



جامعة الموصل
كلية الهندسة

دراسة تأثير درجات الحرارة العالية على مقاومة الانضغاط
للخرسانة واطئة المقاومة والمغلقة بالبوليمرات المعززة باللياف
الكربون

رسالة تقدمت بها

رفعه دلي حمد

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الهندسة المدنية

(إنشاءات)

بإشراف

الدكتور خلف ابراهيم محمد

الخلاصة

يتضمن البحث دراسة عملية لتأثير درجات الحرارة العالية على بعض الخواص الميكانيكية للخرسانة واطئة المقاومة بعد تقويتها بالبوليمرات المعززة باللياف الكربون (CFRP) من جهة وتغليفها بالبياض بالجص ومونة الاسمنت من جهة أخرى، ومن الخواص التي تم تسليط الضوء عليها مقاومة الإنضغاط وسرعة النبضة باستخدام طريقة الموجات فوق الصوتية ومعامل المرونة الحركي والفقدان بالوزن، تم إعتقاد نموذج اسطواني قياسي بأبعاد (150×300mm) كعينات للفحص، حيث عُرضت النماذج لمستويات مختلفة من درجات الحرارة (100,200,300,400,500,600°C) ولأوقات تسخين ساعة وساعتين فضلاً عن درجة حرارة المختبر، وتم فحص نماذج الخرسانة بعمر 56 يوماً.

إشتمل المنهاج العملي للبحث على ثلاثة محاور، المحور الاول تضمن دراسة تأثير درجات الحرارة العالية لخلطتين الخلطة الاولى (Mix1) ذات محتوى اسمنتي قليل (18.1MPa) الخلطة الأساسية في الدراسة) والخلطة الثانية (Mix2) ذات محتوى اسمنتي أعلى (26.5MPa) حيث اظهرت النتائج أن نسبة التغير في المقاومة كانت متفاوتة حيث وصلت نسبة الزيادة في مقاومة الانضغاط لنماذج الخلطة الاولى الى (25.4%) عند تعرضها لدرجة حرارة (100) ولمدة ساعة في حين كانت نسبة الزيادة عند نفس الدرجة ولنفس مدة التعرض لنماذج الخلطة (Mix2) هي (6%)، أي ان درجة الحرارة كان لها تأثيراً أكثر وضوحاً في سلوك الخرسانة الواطئة المقاومة.

أما المحور الثاني فكان يتمحور حول تغليف نماذج الخرسانة الاسطوانية بالجص ومونة الاسمنت وتعرضها لدرجات الحرارة العالية، سجل أعلى زيادة مقاومة الانضغاط عند (100°C) بنسبة (17.1%) عند التغليف بالجص و (12.7%) عند التغليف بمونة الاسمنت، بدأ الإنحدار بقيمة المقاومة عند (300°C) حيث أن التغليف بالجص وفر حماية بنسبة قليلة للخرسانة واطئة

المقاومة ولكن أفضل من التغليف بمونة الاسمنت، وهناك علاقة عكسية بين سرعة النبضة ومعامل المرونة الحركي مع درجات الحرارة باستثناء (100°C) .

في المحور الثالث تم تقوية نماذج الخرسانة واطئة المقاومة بالبوليمرات المعززة بالألياف الكربونية خارجياً، حيث لوحظ وجود مساهمة واضحة وفعالة للتغليف الخارجي بصفائح الألياف الكربونية في تعزيز مقاومة الإنضغاط، وان نسبة الزيادة وصلت الى (60.2%) في درجة حرارة المختبر، وبعد تعريض نماذج الخرسانة واطئة المقاومة المقواة بالبوليمرات المعززة بالألياف الكربون لدرجات الحرارة العالية ارتفعت نسب الزيادة بمقاومة الإنضغاط عند (200°C) الى (71.3%) و (85.1%) لمدتي التسخين بسبب الحصر الخارجي الذي يوفره التغليف الخارجي بالألياف الكربونية مما يؤدي بدوره التي تحسن ملموس في سلوك الخرسانة.

