



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والانشاءات
فرع ادارة المشاريع والبناء

تقييم بعض خصائص الخرسانة عالية الاداء المسلحة بالالياف الحديدية

رسالة مقدمة
الى قسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في
هندسة مواد البناء

من قبل
منتظر جبار طاهر
(بكلوريوس هندسة قسم المدني - جامعة واسط - ٢٠١٠)

إشراف

د. زياد مال الله العزاوي

أ.م.د. معن صالح حسان

نيسان ٢٠١٣

جمادى الاخرة ١٤٣٤

تقييم بعض خصائص الخرسانة عالية الأداء المسلحة بالألياف الحديدية

الخلاصة

تعتبر الخرسانة خرسانة عالية الأداء لأسباب مختلفة عديدة: مقاومة عالية، قابلية تشغيل عالية، ديمومة عالية و ربما تحسين المظهر الخارجي. تُعرّف الخرسانة عالية الأداء (HPC) (وفقاً لمعهد الخرسانة الأمريكي (ACI)) على إنها خرسانة تلبى خليط من متطلبات الأداء والإنتظام الخاصة والتي لا يمكن ان تتحقق دائماً باستخدام المواد الشائعة التقليدية، الخلط الاعتيادي، الصب الاعتيادي وكذلك طرق المعالجة الاعتيادية. إن الهدف من هذا البحث هو تقييم أداء الخرسانة عالية الأداء التي تحتوي على الألياف الحديد، غبار السيليكا، والملدن المتفوق تحت تأثير المعالجة القياسية والمعجلة.

تقدم هذه الدراسة تقييماً تجريبياً وتحليلياً للخواص الميكانيكية و للديمومة والخواص المجهرية. كانت متغيرات الدراسة: نسب الخلط، العمر، وطرق المعالجة. أُستخدِمت اربعة نسب حجمية من الياف الحديد بنسبة الطول الى القطر ٦٠ هي (٠، ٠،٥، ١، و ٢ %) كانت نسبة مزج غبار السيليكا في الخرسانة (٠ و ١٥%) كنسبة إستبدال وزنية من السمنت. تم تطبيق طريقتين للمعالجة: (١) ظروف المعالجة الطبيعية، تتبع النظام القياسي للمعالجة، و (٢) ظروف المعالجة المعجلة، المعالجة بالتسخين الى ٨٠ م° لمدة خمسة أيام في حوض المعالجة المُسيطر عليه حرارياً، ثم عند ١٠٠ م° في فرن التجفيف لمدة يوم واحد.

أُعدت الخرسانة لهطول يُقارب ١٧٠ ملم عند نسب مختلفة من الماء الى الرابط (w/b). أُجريت دراسة مختبرية لتعيين والتحقق من بعض الخواص الميكانيكية، الديمومة، و الخواص المجهرية للخرسانة عالية الأداء. هذه الخواص تشمل مقاومة الأنضغاط، مقاومة الإنشطار، مقاومة الأنتشاء، مقاومة الشد المباشر، معامل المرونة، سرعة انتشار ايون الكلوريد، المقاومة الكهربائية، حيود الأشعة السينية، ومشاهدة سطح الفشل باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح.

تم صب ومعالجة ٥٢٦ نموذج بالمعالجة الاعتيادية والمعجلة وفُحصت بأعمار مختلفة تبعاً لطرق الفحص القياسية.

بيّنت نتائج فحوصات الخواص الميكانيكية لهذه الدراسة أن إستخدام غبار السيليكا يُزيد كلاً من المقاومة الميكانيكية ومعامل المرونة للخرسانة. يظهر بشكل أوضح معدل التحسين في الأعمار المتأخرة لظروف المعالجة الاعتيادية، أما في ظروف المعالجة المُعجلة فأن معدل التحسين يظهر بشكل أوضح في الأعمار المُبكرة. ومن ناحية اخرى، فأن إضافة الياف الحديد للخرسانة عالية الأداء يُظهر تحسناً ملموساً في مقاومة الأنتشاء ومقاومة الشد تصل الى ١١٥%. ترتبط درجة التحسين بنسبة الياف الحديد

المُستخدمة. إعتقاداً على سلوك الشد والإنتناء يظهر أن الجزء الحجمي ٢% هو القيمة الأمثل من الياف الحديد. ويمكن ملاحظة نفس السلوك في نتائج فحص معامل المرونة للخرسانة.

تبدي نتائج فحص سرعة انتشار ايون الكلوريد والمقاومة الكهربائية أن النماذج الحاوية على غبار السيليكا لها المقاومة الأعلى لانتشار ايون الكلوريد والتوصيلية الكهربائية. وعلى العكس، فإن الياف الحديد لها تأثير عكسي على المقاومة الكهربائية ومقاومة سرعة انتشار ايون الكلوريد بغض النظر عن طريقة المعالجة المستخدمة.

