

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



Behavior of Fiber Reinforced High Performance Concrete Columns

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

*By
Zainab Raad Mahdi
(B.Sc. Building and Construction Engineering 2006)*

*Supervised By
Asst. Prof. Dr. Wasan Ismail Khalil
Asst. Prof. Dr. Ikbal Naeem Gorgis*

June 2012

35-M-12

ABSTRACT

High performance concrete (HPC) is mainly used in high-rise buildings where it can significantly decrease the dimensions of columns, which makes it a more cost-effective choice for building than normal strength concrete. In seismic area, high performance concrete poses more problems, since it has less ductility in comparison with ordinary concrete. The aim of this investigation is to examine the combined confinement effect of fibers and transverse steel reinforcement (ties) on the behavior of reinforced HPC columns and to improve their ductility.

This study presents an experimental and analytical evaluation of strength and ductility of normal and high performance concrete short columns confined by tie reinforcement with and without steel fibers and polypropylene fibers. Sixteen square concrete columns (100×100×1000) mm were tested. The variables studied were, concrete strength type (normal and high performance concrete), volumetric ratio of longitudinal reinforcement (2.01%, 3.14% and 4.52%), volumetric ratio of lateral reinforcement (spacing between ties) (2.79%, 3.72% and 5.58%), volume fraction of fibers (0.5% and 0.75%), type of fibers (hooked steel fiber and polypropylene) and aspect ratio of steel fibers (100 (length 50mm and diameter 0.5mm) and 60 (length 30mm and diameter 0.5mm)). The column specimens were tested under concentric axial compression load.

The load axial strain relationship, ultimate strength and concrete axial strain were investigated. The mechanical properties of the concrete used in manufacturing columns were also investigated, which include, compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, and static modulus of elasticity, toughness and resilience. The results showed that the addition of steel fibers (volume fraction 0.75% and aspect ratio 100) for HPC improves

the compressive strength, splitting tensile strength, flexural strength, and static modulus of elasticity by about 9%, 75%, 64%, 3%, respectively. The toughness and resilience significantly improved for HPC with steel fibers relative to non fibrous concrete. Generally, the results also showed that the addition of fibers to normal and high performance concrete columns increases the maximum strength and improves their behavior. It was also found that the percentage increase in peak strength of columns at constant steel fiber volume fraction is slightly decreased with the increase in fiber aspect ratio. The percentage increase for HPC columns containing 0.75% steel fibers is about 42% and 21% for specimens with short and long fibers, respectively. Also, the results exhibited that the addition of 0.5% steel fibers with aspect ratio of 100 to NSC columns causes an increase in column peak strength of about 54% relative to non fibrous NSC columns, while the percentage increase for HPC columns containing the same steel fiber volume fraction and aspect ratio is about 23% in comparison with non fibrous HPC columns. This suggests that HPC requires more fibers to acquire the same percentage increase in strength and ductility as that provided by normal strength fibrous concrete. Thus, the same percentage of fibers had different effects on the behavior of two concrete mixes with different concrete strengths. The volumetric ratios of longitudinal and transverse reinforcement slightly affect the peak strength of column specimens. Finally the results show that the stress – strain relationship extend beyond the peak load for HPC columns containing long fibers (aspect ratio 100) with volume fraction 0.75% and reinforced with longitudinal bars with diameter 10mm and 12mm, which means that the ductility of these columns significantly improved.



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التكنولوجية
قسم هندسة البناء والانشاءات

سلوك الاعمدة الخرسانية عالية الاحياء المعززة بالالياف

رسالة مقدمة الى
قسم هندسة البناء و الانشاءات في
الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل درجة الماجستير علوم في
هندسة مواد البناء

اعداد

زينب محمد مهدي
(بكالوريوس هندسة بناء وادارة المشاريع 2006)

بإشراف

أ.م.د. وسن اسماعيل خليل أ.م.د. اقبال نعيم كوركيس

حزيران 2012

35-M-12

الخلاصة

تستخدم الخرسانة عالية الالاء في اعمدة الابنية متعددة الطوابق حيث انها تساعد في تقليل مقاطع هذه الاعمدة مما يجعلها الاختيار الاكثر اقتصاديا بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية. وقد تظهر بعض المشاكل في الابنية التي تنفذ في المناطق المعرضة للزلازل بسبب التصرف القصيف للخرسانة عالية الالاء بالمقارنة مع الخرسانة الاعتيادية. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد التأثير المشترك للالياف وحديد التسليح العرضي (الاطواق) على مقدار ضغط الحصر العرضي في الاعمدة الخرسانية عالية الالاء وتحسين مطيليتها.

