

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



Strengthening of RPC Beams with External CFR in Torsion

A Thesis

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

By

Safa Mohammed Al-Zuabidi

(B.Sc. Civil Eng. / University of Technology /2008)

ABSTRACT

This research is an attempt to provide more experimental tests for Reactive Powder Concrete (RPC) beams strengthened by externally bonded CFR in pure torsion.

RPC is one of the developments in concrete technology. It is also known as an ultra-high performance concrete (UHPC) which is characterized by dense mix, high cement content, very high mechanical strength, high durability and contains in most cases steel fibers to decrease its brittleness.

Ten singly RPC beams were investigated; one was a plain unreinforced concrete beam without CFR, the second was the reinforced concrete reference beam without CFR, and the eight reinforced concrete beams were externally strengthened by CFR sheet. All beams were of the same cross section, length, and of the same concrete mix design. Nine beams have the same internal reinforcement. All 10 beams were cured in the same way. The experimental variables considered in the test program include, continuous sheets/strips, number of strengthened sides and sheets widths of CFR.

The mixing procedure used in this study presents a successful way to produce RPC with a cylinder (100X200 mm) compressive strength exceeding 115.65 MPa without heat curing.

Test results are discussed based on torque - twist behavior, influence of CFR on cracking torque, ultimate torque and failure modes.

Experimental results showed high improvement in the beams ability to resist torsion when strengthened by CFR sheet. The ultimate torque was increased up to 163.14% for reinforced concrete beam, strengthened in the form of continuous wrapping with respect to the unstrengthened reinforced concrete beam (control beam). On the other hand, the increase in the width of CFR strips in the form of closed stirrups leads to an increase in the ultimate torque, this increase was up to 128.66% for the beam B7 that was strengthened with 8-transverse CFR strips of 75mm width with respect to the unstrengthened reinforced concrete beam (control beam).

Using external longitudinal CFR strips is effective in increasing the interaction between the CFR and concrete section, this increase was up to 94.54% in the ultimate torque for the beam B5 that were strengthened with longitudinal 50mm wide \times 1500mm long CFR strips on each side.

الخلاصة

تتضمن هذه الدراسة تقديم نتائج وبيانات من دراسة عملية لتقوية عتبات خرسانة المساحيق الفعالة المقواة باللصق الخارجي لألياف الكربون في الالتواء .

تعتبر خرسانة المساحيق الفعالة هي احدى آخر نتائج التطور في تكنولوجيا تصنيع الخرسانة، وتعرف أيضا بالخرسانة فائقة الأداء. تتميز هذه الخرسانة بخليط ذو كثافة عالية ومحتوى عال من السمنت ومقاومة ميكانيكية وديمومة عاليتين وتحتوي خرسانة المساحيق الفعالة في معظم الأحيان على ألياف فولاذية لتقليل قصافتها.

نوقشت نتائج الاختبار على أساس عزم اللي - زاوية الدوران، تأثير CFR عزم اللي الاقصى ووسائط الفشل.

أسلوب الخلط الذي أستخدم في هذه الدراسة نتج عنه الطريق الأفضل لإنتاج خرسانة مساحيق فعالة ذات مقاومة انضغاط (للأسطوانة) تتجاوز (110,65)٪ (MPa) بدون استخدام الإنضاج بالحرارة.

تضمنت الدراسة صب عشر عتبات من خرسانة المساحيق الفعالة. ثمانى منها تمت تقويتها باللصق الخارجي لألياف الكربون بينما لم يتم تقوية إحداها لاعتبارها العتبة المرجعية وعتبة بدون تسليح داخلي إن أبعاد المقطع وطول العتبة والتسليح الداخلي ونسب الخلط للخرسانة وكذلك طريقة المعالجة وطريقة تسليط الحمل كانت متشابهة لكل العتبات بدون أي تغيير.

أن المتغيرات الأساسية التي جرى اعتمادها في الجانب العملي هي عدد شرائح ألياف الكربون مستمره ومن ثلاث جهات وعرض شرائح ألياف الكربون، مع أو بدون استعمال الإرساء الخارجي.

اثبتت النتائج العملية ان التقوية بالياف الكربون تقوم بدور ملحوظ في رفع كفاءة العتبات لمقاومة عزوم اللي وأظهرت النتائج التجريبية تحسين عالي في القدرة على مقاومة اللي في العتبات التي تعززها شرائح CFR وقد زادت من عزم اللي الاقصى بمقدار يصل إلى (163,14)٪ لعتبات الخرسانة المسلحة بتعزيزها في شكل التفاف مستمر مقارنة بالعتبات الخرسانية غير المقواة باستخدام الياف الكربون.

من ناحية أخرى، الزيادة في عرض شرائح CFR في شكل الشرائح المغلقة تؤدي إلى زيادة في عزم اللي الاقصى. وقد وصلت هذه الزيادة إلى 128,66٪ في العتبات التي تم تعزيزها مع 8 شرائح CFR عرض 75 ملم مقارنة مع العتبات الخرسانية غير المقواة.

ان استخدام شرائح CFR الخارجية الطولية كان فعالا في زيادة التفاعل بين CFR والمقطع الخرساني ، وقد وصلت الزيادة إلى (٩٤,٥٤)٪ في عزم اللي الاقصى للعتبات الخرسانية التي تم تعزيزها بشرائح اليف الكاربون الطولية بعرض ٥٠ ملم وطول ١٥٠٠ ملم طول من كل جانب.



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

تقوية العتبات المصنعة من خرسانة المساحيق الفعالة بألياف الكربون خارجيا والمعرضة للي

رسالة

مقدمه إلى قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية
كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الهندسة الإنشائية

من قبل

صفا محمد الزبيدي

(بكالوريوس هندسة انشائية ٢٠٠٨)