وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

أداء القص والإنحناء للعتبات المركبة المغلفة جزئيا ذاتية التوصيل

رسالة تقدمت بها

أطياف عبدالعزيز معروف العبيدي

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير علوم في الهندسة المدنية / إنشاءات

بإشراف

أ.م. د. صهيب يحيى قاسم

م. د. جاسم علي عبدالله

1443 هـ

2022 م

الخلاصة

يعد استخدام الربط بواسطة فتحات الوترة في الأعتاب المركبة من إحدى الطرق الحديثة لربط الخرسانة بالحديد في المقاطع المركبة للحصول على بناء أخف وبكلفة اقل بالأضافة الى انها تعزز قدرة المنشأعلى تحمل اعلى ومطيلية بشكل أفضل من الاعتاب المركبة التقليدية.

تهدف الدراسة الحالية الى التحري عن سلوك الأعتاب الحديدية المثقبة في منطقة الوترة و مقارنتها مع الأعتاب المركبة المغلفة جزئيا باستخدام أشكال مختلفة من الفتحات، و للوصول الى معرفة ذلك تم تقسيم العمل إلى جزئين: ركز الجزء الاول على انتاج خرسانة ذاتية الرص (SCC) لما لها من أهمية في اعداد المقاطع المركبة، إذ تم إعداد المزجة بإضافة حجر الكلس بمقدار ($75\ kg/m^3$) و ملدن فائق بنسبة (1%) من وزن المواد الجافة(الإسمنت +حجر الكلس) وكذلك إضافة المادة الرابطة (PVA) بنسبة (2%) من وزن المواد الجافة(الإسمنت +حجر الكلس) لتحسين التصاق الخرسانة بالحديد. تمت دراسة عدد من الخواص للخرسانة الطرية التي تشمل (مقاومة المرور والاجتياز، قابلية الجريان والانتشار، مقاومة الخرسانة للعزل)، وكذلك دراسة بعض الخواص للخرسانة الصلبة التي تشمل (مقاومة الانضغاط ومقاومة الانشطار).

هذا وقد تضمن الجزء الثاني من الدراسة تحري سلوك الأعتاب الحديدية والأعتاب المركبة المغلفة جزئيا بالخرسانة باستخدام أشكال مختلفة من الفتحات (المربعة، الدائرية، المستطيلة) ودراسة أشكال الفشل، وقد تم إجراء الفحص بتسليط حمل مركز بسيط الاسناد على (8) أعتاب بطول (2 m) مقسمة الى مجموعتين بواقع أربعة نماذج لكل مجموعة: المجموعة الأولى تضم الأعتاب الحديدية المثقبة واحداها صلدةً من أجل المقارنة. أما المجموعة الثانية فتضم الأعتاب المركبة والمسلحة بما يماثلها من الأعتاب الحديدية فضلاً عن العتب ذو الفتحات المربعة فقد تمت تقويته بحديد تسليح طولي وحلقات تمر عبر فتحاته لتحسين الترابط الذاتي. أظهرت نتائج الفحص أن الأعتاب المركبة و المسلحة بمقاطع مثقبة أعطت ترابطا جيدا مقارنة بالعتب المركب المسلح بمقطع صلد (خالي من الفتحات)، كما أدى وجود الخرسانة الى زيادة في قابلية التحميل بنسبة(30%–50%) والمحافظة على وترة الأعتاب من الفشل بتقليل تشوه الانبعاج المحلي

(Local Buckling Deformation) بحدود (8%-11%). كما أن لأشكال الفتحات تأثير على تصرف كل عتب حيث كان للفتحات المربعة تأثيرا ايجابيا على الترابط الذاتي بسبب ترتيب الفتحات ووجود الخرسانة المسلحة.

