وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل – كلية الهندسة

قسم الهندسة المدنية

التحري العملي لسلوك الاعتاب الخرسانية المسلحة المقوسة

سعدي معن سعدالدين الدباغ

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة المدنية / إنشاءات

بإشراف

ألاستاذ المساعد

الدكتور صهيب يحيى قاسم الدرزي

1443هـ

2022م

الخلاصة

العتبات الخرسانية يمكن أن تكون مقوسة بالاتجاه العمودي وتستخدم عادة في المباني والجسور لزيادة التحمل نتيجة لوجود قوة الضغط المسلطة على مقطع العتب ضمن فضاء القوس. عادة ما تتعرض الأعتاب الخرسانية المسلحة المقوسة لعدة مشاكل قد تؤدي الى تدهور خصائص المواد بمرور الوقت أو عدم الأخذ بنظر الاعتبار لبعض الأحمال في التصميم الأولي أو زيادة في الأحمال المسلطة عليه عند تغيير الاستخدام او تغيير الحمل التصميمي. قد تؤدي هذه المشاكل إلى أن تصبح هذه الأعتاب الخرسانية المسلحة غير آمنة. في مثل هذه الحالات يجب ايجاد الحلول وطرائق المعالجة التي يمكن استخدامها في تقوية هذا النوع من العتبات الخرسانية المقوسة لجعلها آمنة أو كافية لتحمل الأحمال الإضافية. وجد من خلال مراجعة الدراسات السابقة أن اغلب البحوث والفحوصات المختبرية التي تم اجراؤها على العتبات المقوسة اقتصرت على دراسة تعزيز الاقواس بواسطة البولمرات المقواة بالياف الكاربون، كذلك دراسة الفتحات في العتب المقوس ومعالجتها بالياف الكاربون البولمرية (CFRP) فقط، كما تم استخدام انواع خاصة من الخرسانة في الاقواس الخرسانية المسلحة فضلا عن دراسات أخرى كاختبار المقاومة القصوى للاقواس الخرسانية المسلحة او دراسة الدفع الجانبي لها. لم تاخذ الدراسات السابقة بنظر الاعتبار وجود عمود للاسناد في الجانبين مع تقوية الفتحات باستخدام التقوية بمونة السمنت البولمرية فقط او التقوية بمونة السمنت البولمرية مع تعزيزها بالياف الكاربون البولمرية، وكذلك معالجة التشققات.

في هذه الدراسة تم اختبار (10) نماذج خرسانية مسلحة مقوسة على شكل مقطع دائري تحتوي على اعمدة في كلا الطرفين وفحصها تحت حمل مركز واحد في المنتصف واستخدام مساند ثابتة، و قد تمت دراسة تأثير تغيير طريقة التحميل للعتب المقوس الى نقطتي تحميل في النموذج (ML) و تغير موقع الحمل الى ربع الفضاء كما في النموذج (QL)، وتغير نوع الاسناد للعتب الى مفصل متدحرج من احد الاطراف كما في النموذج (RS)، واضافة حديد تسليح وسطي الى العتب في النموذج (MR)، وزيادة حديد التسليح في اعمدة المساند كما في النموذج (Cr)، ومعالجة التشققات بالحقن بالايبوكسي وكذلك تقويتها بواسطة ألياف الكاربون بشكل موازٍ للشق في النموذج (Ic1) وعمودي على الشق في النموذج (Ic2)، وأخيرا معالجة الفتحات وتأهيلها بمونة السمنت البولمرية اما من دون تدعيمها بصفائح ال(CFRP) كما في النموذج (Hc1) او مع تدعيمها بصفائح ال(CFRP) في النموذج (Hc2). تمت دراسة تأثير