تضمنت الدراسة جزئين عملي وتحليلي لتقييم المقاومة والمطيلية للاعمدة القصيرة من الخرسانة الاعتيادية والخرسانة عالية الالاء المحصورة بالاطواق غير معززة بالالياف وتلك المعززة بالالياف الفولاذية والياف البولي بروبيلين . تم فحص ستة عشر عمودا بابعاد (1000×100×100) ملم. شملت المتغيرات المدروسة، مقاومة الانضغاط للخرسانة (الخرسانة الاعتيادية، الخرسانة عالية الالاء)، النسبة الحجمية للتسليح الطولي (2.01%، 3.14%، 4.5%)، النسبة الحجمية للتسليح العرضي (2.79%، 3.72%، 5.58%)، النسبة الحجمية للالياف (0.5، 0.75%)، نوع الالياف (الياف فولاذية معقوفة، الياف البولي بروبيلين) والنسبة الباعية للالياف الفولاذية (60 بطول 30 ملم و قطر 0.5ملم)، 100، (بطول 50 ملم و قطر 0.5 ملم)). فحصت جميع الاعمدة تحت احمال انضغاط محورية.

تم تحديد علاقة الحمل بالانفعال المحوري ، المقاومة القصوى ، الانفعال الحاصل في الخرسانة. كذلك تم التحري على الخواص الميكانيكية للخرسانة المستخدمة في الاعمدة حيث شملت الدراسة مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانشطاري ومقاومة الانتناء ومعامل المرونة الستاتيكي والصلابة والرجوعية. اظهرت النتائج بان اضافة الالياف (بنسبة حجمية 0.75% والنسبة الباعية 100) الى الخرسانة العالية الالاء تحسن مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد الانشطاري ومقاومة الانتناء ومعامل المرونة الستاتيكي بحوالي 9%، 75%، 64%، 3% على التوالي. كما ان الصلابة والرجوعية تحسنت بشكل ملحوظ للخرسانة عالية الالاء بوجود الالياف الفولاذية بالمقارنة مع الخرسانة بدون الياف. كذلك اظهرت النتائج بصورة عامة ان اضافة الالياف الى الاعمدة تؤدي الى زيادة في المقاومة القصوى للاعمدة وتحسين سلوكها. كذلك وجد بأن نسبة الزيادة في المقاومة القصوى

للاعمدة بثبوت النسبة الحجمية للالياف الفولاذية قد انخفضت قليلا عند زيادة النسبة الباعية للالياف الفولاذية. حيث كانت نسبة الزيادة للاعمدة الخرسانية عالية الاداء الحاوية على 0.75% من الالياف الفولاذية حوالي 42%، 21% للنماذج الحاوية على الياف قصيرة وطويلة على التوالي. كما اظهرت النتائج بأن اضافة الياف فولاذية بنسبة حجمية 0.5% ونسبة باعية 100 الى الاعمدة الخرسانية الاعتيادية سببت زيادة في المقاومة القصوى للعمود بحدود 54% بالمقارنة مع عمود الخرسانية الاعتيادية غير المسلحة بالالياف، بينما بلغت نسبة الزيادة للاعمدة الخرسانية عالية الاداء الحاوية على نفس النسبة الحجمية والنسبة الباعية للالياف حوالي 23% بالمقارنة مع عمود الخرسانية عالية الاداء غير الحاوية على الياف. لذلك يقترح زيادة النسبة الحجمية للالياف في اعمدة الخرسانية عالية الاداء لغرض الحصول على نفس نسبة الزيادة في المقاومة والمطيلية الحاصلة في اعمدة الخرسانية الاعتيادية المسلحة بالالياف.

اي ان نفس النسبة الحجمية للالياف لها تأثير مختلف على سلوك الاعمدة ذات الخلطات الخرسانية مختلفة المقاومة. تبين ان النسبة الحجمية للتسليح الطولي والتسليح العرضي له تأثير قليل على المقاومة القصوى لنماذج الاعمدة الخرسانية. واخيرا فقد اظهرت النتائج ان علاقة الاجهاد بالانفعال للاعمدة الخرسانية عالية الاداء الحاوية على الياف فولاذية بنسبة حجمية 0.75% ونسبة باعية 100 والمسلحة بقضبان تسليح بقطر 10 ملم و12 ملم تمتد الى ما بعد الحمل الاقصى وعليه تتحسن المطيلية في مثل هذه الاعمدة.