع الثاني: هو انفصال غير عنيف للطبقات السطحية للخرسانة وغالبا ما يحدث في الأعمدة والكمرات وذلك عندما تحدث شروخ متوازية تتسبب في انفصال جزء من الخرسانة عند مستوي من مستويات الضعف (عند مستوي حديد التسليح مثلا) ثم سقوطه كذلك نوعية الركام والتي يكون من أسباب تساقط الخرسانة . فالخرسانة المصنوعة من الركام الجيري تتساقط عادتا علي شكل طبقات رفيعة كما أنها تنفصل عن الركام الجيري نفسه . أما الخرسانة المصنوعة من الزلط فإنها تنفصل طبقاتها حول الزلط وتخلف سطحا لامعا عند الزلط المكشوف .

وأن خطورة تساقط الخرسانة أثناء الحريق (تقشير السطح) يعرض طبقات أعمق للحرارة مما يزيد من معدل انتقال الحرارة إلي الداخل وتأثيرها علي حديد

obeikandl.com

التسليح . وقد يحدث تساقط كبير للأسطح بعد إخماد الحريق وبرودة سطحها ولاكن الخرسانات التي يتساقط سطحها بعد إخماد الحريق قد احتفظت بغطائها الخرساني مدة كافية بحماية حديد التسليح والخرسانة الداخلية من الحرارة العالية .

التشريخ :

إن اختلاف درجة التمدد بين حديد التسليح والخرسانة المسلحة عند درجات الحرارة العالية يؤدي إلي إحاطة الخرسانة وتماسكها مع إلي اجتهادات انفصالية وتحدث شروخ حول أسياخ حديد التسليح وخاصة في الأجزاء الخرسانية كتيفه التسليح . وغالبا ما تحدث هذه الشروخ في الأماكن الموجود بها شروخ رفيعة سابقة قبل حدوث الحريق وذلك نتيجة انكماش أو اجتهادات الانحناء العالية أو غير ذلك من أسباب الشروخ للخرسانة . وإن اختلاف معدلات التمدد الحراري بمونة الأسمنت والركام له تأثير مباشر لحدوث شروخ عند التعرض لدرجات الحرارة العالية وعادتا ما تكون هذه الشروخ عشوائية (Crazing).

تأثير نوعية الركام :

إن تأثير نوعية الركام علي التساقط السطحي للخرسانة حيث تأثر بشكل كبير علي الخواص الحرارية للخرسانة فمعامل التمدد الحراري للخرسانة المصنوعة من ركام الحجر الجيري يكون حوالي نصف معامل تمدد الخرسانة المصنوعة من الزلط. كما أن احتمال تساقط الخرسانة المصنوعة من الركام الخفيف إذا كانت تحتوي علي نسبة بسيطة من الرطوبة داخلها . (الركام الخفيف يعطي خرسانة أفضل من ناحية الخواص (المقاومة – الحرارة) حيث أنها بطيئة في نقلها للحرارة من الخارج إلي الداخل

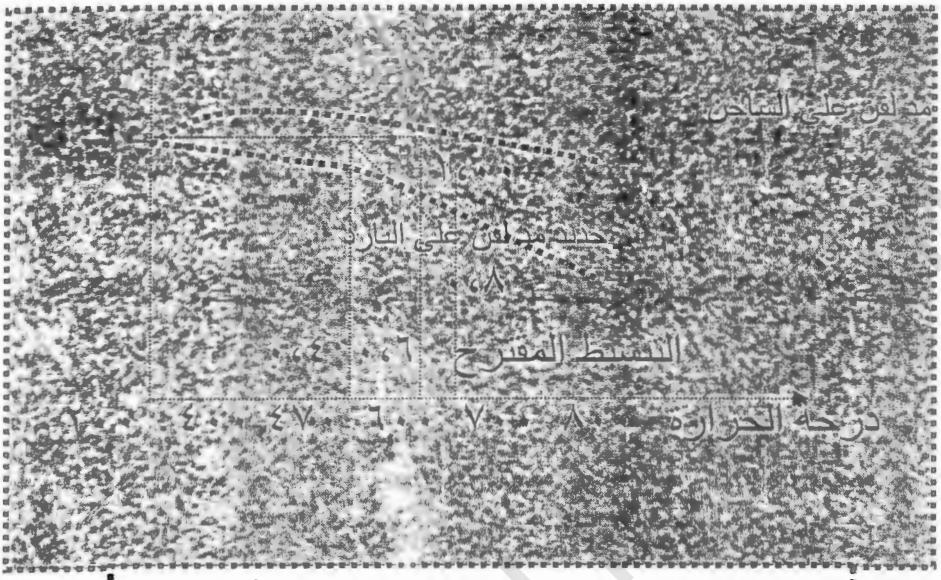
تأثير الحريق علي حديد التسليح :

إن الرسم المرفق يوضح لنا مدي التأثير الحرارة العالية علي حديد التسليح وتأثير انخفاضها بعد انتهاء الحريق ويظهر لنا في الشكلين ما يحدث من انخفاض كبير في مقاومة الصلب عند درجات الحرارة المرتفعة . حيث تصل إلي نصف مقاومة الخضوع الأصلية يفقدها الحديد إذا ارتفعت درجة حرارته إلي ٥٥٠ م وكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ٬نخفض مقاومة حديد التسليح حتى أنها قد تصل إلي ٢٠ ٪ من قيمتها عند بلوغها درجة الحرارة ٨٠٠ م ويعتبر هذا الانخفاض الكبير في مقاومة الحديد هو المسئول عن زيادة الترخيم أثناء الحريق .. كما أنب زيادة الأحمال الفعلية عن زيادة الأحمال الفعلية يعتبر من أهم المؤثرات علي زيادة الترخيم . فكلما زادت الأحمال عن أحمال التصميم كانت الزيادة في الترخيم أثناء الحريق أكبر .

ولكن حديد التسليح يستعيد مقاومته كلها بعد أن يبرد . علي ألا تتعدى درجة الحرارة عن ٧٠٠ م وقد يحدث فقدان للطولية عند التعرض لدرجة الحارة أعلي من ذلك.وعادة ما ينتج انبعاج لأسياخ التسليح بسبب اجتهادات الضغط.

العالي والتي تنتج عن القيد علي التمدد الحراري لهذه الأسياخ أثناء الحريق .

وقد أظهرت الاختبارات الأمريكية والبريطانية المبينة في الرسم مدي تأثير



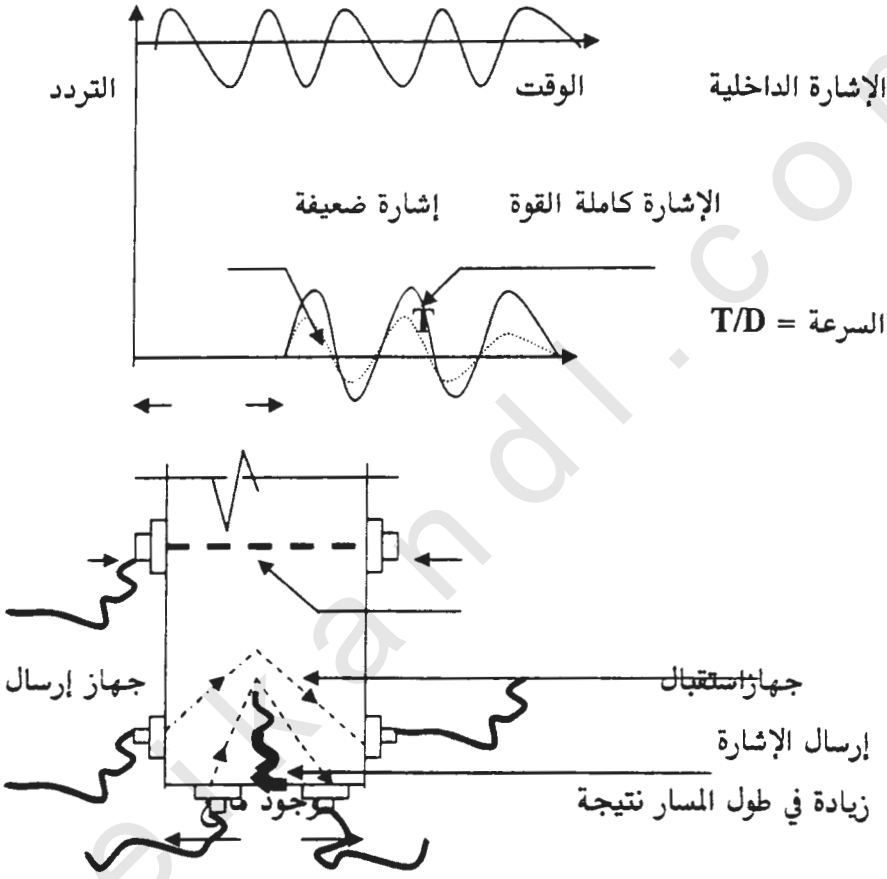
حرارة علي مقاومة الخضوع والمقاومة القصوى لأنواع

مختلفة من الحديد ـ ويظهر لنا أن النتائج الأمريكية أقل من النتائج البريطانية كما أن الانخفاض في المقاومة الخضوع ـ ولكن اجتمعت النتائج علي أن الحديد الدلفن علي الساخن تزيد من مقاومة الخضوع قليلا عن المقاومة الأصلية عندما ترتفع درجة حرارته حتى ٤٠٠ ٥م " النتائج الأمريكية " " ٢٦٠ ٥م في النتائج البريطانية " ثم يحدث انخفاض بسرعة بعد ذلك .

القياس عن طريق الموجات الصوتية :

يعتمد هذا الاختبار علي إرسال موجات صوتيه في ناحية من العمود مثلا واستقبالها من رقم (٧)الجهة الأخرى وينتج عن مرور الموجة الصوتية في الخرسانة تقيم حالة الخرسانة حسب سرعة مرور الموجة الصوتية خلال المخرسانة المراد فحصها والتي تفيدنا بقراءة وعند قياس جزء أخر لم يعرض الحرارة فإن القرآة تختلف ، تعرض للحرارة ويدلنا مدي سرعة النبضة

الصوتية من خلال الجزء المتلف و تظهر فيها نقص السرعة لصوتية المرتدة و قد يكون نتيجة وجود شرح استعرض مرور الموجة الصوتية و الذي يؤدى إلي طول مسار الموجة ويمكن اكتشاف الفواصل الداخلية في الخرسانة عند حدوث ضعف في الإشارات التي تظهر علي الجهاز موضحة الذبذبات.



شرخ ليس بكامل الطول ترتيب أماكن مختلفة للنبضة خلال جسم خرساني وتظهر نقص سرعة الموجة نتيجة لوجود شروخ داخلية أو ضعف في الخرسانة ولابد من التأكد من القراءة

obeikandl.com

يتحرك الجهاز (الإرسال والاستقبال) في عدة أماكن على الجزء الخرساني المراد الكشف عنه لتسجيل عدة قراء آت في عدة أماكن وحتى يتمكن من تحديد عمق الشرخ

آو الفاصل الداخلي . و الجدول الآتي يوضح بعض القراءات .