تغاير حمل التشقق الاولي وحمل الفشل الاولي والحمل النهائي والذي سمي بحمل الكسر مع شكل الفشل والازاحات العمودية والجانبية المقابلة لها. وجد من الاختبارات و بالمقارنة مع النموذج القياسي أن النماذج التي تغيرت فيها طريقة التحميل ظهرت فيها التشققات بشكل مختلف فضلا عن حصول تفاوت واضح في قيم الحمل حيث زادت قابلية تحمل النموذج (ML)مقارنة بالنموذج القياسي بمقدار (3.65%) توزيع الحمل على النموذج الى نقطتين للتحميل. و اما تحميل النموذج (QL) عند ربع الفضاء قلل من مقدار تحمل النموذج بمقدار (55.68%) مقارنة بالنموذج القياسي. اما اضافة حديد التسليح الوسطي للعتب (MR) فقد قللت من ظهور التشققات مع زيادة في قابلية تحمل النموذج للحمل المسلط بمقدار (1.56%) اما عند تقوية الاعمدة باضافة حديد التسليح في النموذج (Cr) زاد ذلك من جساءة الاعمدة و هذا ما ادى الى زيادة قابلية تحمل النموذج بمقدار (40.9%). وعند تغير نوع الاسناد في النموذج (RS) حصل تغير في شكل التشققات وقيم الحمل حيث قل حمل الفشل الاولي بمقدار (44%) مع زيادة واضحة للازاحة الافقية للمسند المتحرك عند الفشل النهائي للنموذج بمقدار (94%). أدت طريقة التقوية المستخدمة في النموذج الذي يحتوي على فتحة ومقوى بواسطة مونة السمنت البولمرية مع بصفائح ال(CFRP) إلى زيادة حمل الكسر مقارنة بالنموذج الذي يحتوي على فتحة تمت تقويتها بواسطة مونة السمنت البولمرية فقط بمقدار (3.3%). أدت طريقة التقوية المستخدمة في النموذج الذي يحتوي على شق ومقوى بالحقن مع بصفائح ال(CFRP) بشكل موازٍ للشق إلى زيادة حمل الكسر بمقدار (30%) مقارنة بالنموذج الذي يحتوي على شق ومقوى بالحقن مع صفائح ال(CFRP) بشكل عمودي على الشق.

Republic of Iraq
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Mosul/College of Engineering
Civil Engineering Department

Experimental Investigation for the Behavior of Reinforced Concrete Arched Beams

Saadi Maan Saad Al-deen

Master of Science in Civil Engineering / Structural

Supervised By

Assistant Professor

Dr. Suhaib Yahya Kasim Al-Darzi

2022 A.D . 1443A.H

Abstract

The beams might be arched in vertical directions and used to enhance the resistance of the straight beam since the applied load is converted to horizontal and vertical forces to cause compressive stress at the beam section in addition to the flexural stress across the section. The concrete arch beams are used in large spans in buildings, bridges, etc.

Some defects in design, degradation of the material properties, increasing weights, and changing the function of the building during the building's lifetime may cause unexpected damage to the beam. The concrete arch beams in these situations must be strengthened to make them safe or strong enough to support the loads. Most laboratory testing and studies on arched beams focused exclusively on retrofitting using carbon fiber-reinforced polymers (CFRP) for openings in arched beams or reinforcing by (CFRP). Other research projects included determining the maximum resistance of reinforced concrete or analyzing its lateral thrust. The existence of a supporting column on both sides, the reinforcing of openings using simply polymeric cement mortar or polymeric cement mortar with reinforcement using (CFRP), and the treatment of cracks were not considered in earlier studies.

In the present study, ten reinforced concrete arch beams were fabricated and tested experimentally. The work includes supporting both ends by using fixed support and applying a single load at midspan. Studies have been done on the effects of altering the arch beam's loading mechanism on two loading locations in the model (ML) and altering the load position to a quarter of the space as in the model (QL). With the (MR) model's inclusion of intermediate reinforcing steel to the beams and the (Cr) model's increased reinforcing steel in the support columns, the type of support for the beam was altered to a roller support from one end, as in the (RS) model. The treatment of openings and their rehabilitation with polymer cement mortar, either without reinforcement with

CFRP sheets as in the model (Hc1) or with reinforcement with CFRP sheets in the pattern shown in (Hc2), the treatment of cracks by injection with epoxy and strengthening them with carbon fibers parallel to the crack in the model (Ic1) and perpendicular to the crack in the model (Ic2). The shape of the failure and the related vertical and lateral displacements were used to study the effect of the variation of the initial crack load, initial failure load, and ultimate load, also known as the fracture load. The results of the tests and comparison with the standard model revealed that the models with altered loading methods, cracks that manifested in various ways, and a glaring discrepancy in the load values had loading capacities that were (3.65%) higher than those of the standard model when the load was distributed between two points on the model. In terms of loading the model (QL) at a quarter of the space, it had a lower loading capacity by (55.68%). While strengthening the columns by including reinforcing steel in the model (Cr) increased the stiffness of the columns and this led to an increase in bearing capacity by (40.9%) , adding the median steel reinforcement for the lintel (MR) reduced the appearance of cracks with an increase in the bearing capacity of the model for the applied load by (1.56%). The shape of the cracks and the load values changed when the type of support in the RS model was altered. The initial failure load dropped by (44%) with a pronounced rise in the horizontal displacement of the movable column at the model's final failure by (94%). When compared to a model with a hole reinforced just by polymeric cement mortar, the fracture load was enhanced by 3.3% by the method of reinforcement used in the model with a hole reinforced by (CFRP) sheets. In comparison to a model with a crack and injection reinforced with CFRP sheets perpendicular to the crack, the fracture load was raised by 30% by the method of reinforcement utilized in the model with a crack and injection reinforced with CFRP sheets parallel to the fissure.