

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



Direct Shear Behavior of Carbon Fiber Reinforced Self- Compacting Concrete

A Thesis

*Submitted to the Department of Building and Construction Engineering
of the University of Technology*

*In Partial Fulfillment of the Requirements for the degree of Master of Science
in Structural Engineering*

By

Ghazwan Ghanim Jumah

(B. Sc. University of Technology, 2005)

ABSTRACT

This work presents an experimental and theoretical investigation for the behavior of connections produced by using self-compacting concrete and subjected to direct shear. The investigation also includes the effect of inclusion carbon fiber as reinforcement on self-compacting concrete (SCC) behavior in direct shear.

This study gives results of sixteen push-off or direct shear specimens in four groups. Variations include volume fraction for carbon fiber V_f 0.00%, 0.50 %, 0.75 % and 1.00 % for every percentage change in the steel reinforcement. The steel reinforcement $\rho_{vf}f_y$ values are 0.00 MPa, 2.66 MPa, 5.33 MPa and 7.99 MPa. The main material properties studied include compressive strength, splitting tensile strength and modulus of rupture. Measurements of deformations were made throughout testing.

The dimension of the shear plane in the push-off specimens was 170x185 mm. The shear reinforcement was normal to the shear plane. Specimens were cast by using SCC which is a kind of (high performance concrete) and reinforced with carbon fibers.

This work aims to investigate the direct shear behavior of SCC with or without carbon fiber at constant water to cementitious materials ratio of 0.3 by weight. It is found that using carbon fiber increased the direct shear strength. However, carbon fiber alone (without reinforcement) leads to brittle failure. In contrast, adding rebars leads to higher strain and more ductile behavior—increased shear capacity is obtained when higher steel quantity is used. The aim of adding carbon fibers was the increase of the horizontal strain (displacement). It was found in this study that the optimum percentage of volume fraction was 0.75 % for fresh and hardened concrete.

In addition, the effects of carbon fiber on the compressive strength of SCC lead to a drop in compressive strength compared with reference specimens. This drop

in f'_c was 2.39 %, 8.38 % and 13.58 %, respectively for 0.50 %, 0.75 % and 1.00 %. In contrast, the splitting tensile strength was increased by 3.34 %, 31.2 % and 18.2 % as compared with the cylinder strength without carbon fibers at 0.50 %, 0.75 % and 1.00 % respectively. The modulus of rupture was increased by 11.9 %, 21.99 % and 13.83% as compared with SCC without carbon fibers at 0.50 %, 0.75 % and 1.00 % respectively.

Based on push-off failure tests from this work and those available in the literature, two equations have been established using regression analysis (software DataFit) statistical methods are called M1 and M2. M1 depends on three variables f'_c , $\rho_{vf} f_y$ and V_f . In contrast, M2 depends on three variables f_{ct} , $\rho_{vf} f_y$ and V_f . Both methods have shown comparatively lower coefficient of variation (COV) values for the ratio of $v_{Exp.} / v_{Cal.}$ for 273 direct shear tests in literature, as compared with other methods of predicting direct shear strength.



$\mu = \text{K} \% = \text{XVI} \frac{1}{8}$
 $\text{X} \% \text{K} \% = \% \text{L} \% \text{K} \% = \text{F} \% = \text{VI}$
 $\text{X} \% \text{K} \% = \text{R} \% \text{C} \% = \text{VI}$
 $\text{X} \% \text{K} \% \text{V} \% \text{VIII} \% \text{R} \% = \text{K} \% \frac{1}{8} \text{, } \text{R} \% =$
 $\text{H} \% \text{I} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \%$
 $\text{m} = \text{H} \% \text{N} \% \text{ii} = \text{VI}$
 $\text{X} \% \text{L} \% \text{N} \% \text{ii} = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \%$

$$\begin{aligned}
 & \text{X} \% \text{L} \% \text{N} \% \text{ii} \text{, } \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \\
 & \text{X} \% \text{L} \% \text{N} \% \text{ii} \text{, } \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \\
 & \text{X} \% \text{L} \% \text{N} \% \text{ii} \text{, } \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% = \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \% =
 \end{aligned}$$