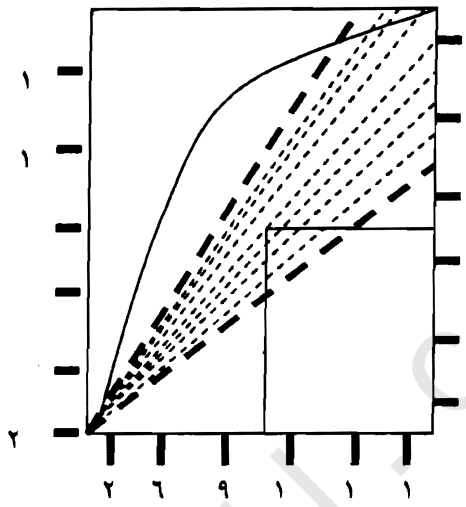
•• سرعة الموجات فوق الصوتية (كم/ث) في حالة الخرسانة ٠

ممتازة	جيدة	مشكوك فيها	سيئة	سيئة جدا
أكبر من ٤,٥	٣,٥–٤,٥	٣–٣,٥	٣ – ٢	أقل مت ٢

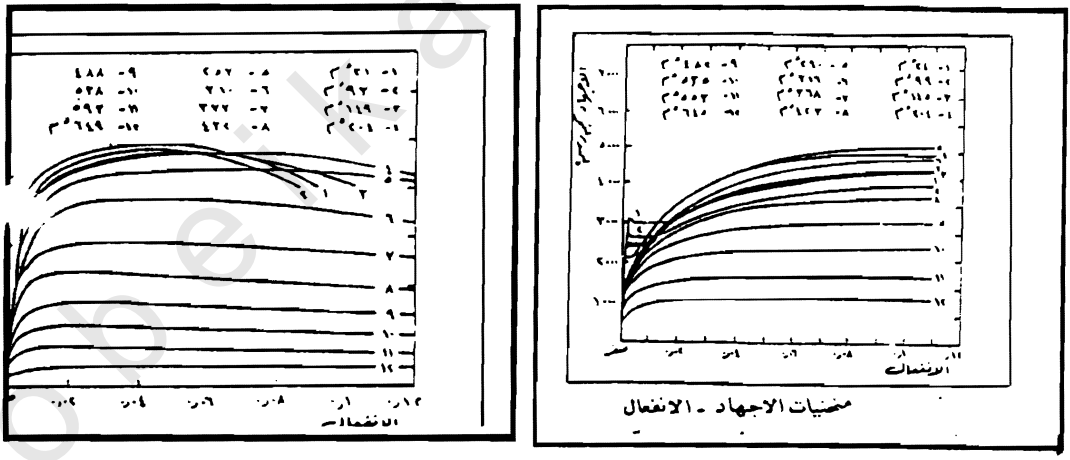
ن تصمم منشأه مقاومة للحريق فإنه يعتمد اعتماد كليا علي فهم العلاقة بين طبيعة الحريق القياسي وبين طبيعة الحريق الفعلية . وتحديدا للقدرة التدميرية للحريق القياسي والفعلية علي أساس الحمل الحراري والتي تمتصه والفعلية علي أساس الحمل الحراري والتي تمتصه وحدة عمق التفحم مم ٠

oberkanat.com

هذه الجداول تظهر منحنيات الإجهاد والانف



التسليح عند درجات الحرارة العالية شكل (١) أما الشكل رقم (٢) فإنه يوضح المنحنيات لصلب التسليح المسحوب علي البارد والذي يستخدم في الخرسانة سابقة

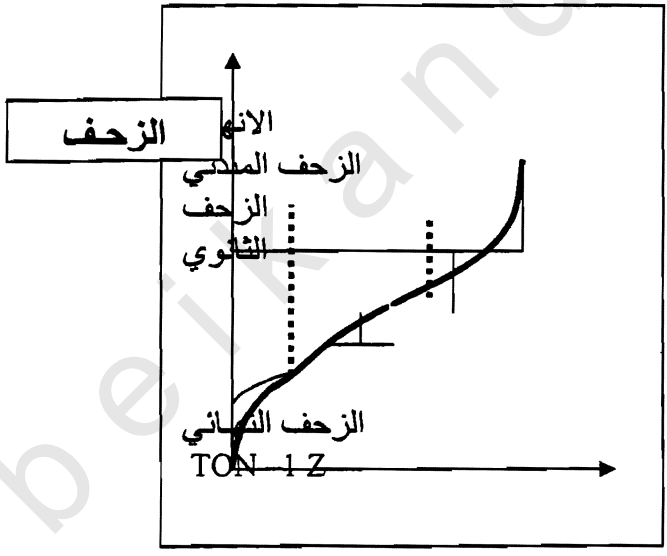


لصب التسليح عند درجات الحرارة المختلفة لكبلات الشد عند درجات الحرارة المختلفةيحدث زحف حراري عند تعرض الخرسانة إلي درجات حـرارة عاليـة فـإن تـشكيل الحديـد المعتمـد علـي الوقـت **Time Dependent** والـذي لم يسترجع درجة برودته **Nonrecoverable** أي يحدث التشكيل اللدن وهـو ما نطلق علية بانفعال الزحف الحراري . وعند حدوث حريق فإن مـن الأنـسب التعـبير عـن الانفعـال الزحـف كظـاهرة في وقـت التعـرض الحـراري .

Temperature – Compensated Time .

كما ذكر في المرجع **HARMATHT ,T,Z, and STANZACK**

Elevated Temperature Tensile and Creep Properties of some structural and Prestressing Steels " Fire Test Performance STP 464 ASTM Phil 1970 PP 186-208 .



ويمكن تطبيق مبدأ دورن كالأتي :

to : وقت التعويض الحراري بالساعة

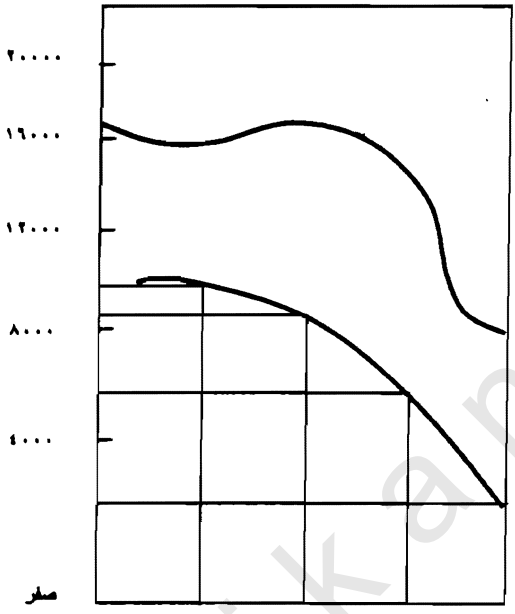
t : وقت الحريق

Δ H : الطاقة الفعالة للزحف بالجول / (كجم مول)

R : ثابت الغاز بالجول كجم مول درجة مئوية

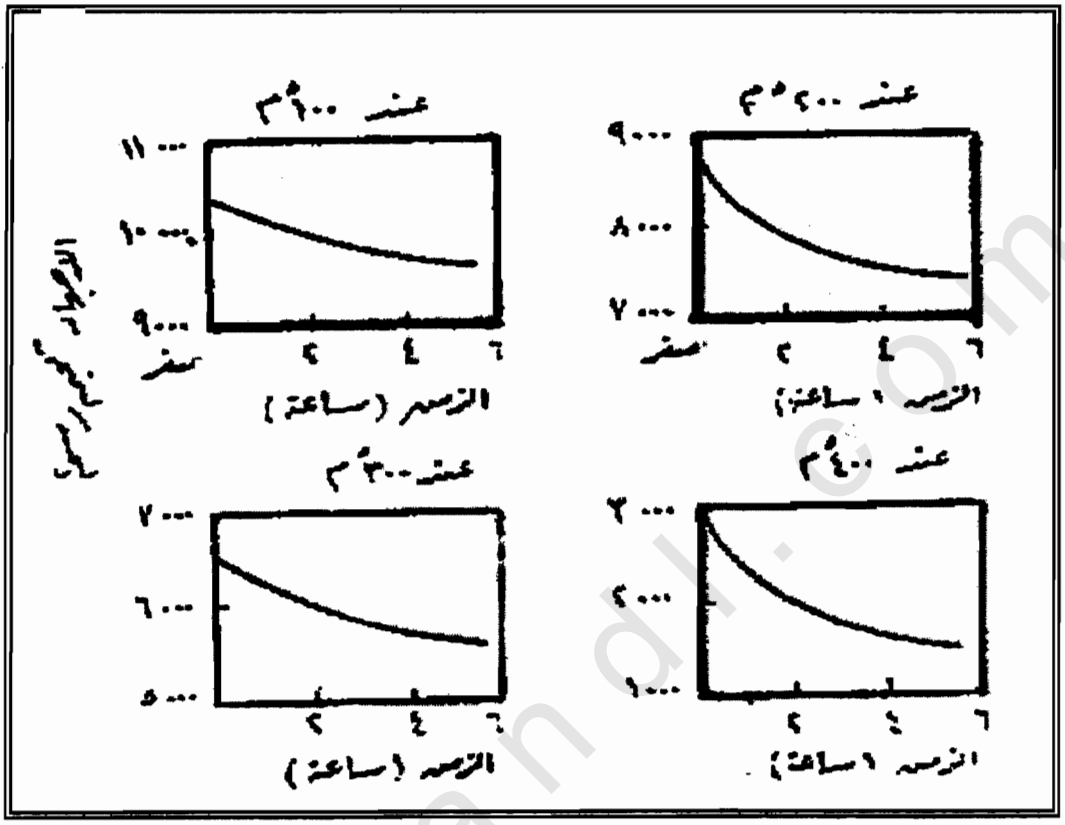
(O) : درجة الجرارة م°

تأثير الحريق علي كبلات الشد (الخرسانة سابقة الإجهاد)٠



إن تعرض الكبلات للحريق يكون تأثيره أكثر خطورة من تأثير الحريق علي صلب التسليح العادي فإنه يمكن أن تفقد هذه الكبلات أكثر من ٥٠ ٪ من مقاومتها في حالة تعرضها لدرجة حرارة تصل إلي ٤٠٠ م . ولكن مكمن الخطورة هو فقدان قوة الشد الموجودة في هذه الكبلات وهذا يعني فقدانها لخوصها وهو قدرتها علي الشد وفقد قدرتها علي الاستعادة للإنخفاض معامل المقاومة القصوى المرونة بالخرسانة وزيادة استرخ الكبلات الناتج الزحف ونتيجة التمد الباقي **Non-Recoverable** الذي يحدث في الكبلات المشدودة عند الحريق .ويحدث زيادة في الطول لا حد التناسب تستعيدها الكبلات عند عودتها ٠

obeikandl.com



بطولها الأصلي بعد الحريق (المرونة) ويظهر الرسم مقدار الفقد في مقاومة كبلات الشد العادية جهد التناسب(المرونة) ويظهر الانخفاض في حد المرونة **Limit of proprtiondity** عندما يكون الصلب ساخناً

٤٠٠ ٣٠٠ ٢٠٠ ١٠٠

ملاحظة : عندما يحدث انخفاض في الإجهاد الناتج عن الاستطالة اللدنة " عند درجة حرارة معينة " فإن قوه الشد الموجودة سابقا ستقل عن معدلها في نفس لحظة وبنفس الدرجة . وفي هذه الحالة فإن الفقد في قوة الشد الناتج عن استرخاء الصلب يبدأ من هذه القيمة الجديدة للإجهاد المبدئي كما هو موضح في الرسم .

