

*REPUBLIC of IRAQ*

*Ministry of Higher Education & Scientific Research*

*University of Technology*

*Building & Construction Engineering Department*



# **EXPERIMENTAL BEHAVIOR OF CONCRETE COMPOSITE DEEP BEAMS**

*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 Structural  
Engineering*

*By*

*Ayah Tareq Jawad*

*(BSc in civil engineering, University of Technology, 2010)*

## ABSTRACT

In this research an experimental study has been carried out on the behavior and strength of simply supported reinforced concrete (RC) and composite encased (steel plate I-section) deep beams.

The experimental work consists of eight simply supported composite deep beams (DB) which were constructed and tested under two symmetrical point loads. Tested beams have the same overall span of 1400 mm, with a cross section of 150 mm wide and 400 mm overall depth. The first deep beam was reinforced with main tension steel bars of (3Ø16mm), the other seven deep beams were reinforced by steel plates as I section shape, its top plate has a thickness of 2 mm with 60 mm width and 1300 mm length, the bottom plate has 6 mm thickness with 100 mm width and 1300 mm length which was resulted from the equivalent amount of the tensile reinforcement bars of (3Ø16mm). The study was performed on testing deep beams classified into four groups. First group was to study the influence of steel reinforcing type (steel bars reinforcing and steel plate reinforcing), second group was to study the influence of the concrete compressive strength  $f_c$  ( $f_c=24, 30$  and  $38$  MPa). Third group was to study the influence of shear-span/effective depth ( $a/d$ ) ratios ( $a/d=1, 1.2$  and  $1.4$ ), and the last group was to study the influence of steel plate web thickness (2, 3 and 4 mm).

The measurements made during the test of each beam, were: midspan vertical deflections, support horizontal displacement, concrete surface strains at different locations, flexural and inclined cracking and ultimate failure load.

The obtained experimental results demonstrate that when deep beam is reinforced with steel plate, the ultimate strength decreased by 9.13% in comparison with that reinforced by steel bars. When  $f_c$  is increased from 24 to

38 MPa the ultimate strength increased by 17.12%, and the final midspan vertical deflection decreased by 1.83%. When  $a/d$  ratios increased from 1.0 to 1.4 the ultimate strength decreased by about 3.82%, while the ultimate midspan vertical deflection increased by 50.57%. When the steel plate web thickness increased from 2 mm to 4 mm the ultimate strength increased by 6.58 %, and the final midspan vertical deflection decreased by 15.89%. In addition, the horizontal displacements are smaller than midspan vertical deflection in all tests, and it is certain that no slip occurs between concrete and steel section.

## الخلاصة

الهدف الرئيسي لهذه الرسالة هو إجراء دراسة عملية للعتبات الخرسانية العميقة المركبة بسيطة الاسناد، العميقة، المكونة من مقاطع حديدية (I-steel section) مطمورة كلياً في العتبة الخرسانية العميقة.

يتكون البرنامج العملي من صب ثمانية عتبات خرسانية عميقة مسلحة ثم فحصها تحت تأثير حملين مركزين متناظرين. كافة العتبات العميقة ذات فضاء متساوي (1400) ملم ذات مقطع ثابت بعرض (150) ملم وبعمق كلي (400) ملم.

العتبة الخرسانية العميقة الاولى (عتبة مصدرية) مسلحة بقضبان حديد تسليح شد مكونة من (3Ø16)، اما باقي العتبات السبعة العميقة الأخرى فهي مسلحة بأستخدام مقطع حديدي مصنع من صفائح حديدية بشكل (I- section) ، الجزء العلوي (Top Plate) من هذا المقطع متكون من صفيحة بسمك 2 ملم وبعرض 60 ملم و بطول 1300 ملم ، اما الصفيحة السفلية (Bottom Plate) للمقطع الحديد متكون من صفيحة بسمك 6 ملم وبعرض 100 ملم و بطول 1300 ملم والذي يكافئ كمية الحديد في قضبان الشد في العتبة المصدرية الاولى (3Ø16). الدراسة تضمنت تصنيف العتبات العميقة التي تم اختبارها الى اربع فئات، الفئة الأولى لدراسة تأثير التغير في نوع التسليح (قضبان حديد التسليح و صفائح حديد التسليح)، الفئة الثانية لدراسة تأثير تغيير مقاومة انضغاط الخرسانة ( $f_c = 24, 30 \text{ and } 38 \text{ MPa}$ )، الفئة الثالثة تشمل تغير نسبة مسافة القص البالعمق المؤثر ( $a / d$ ) حيث تم اخذ النسب (1)، 1.2 و 1.4، الفئة الاخيرة تشمل دراسة تأثير سمك صفائح حديد الوتر (2، 3 و 4 ملم).

تم اجراء عدة قياسات خلال اختبار العتبات وهذه شملت مايلي: الهطول الشاقولي بمنتصف العتبة، الازاحة الافقية للمسند، انفعال الخرسانة السطحي في مواقع مختلفة، الحمل المسبب لتشقق الانحناء والتشقق المائل والناتج من تأثير قوى القص بالاضافه الى قياس حمل الفشل الاقصى.

النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها من اختبار العتبات الخرسانية العميقة توضح ان تغيير نوع التسليح من قضبان حديدية الى صفائح حديدية ادى الى نقصان الحمل الاقصى بنسبة 9.13%. ان الزيادة في مقاومة الانضغاط للخرسانة من 24-38 MPa تزيد من قيمة الحمل الاقصى بنسبة 17.12%، في حين ان قيمة الهطول الشاقولي في وسط فضاء العتبة انخفضت بنسبة 1.83%.

اظهرت زيادة نسب ( $a/d$ ) من 1.0 الى 1.4 ان هناك انخفاض بالحمل الاقصى بنحو 3.82٪، وزيادة بمقدار الهطول الشاقولي في منتصف فضاء العتبة بمقدار 50.57٪. عندما زاد سمك صفائح الوتر من 2 الى 4 ملم زاد الحمل الاقصى بنسبة 6.58٪ ، بالإضافة إلى ذلك انخفض الهطول الشاقولي في منتصف فضاء العتبة بنسبة 15.89٪. وجد ان الازاحة الافقية للمسند هي أصغر من الهطول الشاقولي في منتصف فضاء العتبة في جميع الاختبارات، ولا يوجد اي انزلاق بين الخرسانة ومقطع الحديد.



جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التكنولوجية

قسم هندسة البناء والإنشاءات

## سلوك العتبات الخرسانية العميقة المركبة

رسالة مقدمة إلى

قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الهندسة الإنشائية

من قبل

آية طارق جواد شكر

(بكالوريوس هندسة بناء وإنشاءات / هندسة إنشائية 2010)

2015