يشير تحليل نتائج حيود الاشعة السينية الى ان تطبيق المعالجة بالتسخين بوجود غبار السيليكا يسبب نقصان ملحوظ (إستهلاك) في محتوى هيدروكسيد الكالسيوم وزيادة محتوى الكوارتز، والذي يؤدي الى تحسين المنطقة البينية بين الالياف والعجينة وتكثيف هيكل العجينة. عموماً فإن مشاهدة سطح الفشل أكدت نتائج حيود الاشعة السينية. توضح صور SEM نقصان في عدد وعرض التشققات في النماذج التي تحتوي على غبار السيليكا. مع ملاحظة أن الالياف تنكسر و تنزلق من لب الخرسانة بعد فحص النموذج.

توضح هذه الدراسة فائدة استخدام كل من غبار السيليكا، الياف الحديد، و المعالجة بالتسخين مجتمعةً على مقاومة وديمومة الخرسانة عالية الأداء.

Republic of Iraq
Ministry of Higher
Education and Scientific Research
University of Technology
Building and Construction Engineering Department



Evaluation Some Properties of High Performance Concrete Reinforced with Steel Fiber

A Thesis
Submitted to the Department of
Building and Construction Engineering of the
University Technology
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Building Materials Engineering

By
Muntadher J. Taher
B.Sc. (Eng), 2010
University of Wassit

Supervised By

Asst. Prof. Dr. Maan S. Hassan

Dr. Zeyad M. Al-azawi

April 2013

Jamadi El-Ahkera 1434

Evaluation Some Properties of High Performance Concrete Reinforced with Steel Fiber

Abstract

Concrete may be regarded as high performance concrete (HPC) for several different reasons: high strength, high workability, high durability, and perhaps improved visual appearance. According to American Concrete Institute ACI, HPC is defined as a concrete meeting special combination of performance and uniformity requirements that cannot always be achieved routinely using conventional constituents and normal mixing, placing, and curing practices. The aim of this research is to evaluate the performance of high performance concretes (HPC) containing steel fiber, silica fume, and superplasticizer under the effect of standard and heat curing.

This study presents an experimental and analytical evaluation of mechanical properties, durability, and microstructure properties. The variables studied were: mixture proportions, age, and curing treatment methods. Four volume fractions of steel fiber with aspect ratio (fiber length/ fiber diameter) of 60 were used, 0, 0.5, 1.0, and 2.0 %. Incorporations of silica fume into the concrete were 0% and 15% as a cement replacement by weight. Two methods of curing were applied: 1) normal curing conditions, following the standard curing procedure, and 2) heat curing conditions, heat curing at 80 °C for five days in temperature controlled box, then at 100 °C in drying-oven for one day.

Concrete were prepared to have a slump around 170 mm at different water/binder ratios. An experimental investigation was carried out to specify and investigate some mechanical, durability and microstructure properties of High Performance Concrete. These properties include compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, direct tensile strength, static modulus of elasticity, rapid chloride penetration, electrical resistivity, X-ray diffraction, and fracture surface observations using scanning electron microscope.

Total number of (526) specimens were cast, cured either under normal or heat curing methods, and tested at different ages, following standard testing procedures.

Mechanical properties results of this study showed that the use of silica fume increase both all strengths and the modulus of elasticity of concrete. The enhancement rate however is more pronounced in later age for normal curing conditions and in early age in accelerated curing conditions. On the other hand, the addition of steel fiber into the high performance concrete improves tensile strengths significantly reached up to 115%. The degree of improvement is related to the percentages of steel fiber used. Volume fraction 2% seems to be the optimum value based on the flexural and tensile behavior. Similar behavior is observed from the modulus of elasticity test results.

Rapid chloride penetration test and electrical resistivity results reveal that specimens incorporating silica fume have higher resistance to chloride penetration and electrical conductivity. In contrast, steel fibers content have adverse effect on the concrete electrical and chloride penetrations resistivity, regardless the curing method used.

X-ray diffraction analyses indicated that the application of heat curing combined with using silica fume caused a significant decrease (consume) in Ca(OH)_2 content and increase in content of quartz, leading to enhance the fiber matrix interface and density the structure of the matrix. Fracture surface observation generally confirmed the results of X-ray diffraction. SEM images reveal reduction in cracks number and width in specimens containing silica fume. Fibers rupture as well as fibers pullout are also observed.

This study demonstrates the beneficial combined effect of silica fume, steel fiber, and heat curing on the strength and durability of high performance concrete.