تأثير الحرارة المرتفعة علي استرخاء أسياخ الشد السابقة الإجهاد

تأثير الحـرارة المرتفعة علي استرخاء أسلاك الشد السابق

فإن تقدير أقصي درجة حرارة وصلت إليها كبلات الشد بالإضافة إلي توزيع الحرارة و مدة الحريق تكون من أهم الأسباب الأساسية للحكم علي الخرسانة سابقة الإجهاد . ويكون تأثير هذه العوامل أكثر خطورة منها علي الخرسانة العادية . لذلك يجب أخذ الاعتبارات التالية . " تأثير الحرارة ثم التبريد وتأثيرة علي اللاحق علي معاير مرونة وزحف الخرسانة ومدي تأثير التمدد والقيد علية في توليد الإجهاد الضاغط في كبلات الشد

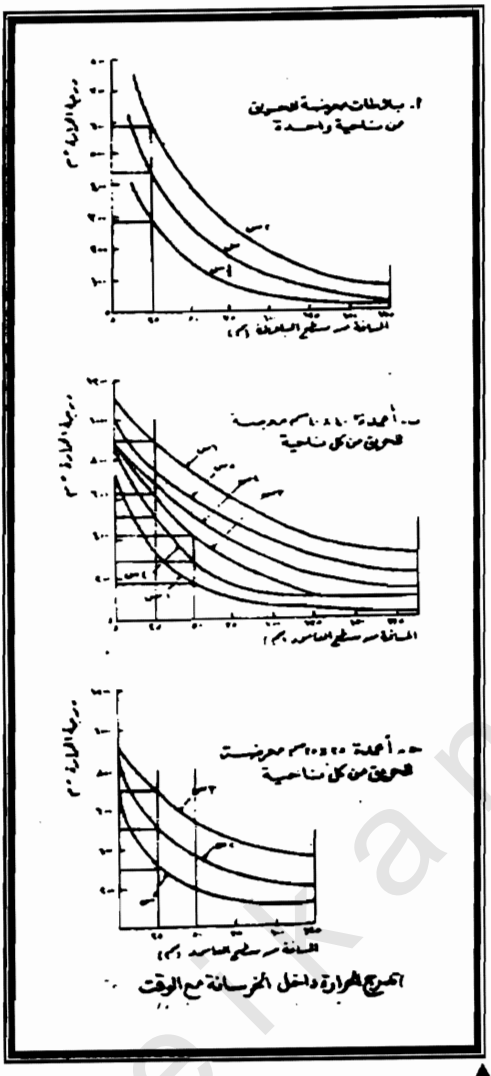
فإن التقيم الدقيق لهذه العوامل والتوصيات لعلاج الخرسانة سابقة الجهاد والتي تعرضت للحريق فإنها شديدة التعقيد وتحتاج إلي متخصص في هذه النوعية من المنشآت . " ولقد سبق أن إصلاح وتقييم مثل هذه الأعضاء بنجاح . ونتج أن المنشأ أستعاد قدرته . وذلك بالرجوع إلي المراجع المتخصصة في الخرسانات سابقة الجهاد " .

تأثيـر الحرارة الشديدة علي الخرسانة في حالة تعرض الخرسانة للحريق ولم يحدث انهيار .فإنها تمر بالمراحل التالية

obeikandl.com

المرحلة	التأثير المحتمل
في حالة التعرض للحرارة الشديدة : ١- ارتفاع حرارة السطح ٢- تنتقل الحرارة للخرسانة الداخلية ٣- وصول الحرارة لحديد التسليح تزداد سرعة ٤- تساقط الغطاء الخرساني **في حالة تبريد الخرسانة بعد الحريق** ١- يبرد حديد التسليح ٢ - تبريد الخرسانة ٣- بعدما تبرد الخرسانة	• شروخ عشوائية **Surface Crazing** • فقد المقاومة / التشريخ/ سقوط الغطاء الخرساني • ضعف في مقومة الخضوع / انبعاج محتمل / وزيادة • في الترخيم والشكل العام للجسم الخرساني # استعادة مقاومة الخضوع كلها للحديد الدلفن علي الساخن إذا لم تصل درجة الحرارة ٧٠٠ oم وفي حالة انبعاج أسياخ التسليح فإنها تبقي منبعجة . # الشروخ تغلق مع انخفاض في درجة الحرارة . ولا يستعيد الجزء الخرساني كل الترخيم الناجم عن الحريق ويكون الترخيم ملحوظا وخاصة في الحرائق الشديدة # جفاف شديد في الخرسانة ينتج عنة امتصاص شرهه للرطوبة الموجودة في الجو مما يزيد من التشريخ .

obeikandl.com



انتشار الحرارة داخل الخرسانة مع الوقت

انتقال الحرارة داخل الخرسانة

قد تصل درجة الحرارة التي تتعرض لها الخرسانة إلي ٩٠٠ ↑م وقد تصل

إلي ١٠٠٠ ٥م وذلك حسب حمل الحريق ولكن معامل انتشار الحرارة بالخرسانة **Thermal Diffusivity** لا يزيد عن م٢ واحد / الثانية . ولا يحدث انتشار للحرارة السطحية في كل قطاع الجسم الخرساني فقد ترتفع درجة الحرارة للسطح الخرساني إلي ٩٠٠ ↑م ويتغير لونها إلي اللون الكريمي **Buff** ولكن درجة الحرارة علي عمق سنتيمترات لا تزيد عن ٣٠٠ ↑م. وفي هذه الحالة لا يحدث تدهور في حالتها . ولكن يلاحظ أن معامل الانتشار الحراري يقل إلي النصف عندما ترتفع درجة الحرارة إلي ٥٠٠ ↑م

ولكن في بعض الحرائق القصيرة والتي لا تستمر فترة طويلة قد يظهر عليها اللون الكريمي علي أسطح الخرسانة ولكن عند التعمق في الجسم الخرساني لعدة ملليمترات قد لا يتحول لونها إلي اللون الوردي وهذا يشير ألي أن تأثير الحرائق القصيرة ومهما ارتفعت درجة حرارته _ يكاد أن يكون محصورا في الطبقات لسطحية للخرسانة

١. ولقد أجريت التجارب علي الأعضاء الخرسانية المختلفة لدراسة توزيع الحرارة داخل القطاعات الخرسانية والمعرضة لحريق قياسي وأن ما يعنينا هنا انتشار الحرارة داخل القطاع الخرسان وتوزيعها وكيفية تقدير درجات الحرارة

٢. عند الأعماق المختلفة إذا علمنا مدة الحريق وتقدير مدة الحريق إذا عرف عمق الخرسانة المتحولة إلي اللون الوردي كما هو في الجداول السابقة وأن نتائج التجارب البريطانية علي بلاطات وكمرات وأعمدة خرسانية **Dense Concrete** والتي تعرضت لحريق قياسي.

تعريف الحريق القياسي:

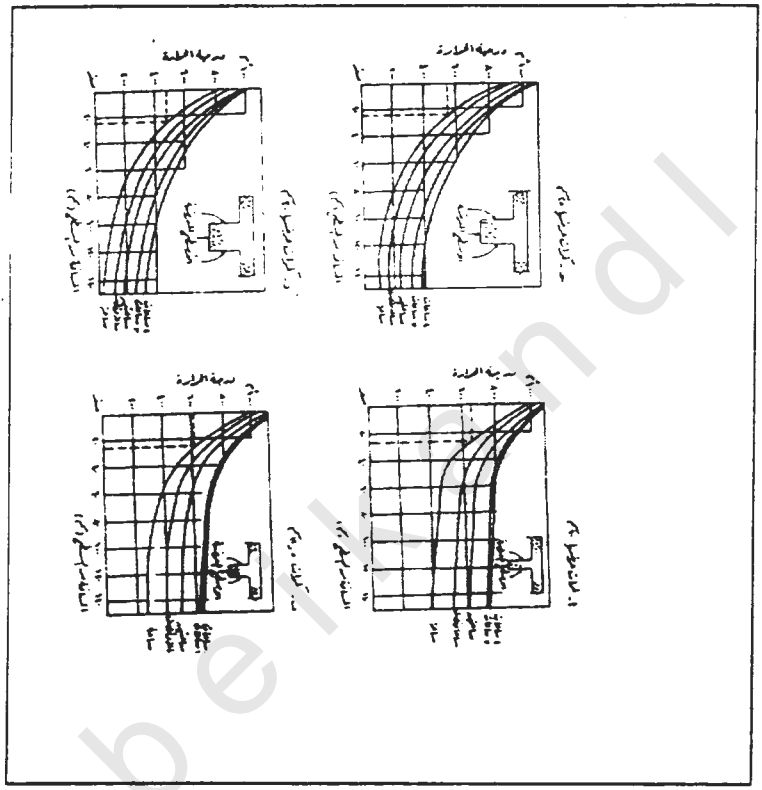
عندما تتعرض المنشآت الخرسانية من حوائط وأعمدة وكمرات وأسقف وأرضيات وغيرها من الأعضاء الإنشائية للحريق هو تعميم حالتها ومدي تأثرها علي الهيكل الخرساني وقد أكدت كودات الحريق المختلفة أهمية قياس أدائيه مواد الإنشاء عند تعرضها للحريق وللوصول إلي هذا التوازن بين متطلبات الحريق في المباني المنشأ به وللوصول إلي هذا التوازن لابد من تحديد خواص مقاومة الحريق للمواد والأعضاء الإنشائية وغير الإنشائية .

تقدير حالة سلامة المنشأ :

في حالة حدوث تصدع ناتج عن حريق أو اهتزاز ناتج هبوط في الأرض أو زلزال أو غيره يكون عملية تقدير وتقويم حالة المنشأة من الضروريات المولحة والملزمة لتقدير مدي الخطورة الكائنة في هذا المنشأ فأي خطأ في تقدير حالة المنشأ ينتج عنه .

١. في حالة المبالغة في تقدير التصدع يأوي إلي إزالة أجزاء كبيرة من المنشأ (خرسانات+مباني) وينتج عن ذلك تكلفة في الإزالة وإعادة البناء وفقدان الكثير من الأموال والوقت

٢-عدم تقدير درجة التصدع وعدم تقيم صلاحية الإنشاءات الخرسانية ومدي عدم صلاحيتها فإن ارتفاع درجة حرارة الخرسانة إلي ٦٠٠م يخفض مقاومتها إلي ٣٠٪من أصل مقاومتها وهذا ينتج عنه إنهاء كلي أو جزئي للمنشأ وأن هذا التقدير ينتج عنه دمار للمنشأ كذلك وقوع حوادث قد تأوي إلي الوفاة والإصابة للقاطنين وإذا استمر الحريق لمدة ساعات فإن الشكل العام للمنشأ يكون مدمرا ورهيبا وتتأثر به الخرسانات المسلحة ويكون التشققات ظاهرة وتساقط الغطاء الخرساني للأعمدة والكمرات والبلاطات



البلاطات:

عندما تصل درجة الحرارة إلي ٣٠٠ oم وعلي عمق ٢٥ مم . وذلك لاستمرارها نصف ساعة أما إذا أستمر ساعة فإنها تصل إلي ٤٣٠oم أما إذا دام ساعتين فقد تصل إلي درجة ٧٠٠ oم وتكون هذه الدرجة مدمرة بالنسبة لحديد التسليح . تدرج الحرارة داخل الخرسانة مع الوقت " حسب المواصفات البريطانية "

obeikandl.com

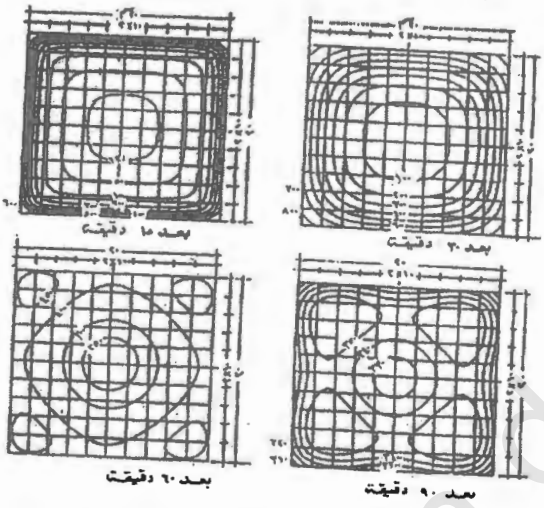
الأعمدة

إن الشكل الموضح يعطي توزيع الحرارة داخل أعمدة وكمرات تعرضت لحرائق فعلية

وهذه الحرائق تتباين في حمل الحريق كمية الخشب /م٢ وفي معامل التهوية بالغرفة

(أنظر معامل التهوية في الشكل المرفق)

ومدي تأثير حمل الحريق مع معامل التهوية



توزيع الحرارة داخل عمود مربع ٢٠x٢٠ سم

ويجب ملاحظة ما يلي:

١- ازدياد حمل الحريق للضعف مما أدي إلي زيادة درجة حرارة الحريق القصوى رغم انخفاض معامل التهوية إلي النصف . وهذا يدل علي أن حمل الحريق قد تأثر كثيرا.

