تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية الهندسة بدعوتكم لحضور

مناقشة رسالة دكتوراة

بعنوان

تعزيز أداء الجسور الفولاذية باستخدام مركبات الألياف المتطورة المثبتة بالمسامير

للطالبة

أمنية رجب أبوالحمد

المشرف

د. عمرو سويدان، قسم الهندسة المدنية والبيئية

كلية الهندسة

المكان والزمان

الثلاثاء 23 مايو 2023 ، الساعة 11:00 صباحًا

مبنى (F3) - قاعه رقم (040)

الملخص

تُستخدم المواد العضوية (البوليمرات) المقواة بالألياف (FRP) بشكل شائع لتحسين الأداء الإنشائي للجسور الفولاذية باستخدام المواد اللاصقة، ويعد فقدان الترابط نتيجة الانهيار الغير مرن في المادة اللاصقة أحد أهم أنماط الانهيار التي تتحكم في سلوك هذه الجسور، وقد تم حديثاً اقتراح تقنية بديلة لتثبيت الألياف الهجينة بالجسور الفولاذية باستخدام المسامير لتجنب الانهيار غير المرن للمادة اللاصقة، وقد أثارت النتائج الواعدة لعدد قليل من الدراسات الشغف لدراسة تأثير عوامل التثبيت المختلفة على أداء الجسور الفولاذية المقواة باستخدام الألياف الهجينة المثبتة بالمسامير.

يهدف البحث الحالي إلى دراسة تأثير عوامل التثبيت المختلفة على أداء الجسور الفولاذية المقواة بالألياف باستخدام الاختبارات العملية والتحليلات العددية حيث تتضمن التقنية المقترحة تثبيت الألياف الهجينة بالشفة السفلية من الجسور الفولاذية باستخدام مسامير مصنعة من الألياف الهجينة أو الفولاذ، وقد تم تطبيق البرنامج العملي على عدد سبعة وأربعين جسر فولاذي بالقياس الطبيعي وقد تم تنفيذ البرنامج على مرحلتين استناداً إلى نوع المسامير المستخدمة في عملية التثبيت. في المرحلة الأولى تم استخدام مسامير فولاذية لدراسة تأثير طول الألياف الهجينة وسُمك الألياف بالإضافة إلى تأثير مسافة التباعد بين المسامير وتوزيعاتها المختلفة على أداء الجسور الفولاذية المقواة، في حين أُجريت المرحلة الثانية باستخدام مسامير من الألياف الزجاجية لتقييم فاعلية تقنية التثبيت المقترحة ودراسة تأثير تباعد المسامير وسمك الألياف المثبتة على الأداء الإنشائي للجسور الفولاذية، وتم رصد طرق انهيار الجسور الفولاذية المقواة وتقييم قوة تحملها ومرونتها بالإضافة إلى تحليل آلية توزيع الأحمال بين المواد المثبتة.

وقد أظهرت النتائج حدوث انهيار مرن للجسور المقواة يمكن توصيفه بخضوع مرن للفولاذ مع انبعاج التوائي جانبي للجسر، إضافة إلى انبعاج الشفة العليا وكذلك التحميل بين المسامير والألياف. كما أظهرت الجسور المقواة تحسن في حمل الخضوع يتراوح بين 4.9% و15.1% وتحسن في قوة التحمل يتراوح بين 8.5% و22.2%. وأوضحت الدراسة أهمية دور التفاعل المرن بين المسامير والألياف الهجينة بالإضافة إلى تأثير معامل مرونة الفولاذ والألياف في تحديد آلية توزيع الأحمال بين العناصر المثبتة، بالإضافة إلى ذلك فقد أدت زيادة طول الألياف الهجينة المستخدمة إلى تعزيز الاستفادة من خصائص الألياف المثبتة وتقليل الهبوط الرأسي للجسر بنسبة تصل إلى 51.2% وتحسين التناغم بين العناصر المثبتة وتقليل الانزلاق البيني بينها، في حين أدى تقليل المسافة بين المسامير الفولاذية إلى زيادة في حمل الخضوع مصحوباً بتحسن في قوة تحمل الجسور الفولاذية، وزيادة مساهمة الألياف في صلابة النظام. كما استُخدمت النتائج العملية لتطوير معادلات لحساب قوة تحمل الهياكل الفولاذية المقواة باستخدام ألياف هجينة مثبتة وتوقع درجة مرونتها، وقد تمت مقارنة النتائج العملية مع توقعات المعادلات حيث لم يتعدَّ الاختلاف في قيم قوة التحمل 5.7%.

وأظهرت الدراسة أن استخدام مسامير الألياف في عملية الربط حسّن من قوة تحمل الجسور الفولاذية بنسبة تتراوح بين 0.3% و11.2% مقارنة بالجسور الغير مقواه، وقد أدى تقليل المسافة بين مسامير الألياف إلى زيادة قوة تحمل الجسر وتحسن في آلية توزيع الأحمال وتقليل الهبوط الرأسي للجسر بنسبة تصل إلى 39.5%. على الصعيد الآخر فقد أدت زيادة سُمك الألياف إلى تقليل مرونة الجسور الفولاذية بسبب حدوث كسر في المسامير المستخدمة في التثبيت، وعليه فقد أوصت الدراسة بضرورة استخدام عدد كافٍ من المسامير لتجنب الانهيار المبكر للنظام بسبب حدوث كسر في المسامير.

تم استخدام برنامج ANSYS لمحاكاة أداء الجسور الفولاذية المقواة حيث تم التحقق من دقة نماذج المحاكاة العددية المطورة عن طريق مقارنة نتائجها بالقياسات العملية حيث لم يتعدَّ الفارق في حمل الخضوع وقوة التحمل نسبة 3% و10.2%، على التوالي، وقد تم استخدام النموذج لإجراء دراسة واسعة النطاق لتقييم تأثير مجموعة كبيرة من العوامل تشمل: تأثير سمك الألياف، ومسافة التباعد بين المسامير، ونوع الفولاذ المستخدم في الجسر، وطريقة التحميل، وطول الجسر على فاعلية طريقة التثبيت المقترحة، وقد أكدت النتائج الرقمية فاعلية طريقة التثبيت في تحسين أداء الجسور الفولاذية وأظهرت تحسنًا في حمل الخضوع وقوة التحمل بنسبة تصل إلى 16.7% و34.5%، على التوالي.