بالنسبة لسرعة النبضة للموجات فوق الصوتية ومعامل المرونة الحركي ينخفضان مع ارتفاع درجات الحرارة ولكلا مدتي التسخين، باستثناء درجة حرارة (100°C) ولمدة تسخين ساعة واحدة لم يتم تسجيل أي تأثير ملحوظ على سرعة النبضة للنماذج المقواة بالبوليمرات المعززة بالألياف الكربون، حيث أن سرعة النبضة لا تتأثر بقوة الحصر ولكن تعتمد على تكوين الخرسانة ومدى تأثيرها بدرجات الحرارة المختلفة. كذلك فأن لدرجة الحرارة التأثير الأكبر على مقاومة الانضغاط سرعة النبضة ومعامل المرونة الحركي لنماذج الخرسانة من مدة التعرض لتلك الدرجة الحرارية.

ان نماذج الخرسانة واطئة المقاومة تفقد من وزنها بعد تعرضها لدرجات الحرارة العالية عندما تكون مقواة بالبوليمرات المعززة بالألياف الكربونية أو نماذج مغلقة بالجص و بمونة الاسمنت وقد سجل اعلى نسبة فقدان بالوزن عند درجة حرارة (600°C) ولنماذج المغلفة بمونة الاسمنت حيث كانت (2.935%) لمدة تسخين ساعة واحدة.

Abstract

The current study involves a practical study of assessing the effect of elevated temperature on some mechanical characteristics of low strength concrete after wrapping it with carbon fiber reinforced polymers (CFRP), and also assessing the effect of coating it with gypsum and cement mortar. The considered characteristics are compressive strength and pulse velocity, using the ultrasonic method, and the dynamic modulus of elasticity and weight loss. Standard cylindrical samples with dimensions of (150 x 300 mm) were selected as test samples. These samples were subjected to various levels of temperature (100, 200, 300, 400, 500 and 600 °C) and to heat for a duration of one and two hours and comparing the results with that at laboratory temperature. The concrete samples were tested at an age of 56 days.

The practical aspect of the research pivoted on three categories. The first one involved studying the effect of elevated temperature on two mixes of concrete; the first (mix1) was of low cement content (18.1 MPa), which represents the control mixture and the second mixture (Mix2) with cement content higher than the first one (26.5 MPa).

The results showed that the percentage increase in the compressive strength for the first mixture samples was (25.4%) when exposed to 100 °C for one hour, while the increase at the same temperature and the same exposure period was (6%) for (Mix2). This means that temperature has a more evident effect on the behavior of low strength cement.

The second category was based on coating the low strength concrete samples with gypsum and cement mortar and exposing them to different elevated temperature. The test showed that the highest compressive strength was obtained at 100 °C with increase by (17.1%) when the samples are coating with gypsum, while when they are coated

with cement mortar the enhancement in the compressive strength was (12.7%) when exposed to elevated temperature for one hour. The reduction in the compressive strength began at 300 °C, and it was found that coating with gypsum provided a better protection to the low strength concrete compared to that coated with cement mortar.

In the third category, the samples of the low strength concrete are externally reinforced with (CFRP) and it was observed that the increase in the compressive strength was in the order of (60.2%) at the laboratory temperature. After exposing these samples to elevated temperature, the compressive strength increased at 200 °C by (71.3%) and (85.1%) for the for the one hour and two hours of exposer respectively.

As for the pulse velocity and dynamic modulus of elasticity, they decrease with the increase of temperature for both periods of exposer except for the 100 °C for one hour where no increase was observed in pulse velocity. The pulse velocity value was not affected by wrapping by the (CFRP). Also, the temperature had a higher impact on the characteristics of low strength concrete more than the effect of duration periods.

The samples of low strength concrete lose weight after exposed to elevated temperature. The highest weight loss was at 600 °C for the samples coated with cement mortar for exposer of 1 hour period with a reduction percentage of (2.934%).

**University of Mosul
College of Engineering**



**Investigating the Effects of Elevated
Temperature on the Compressive Strength of
Low Strength Concrete Strengthened with CFRP**

A Thesis Submitted
By

Riffa Dalli Hammad

To
**The Council of the College of Engineering
University of Mosul
In Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of M.Sc.
In
Civil Engineering (Structures)**

Supervised BY

Dr. Khalaf I. Mohammad

2021 A.D

1442 A.H