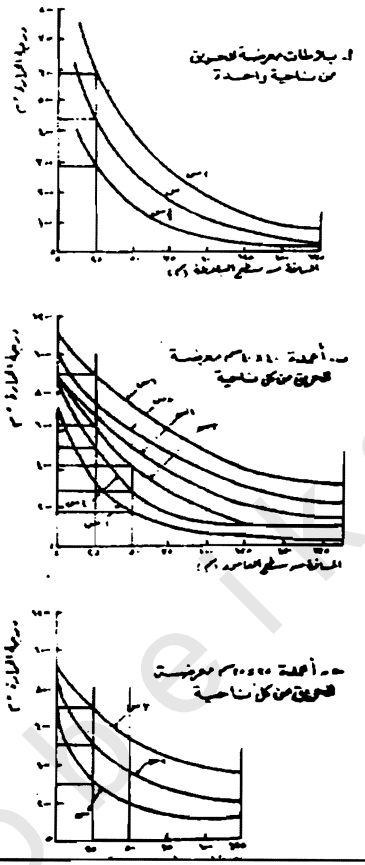
٢- إن درجة الحرارة عند سطح الخرسانة لم تصل إلي أقصي درجة حرارة عند قياس الحرارة داخل الغرفة ولا يتعدى درجة الحرارة عن ٧٥ ٪ من درجة الحرارة القصوى . وأن أقصي درجة حرارة علي سطح الكمرات لم تتعدى ٤٠ ٪ . وسبب ذلك بعد هذه الأعضاء عن مركز الحرارة (الحريق) إن درجات الحرارة المسببة لتصدع الخرسانة تبدأ من ٠٣٠٠م فأكثر وهي تكون محصورة في

القشرة الخارجية فقط بين ١-٢سم في حالة حريق أقل من ٨٠٠ م . وفي حالة الحريق التي تزيد عن ١٠٠٠م فإن التأثر يكون بين ٣-٦سم ويستثني من ذلك الأعمدة الصغيرة (٢٠×٢٠سم) والتي لم تصل درجة حرارتها ٦٠ ٪ من القطاع إلي ٣٠٠ م أو اكثر في حالة الحريق الشديد.

وفي حالة المقارنة للنتائج الأمريكية والنتائج البريطانية (أنظر الشكل المرفق) والذي يبين اختلاف الحرارة مع الوقت للأعمدة النحيفة (٢٠×٢٠ سم) يظهر لنا هذا الشكل أن الحرارة تصل إلي ٣٠٠ م علي عمق ٢٥مم بعد نصف ساعة فقط وبعد ساعة قد تصل هذه الحرارة إلي ٦سم . وهذه النتائج أعلي بكثير من النتائج البريطانية نفسها للأعمدة وقريبة من النتائج البريطانية للبلاطات

ملحوظة : وتصل درجة الحرارة علي عمق ٢٥ مم الي ٣٠٠ درجة م إذا أستمر الحريق ساعة كاملة ويكون ذلك ضعف الوقت المماثل في بلاطة السقف رغم تعرضها للهب من اتجاهه واحد في الوقت الذي تعرض فيه العمود من أربع جهات .

ويلاحظ أن حده انتشار الحريق في الأعمدة صغيرة الحجم " ٢٥×٢٥ سم " تكون أشد من إنتشارها في الأعمده الأكبر حجما (سمك العمود) ٤٠×٤٠ سم ويظهر ذلك في أمرين :



التدرج الحراري داخل الخرسانة مع الوقت

الأول . أن انتشار درجه الحرارة في أعماق الأعمدة الكبيرة " أكثر من ٥٠ مم " أقل في الأعمدة السميكة .

الثاني : وجد أن درجة تأثير الحرارة الطويلة والتي تستمر إلي ثلاث ساعات تكون أقل في الأعمدة السميكة

(راجع درجات الحرارة عند عمق ٥٠ في الشكل بصفحة ٢٠) .

الكمرات : يوضح الرسم في الشكل بصفحة ٢٠ " تدرج الحرارة داخل الخرسانة مع الوقت (اختبار حريق قياسي طبقا للموصفات البريطانية) " أن درجة حرارة انتشار الحريق تتساوي في الكمرات السميكة مع بلاطة السقف من حيث درجة انتشار الحريق مع الوقت . فعلي عمق ٢٥مم تصل درجة الحرارة إلي ٤٧٠ درجة م بعد ساعة من تعرضها للحريق وذلك إذا كانت الكمرة بعرض ٣٠ سم أو أكثر ولكن في حالة الكمرة النحيفة (١٢,٥ سم) تصل درجة الحرارة علي عمق ٢٥مم إلي ٦١٠ درجة م لأن الحرارة تصل إليها من الجهتين حيث أن الكمرة معرضة للحريق من ثلاث جهات .

ولتقدير زمن الحريق القياسي المكافئ للحريق الفعلي من عمق التحول في لون الخرسانة المسلحة يمكن متابعة ذلك المثال :

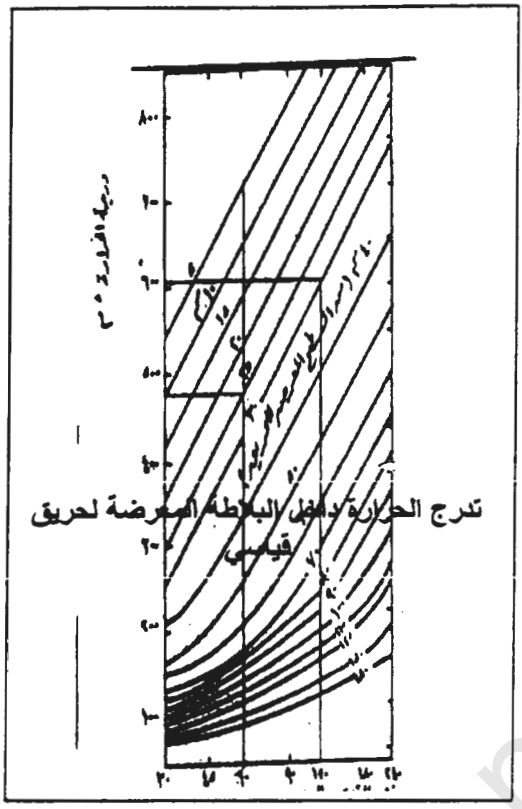
مثال : عامود خرساني ٤٠×٤٠ سم تحول للون الوردي به ٥سم . يمكن رسم خط رأسي عند مسافة ٥٠ سم وخط أفقي عند ٣٠٠ درجة م(وهي درجة التحول للون الوردي كما هو مبين في الشكل) . فإن هذين الخطان يلتقيان في نقطة تقع علي منحني ٢س أي أن العمود تعرض لحريق يكافئ حريقا قياسيا دام ساعتين . وأن تحديد مدة الحريق القياسي المكافئ مطلوبة لإستعمال المنحنيات الموجودة في المواصفات والكودات.

البلاطات : إذا تعرضت بلاطه وودنا درجة الحرارة علي عمق ٢,٥ سم من السطح المعرض للحريق أستمر لمدة نصف ساعة بلغت ٣٠٠ درجة م كما هو في الرسم (تدرج الحرارة داخل البلاطة).وإذا أستمر الحريق لمدة ساعة كاملة فإن

الزيادة الخطية تصل إلي ٤٨٠ ↑م .
وهذه النتائج متوافقة مع نتائج التجارب البريطانية ولكن تمتاز عنها في أمرين:

الأول : إمكانية تحديد درجة حرارة الطبقات
القريبة جدا من السطح (٥مم)

الثانية : تمدنا بنتائج الحرائق التي امتدت لمدة أربع ساعات . كما أظهرت التجارب الأمريكية أن سمك البلاطة لا يؤثر علي توزيع درجات الحرارة داخلها ولكن يحدث تأثير في البلاطات الرفيعة جدا او في درجات أقل من ٢٠٠ درجـة



تدرج الحرارة داخل البلاطة المعرضة لحريق قياسي

الكمرات المستطيلة والمسلوبة

يتم قياس درجات الحرارة لكمرات تراوحت بين ٦,٥ × ٣٠ إلي ٢٥×٦٠ سم كما هو مبين الرسم التالي وتوزيع الحرارة بداخلها ولقد قيست درجات الحرارة علي محور الكمرة وبالنسبة لدرجة حرارة الخرسانة بعيدا عن محور الكمرة فمن الطبيعي أن تكون أعلي من الرسم الخاص (بتدرج الحرارة داخل البلاطة المعرضة لحريق قياسي) ويمكن تقديرها بإستخدام
وللكمرات التي يزيد عرضها عن ٣٠سم ويقل عن ٥٠ سم كما يمكن استخدام جدول التدرج الحراري داخل البلاطة المعرضة لحريق قياسي — للتقدير درجة الحرارة مع عمل التعديل التالي :

obeikandl.com

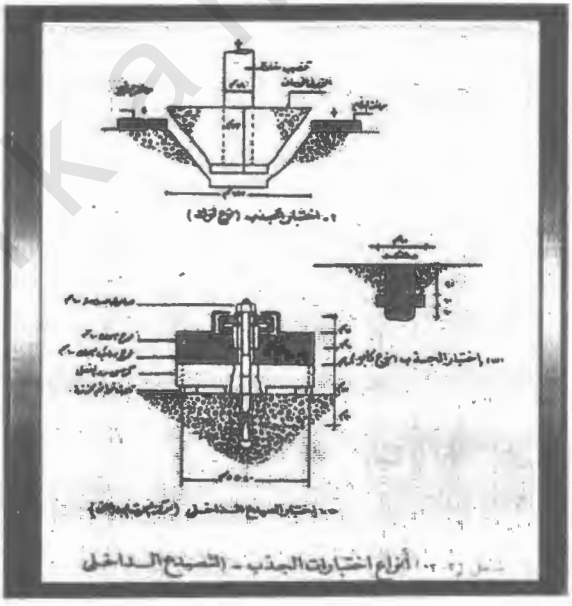
أحسب متوسط الخرساني علي أساس أسياخ
الأركان لها نصف الغطاء الفعلي .
مثال : إذا كانت الكمرة بعرض ٤٠سم وبها
اربع أسياخ وكان الغطاء السفلي يساوي
الغطاء الجانبي وقيمتة ٥سم فإن الغطاء المتوسط

توزيع درجات الحرارة داخل الكمرة الخرسانيى(الزلط السليسي)يحسب كما يلي : (٥+٥+٢,٥ + ٢,٥)/٤=٣,٧٥مم

ومن ثم يمكن حساب درجة الحرارة عند حديد التبسليح

التصدع الداخلي **Internl Fracture**

إن الإختبار لتحديد مقاومة الخرسانة المتصدعة وإجاد العلاقة بين الضغط للخرسانة وبين القوي الازمة لإحداث التصدع الداخلي نتيجة نزع اسفين مثبت بالخرسانة .وهذا الإختبار لا يستغرق إلا عدة دقائق معدودة ولا يستهلك طاقة كبيرة ولة ثلاث أنواع كما هو مبين بالشكل التالي .