أطروحة مقدمة إلى

قسم هندسة البناء والإنشاءات الجامعة التكنولوجية

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في هندسة الإنشائية
 $\text{X} \% \text{L} \% \text{N} \% \text{ii} \text{, } \text{XIII} \text{IV} \% \text{L} \% \text{R} \%$

غزوان غانم جمعه

التكنولوجية 2005 الجامعة بكالوريوس -

الخلاصة

يقدم هذا العمل دراسة تجريبية و نظرية لسلوك مناطق الاتصال باستخدام خرسانة ذاتية الرص ، وفيه تم تحري تأثير ادراج الياف الكربون لخرسانة ذاتية الرص على سلوك القص المباشر. تقدم هذه الدراسة نتائج الفحص لستة عشر نموذج للقص المباشر في اربعة مجاميع. تضمنت المتغيرات المدروسة النسبة الحجمية لالياف الكربون والتي تراوحت من صفر الى 1 % مقابل تغير العامل $(\rho_{vf}f_y)$ منصفر الى 7.99 ميكاباسكال. كانت الخواص المدروسة هي: مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد بالانشطار ومعاملالكسر (الانحناء) مع قياس الانفعالات الافقية و الشاقولية للنموذج المفحوص. أن ابعاد مستوي القص النموذج المفحوص كانت 185x170 ملم و تم توزيع حديد التسليح ليكون عموديا على مستوي القص. و استخدام خرسانة ذاتية الرص (عالية الاداء) في صب هذه النماذج مع تدعيمها بالياف الكربون.

تحدد الهدف الرئيسي للبحث بمعرفة سلوك القص المباشر للخرسانة ذاتية الرص مع او بدون استخدام الياف الكربون. من خلال نتائج البحث وجد ان استخدام الياف الكربون قد ادت الزيادة مقاومة القص المباشر للخرسانة ولكنها لم تمنع حدوث الفشل الفجائي في حالة عدم وجود حديد التسليح الرئيسي. في حين ان وجود حديد التسليح الرئيسي بقي هو المسيطر على الانفعالات (التشوهات) القصحيث زادت مقاومة القص دائما بزيادة حديد التسليح. برز دور الياف الكربون جليا في تقييد الانفعالات (التشوهات) الافقية. كما وجد من خلال البحث بان النسبة الحجمية (0.75 %) لالياف الكربون كانت هي المثالية في حالتي الخرسانة الطرية و المتصلبة.

بالاضافة الى ذلك تمت دراسة تأثير الياف الكربون على مقاومة الانضغاط للخرسانة ذاتية الرص حيث انخفضت مقاومة الانضغاط اذا ما قورنت مع الحالة $V_f=0.00$ % . ذلك النقصان في مقاومة الانضغاط كان 2.39 % , 8.38 % و 13.58 % , على التوالي عندما كانت 0.50 % , 0.75 % , 1.00 % . بينما زادت مقاومة الشد بالانشطار بمقدار 3.34 % , 31.2 % و 18.2 % لنسبة الياف الكربون 0.50 % , 0.75 % , 1.00 % , على التوالي. ولقد زادت قيمة معامل الكسر بمقدار 11.9 % , 21.9 % و 13.8 % اذا ما قورنت بالعتبة ذات نسب الياف الكربون 0.50 % , 0.75 % , 1.00 % , على التوالي.

يقدم هذا العمل نتائج تجريبية و نظرية حول السلوك بالقص المباشر للخرسانة ذاتية الرص و اثر التسليح وكذلك الياف الكربون على ذلك. استند تحليل النتائج لهذه الدراسة و دراسات سابقة و قدم مقترحا لطريقتي تصميم: M1 و M2.

الاولى M1 تعتمد على ثلاثة متغيرات هي f_c, f_y, ρ_{vf} و V_f . بينما M2 تعتمد على ثلاثة متغيرات هي f_{ct}
عند مقارنة المقترحين مع الطرق الاخرى وجد بان النموذجين M1 و M2 يعطيان افضل و اقل
معامل تغاير (COV) ل 273 نتيجته اختبار لفحص القص المباشر