

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



# SHEAR LAG IN REINFORCED CONCRETE T- BEAMS WITH WEB OPENINGS

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

**Ahmed Saad Hanon**  
(B.Sc. in Structural Engineering 2012)

1437

2016

## **ABSTRACT**

Most of the reinforced concrete systems are monolithic casting. During construction, concrete from the bottom of the deepest beam to the top of slab, is placed at once. Therefore the slab service is the top flange of the beam. Such a beam is referred to as a T-beam. In a floor system made of T-beams, the compressive strain is maximum over the web, drooping between the webs. The distribution of compressive strain on the flange depends on the relative dimensions of the cross section, span length, support and loading condition. For simplification, the varying distribution of compressive strain called (Shear Lag) can be replaced by an equivalent uniform distribution. This gives us an effective flange width, which is smaller than the real flange width. In this research, an extensive study is carried out 24 simply supported T-beams (sixteen without web openings and eight with web openings). Compressive strain distribution at the flanged is investigated in the presence of openings in the web to determine the effective width of flange compared with real flange width. Parametric study considered in this research includes longitudinal steel reinforcement, shear reinforcement, flange reinforcement, thickness and width of flange and clear span length were tested for T-beams without openings and T-beams with web openings (Rectangular and Circular) with effect of location (mid span and quarter), shape, number and size. According to the results of the present study and the comparison with different limitation standards and codes of practice, it's found that the web openings are the most critical factors affecting effective flange width, whereas the other parameters are slightly affected on effective

width. The web openings reduced the effective flange width by 15% (openings at mid span) and 5% (openings at quarter span) that compared with solid beams.

The parametric study have effect on the effective width with an increase by (5.66%, 14.15%) for compressive strength, (8.49%, 13.68%) for flexure reinforcement, (6.13%, 16.98%) for flange reinforcement, (2.36%, 4.72%) for shear reinforcement, (5.66%, 11.79%) for flange thickness, (9.44%, 13.21%) for clear span length.

Generally, standard codes of practice overestimate effective flange width due to concentrated load effect, and codes do not take into account the web opening effect. Based on the present results, sets of empirical equations are developed to estimate effective flange width in T-beams with and without web openings to be used in the design for concentrated loading type.

## الخلاصة

النظام الإنشائي للابنية الكونكريتية عادة يعمل كعمل واحد اي بمعنى عمل العتبات والسقوف معا, فإن العتبات تعمل مع السقوف كعمل مقطع (T), جزء من السقف يتحمل أجهادات انحناء والذي يسمى الجناح (Flange) فتظهر الاجهادات بالتوزيع على سطح السقف بشكل منحنى يبين العرض الفعال للعتبة الذي يشغل جزء من السقف هذا التوزيع يسمى بتخلف القص ( Shear Lag) اي بمعنى يوجد حد ادنى لانتهاه هذه الاجهادات وهذا الحد يقع ضمن جوانب العتبة تداخلا مع السقف لكن يتغير تبعا لظروف الاحمال والاشكال الهندسية للعتبات وكذلك نوعية العتبة من حيث الاسناد , يتم تكافىء هذا التوزيع بواسطه مستطيل مكافىء للشكل المنحنى وبالتالي يظهر العرض الفعال للسطح الذي على اساسه يتم التصميم .

في هذه الدراسة يتم استنتاج العرض الفعال لاربعة وعشرين عتبة ذات مقطع (T) التي تحتوي على فتحات وتريه بعدد ثمانية ز التي لا تحتوي على فتحات وتريه بعدد ستة عشر واهم العوامل التي سيتم دراستها هي التغير في مقاومة الانضغاط للخرسانة , حديد التسليح الطولي, حديد التسليح للجناح, حديد التسليح للقص, سمك الجناح, عرض الجناح, الفضاء الصافي و عدد وشكل وموقع الفتحات. والسبب كل المدونات التصميمية لا تأخذ بنظر الاعتبار العوامل المؤثرة على العرض الفعال مثل نوع الحمل وكمية حديد التسليح... الخ , تأخذ فقط التغير بالفضاء وسمك السقف. اذا سيتم دراسة العرض الفعال للجناح مع وجود فتحات وتريه ومقارنتها مع المدونات وبعض البحوث المهتمه بهذا المجال . بناء على النتائج المستحصلة من العمل المختبري وجد ان الفتحات الوترية تعمل على تقليل العرض الفعال للجناح بمقدار 15 % للفتحة الواقعة ضمن منتصف العتبة و5% للعتبة الواقعة ضمن ربع العتبة.

لقد أثرت العوامل على زيادة العرض الفعال بنسبة (5.66-14.15) % بالنسبة لمقاومة الانضغاط , (8.49-13.68) % لحديد الانحناء , (6.13-16.98) % لحديد الجناح , (2.36-4.72) % لحديد القص , (5.66-11.79) % لسمك الجناح , (9.44-13.21) % لفضاء الصافي.

بشكل عام نستنتج ان المدونات الخاصة بالتصميم تخمن العرض الفعال بشكل كبير عن ماهو واضح في هذه الدراسة ونوعية الحمل الذي يكون مرتكز وسط العتبة بناء على هذه النتائج تم استنتاج معادلة احصائية تجريبية لتخمين العرض الفعال لعتبات حاوية على فتحات وتريه لأستخدامها لأغراض التصميم.



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

# تخلف القص في العتبات الخرسانية المسلحة ذات المقطع T بوجود فتحات وتريّة

رسالة مقدمة الى قسم هندسة البناء والانشاءات في الجامعة التكنولوجية وهي  
جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في علوم الهندسة الانشائية

من قبل

أحمد سعد حنون

(بكالوريوس علوم في الهندسة الانشائية 2012)