إختبار الجذب ـ التصدع الداخلي

أختبار لوك : وهو عبارة عن خوابير صلب مدفونة في أماكن محددة سابقا ثم جزبها في الوقت المطلوب . وهذا النوع من الإختبار نادرا ما أن يستخدم في إختبارات المنشآت المحترقة وذلك لإستحالة تحديد مكان الحريق سلفا – إلا إذا وضعت خوابير في غرفة موقد التدفئة او الغاز سلفا –وإنما يستخدم عادة في تقدير مقاومة الخرسانة في العمر المبكر لتحديد موعد فك الشد او موعد بداية الشد الاحق – خرسانة لاحقة الشد – او موعد ازالة الدعمات الرأسية للشد .

ختبار كابو – وهو قائم علي عمل ثقب في الخرسانة ثم وضع قضيب مخصوص لة قرص عرضي في هذا الثقب – وبعد ذلك يجزب القضيب لتعيين قوة الجذب وذلك لتقدير مقاومة الخرسانة .

إختبار مركز البحوث البرطاني .(BRE) – يتم إدخال مسمار يتمدد عند إدارتة داخل ثقب يتم تجهيزة في الجزء المراد إختبارة – ثم يستمر الدوران حتي التصدع الداخلي لخروط من الخرسانة .

إختبار الصوت والصدي . Pulse-echo test

إن إستخدام الصوت والصدي في عملية الإختبار فإنها تتم للأغراض التالية :

١– قيأس سمك الخرسانة المتصدعة

٢– التعرف علي مقدار الفاقد في مقاومة التماسك بين الخرسانة وصلب التسليح .

٣– تعمل علي إظهار وجود وإتجاه الشروخ الداخلية كذلك الشروخ الدقيقة في عجينة الأسمنت .

٤– إمكان تقدير مقاومة الخرسانة المتبقية .

ويستخدم لذلك مطرقة شميدت لإرسال موجة ذات تردد منخفض تصدر نتيجة اجهاد ميكانيكي (**Mechanical Stress**) وجهاز إستقبال علي نفس السطح وعلي بعد بوصتين من المطرقة وتسجل الإشارات علي شاشه مثل شاشة مرسمة التذبذبات لجهاز الموجات فوق الصوتنية كما هو مبين في الرسم .ويتم ظبط

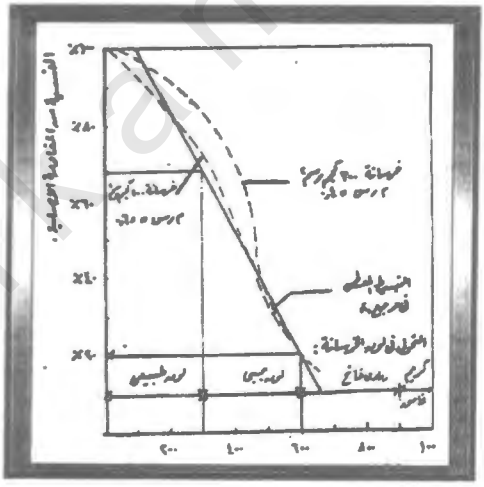
الجهاز علي خرسانة سليمة بإرسال النبضة وغستقبالها مع تسجيل شكل الاشارة أما عند تعرض مسار النبضة شرخ داخلي فإنة يظهر علي الشاشة موجة في مسار النبضة وذلك نتيجة إنعكاس جزء من الموجة علي مسار الشرخ أما الشروخ الصغيرة فإنها تظهر علي صورة إهتزازات متتالية في مسار النبضة . أما فيحالة وجود إنفصال بالطبقة السطحيةنتيجة الحريق فإنة يظهر علي صورة إهتزازات.

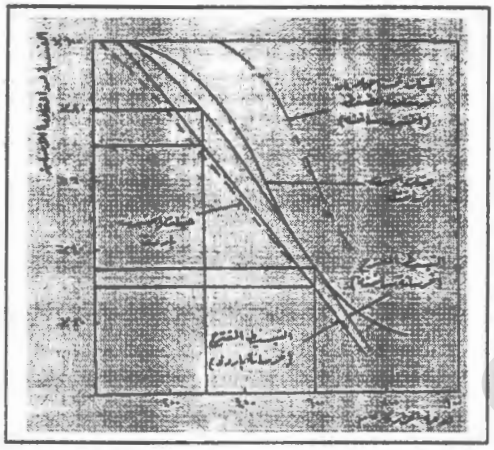
كما أن فقد الرباط بين صلب التسليح والخرسانة يحدث سطح انفصال يظهر كذلك علي شكل مسار النبضة ولكن تفسير مسار النبضة ولكن تفسير ذلك يحتاج إلي تمرين طويل حتي تتكون الخبرة الكافية في مقارنة اشكال النبضات للخرسانة المتصدعة مع الواقع الفعلي عند الكشف علي عيوب الخرس أما الطريقة الثانية وهي إستخدام الإختبار بواسطة الأشعة (المغناطيسية والقصيرة) Magnetic and Micro Wave –

في حالة تقدير الاصلاح المطلوب للخرسانة والتي تعرضت للحريق – وخاصة إذا كانت فترة التعرض قصيرة – يلزم تقدير عمق الخرسانة التي لم يحدث لها تلف ، لان استعادة الغطاء الخرساني الي حالتة الأولي ضروري للإصلاح الجيد – وخاصة في حالة عدم وصول عمقالتلف إلي أسياخ التسليح .

مقاومة الخرسانة للضغط

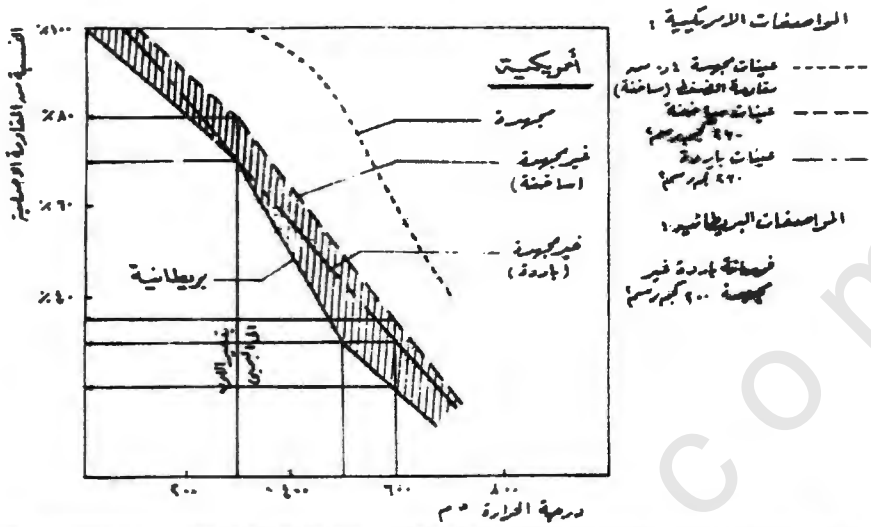
تنخفض مقاومة الخرسانة المسلحة للضغط عندتعرضها لدرجة حرارة مرتفعة . ويكون هذا الانخفاض أكثر حدة إذا تعرض لدرجة حرارة أعلي لامن ٣٠٠ أم حينما لا يتعدي الإنخفاض في مقاومة الضغط عند تعرض الخرسانة لحرارة أقل من ٣٠٠ درجة مؤية عن ٣٠٪ من المقاومة الأصلية . لأنة في حالة تعرض . الخرسانة لدرجة حرارة أعلي من ٥٠٠ إلـي ٦٠٠ م فـإن مقاومتهـا تـنخفض بشدة ويـصبح درجـة مقومتهـا مـا بـين (٢٠– ٤٠٪) وبـذلك تفقـد الخرسـانة المسلحة مقومتها ووظيفتها الإنشائية ووظيفتها الإنشائية ولا بد من إستبدالها . وتعتمد درجة نقص المقاومة تعتمد علي العوامل الموضحة في في الشكل ويبين تأثير مقاومة الخرسانة ونقص نسبة المياه إلي الأسمنت (م/س) في قدرة الخرسانة علي مقاومة الحرارة العالية تأثير الحرارة علي مقاومة الضغط للخرسان والتحول اللوني بعد التبريد للركام السيليسي





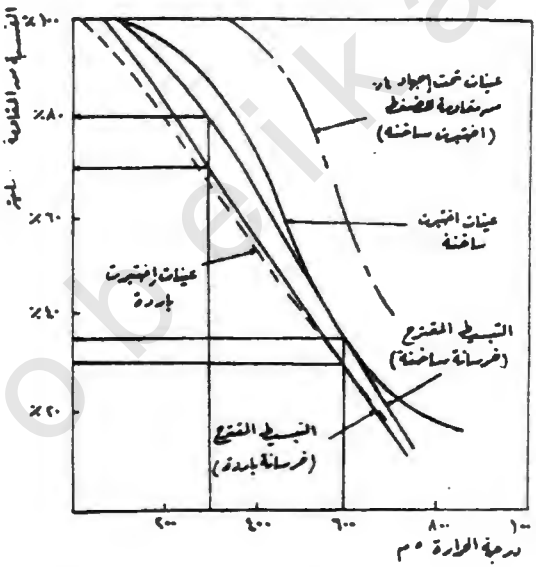
أثير الحرارة الشديدة علي الخرسانة المسلحة ذات الركام السيليسي وهي ساخنة وبعد تبريدها (متوسط مقاومة الضغط = ٢٧٠ كجم / سم٢)

obeikandl.com



مقارنة المنحنيات البسيطة في كل الموصفات البريطانية والأمريكية

ويبين الشكل التالي كيف أن الخرسانة من الركام الخفيف أفضل بكثير من الخرسانة المستخدم بها الركام العادي عند درجة الحرارة المرتفعة فمقاومتها للضغط لا تنخفض أقل من ٦٠٪ من المقاومة الأصلية ومهما زادت درجة الحرارة (لقد تم أختبارها وهي ساخنة) وهذا يوضح أن الخرسانة ات الركام الخفيف أكثر تحملا لدرجات الحرارة العالية من الخرسانة ذات الركام العادي