كما أظهرت نتائج التجارب العملية ان العتب الحديدي المثقب ذا الفتحات المربعة أبدى أعلى قيمة مطيلية (Ductility) تصل الى حوالي (5.21) بينما كان اعلى انحراف هو للعتب ذو الفتحات المستطيلة يصل بقدار (0.0533). فضلاً عن ذلك، تبين النسبة بين العزوم المحسوبة من النتائج العملية و المحسوبة من النظرية الخطية لتوزيع إجهادات الانحناء للأعتاب المحملة أن المقطع الصلد أبدى تصرفا خطيا لحين حدوث خضوع الانحناء. أما بالنسبة للمقاطع المثقبة اظهرت قيم عالية للعزوم المعتمدة على النظرية الخطية لتوزيع الاجهادات للمقاطع مقارنة بالعزوم المحسوبة من الجزء العملي ويعود ذلك إلى حدوث الفشل المحلي لوترة المقاطع المثقبة التي أدت الى حدوث خلل في توزيع إجهادات الانحناء.

هذا واثبتت الدراسة ان النظرية الخطية لتوزيع الإجهادات والإنفعالات لاتنطبق على المقاطع الحديدية المثقبة عمليا بسبب ضعف وترة هذه المقاطع وحدوث فشل الانبعاج المحلي لها قبل وصول المقاطع الى فشل الخضوع.

University of Mosul

College of Engineering

Civil Engineering Department

Shear and Flexural Performance of Partially-Encased Composite Self-Connected Beams

A Thesis Submitted

By

Atyaf AbdulAzeez Maaroof Al-Obaidi

To

The Council of College of Engineering

University of Mosul

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of M.Sc.

In

Civil Engineering (Structures)

Supervised by

Assist Prof. Dr. Suhaib Yahya Kasim

Dr. Jasim Ali Abdullah

2022 A.D **1443 A.H**

Abstract

The self-connected partially encased composite beams may be used rather than the conventional composite beams; those are connected by the concrete passing through the web-openings of the perforated profiles which works as shear connectors. This technique minimizes the construction cost and enhances the load carrying capacity and ductility of this kind of structures better than the conventional composite beams.

The present work investigates the performance of perforated steel and partially-encased composite self-connected simply supported beams applied at three-points of loading. In order to achieve this goal the work is divided into two parts:- the first part deals with the production of self-compacting concrete. The mix proportion was limestone (75 kg/m^3), superplasticizer (1%) by weight of (cement and filler) and (2%) of PVA also by weight of (cement and filler). Some of fresh concrete properties are tested like flow, spreading, passing, separation and segregation resistance. Some of the properties of hardened concrete are also measured like the compressive and splitting strength.

The second part of the experimental study included investigating the behavior of steel beams and partially encased composite beams. The shape of web-openings was taken as a parameter. The openings' shapes of perforated steel profiles and composite beams were square, rectangular and circular. The solid steel profiles are taken as control beams in both exposed and encased specimens. Eight tested specimens are divided into two groups: The first group includes the solid and the perforated steel beams and the second group includes composite beams reinforced with similar profiles. The composite beam constructed using perforated steel profile with square openings was reinforced with conventional reinforcement, and setting its stirrups passing through the openings to improve the self-connection.

The test results indicate that the composite beams reinforced with perforated steel profiles exhibit higher composite performance than that reinforced with solid profiles. The concrete encasement minimizes the local deformation which improves the performance of the perforated steel profiles (50-300%), that leading to more ductile behavior and higher dissipation of energy. The square openings provide higher connectivity than other shapes due to the better arrangement of openings and presence of reinforced concrete. Also, the

ductility coefficient and the ultimate curvature of perforated steel beams were more significant than those of the solid specimen. The perforated specimen with square openings exhibited the highest ductility coefficient (5.21), while the curvature of specimen perforated with rectangular openings was the highest (0.0533).

In addition, the ratio of the moment calculated from the experimental results to that calculated using the linear theory of stress distribution. The solid steel beam showed a linear behavior until the flexural yield occurred at the flanges, while the predicted moments of the perforated steel beam were higher than that experimentally measured. this difference can be attributed to the occurring of the local buckling failure of web.