UAEU جامعة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates University

The College of Graduate Studies and the College of Engineering Cordially Invite You to a

PhD Dissertation Defense

Entitled

STRUCTURAL BEHAVIOR OF CORRODED REINFORCED CONCRETE BEAM ELEMENTS REPAIRED WITH FABRIC-REINFORCED MATRIX COMPOSITES

By

Youssef Ibrahim Youssef Ibrahim Elmezayen

ID: 202090223

Faculty Advisor

Prof. Tamer El Maaddawy

Department of Civil and Environmental Engineering

College of Engineering

Date & Venue

14 November 2024, 8:00 pm

Building F3, Room 134

Abstract

Advanced methods for rehabilitation of reinforced concrete (RC) beams with corroded reinforcement were designed and implemented in this research. The nonlinear flexural and shear behaviors of RC beams with corroded reinforcement repaired with fabric-reinforced matrix (FRM) composites were investigated. Numerical simulation models were developed to predict the flexural response of flexure-deficient continuous RC beams before and after repair with FRM composites. A novel sustainable repair solution that involves the use of cement-free geopolymeric matrix reinforced with nonmetallic fabrics was also introduced for rehabilitation of shear-critical RC beams with corroded stirrups. Simplified and easy-to-use analytical approaches were adopted to estimate the strength of the beams before and after repair with FRM composites. Laboratory tests were conducted to validate the modeling predictions. The experimental campaign related to the flexural behavior included testing of 15 continuous RC beams with corroded reinforcement of various severity of 10 to 40% cross-sectional loss in either the sagging or hogging region. Seven corroded beams were kept unrepaired, whereas seven corroded beams were repaired with carbon fabric-reinforced cementitious mortar (C-FRCM) composites. One virgin beam served as a benchmark. Test results showed that RC beams with 20–40% sagging corrosion exhibited a load capacity reduction of 9–15%, while those with hogging corrosion had a maximum reduction of 9%. The C-FRCM repair technique designed and implemented in this research successfully recovered the flexural performance of the virgin beam. The behavior of the flexure-critical continuous RC beams predicted numerically was in good agreement with that obtained from the experiments. The experimental campaign related to the shear behavior included testing of 10 shear-critical RC beam specimens with various levels of stirrup corrosion. Test variables included the level of corrosion damage in the stirrups, 15 and 50%, the type of the reinforcing fabrics, carbon (C) and polyparaphenylene benzobisoxazole (PBO), and the type of the matrix, geopolymeric and cementitious. A virgin uncorroded-unrepaired RC beam acted as a reference. The results showed that RC beams with 15 and 50% stirrup corrosion experienced respective shear strength reductions of 12 and 34%. The geopolymer-based FRM repair solution developed and implemented in this study was effective in restoring the original shear strength of the virgin beam, with a performance reaching 83–100% of that of the cement-based FRM repair solution. The analytical methodology adopted in the present study tended to provide reasonable conservative predictions for the flexural and shear strengths of the tested beams. The outcomes of this study would assist practitioners and researchers in proper design and implementation of innovative and sustainable solutions for rehabilitation of RC beams with corroded reinforcement.

Keywords: Corrosion, beam, concrete, flexure, shear, repair, modeling.

UAEU عمادة المكتبات Libraries Deanship جامعة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates University

Digital Library Services Section - قسم الخدمات المكتبية الرقمية

UAEU جامعة الإمارات العربية المتحدة
United Arab Emirates University

تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية الهندسة بدعوتكم لحضور

مناقشة رسالة الدكتوراه

العنوان

السلوك الإنشائي للجسور الخرسانية المسلحة ذات حديد التسليح المتآكل بسبب الصدأ والتي تم ترميمها باستخدام مركبات المونة المدعومة بالألياف