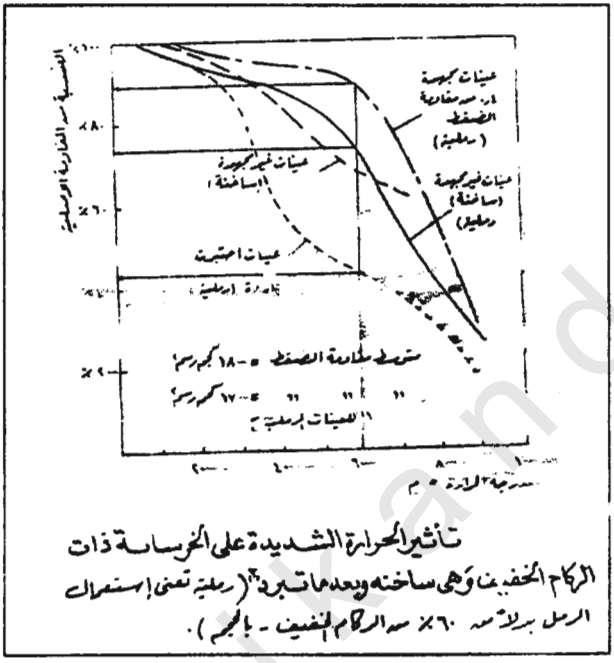


ولو أستبدل ٦٠٪ من الركام الخفيف بالرمال نجد أن مقاومة الضغط لم تنخفض إلا بحوالي

٢٧٪ عند درجة حرارة ٦٠٠ ↑م وهي ساخنة وحوالي ٥٧٪ وهي باردة وعند وضع إجهاد بساوي ٤٠٪ من مقاومة الخرسانة علي عينات كان الإنخفاض في المقاومة عند درجة ٦٠٠ ٥م لا يذكر

تغيـر لون الخرسانة أثناء الحريق

بعد أن تبرد الخرسانة المسلحةوالمعرضة حرارة الحريق تساعد علي تقدير عمق التحول في لونها وأقص درجات الحرارة المعرضة لها أثناء الحريق كما يظهر في الشكل. ووضوح هذا التغير في اللون يعتمد علي نوعية كل من الركام الصغير والكبير الركام السيليسي والمستعمل بمصر يتغير لونها إلي اللون الوردي عند درجةحرارة ٠٣٠٠م وهذا التغير في التغير في اللون من أهم أساسيات تحديد درجات حرارة طبقات الخرسانة الداخلية ومدي تأثرها بالحريق لأنة في حالة تعرضالخرسانة لدرجة حرارة أقل من ٠٣٠٠م لا تدمر مقاومة الخرسانة ولكن تخفضها بنسبة ٣٠٪فقط وفي حالة درجات الحرارة العالية فإنها تخفضها بشدة بحيث لا تصلح للعمل كمادة إنشائية معايير المرونة ومعاير القص للخرسانة : انفعال الخرسانة أثناء أرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة



تأثير الحرارة الشديدة على الخرسانة ذات الركام الخفيف وهي ساخنه وبعد ماتبرد (ملحية تعني إستعمال الرمل بدلا من ٦٠٪ من الركام الخفيف - بالحجم).

تأثير الحرارة الشديدة علي الخرسانة ذات الركام الخفيف وهي ساخنة وبعد أن تبرد

obeikandl.com

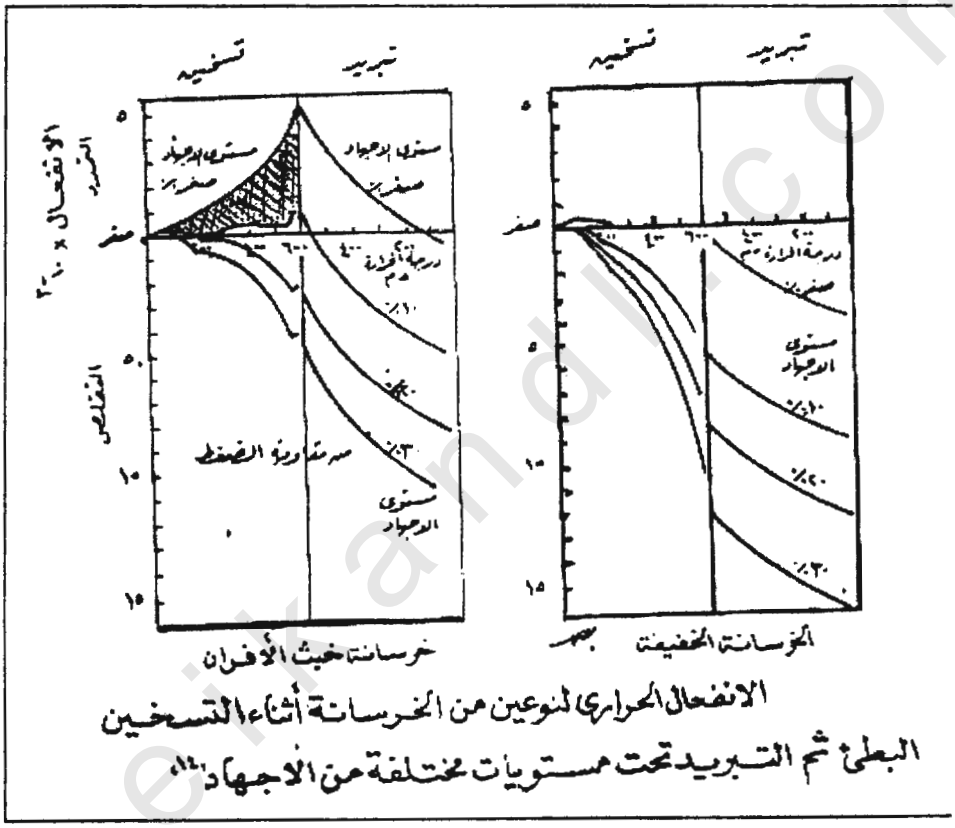
إن معرفة مقدار الانفعال الذي يحدث في الخرسانة المسلحة عند تعرضها للحريق أو عند أخماد الحريق وليس الإجهاد وحدة – يمكن يعطي صورة أوضح عن مدي أتزان الخرسانة في فترات التغير الحراري وعن الشروخ ونقص المقاومة الذي ينتج عند إخماد الحريق وتبريدة . فالخرسانة لا يحدث لها تمدد عندما تتعرض لدرجات حرارة عالية . كما يتصور البعض ذلك.

– إلا إذا كانت حرة الحركة وغير معرضة لأحمال الضغط . أما الخرسانة التي ترتفع درجة حرارتها تحت الضغط فإنها تنكمش ولا تتمدد . كما يظهر من تأثير مستوي الاجهاد علي إنكماش الخرسانة يحدث انخفاض ملحوظ في معيار المرونة أثناء الحريق كما يوضح في الشكل التالي ولقد أظهرت التجارب البرطانية أن معاير المرونة قد تصل إلي ٦٠٪ من قيمتة الأصلية عند درجة حرارة ٣٠٠ oم

انفعال الخرسانة أثناء أرتفاع وإنخفاض درجات الحرارة :-

إن معرفة مقدار الانفعال الذي يحدث في الخرسانة المسلحة عند تعرضها للحريق أو عند أخماد الحريق ـ وليس الإجهاد وحدة – يمكن يعطي صورة أوضح عن مدي أتزان الخرسانة في فترات التغير الحراري وعن الشروخ ونقص المقاومة الذي ينتج عند إخماد الحريق وتبريدة ـ فالخرسانة لا يحدث لها تمدد عندما تتعرض لدرجات حرارة عالية . كما يتصور البعض ذلك – إلا إذا كانت حرة الحركة وغير معرضة لأحمال الضغط . أما الخرسانة التي ترتفع درجة حرارتها تحت الضغط فإنها تنكمش ولا تتمدد . كما يظهر من تأثير مستوي الاجهاد علي إنكماش الخرسانةوالواقع أن انفعال الخرسانة المعرضة لدرجات حرارة عالية تنقسم إلي جزئين .الإنفعال الحراري الكلي = الإنفعال الحراري الحر للخرسانة غير المحملة (تمدد) الإنفعال الحراري نتيجة مقاومة الخرسانة للضغط أو أكثر .ى حيث يزيد عن الإنفعال الحر (التمدد)الناتج عن تمدد الركام .

أما عند التبريد — عند إطفاء الحريق – فالخرسانة غير المحملة تتقلص إذا كانت من الركام السيليسي .أما الخرسانه ذات الحجر الجيري أو خبث الأفران فيحدث لها تمدد عند تبريدها نتيجة تمدد الركام وهو ما يعرف بالتمدد المتبقي (**Residual Expansion**) وقد يعرضها ذلك لحدوث شروخ أثناء التبريد بالإضافة للتصدع الذي يحدثة الحريق .



الانفعال الحراري لنوعين من الخرسانة أثناء التسخين البطئ ثم التبريد تحت مستويات مختلفة من الأجهاد

الإنفعال الحراري لنوعين من الخرسانة أثناء التسخين البطئ ثم التبريد تحت مستويات مختلفة من الإجهاد (شكل B)

التمدد الحراري الحر للخرسانة

يبين شكلB التمدد الحراري لخرسانات مصنوعة من ركام ذو أنواع مختلفة.حيث أن الخرسانات لكل نوع منها يتمدد بالحرارة إذا لم تكن تحت

تأثير أحمال الضغط– ما عدا خرسانة الحجر الخفاف **Pumice Concrete** فهي تنكمش بشدة عند درجات حرارة أعلي من ٣١٥ ٥م ويعتمد تمدد الخرسانة علي العوامل الأتية :

- نوع الركام
- محتوي الأسمنت والماء
- عمر الخرسانة

تساقط الخرسانة السطحية :

هناك نوعان من التساقط يمكن ملاحظتهما بعد الحريق :

- **التساقط الانتشاري وهو يحدث للخرسانات التي بها رطوبة معينة ويحدث في نصف الساعة الأولي** من الحريق ويتكون من أنشطارات متتالية إنفجارية)للطبقات السطحية الرفيعة واحدة وراء الاخري وذلك عند تعرضها لدرجات الحرارة العالية فيحدث عند كل إنشطار يزيل طبقة رفيعة من سطح الخرسانة فتلتهب الطبقة الأخري المنكشفة وهكذا .
- **النوع الثاني فيمكن تسميتة بالتقشير (Sloughing) :**

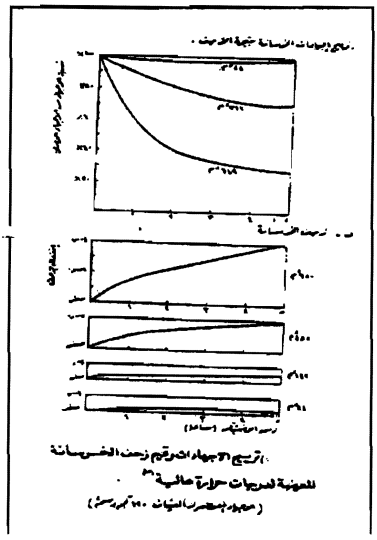
وهو يحدث عادة في الأعمدة والكمرات وذلك عند حدوث شروخ متوازية تسبب انفصال جزء من الخرسانة عند مستوي من مستويات الضعف – مستوي صلب التسليح مثلا ثم سقوطة وقد يؤثر نوع الركام أحيانا علي نوعية التساقط الذي يحدث للخرسانة .

فالخرسانة ذات الركام الجيري تتساقط عادة علي شكل طبقات رفيعة وتمر مستويات الإنفصال بالركام الجيري نفسة.أما الخرسانة المصنوعة من الزلط فتنفصل طبقاتها حول الزلط مختلفة سطحا لا معا عند أماكن الزلط المكشوف وخطورة تساقط الخرسانة السطح أثناء الحريق أنة يعرض طبقات أعمق للحرارة العالية مما يذيد من معدل التغلغل الحراري إلي الداخل فتصل ألي صلب التسليح كما قد يحدث قدر كبير من تساقط السطوح عندما يخمد الحريق ويبرد

السطح ولكن الأعضاء التي يتساقط سطحها بعد إنتهاء الحريق تكون قد احتفظت بغطائها الخرساني مدة كافية لحماية صلب التسليح والخرسانة الداخلية من الحرارة العالية .

