

Ministry of Higher Education and Scientific Research

University of Mosul/College of Engineering

Civil Engineering Department



Investigating the Behavior of Steel-Concrete Composite Arch Beams with Different Types of Shear Connectors

**M.Sc. Thesis in
Civil Engineering / Structures**

**Presented by
Yousif Thaker Hazim Ali**

**Supervised by
Professor Dr. Suhaib Yahya Kasim
Lect. Dr. Kaythar Abdulwahab Ibrahim**

2023 A.D.

1445 A.H.

ABSTRACT

An Arch beam made of a steel-concrete composite is utilized in the field of civil engineering for carrying high loads, causing it to convert bending strain energy to inplane strain energy also, it needs larger loads to apply bending action and tension at the bottom. The impact of the shear connector type on the behavior of such a beam with normal concrete was the first parameter of this study, the experimental test was carried out by adopting four types of shear connectors. a stud, an angle, a perfobond, and a rebar connector.

The second parameter involved two different composite section types: steel I-section-concrete composite arch members (SICM) and steel plate-concrete composite arch members (SPCM). A total of eight samples were prepared in two groups, the first group used the SICM and four connector types to get four samples: stud (SI), angle (AI), perfobond (PI), and rebar connector (RI). The second group used the SPCM and the same connectors to get: (SP), (AP), (PP), and (RP), respectively. All samples were tested under one concentrated load at the top of the arch with two hinge at each side.

For all samples, the SICM introduces a higher ultimate load than the SPCM. The SPCM is found easier to implement and can be utilized for constructing low-load arch members at the lowest cost. The failure shear crack in all samples appears at the top of the concrete in the arch beam crown and extends to the bottom, making an angle between 30-45 degrees. It was concluded that the main reason for the failure was due to high vertical slips for the top connectors; therefore, the connectors should be designed to resist high tensile forces. In

comparison to other connectors, the stud connector (SI and SP) increased the ductility index for both the SICM and SPCM samples.

For the SICM, the maximum load causing the first crack was recorded at the RI sample and the minimum at the SI sample. Regarding ultimate loads, all samples were close to each other, but the PI samples recorded a maximum ultimate of 14.2% compared to the SI sample. The maximum ductility index was recorded for the sample SI while the lowest was for the RI sample.

For the SPCM, the minimum load causing the first crack was recorded for the AP sample and the maximum for the PP sample. The SP sample gave the maximum ultimate load and deflections while the minimum ultimate load was for the RP sample. The maximum ductility index value was introduced by sample SP, whereas the lowest was for sample AP.

A push-out test for the four connector types was also conducted. It is recorded that; the ultimate load was (103.4 KN) for the perfobond shear connector while the minimum was for the angle connector (61.9 KN). The rebar connector introduced maximum displacement at the ultimate load (6.9 mm) while the minimum was for the stud connector (3.02 mm).



جامعة الموصل

كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

تحري سلوك العتبات المقوسة المركبة حديد - خرسانة بأستخدام

أنواع مختلفة من روابط القص

رسالة ماجستير مقدمة من:

يوسف ذاكر حازم علي

الى

مجلس كلية الهندسة جامعة الموصل كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في الهندسة

المدنية / الانشاءات

بإشراف

أ.د. صهيب يحيى قاسم

م.د. قيثار عبدالوهاب إبراهيم

الخلاصة

تستخدم الاعتاب المقوسة المركبة حديد-كونكريت في الهندسة المدنية لمقاومة الاحمال العالية. كان المتغير الاول لهذه الدراسة هو تأثير انواع روابط القص على سلوك هذا النوع من الاعتاب حيث تم الفحص العملي باعتماد أربعة أنواع من روابط القص: رابط قص مسمار (Stud) ، رابط قص زاوية (Angle)، رابط قص بيرفوبوند (Perfobond) ، و رابط قص قضيب تسليح (Rebar) .

تضمن المتغير الثاني للبحث استخدام نوعين من المقاطع المركبة: عتب مقوس مركب باستخدام مقطع حديد (I) - خرسانة (SICM) وعتب مقوس مركب باستخدام ألواح حديد-خرسانة (SPCM) . تم تحضير ثمانى نماذج في مجموعتين ، الأولى استخدمت SICM وروابط القص الاربعة للحصول على أربع نماذج: مسمار (SI)، زاوية (AI) ، بيرفو بوند (PI) ، قضيب تسليح (RI) . المجموعة الثانية استخدمت المقطع SPCM ونفس روابط القص للحصول على (SP) و (AP) و (PP) و (RP) على التوالي. تم فحص جميع النماذج تحت حمل واحد مركز في أعلى القوس مع مساند ثابتة عند كلا الطرفين.

بالنسبة لجميع النماذج، كانت النماذج الاربعة من نوع (SICM) حمولة نهائية أعلى من (SPCM). وجد أن (SPCM) أسهل في التنفيذ ويمكن استخدامه لبناء أعتاب مقوسة منخفضة التحميل بأقل تكلفة. ظهر صدع فشل القص في جميع النماذج في الجزء العلوي من خرسانة العتب المقوس ويمتد إلى الأسفل مشكلاً زاوية تتراوح بين 30-45 درجة. وقد تم التوصل إلى أن السبب الرئيسي للفشل يعود إلى الانزلاقات الرأسية العالية لروابط القص العلوية؛ لذلك،

يجب تصميم الروابط بحيث تقاوم قوى الشد العالية، ويجب وضع قضيب التسليح العرضي وحجمه بعناية. بالمقارنة مع الروابط الأخرى، أدى رابط القص نوع المسمار (SI و SP) إلى زيادة مؤشر الليونة لكل من عينات (SPCM و SICM).

بالنسبة لـ (SICM)، تم تسجيل الحمل الأقصى الذي تسبب في الشق الأول في نموذج (RI) والحد الأدنى في نموذج (SI). فيما يتعلق بالأحمال النهائية، كانت جميع النماذج قريبة من بعضها البعض، ولكن نماذج (PI) سجلت أقصى حد قدره 14.2% مقارنة بنموذج (SI). تم تسجيل الحد الأقصى لمؤشر الليونة لنموذج (SI) بينما كان الأدنى لنموذج (RI).

بالنسبة لـ (SPCM)، تم تسجيل الحد الأدنى للحمل المسبب للكسر الأول لنموذج (AP) والحد الأقصى لنموذج (PP). أعطت نماذج (SP) أقصى حمل نهائي وانحراف بينما كان أقل حمل نهائي لنموذج (RP). تم تقديم الحد الأقصى لقيمة مؤشر الليونة بواسطة نماذج (SP)، في حين كانت أدنى قيمة لنموذج (AP).

تم أيضًا إجراء اختبار الدفع لأنواع الروابط الأربعة. حيث أنه كان الحمل النهائي لروابط القص (perfobond) بينما كان الحد الأدنى لروابط القص نوع الزاوية. أظهر رابط القص حديد التسليح نوع (rebar) أقصى إزاحة عند الحمل النهائي بينما كان الحد الأدنى لروابط القص المسماري.