للطالب

يوسف إبراهيم يوسف إبراهيم المزين

الرقم الجامعي:202090223

المشرف

د. تامر المعداوي

قسم الهندسة المدنية و البيئية

كلية الهندسة

المكان والزمان

الخميس، 14 نوفمبر 2024

8:00 مساء

مبني F3

قاعة رقم 134

الملخص

تم تصميم وتطبيق طرق متقدمة لإعادة تأهيل الجسور الخرسانية المسلحة (RC) التي تعاني من صدأ حديد التسليح في هذا البحث. تم دراسة السلوك غير الخطي للانحناء والقص للجسور الخرسانية المسلحة ذات التسليح المتآكل التي تم ترميمها باستخدام مواد مركبة متقدمة. تم تطوير نماذج محاكاة رقمية للتنبؤ بالسلوك الانحنائي للجسور المستمرة الخرسانية المسلحة التي تعاني من ضعف وصدأ في حديد الانحناء. كما تم تقديم حل ترميم مبتكر ومستدام يتضمن استخدام مونة جيوبوليمرية خالية من الأسمنت مدعمة بألياف غير معدنية لإعادة تأهيل الجسور الضعيفة في القص ذات الكانات المتآكلة بسبب الصدأ. تم تقديم نهج تحليلي مبسط وسهل الاستخدام للتنبؤ بالحمل الأقصى للجسور قبل وبعد الترميم باستخدام المواد المركبة المتقدمة. تم إجراء اختبارات معملية للتحقق من صحة التوقعات الناتجة عن النمذجة. شملت الاختبارات المعملية المتعلقة بالسلوك الانحنائي اختبار 15 جسر مستمر خرساني مسلح مع درجات متفاوتة من تآكل حديد التسليح بسبب الصدأ. سبع جسور لم تخضع للترميم وسبع كمرات تم ترميمها باستخدام مونة مسلحة بألياف من الكربون (C-FRCM). استخدم جسر واحد غير متآكل كمرجع. أظهرت الجسور التي تعرضت لتآكل بنسبة 20-40% في منطقة الشد في منتصف البحر (sagging) انخفاضًا في الحمل الأقصى بمقدار 9-15%، بينما أظهرت الجسور التي تعرضت لتآكل في منطقة الشد عند الركيزة الوسطي (hogging) انخفاضًا أقصى قدره 9%. نجحت تقنية الترميم باستخدام (C-FRCM) في استعادة الأداء الانحنائي للجسر المرجعي. شملت الاختبارات المعملية المتعلقة بالسلوك القصي اختبار 10 عينات من الجسور الضعيفة في القص مع درجات متفاوتة من تآكل الكانات بسبب الصدأ. تضمنت المتغيرات التجريبية مستوى الصدأ في الكانات (15 و50%)، ونوع الألياف التسليحية المستخدمة (الكربون (C) والبوليبارافينيلين بنزوبيسوكسازول (PBO))، ونوع المونة (جيوبوليمرية وإسمنتية). أظهرت النتائج أن الجسور ذات تآكل الكانات بنسبة 15 و50% تعرضت لانخفاض في الحمل الأقصي للقص بمقدار 12و34% بالترتيب. كان حل الترميم باستخدام المونة الجيوبوليمرية المسلحة بالألياف فعالًا للجسور المتآكلة في استعادة القوة القصية الأصلية ، حيث حققت أداءً وصل إلى 83-100% مقارنة بحل الترميم بالمونة الإسمنتية. بالنسبة للكمرات المستمرة المتآكلة في حديد الانحناء، كان الأداء التنبؤي بواسطة المحاكاة العددية متوافقًا إلى حد كبير مع النتائج المعملية. أظهر النهج التحليلي المستخدم في هذه الدراسة توقعات متحفظة ومعقولة للحمل الأقصي للانحناء والقص للجسور المختبرة. ستساعد نتائج هذه الدراسة الممارسين والباحثين في تصميم وتطبيق حلول مبتكرة ومستدامة لإعادة تأهيل الجسور الخرسانية المسلحة ذات التسليح المتآكل بسبب الصدأ.

كلمات البحث الرئيسية: الصدأ، الجسور، الخرسانة، الانحناء، القص، الترميم، النمذجة.

UAEU عمادة المكتبات Libraries Deanship
جامعة الإمارات العربية المتحدة United Arab Emirates University
قسم الخدمات المكتبية الرقمية - Digital Library Services Section