•• تأثير الحرارة علي الزحف وتربيح الأجهاد (Stress Relaxtion)

يبين الشكل الأول AA تربح الاجهاد نتيجة الزحف عند ارتفاع درجة الحرارة كما يبين شكل AB تأثير الحرلرة علي زحف الخرسانة حيث أن العوامل التي تؤثر علي زحف الخرسانة عند التعرض لدرجات الحرارة العالية هي عمر الخرسانة المحتوية علي الرطوبة ، رتبة الخرسانة ونوعها ونسبة الإجهاد إلي المقاومة القصوي



تربح الإجهاد وقيم قصف الخرسانة المعرضة لدرجات الحرارة العالية

التشريخ

عند درجات الحرارة العالية يكون فرق التمدد الحر لصلب الحديد أكبر بقدر كبير من التمدد في الخرسانة . وتؤدي احاطة الخرسانة بالصلب وتماسكها معه إلي اجهادات انفصالية عالية وشروخ حول أسياخ الصلب وخاصة في الأعضاء الخرسانية كثيفة التسليح . ولقد أتضح أن هذة الشروخ تتركز في الأماكن التي كانت بها شروخ رفيعة أصلا قبل الحريق – نتيجة الإنكماش أو أجهادات الإنحناء العالية أو غير ذلك من أسباب شروخ الخرسانة كما أن إختلاف معملات التمدد الحراري للركام ومونة الأسمنت يؤدي إلي حدوث شروخ عند التعرض لدرجات الحرارة العالية هذة الشروخ وهي في صور شروخ سرطنية (شروخ عشوائية) (Crazing) .

تأثير نوع الركام

إن تأثير نوعية الركام لة تأثير كبير علي الخواص الحرارية للخرسانة . مثلا معامل التمدد الحراري للخرسانة المصنوعة من ركام الحجر الجيري حوالي نصف معامل تمدد الخرسانة المصنوعة من الزلط كما أن احتمالات تساقط الخرسانة المصنوعة من الركام الخفيف أقل إذا كان محتوي الرطوبة الداخلية قليل .

كما أن الركام الخفيف يعطي خرسانة أفضل من حيث الخواص (المقاومة – الحرارة) وأفضل من حيث أنها أقل نقلا للحرارة من الخارج للداخل .

تأثير الحريق علي صلب التسليح

يبين الجدول تأثير الحرارة العالية علي حديد التسليح كذلك إنخفاضها بعد إنتهاء الحريق ويظهر في الجدولين إنخفاض كبير يحدث في مقاومة الصلب عند درجات الحرارة العالية . حيث أن مقاومة الحديد يفقد نصف مقاومة الخضوع الأصلية وذلك إذا أرتفعت درجة حرارتة إلي ٥٥٠ ↑م . وعند حدوث إرتفاع الحرارة ارتفاعا كلما أنخفض مقاومة الصلب حتي تصل إلي أقل من ٢٠٪ من قيمتها عند ٨٠٠ ↑م . وهذا الانخفاض الكبير في مقاومة الصلب هو المسئول عن زيادة الترخيم والتشكيل أثناء الحريق . ويوجد عامل أكثر تأثيرا بالنسبة لزيادة الترخيم هو نسبة الاحمال الفعلية الموجودة أثناء الحريق إلي احمال التصميم . فكلما زادت الأحمال الفعلية عن أحمال التصميم كلما كانت الزيادة في الترخيم أثناء الحريق .

أختبار صلب التسليح :

يجري إختبارات علي التسليح الذي تعرض للحريق للتأكد من قيمة المقاومة الباقية تمهيدا لحساب مقاومة قطاع الصلب . " إذا أحتجنا لذلك " حيث أن تأثير درجة الحرارة التي تزيد عن ٤٠٠ ↑م

(وذلك لحديد الصلب المدلفن علي البارد) أما (الحديد الصلب المدلفن علي الساخن إلي ٦٠٠ أم مما يفقد الصلب مقاومتة بسرعة ٠) ٠

إختبار الشد :

تأخذ عينة من حديد الصلب من موقع الحريق وإذا أستحال الحصول علي العينة ، تأخذ قطعة من الصلب مماثلة وتعرض لنفس درجة الحرارة التي وصل إليها الحريق والإختبار الشد المحوري علي عينة الصلب لتحديد إجهاد الخضوع حسب المواصفات وحساب نسبة الفاقد في المقاومة وقياس نسبة المئوية للإستطالة أثناء عملية إختبار الشدومقارنتها مع جدول المواصفات

التماسك الخرساني: يحدث عند التسخين والتبريد وحدوث تمدد وإنكماش إلي ضعف في قوة التماسك بين الأسياخ الصلبة والخرسانة المحيطة بها .

ولمعرفة الفاقد في في مقاومة التماسك بعد الحريق وذلك بأخذ عينة (جزء)من عضو خرساني(تأخذ العينة بواسطة منشار خرساني وليس بالدق)٠يجري الإختبار بعد تعريض العينة لدرجة حرارة مماثلة لدرجة حرارة الحريق ٠

نوعية الصلب	الرتبة	حالة الأسياخ	إجهاد الخضوع أو ٠/٠ إجهاد الضمان كجم/سم٢ حد أدني	مقاومة الشد القصوى كجم/سم٢ حد أدني	النسبة المئوية للإستطالة حد أدني
صلب طري عادي	٢٥/٢٤	أملس	٢٤	٣٥	٢٠
	٤٥/٢٨		٢٨	٤٥	١٨
صلب عالي المقاومة	٥٢/٣٦	نوتوءات	٣٦	٥٢	١٢
	٦٠/٤٠	نوتوءات	٤٠	٦٠	١٠
صلب شبك ملحوم مسحوب علي البارد	٥٢/٤٥	أملس أو نو نوتوءات	٤٥	٥٢	١٠

جدول الخواص الميكانيكية لأنواع الصلب للكود المصري

تقدير مقاومة العينة للحريق:

تعرض العينة لدرجة حرارة ٠٠ ثم ترتفع رويدا ٠ رويدا حتي تصل إلي القيمة القصوي وبمعدل ثابت ولا تقل درجة حرارتها عن الدرجة القصوي للحريق الفعلي وتأخذ القراءات مع الملاحظات للحكم علي المدة التي يمكن فيها العينة علي مقاومة الحريق ، ويستخدم هذة القياسات لإثبات ثلاث نقاط :

١- الوصول إلي قدرة العينة التحمل وتحديد مقاومتها للحريق بالزمن (ساعة) وإمكانية قبولها أو رفضها وذلك حسب المواصفات

٢- أنظمة الإنشاء الجديدة والتطور ، والحكم علي المواد الجديدة

٣- إن تصرف الأعضاء المختبرة في ظروف حرارة قد تختلف عت الحريق الأساسي _ ويتم ذلك بقياس التشكيل والإنفعال وإنتقال الحرارة داخل العضو ٠ ويجب أن يراعي أن مدة مقاومة العينة لا تعني مقاومتها للحريق الفعلي (fire severiy) وهي تعت/تد علي عوامل أخري كثيرة ٠ ومن هذة العوامل حجم ونوعية وتوزيع المواد القابلة للأشتعال التهوية (وهو ما يسمي بحمل الحريق) وظروف إنتقال الحرارة من مكان الحريق إلي الخارج (Fire radiation) ٠وأن العينة التي قاومت الحريق القياسي لمدة زمنية معينة أن تقاوم الحريق الفعلي لمدة اقصر أو أطول حسب ظروف الحريق الفعلية ٠

الحكم علي العينة Performance Criteria

١- مدة تحملها للحريق دون حدوث إنهيار لها _ وهذا يعمل علي إتزان المبني وعدم إنهيارة ٠

٢- قدرتها علي منع إنتشار الحريق أو منع إنتقال الحرارة وإنتشار الدخان

٣- تعتبر الأعمدة والكمرات هي أهم الزوايا الأولي في إختبار الحريق القياسي أما الحوائط والأرضيات فهي حواجز لمنع إنتشار النار والدخان (Fire and smoke barriers)ويكون الحكم عليها من زاوية أخري . لذلك ينقسم أسلوب الحكم علي العينة وإدائها إلي ثلاث أقسام(السلامة Integrity)(الإتزان Stability)(والعزل Insulation) والجدول التالي يوضح القيم المعطاة.

٤- وقد تصل العينة إلي حد عدم الإتزان في حالة حدوث إنهيار أو إذا زاد تشكلها (سهم الترخيم بالأعضاء المعرضة إنحناء) عن البحر/٣٠ ، والقيمة المسموح بها لسهم الإنحناء أخذت = البحر /٣٠ ، وعند الوصول إلي هذة الدرجة من الترخيم يصبح الإنهيار وشيكا .

الحكم علي أداء العينة في الإختبار القياسي

الأسلوب	الموصفة	القيم المسموح بها
السلامة	تصل العينة إلي حد الخطر إذا وصلت الشروخ أو أسطح الإنفصال إلي درجة تسمح بمرور اللهب أو الغازات الساخنة حيث تعمل علي أشتعال أماكن أخري	أشتعال مادة مثل القطن بقرب فتحة شباك لمدة ١٠ ثواني
الإتزان	عند وصول العينة إلي حد عدم الإتزان يحدث إنهيارات أو زيادة النشكيل عن القيم المسموح بها	حدوث إنهيار أو زيادة سهم الترخيم للأعضاء المعرضة للإنحناء عن/٣٠
العزل	تتخطي العينة خط العزل إذا أنتقلت الحرارة إلي الجهه الأخري بحيث تترتفع درجة حرارتها هي الأخري إلي درجة حرارة عالية وغير أمنة	درجة حرارة السطح الأخر ترتفع بأكثر من ١٤٠ ↑م في المتوسط أو تتعدي ١٨٠ ↑م عند أي نقطة

كيفية معاينة مكان الحريق :

يتكون فريق البحث Search team من أشخاص ذو خبرة في هذا المجال وعلي أفراد المجموعة مراعات أن الأنقاض والمخلفات المعرضة للحريق قد تكون هامة في معرفة أسباب الحريق ومسارة ودرجة الحرارة

التي تعرض لها ، وأن الحصول علي نتائج ومعلومات من كل المصادر المتاحة عن أسباب الحريق وتحليلها معمليا للوصول إلي نتائج سليمة .

فحص المواد المحترقة :

توجد بعض المواد محترقة بجوار الأعضاء الخرسانية وهي مواد متعددة مثل (الخشب ، الألومنيوم ، النحاس ، الصلب ، الزجاج ، الألواح الخفيفة) وسنتعرض لها لاحقا٠

أ- **الخشب** : عند العثور علي بقايا أخشاب محترقة بجوار الأعضاء المحترقة فإن معرفة السمك الأصلي للخشب ودرجة تفحمة **Depth of "charring"** وهو مؤشر عن درجة الحرارة التي تعرضت لها العضو ٠ وهو أحد الأسباب المساعدة علي تحديد درجة الحرارة والمدة المعرض لها العضو (وأن فحص عمق التفحم للخشب الموجود في مكان الحريق إن لم يتحرك من مكانة ٠) وأن عدم تحريك الخشب المحترق لة أهمية في تحديد فحصة ٠ كقاعدة عامة فإن معدل تفحم الخشب هو ٤٠مم في الساعة عند تعرضة لحريق قياسي ٠ وان إختلاف نوعية الخشب تشير إلي زمن الحريق مثلا خشب الأرو عند تفحمة لعمق ٤٥ مم فهذا يعني تعرضة لحريق نمطي لمدة ٩٠ دقيقة (أنظر الجدول التالي) وأن التشتيت في النتائج راجع إلي سببة نوعية الخشب وكثافتة والعقد والشروخ الموجودة بة.

