

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



# **Behaviour of RC Flat Plate with Embedded Bearing Plate and Shear Connectors**

**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  
Doctor of Philosophy in Structural Engineering**

**By**

**Jawad Kadhim Al-Bayati**

**SUPERVISED BY  
Prof. Dr. Sabih Z. Al-Sarraf  
Asst. Prof. Dr. Jamal S. Abd Al-Amier**

**December 2010**

## *Abstract*

This study presents an experimental and numerical investigation on the influence of embedded shearhead reinforcement (steel plate) on the punching shear strength of reinforced concrete slabs.

The experimental work includes the investigation and testing of one control slab and twenty half scale models of slab-column connection of (1000mm x 1000mm x 70mm) simply supported along the four edges. The slabs were loaded by a central stub column. As well as, a series of tests carried out on construction materials and control specimens (cubes, cylinders and prisms).

Three groups of shearhead were used, first group (T) was made using a steel plate with T-section stiffeners, the stiffeners were fabricated to be with two lines welded on the tension face of the plates. A second group (H) was made using a steel plate with connectors, the connectors were fabricated to be with hat shape welded on the tension face of the plates. A third group (TH) is a combined of group (T) and group (H). The main variables studied were the dimension, thickness, direction of steel plate and effect of stiffeners, shear connector (number and distribution) on punching shear behaviour.

All deformations were recorded and studied at various stages of loading, deflection at the centre of the slab, at distance (150 mm) from the centre of the slab in two directions and at the edge of the tested slab out of support. Concrete strain in the tension face of the slab, cracks were observed and recorded. Maximum crack width and stresses were calculated in the critical section of the tested slab.

The results show that ultimate load capacity at failure increases by (36.26%) over the reference slab for group TH, (16.48%) and (10.99%) for group T and group H respectively. Also, the ultimate shear stress decreases about (30.09%)

%) for group H and 9below the reference slab for group T , (36.26%) and (25.2 group TH respectively.

The 8-node brick elements in (ANSYS) are used to represent the concrete , the steel bars are modeled as discrete axial members connected with concrete elements at shared nodes assuming perfect bond between the concrete and the steel. For shearhead plate, shear connectors and stiffeners , four-node shell elements are used.

The results are obtained by finite element solutions and show good agreement with experimental results.



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

## تصرف البلاطات الخرسانية المسلحة المستوية مع صفيحة التحمل المظمورة والروابط القصية

اطروحة مقدمة إلى

قسم هندسة البناء والإنشاءات في الجامعة التكنولوجية كجزء من متطلبات نيل  
شهادة دكتوراه فلسفة في الهندسة الإنشائية

من قبل

جواد كاظم البياتي

كانون الأول 2010

## الخلاصة

تقدم هذه الدراسة بحثاً عملياً وتحليلياً على البلاطات المستوية التي تحتوي على تسليح قص مطمور. هذا التسليح يتضمن استخدام صفائح حديدية مطمورة في البلاطة. يتضمن الجزء المختبري فحص عتبة سيطرة واحدة و 20 بلاطة بإبعاد (70x1000x1000) ملم ذات إسناد بسيط على حوافها الأربعة وتم تسليط الأحمال على العمود ذو المقطع المربع في وسط البلاطة. وكانت المتغيرات الأساسية هي: تأثير أبعاد وسمك واتجاه الصفائح الحديدية و تأثير عناصر التقوية وكذلك عدد وطريقة توزيع الروابط القصية المستخدمة في الصفائح الفولاذية.

تضم البلاطات ثلاث مجاميع اختبارية . المجموعة الأولى : فتتكون من صفيحة حديدية مقواة بخطين مزدوجين من مقاطع حديدية ذات مقطع حرف (T) لكلا الاتجاهين المجموعة الثانية روابط قصية موزعة على سطح الصفيحة الحديدية. أما المجموعة الثالثة فهي مركبة من المجموعتين الأولى والثانية.

تم قياس الهطول في مركز البلاطة, على مسافة (150) ملم من مركز البلاطة و في حافة البلاطة خارج المسند. تمت مراقبة التشققات, وتم قياس الانفعالات على سطح البلاطة المعرض للشد بالإضافة الى حساب الاجهادات على المقاطع الحرجة لكل بلاطة اختبارية.

اظهرت النتائج بان خصائص المقاومة والتشوهات تتأثر نتيجة تغير سمك وأبعاد الصفيحة الحديدية , بالإضافة إلى وجود المقويات و الروابط القصية. كذلك فإن قيمة الحمل الاقصى عند الفشل ازدادت بمقدار ( 36.26%) عن البلاطة المرجعية بالنسبة للمجموعة الثالثة بينما كانت الزيادة بمقدار (16.48)% و (10.99)% للمجموعتين الاولى والثانية على التوالي , كذلك فان استعمال الصفائح الحديدية كتسليح للقص الثاقب ينتج عنه نقصان باجهادات القص بمقدار (30.09)% عن البلاطة المرجعية بالنسبة للمجموعة الاولى بينما كانت الزيادة بمقدار (36.26)% و (25.29)% للمجموعتين الثانية و الثالثة على التوالي.

للتقصي النظري لسلوك السقوف المفحوصة مختبريا ، تم استخدام عناصر محددة

ثلاثية الابعاد لا خطية في برنامج العناصر المحددة ( ANSYS ). لتمثيل الأجزاء

الخرسانية حيث تم استخدام العناصر الطابوقية ذات الثمانية عقد، و لتمثيل قضبان التسليح

استخدمت عناصر محورية منفصلة (Discrete axial elements). أما الصفائح الحديدية

والروابط القصية و عناصر التقوية فقد تم تمثيلها باستخدام عناصر قشرية ذات اربع نقاط.

أظهرت النتائج بشكل عام حصول توافق جيد بين نتائج العناصر المحدودة مع النتائج

المختبرية .