

## ชื่อปริญญานิพนธ์ “การศึกษาพฤติกรรมความล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมคาร์บอนไฟเบอร์”

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2552

โดย	นายศรัณย์	ประมุลงพงศ์	รหัสประจำตัว	49130669
	นางสาวเด่นนภา	ทับสุริย์	รหัสประจำตัว	49131067
	นางสาวนันทวัน	แพงศรี	รหัสประจำตัว	49130333

อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กิตติศักดิ์	ขันตยวิชัย
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.วิวัฒน์	พัทศานานนท์
	ผศ.กฤษณ์	ศรีวิรมาศ

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ทำการศึกษาพฤติกรรมความล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) โดยใช้โปรแกรม ABAQUS ในการสร้างแบบจำลองไฟไนท์อีลิเมนต์ โดยข้อมูลของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ที่นำมาสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ในปริญญานิพนธ์ได้อ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรม ซึ่งขั้นตอนการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ ขั้นตอนแรกคือ การสอบเทียบความถูกต้องระหว่างแบบจำลองแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ เพื่อที่จะยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองแบบ 2 มิติ ขั้นตอนที่ 2 คือการศึกษาพฤติกรรมความล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ภายใต้แรงกระทำแบบซ้ำๆ ซึ่งค่าที่ได้จากการศึกษาจะถูกเปรียบเทียบความถูกต้องกับบทความที่อ้างอิง ซึ่งตัวแปรที่จะทำการเปรียบเทียบได้แก่การกระจายของหน่วยแรงในชั้นกาว และอายุความล้าของชิ้นส่วน และขั้นตอนที่ 3 คือการศึกษาค่าตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมความล้าของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษา 3 ตัวแปร คือได้แก่ ช่วงของหน่วยแรงกระทำ (Stress range) ความหนา กาว และความหนาของแผ่น CFRP

ผลการศึกษาแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติ ให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง 2 มิติ สามารถจำลองพฤติกรรมของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ได้ใกล้เคียงพฤติกรรมจริง ในส่วนของการศึกษาพฤติกรรมความล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ภายใต้แรงกระทำแบบซ้ำๆ พบว่าค่าหน่วยแรงที่ได้จากการวิเคราะห์ไฟไนท์อีลิเมนต์กับค่าที่ได้จาก Analytical model พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้งในกรณีของ หน่วยแรงเฉือน และ หน่วยแรงดึงฉาก ซึ่ง

จะมีค่าสูงสุดอยู่ที่บริเวณปลายของแผ่น CFRP ในส่วนของอายุความล้าของชิ้นส่วนพบว่าค่าที่ทำนายได้แตกต่างจากผลการทดลองประมาณ 17 % ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และเมื่อทำการเพิ่มช่วงของหน่วยแรงจาก 83, 100, 120 และ 160 MPa ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าความเสถียรของชิ้นส่วนนั้นจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการศึกษาดัชนีแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมความล้าของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP พบว่าการเพิ่มความหนาของกาว (ความหนาของแผ่น CFRP คงที่) จะเพิ่มความสามารถในการรับแรงเฉือนของชิ้นกาว ทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับการเพิ่มความหนาของแผ่น CFRP (ความหนาของชิ้นกาวคงที่) จะทำให้ค่า หน่วยแรงเฉือนสูงสุดในบริเวณกาวจะเพิ่มขึ้น ทำให้ชิ้นกาวกลายเป็นตัวควบคุมการส่งผ่านของแรงระหว่างแผ่นเหล็ก ไปยังแผ่น CFRP ทำให้อายุการใช้งาน ลดลง อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของค่า หน่วยแรงเฉือน ดังนั้นการเลือกที่จะเพิ่มความหนาของชิ้นกาวและแผ่น CFRP จะต้องสัมพันธ์กันเพื่อจะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

**Project Title “Fatigue performance of tensile steel members strengthened with CFRP plates”**

**Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani University, 2009**

**By** Mr. Saran Pramoonphong

Miss. Dennapa Tabsuri

Miss. Nuntawun Pangsri

**Department** Civil Engineering

**Project Advisor** Asst.Prof.Dr. Kittisak Kuntiyawichai

**Project Co-Advisor** Asst.Prof.Dr. Wiwat Puatatsananon

Asst.Prof.Krit Sriworamas

**ABSTRACT**

This project report presents the study of fatigue behavior of tensile steel member strengthened with Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) plates using finite element program ABAQUS. The specimen information and experimental results used for FE modeling and comparison were obtained from literature review. The study process was divided into 3 main steps. Firstly, the 2D and 3D finite element (FE) analysis were performed for tensile steel member strengthened with CFRP plates under static condition. Secondly, the fatigue behavior of tensile steel member strengthened with CFRP plates was then performed in which the results were compared with the experimental results obtained from the literature. 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.

The results show that there are no significant difference in the 2D and 3D FE results. Therefore, 2D FE model was used for the rest for the study. For the fatigue behavior of tensile steel member strengthened with CFRP plates, it elucidated that stress distributions (Shear stress and Normal stress) in this study was in good agreement with analytical model. At the CFRP edge exhibited the maximum stress distributions. The predicted fatigue lives were in good agreement with experimental results with maximum error 18%. When increasing stress range from 83 through 100, 120 to 160 MPa, the stiffness decrement of the member was noted. For the effect of glue thickness on fatigue behavior of tensile steel member strengthened with CFRP plates (CFRP thickness constant), it was found that increasing in glue thickness enhanced the shear ability of the glue section. This also led to the increasing in fatigue life. Finally, increasing in CFRP thickness (glue thickness constant) caused the high shear stress at the glue section which reduced the fatigue life enhanced the shear ability of the glue section. This also led to the increasing in fatigue life. Therefore, to enhance the fatigue life of the member, the selection of either glue thickness or CFRP thickness

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการศึกษาพฤติกรรมความกล้าภายใต้แรงดึงของชิ้นส่วนเหล็กที่เสริมกำลังด้วยคาร์บอนไฟเบอร์ ฉบับนี้ สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์โดยได้รับความกรุณาและคำแนะนำปรึกษาที่ดีจาก ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ ชันดิยวิชัย ผศ.ดร.วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์ และ ผศ.กฤษณ์ ศรีวรมาศ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ทุกวิชาให้คำปรึกษาทุกปัญหาและตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ตั้งแต่เริ่มทำงานจนงานทุกส่วนสำเร็จเรียบร้อย คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณบุคลากรผู้ให้กำเนิด และผู้ให้การอุปการะทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและคอยสนับสนุนในทุกๆด้านตลอดมา

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความช่วยเหลือในเรื่องข้อมูล คำแนะนำและคำปรึกษาที่ดีในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะก่อประโยชน์สำหรับผู้สนใจศึกษาต่อไป

ขอขอบคุณ

คณะผู้จัดทำ