الخشب	عمق التفحم في تجربة حريق (بوصة = ٢٥ مم)	عمق التفحم في تجربة حريق (بوصة = ٢٥ مم)
عينة كثافتها أقل من ٤٢٠ كجم /م٢	٢٥	٥٠
عينات كثافتها ٤٢٠ كجم/م٢ أو أكثر من ذلك	٢٠	٤٠
خشب الأرو ،، البلوط grunhart الجارة Jarrah الساج Teak الماهوجني	١٥	٣٠

جدول معدل التفحم لأنواع مختلفة من الأخشاب عند تعرضة لحريق نمطي ٠

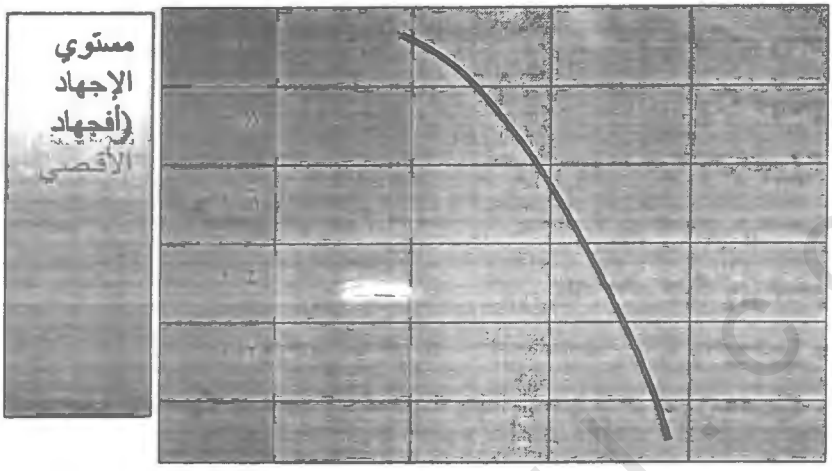
- تقدر الكثافة عند الرطوب المحتوية ١٨٪
- العلاقة الخطية مع مدد الحريق أطول من المعطاة

٢- **الألومنيوم** : إن أستخدام معدن الألومنيوم في الأعمال المعمارية والتشطيبات من أهم الخامات وفي حالة تواجد بقايا من الألومنيوم ذائبة بجوار الأعضاء الخرسانية فيدل ذلك بأن درجة الحرارة قد بلغت ٦٥٠ ↑م وهي درجة إنصهارة وأن درجة حرارة الهواء المحيطة بة كانت بين ٧٠٠ — ٧٥٠ ↑م ٠

٣- **النحاس** : في حالة تواجود معدن النحاس في حالة ذوبان فيدل علي أن درجة الحرارة قد بلغت ١٠٨٠ ↑م وهي نقطة ذوبان النحاس ٠

٤- **الصلب** (حديد التسليح) : ينهار بمجرد وصول درجة حرارتة إلي الدرجة الحرجة ٠ وهي الدرجة التي ينخفض عندها إجهاد الخضوع إلي مستوي إجهاد التشغيل ٠

والدرجة الحرجة تنخفض كلما إزداد مستوي الإجهاد الواقع علي الصلب.



درجة الحرارة الحرجة للصلب وعلاقتها بمستوي الاجهاد

ولكن قبل الوصول إلي إلي الدرجة الحرجة فإن الصلب يتشكل بشدة ويحدث الألتواء لكمرات الصلب نتيجة حرارة الحريق ٠ ويحدث إرتفاع في درجة حرارة الجو المحيط بالصلب عن درجة حرارة الصلب بحوالي ١٠٠ أم ويحدث تلوين لأسطح حديد الصلب وهو ما يساعد علي تحديد درجة حرارة الحديد فاللون الأزرق يدل علي وصول الحرارة إلي ٣٠٠ — ٤٠٠ أم أما إذا كان اللون علي سطح الصلب المجلفن إلي اللون الأصفر أو الأخضر وهو يدل علي إحتراق الزنك الذي يحترق عند درجة ٨٠٠ أم وهو ما يشير إلي درجة حرارة الجو المحيطة بالصلب بلغت ٩٠٠ أ٠

الزجاج : لا يمكن تحديد أو إستنتاج حرارة الحريق من الزجاج حيث تنفجر وتتحول إلي شظايا ٠ وفي حالة وجود أسطح زجاجية سليمة مثل زجاج النوافذ فذلك يدل علي أن درجة الحرارة لم تتعدي ٤٠٠ – ٥٠٠ م↑ (ودرجة ذوبان الزجاج السيليسي عند درجة ١٠٠٠ م↑) ويحدث إنفجار وتهشيم الواح الزجاج نتيجة عوامل التمدد الناتجة عن الحرارة ٠

الواح الخشب الخفيفة (الأبلاكاج Chip) : وهي الألواح المستعملة في تكسيةالحوائط والأسقف المعلقة ، وهي تتأثر بالحريق ولكن تبقي في مكانها ومنها يمكن أن تدلنا حالتها علي درجة الحريق وذلك حسب سمكها ٠

تأثير الحريق علي البياض : يتأثر البياض الأسقف أولا بعد تعرضة لحرارة الحريق ولكن لا يمكن الإستدلال وتحديد حدة الحريق والجدول التالي يظهر بطريقة مبسطة الإستدلال علي درجةحرارة الحريق في حالة وجود الأنقاض .

المادة	امثلة الإستخدام	الحالة	درجة الحرارة
البوليستيرين	تغليف الأجهزة الكهربائية ومواد خفيفة Foam	تلين ثم تنهار وتذوب وتسال	١٢٠ م↑
البوليثيلين	حقائب ، أفلام ، علب ، أدوات بلاستيك	تتجمد ثم تلين و تذوب	١٢٠ م↑ ١٥٠ م↑
البوليتيلين ميثاكربلات	اغطية مفروشات أكسسوار	تلين وتتحول إلي فقاعات	١٣٠–٢٥٠ م↑
سيليلوز	الأخشاب، الورق، الأقطان	تتفحم / يسود لونها	٢٠٠ – ٣٠٠ م↑
الزصاص	أعمال السباكة	يذوب وتتغير	٣٠٠–

		أشكال إستدارتها	٣٥٠ م↑
الألومنيوم	النوافذ، القواطيع، الأبواب، المناضد، تجهيزات المطبخ	يلين ثم يذوب	٤٠٠- ٦٥٠ م↑
الزجاج	زجاج الأبواب، النوافذ، والزجاجات	يلين ويتشكل بسهولة ثم يذوب	٧٠٠-٨٠٠ م↑ ٨٥٠ م↑
القصدير	المجوهات وأدوات المائدة	تذوب	٩٥٠ م↑
النحاس الأصفر	مقابض الأبواب والشبابيك، الأقفال، والأواني	تذوب وخاصة عند الحواف	٨٠٠- ١٠٠٠ م↑
النحاس الأحمر	الأسلاك والتمديدات الكهربائية	يذوب	١١٠٠ م↑
الحديد والنهر	أغطية المجاري والتمديدات	يذوب	١١٠٠- ١٢٠٠ م↑

التقدير الوصفي لحالة الحريق Qualitatve Assessment of the fire

المنزل	العنصر	لون السطح				الشكل الخارجي	
		البياض	اللون	التشريخ	التساقط	حالة الصلب	الشروخ	التشكيل
صفر	جدار	لم يتأثر بالحريق				يبعد عن الحريق		
١	جدار	تساقط	عادي	بسيط	قليل	غير مكشوف	لا يوجد	لا يوجد
	أرضية	تقشير	عادي	بسيط	قليل	غير مكشوف	لا يوجد	لا يوجد
	كمرة	تقشير	عادي	بسيط	قليل	قليل مكشوف	لا يوجد	لا يوجد
٢	جدار	تساقط	بعبي	ملحوظ	في الأركان محصور	٢٥٪: إنبعاج سمخ ٧٥٪	لاتوجد	قليل

				في اماكن الصب			
	تساقط أجزاء كثيرة	بمبي	ملحوظ	محصور في أماكن الصب	إلتصاق كامل بالخرسانة	لا يوجد	قليل
	تساقط أجزاء كثيرة	بمبي	ملحوظ	في الأركان وقليل بأسفل	حتي ٢٥٪ مكشوف بدون إنبعاج	لا يوجد	قليل
٣	تساقط كلي	بيج/بني	كثير	كثير في الأركان	٥٠٪مكشوف وإنبعاج أكثر من سيخ	قليل	إلتواء distortion
	تساقط كلي	بيج/بني	كثير	كثير بأسفل البلاطة	حتي٢٠٪ مكشوف ومنفصل عن البلاطة	كثير في الوسط	ترخيم ملحوظ
	تساقط كلي	بيج/بني	كثير	كثير بالأركان وأسفل	حتي ٥٠٪ وكشوف وإنبعج سيخ واحد	كثير في الوسط	ترخيم ملحوظ

يتم فحص الحريق المبدئي بواسطة النظر لتقدير وتصنيف درجة التصدع للعضو الخرساني ، ويقوم المفتش INSPECTOR

بعمل إختبار بسيط ليحدد عمق التصدع وذلك بالدق عليها بشاكوش او كسر السوكة لتحديد عمق لونها (البمبي) ٠ فعند الدق علي الخرسانة يمكن التفرقة بين الصوت الأجوف الضعيف والصوت الرنان الذي يميز الخرسانة السليمة ٠ وأن وجود اللون البمبي يدل علي وصول الخرسانة من الركام السيليسي إلي درجة ٣٠٠ م وذا يشير إلي بداية الفقد المؤثر في مقاومة الضغط ٠

والجدول السابق يوضح التصنيف البصري للتصدع للأعضاء الخرسانية.

ويجب ملاحظة أن تساقط الخرساني السطحي يمكن أن يحدث هذا التساقط أثناء عملية الإطفاء وعند تعرض الحوائط الخرسانية وأسفل الكمراتوالبلاطات (بطنية الكمرة) لتبريد مفاجئ عند رشها بالماء لذلك فإن تقيم اللأعضاء التي تعرضت لسقوط الخرسانة السطحية . أن يتم فحص لون الخرسانة بعد إزالة اللون الأسود من عليها والتي تعرضت لسقوط الخرسانة السطحية أثناء الحريق وتحول لونها إلي اللون البمبي ثم الرمادي بعمق أكبر من الأجزاء المجاورة والتي لم يحدث لها تساقط سطحي . (إن رش الخرسانة بالماء لإزالة السواد سيحسن من وضوح اللون ونتمكن من تقدير عمق التحول اللوني بدقة أكثر .

ويعتمد تقويم الحالة **Quantitation Assessment** فحص الخرسانة والخشب إن وجد وأنقاض الحريق بغرض ما يلي :

١- تقدير درجة الحرارة التي وصل إليها كل عضو .

٢- تقدير خصائص الحريق .

٣- تقدير الفاقد في المقاومة لكل عضو _ إن وجد .

٤- تقدير الحالة الكلية ومدي التأثير الناتج عن الحريق للمنشأ كلة.

obeikandl.com