

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RMU 5080073

ชื่อโครงการ: การประเมินอายุการใช้งานของสะพานเหล็กที่เสริมกำลังด้วยแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์

ชื่อนักวิจัย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติศักดิ์ ชันดิยวิชัย

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ระยะเวลาดำเนินงาน 3 ปี

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมกำลังด้วยวัสดุโพลีเมอร์เสริมเส้นใย (Carbon Fiber Reinforced Polymer CFRP) ต่อการตอบสนองทางพลศาสตร์และความล้าของสะพานเหล็กแบบคอมโพสิต โดยใช้ไฟไนต์อีลิเมนต์โปรแกรม ABAQUS โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาพฤติกรรมความล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ภายใต้แรงกระทำแบบซ้ำๆ โดยจะพิจารณาลักษณะการกระจายของหน่วยแรง ความล้าของชิ้นส่วน และตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมความล้าของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ได้แก่ ช่วงของหน่วยแรงกระทำ (Stress range) ความหนาของแผ่น CFRP ส่วนการศึกษาพฤติกรรมของสะพานเหล็กแบบคอมโพสิตที่เสริมกำลังด้วย CFRP นั้นจะเริ่มจากการศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองทางพลศาสตร์ของสะพานคอมโพสิตทั้งชนิดที่ไม่ได้เสริมกำลังด้วย CFRP และชนิดที่เสริมกำลังด้วย CFRP หลังจากนั้นจะนำค่าหน่วยแรง (Stress) ที่เกิดขึ้นไปทำวิเคราะห์หาช่วงของหน่วยแรง (Stress range) ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีการนับช่วงหน่วยแรงแบบฝนตก (Rainflow counting method) ซึ่งช่วงของหน่วยแรงที่ได้จะสามารถนำไปใช้คำนวณหาการตอบสนองของความล้า (Fatigue cycle) ของโครงสร้างได้ ในส่วนการศึกษาพฤติกรรมของสะพานคอมโพสิตชนิดที่มีความเสียหายเริ่มต้น จะพิจารณากรณีสะพานมีรอยร้าวชนิดความลึกเท่ากันตลอดความกว้างคาน (Through thickness crack) 2 ขนาด คือ ความลึก 3 และ 6 มิลลิเมตร ที่ปีกล่างบริเวณกึ่งกลางของคานรูปตัวไอ (I-shape) ของสะพานคอมโพสิตทั้งชนิดที่ไม่ได้เสริมกำลังด้วย CFRP และชนิดที่เสริมกำลังด้วย CFRP ซึ่งกระบวนการศึกษาก็จะทำเช่นเดียวกับสะพานคอมโพสิตที่ไม่มีความเสียหายเริ่มต้นทุกประการ นอกจากนี้ตัวแปรที่อาจมีผลต่อพฤติกรรมของสะพานเช่น ลักษณะการวิ่งของรถ จำนวนคานเหล็กรูปตัวไอ และรูปแบบการเสริมกำลัง ผลการศึกษาพบว่าค่าการตอบสนองทางพลศาสตร์สูงสุดจะเกิดขึ้นในกรณีที่รถแล่น 2 ช่องจราจร (ทั้งทางเดียวกันและสวนกัน) และถ้าทำการเสริมกำลังให้แก่สะพานคอมโพสิตด้วย CFRP แล้วจะพบว่าค่าหน่วยแรงและการแอ่นตัวของสะพานจะลดลง ทำให้ค่าอายุความล้ามีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าหากสะพานมีรอยร้าวเริ่มต้นบริเวณคานรูปตัวไอ แล้วพบว่าค่าอายุความล้าจะลดลงอย่างมาก ซึ่งถ้าทำการเสริมกำลังด้วย CFRP แล้วพบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้แก่โครงสร้างสะพานคอมโพสิตได้แต่ยังไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นในกรณีที่รอยร้าวเริ่มต้นเกิดขึ้นที่คานเหล็ก ก่อนที่จะทำการปรับปรุงกำลังของสะพาน ต้องทำการเชื่อมตอร์อยร้าวให้เรียบร้อยก่อน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเสริมกำลังด้วย CFRP ให้ใช้งานได้เต็มที่

คำหลัก: คานเหล็ก สะพานเหล็ก ความล้า วัสดุโพลีเมอร์เสริมเส้นใย

ABSTRACT

Project Code: RMU 5080073

Project Title: Fatigue Life Assessment of Steel Bridge Strengthened with Externally Bonded FRP Plates

Investigator: Assistant Professor Kittisak Kuntiyawichai
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
Ubonratchathani University

Project Period: 3 Years

The main objective of this report is to study the effects of CFRP strengthening on dynamic and fatigue responses of composite bridges using finite element program ABAQUS. Firstly, fatigue performance of tensile steel members strengthened with CFRP plates is investigated. Two parameters were considered in this comparison, i.e. stress distribution and fatigue life. The final step was to investigate in the effect of stress ranges, glue thickness and CFRP thickness on fatigue behavior of tensile steel member strengthened with CFRP plates. Secondly, fatigue life assessment of steel bridge strengthened with externally bonded CFRP plates is then studied. In the analysis process, dynamic and fatigue responses of composite bridges due to truck load based on AASHTO standard are investigated. Two types of CFRP strengthening techniques, i.e. CFRP Laminate and CFRP composite deck are applied to both the damaged and undamaged bridges. For the case of the damaged bridge, two through-thickness crack sizes, i.e. 3 mm. and 6 mm. in depth, are assumed at the mid-span of the steel girders. Furthermore, effect of the number of steel girders on dynamic and fatigue response are also considered. The results show that the maximum responses of composite bridges occur for the case of 2-lane with same direction and 2-lane with opposite direction. By using CFRP as a strengthening material, the maximum stress and deflection at steel girders are reduced and consequently increase the fatigue life of steel girders. After introducing initial crack into steel girders of composite bridges, fatigue life of the bridges is dramatically reduced. However, the overall performance of damaged composite bridge can be improved by using CFRP with less effectiveness. Therefore, if the cracks are found during inspection process, steel welding must be performed before strengthening the composite bridge by CFRP.

Keywords: Steel Beam; Steel Bridge; Fatigue; Fiber Reinforced Polymer