

ชื่อปริญญาโท “การวิเคราะห์ลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริม  
กำลังโดยคาร์บอนไฟเบอร์โดยใช้วิธีการไฟไนท์อิเลเมนต์”

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2549

โดย นายมนตรี พิเชฐโสภณ  
นายอาทิตย์พงษ์ ปัดสา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. กิตติศักดิ์ ชันติยวิชัย

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอพฤติกรรมและลักษณะการวิบัติของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP ภายใต้แรงคดโดยใช้วิธีการไฟไนท์อิเลเมนต์ในการศึกษา โดยในปริญญานิพนธ์จะประกอบด้วยการทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเสริมกำลังของคานคอนกรีตเสริมเหล็กและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เสริม วิธีการคำนวณกำลังแรงคดประลัยของคานคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งที่เสริมกำลังด้วย CFRP และที่ไม่ได้เสริมกำลัง รูปแบบการวิบัติที่เป็นไปได้ของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP เทคนิคสร้างแบบจำลองคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP โดยใช้โปรแกรม ABAQUS วิธีการดำเนินการศึกษา ผลการศึกษา และสรุปผลการศึกษา สำหรับข้อมูลของคานที่จะนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้อ้างอิงจากบทความทางวิชาการที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ผลการทดสอบคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP จำนวน 10 ตัวอย่างเพื่อให้ครอบคลุมถึงตัวแปรที่จะส่งผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของคานอันได้แก่ ความหนาของแผ่น CFRP ความยาวของแผ่น CFRP และลักษณะการเสริมเหล็กในคาน ซึ่งผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองจะนำเสนอในรูปแบบของความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก รูปแบบการวิบัติของคานทดสอบ การกระจายของหน่วยแรงเฉือนบริเวณผิวสัมผัสระหว่างคอนกรีตกับแผ่น CFRP (Concrete/CFRP interface) และการกระจายของความเครียดในเหล็กเสริมและแผ่น CFRP

จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากงานวิจัยนี้มีความแม่นยำในการทำนายพฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วย CFRP เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่อ้างอิงจากบทความทางวิชาการที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ โดยเสริมกำลังของคานคอนกรีตด้วย CFRP จะเป็นการเพิ่มความแกร่งและความแข็งแรงแก่คาน ทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของคานที่

เสริมกำลังเพิ่มขึ้นได้ถึง 100% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาของ CFRP และขึ้นอยู่กับปริมาณเหล็กเสริมเดิมที่มีอยู่ในคาน ในส่วนของความยาว CFRP ที่ใช้เสริมนั้นพบว่าถ้าแผ่น CFRP ที่เสริมมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวช่วงที่เกิดแรงเฉือน (shear span) และเสริมในบริเวณ shear span แล้วความสามารถในการรับน้ำหนักของคานจะมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการวิจัยนี้สามารถทำนายรูปแบบการวิบัติของคานทดสอบได้อย่างแม่นยำทั้งรูปแบบของเส้นชั้นความเครียดและการกระจายความเครียดที่เกิดขึ้นทั้งในเหล็กเสริมรับแรงดึงและแผ่น CFRP

**Project Title “Failure analysis of Fiber Reinforced Polymer (FRP) strengthened  
RC beams using finite element technique”**

**Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchathani. 2006**

**By Mr. Montree Pichetsopon**

**Mr. Arthitpong Padsa**

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

**Abstract**

The main objective of this project is to investigate the behavior and failure pattern of RC beam strengthened with CFRP laminates using Finite Element (FE) technique. Literature concerned in strengthening of RC beam, characteristic of strengthening materials, analytical solution of RC beam and RC beam strengthened with CFRP laminate under bending, modeling technique of RC beam strengthened with CFRP laminates using ABAQUS software, research methodology, result and conclusion are described and discussed in details. Ten case studies with various parameters, i.e. thickness of CFRP laminates, length of CFRP laminates and type of reinforcement, are chosen from the literature to perform analysis using ABAQUS. The result of the study are presented and discussed terms of loading capacity, failure pattern, shear stress distribution between Concrete/CFRP interface and strain distribution in tensile steel rebar and CFRP laminates.

The result of this study show that FE model develop in this study can accurately predict the behavior of RC beam strengthened with CFRP laminates, when comparing with the experimental results. By strengthening RC beam with CFRP laminates, the loading capacity of the beam can increase up to 100% depending on thickness of CFRP laminates. Regarding to the effect of the length of CFRP laminates, It is found that the same level of loading capacity of the beam can be obtained when attaching CFRP laminates at least half of the shear span. Moreover FE model can also foretell the failure pattern in terms of strain contour and strain distribution of tensile steel rebar and CFRP laminates.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรเล่มนี้ สำเร็จไปด้วยดี เนื่องจากบุคคลที่คอยให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา  
ขณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณต่อไปนี้

ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ ขันติวิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร ที่ได้ให้คำแนะนำและพร้อม  
ทั้งให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างยิ่ง และยังสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน  
ได้อีกด้วย ในการค้นคว้าข้อมูลที่หลากหลาย และช่วยเหลือแก้ไขปัญหาทุกปัญหา มาโดยตลอด  
ความห่วงใยและหวังดีต่อขณะผู้จัดทำ

รศ.ดร.สถาพร โภคา ที่ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่เป็น  
ประโยชน์ต่อปริญญาบัตรนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วิวัฒน์ พัวทัศนานนท์ และผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ แก้วกุลชัย ที่เสียสละ  
เวลามาเป็นกรรมการสอบโครงการ พร้อมทั้งคำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อ  
โครงการรวมทั้งท่านอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ให้โอกาสและดูแลอำนวยความสะดวก  
สะดวกต่างๆ

ขอบพระคุณ บุคคลที่รักและเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจกับขณะผู้จัดทำเสมอมา สามารถทำ  
ปริญญาบัตรสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณที่ให้ทุกอย่างและสอนทุกอย่าง  
และสิ่งต่าง ๆ ซึ่งไม่สามารถได้จากที่ไหน และกำลังใจที่มอบให้กับผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ

นายมนตรี พิเชฐ โสภณ

นายอาทิตย์พงษ์ ปัดสา