

University of Mosul
College of Engineering



Numerical Investigation of the Performance of Perforated and Partially Encased Composite Steel Deep Beams

Abd Jasim Ahmed Jasim

M.Sc. Thesis

Science in Civil Engineering / Structures

Supervised By

Asst. Prof. Dr. Jasim Ali Abdullah

ABSTRACT

The use of self-connected concrete is a new technique of composite beams where the concrete passed into both side of steel beam through creating openings on the web of steel beams as a result its load carrying capacity will increase. The primary goal of this study is to create 3D non-linear finite element models of perforated and partially encased composite steel deep beams using ABAQUS software and validate the accuracy and reliability of these models against experimental tests carried out by other authors. The work was done on twenty-eight specimens under two concentrated loads with simple support condition. All steel beams have the same dimensions of cross-section (UB457x152x52) and span lengths of 2225mm. The specimens have been separated into two categories. The first category comprised fourteen steel profile specimens without encasing; two solid beams as control specimens and others with different web openings shapes (square and rectangle). The second category included fourteen partially encased composite beams reinforced with same profiles in the first category. In order to improve the self-connection for the composite beams built utilizing steel profiles that had square openings arranged in three rows along the depth of web, the stirrups were set passing through the square openings and tied to the longitudinal reinforcement.

This study investigated the effect of three main parameters; opening shape, web cutting ratio (22%, 34%, and 53%), and shear span to depth ratio (1.2 and 1.8) on the performance of specimens, as well as study the effect of concrete presence. The results showed that the specimens with square openings were higher load carrying capacity than those with rectangular openings and the load carrying capacity of

specimens decreases with web cutting ratio increase. All exposed specimens with web openings failed due to web-post buckling between the support and point load while those with concrete encasing failed by flexural and shear failure. The load carrying capacity of specimens increased with the shear span-to-depth ratio decrease. The composite specimens reinforced with perforated steel profiles gave higher composite action than those reinforced with solid profiles. Where the bearing capacity enhancement due to concrete presence for specimens with square openings ranging between (38.41%-190.53%) while for those with rectangular openings, because they are the weakest in exposed case, the concrete effect was higher than other specimens where the enhancement ranged between (97.08%-340.97%). The top and bottom flange axial stresses at mid span of composite beams were higher than exposed steel beams due composite action and bending mechanism. The concrete encasement has maintained the steel sections from local buckling by about (0.086%-13.71%).



جامعة الموصل

كلية الهندسة

التحري العددي لأداء الاعتاب الفولاذية العميقة المثقبة المركبة والمغلقة جزئياً

عبد جاسم احمد جاسم

رسالة ماجستير

علوم في الهندسة المدنية / انشاءات

بإشراف

أ. م. د. جاسم علي عبد الله

الخلاصة

يعد استخدام الخرسانة المتصلة ذاتيًا تقنية جديدة للأعتاب المركبة حيث تمر الخرسانة الى كلا جانبي الاعتاب الفولاذية من خلال إنشاء فتحات على وترة الاعتاب الفولاذية مما يؤدي إلى زيادة قدرتها على تحمل الأحمال. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد غير خطية للعناصر المحدودة للعوارض الفولاذية العميقة المثقبة والمغلقة جزئيًا باستخدام برنامج ABAQUS والتحقق من دقة وموثوقية هذه النماذج مقابل الاختبارات التجريبية التي أجراها مؤلفون آخرون. تم دراسة ثمانية وعشرون عينة تحت حملين مركزين تم تصميمها على أنها ذات اسناد بسيط بطول امتداد 2225 ملم. جميع الاعتاب الفولاذية لها نفس أبعاد المقطع العرضي UB457x152x52 ونفس الطول 2225 ملم. تم تقسيم هذه العينات إلى مجموعتين. تتكون المجموعة الأولى من أربعة عشر عينة من مقاطع فولاذية بدون غلاف. اثنتان عبارة عن اعتاب فولاذية صلبة من اجل المقارنة وأخرى بأشكال مختلفة من فتحات الوتر (مربعة ومستطيلة). المجموعة الثانية تتكون من اعتاب مركبة مغلقة جزئيًا بالخرسانة ومسلحة باستخدام نفس المقاطع الفولاذية كما في المجموعة الأولى. ومن أجل تحسين الارتباط الذاتي للأعتاب المركبة التي تم إنشاؤها باستخدام مقاطع فولاذية مثقبة ذات فتحات مربعة مرتبة في ثلاث صفوف على طول عمق الوتر، فقد تمت تقويته باستخدام حديد تسليح طولي مع تمرير حلقات تسليح عبر الفتحات المربعة وربطها بالتسليح الطولي.

بحثت هذه الدراسة في تأثير ثلاثة عوامل رئيسية؛ شكل الفتحة ونسبة قطع الوتر (22% و 34% و 53%) ونسبة امتداد القص إلى العمق (1.2 و 1.8) على سلوك هذه العينات، بالإضافة الى دراسة تأثير وجود الخرسانة. أظهرت النتائج أن العينات ذات الفتحات المربعة كانت ذات قدرة تحمل أعلى من تلك ذات الفتحات المستطيلة، كما وجد أن زيادة نسبة قطع الوتر تؤدي إلى انخفاض قدرة تحمل العينات. فشلت جميع العينات المكشوفة ذات الفتحات بسبب التواء ال (web-post) بينما فشلت تلك المغلفة بالخرسانة بسبب فشل الانحناء والقص. زادت قدرة التحمل للعينات مع انخفاض نسبة امتداد القص إلى العمق. تظهر العوارض المركبة المسلحة بمقاطع فولاذية مثقبة أداءً مركبًا أفضل من تلك المسلحة بمقاطع صلبة. حيث تتراوح زيادة قدرة التحمل نتيجة وجود الخرسانة للعينات ذات الفتحات المربعة بين

(38.41% - 190.53%) بينما العينات ذات الفتحات المستطيلة، لأنها الأضعف في الحالة المكشوفة، كان تأثير الخرسانة أعلى من العينات الأخرى حيث زيادة قدرة التحمل تراوحت بين (97.08% - 340.97%). لقد وجد أن الاعتاب المركبة تظهر اجهادات محوريّة أعلى مقارنة بالأعتاب الفولاذية المكشوفة بسبب وجود الخرسانة نتيجة للتأثير المركب والعينات المركبة التي تميل إلى آلية الانحناء. حافظ الغلاف الخرساني على الاعتاب الفولاذية من الالتواء المحلي الذي يمكن أن يحدث مقارنة بالأعتاب الفولاذية بدون غلاف خرساني بنسبة (0.086% - 13.71%).