

ชื่อปริญญานิพนธ์ “จุดเหมาะสมของการซ่อมบำรุงคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวัสดุคอมโพสิต”

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2553

โดย นายจักรพล นาจวง รหัสประจำตัว 50131512

นายจ่านงค์ พงษ์วัน รหัสประจำตัว 50131547

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ ชันติวิชัย

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร.สิทธา เจริญศักดิ์

ผศ.ดร.ทวีศักดิ์ วงไพศาล

บทคัดย่อ

มาตรฐานการออกแบบโครงสร้างในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพัฒนาเพื่อให้โครงสร้างที่จะออกแบบนอกจากจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกทุกปกติแล้ว โครงสร้างยังจะต้องสามารถรับน้ำหนักกระทำจากธรรมชาติได้ด้วย ทำให้โครงสร้างที่ถูกสร้างขึ้นในอดีตไม่สามารถผ่านเกณฑ์การออกแบบปัจจุบันได้ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้สอยของโครงสร้าง การเพิ่มความสามารถให้กับโครงสร้างให้มีกำลังรับน้ำหนักมากขึ้น หรือให้คงสภาพการใช้งานต่อไปได้นั้น จะต้องมีการเสริมกำลังให้กับโครงสร้างเพื่อให้สามารถรับแรงและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ ซึ่งการเสริมกำลังมีความจำเป็นในแง่ของการเพิ่มขีดความสามารถของโครงสร้างให้สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบปัจจุบันรวมทั้งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายโดยไม่ต้องทำการสร้างโครงสร้างใหม่

สืบเนื่องจากราคาของวัสดุคอมโพสิตที่ใช้เสริมกำลังมีราคาสูง ทำให้การหาจุดเหมาะสมในการเสริมกำลังคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวัสดุคอมโพสิตจึงมีความจำเป็น ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ศึกษาหาจุดเหมาะสมของการเสริมกำลังโดยใช้เทคนิคทางสถิติที่เรียกว่า Statistical Design of Experiment (DOE) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยในการศึกษาจะใช้ระเบียบวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของคานคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่ได้เสริมกำลัง กลุ่มที่เสริมกำลังด้วยคาร์บอนไฟเบอร์ กลุ่มที่เสริมกำลังด้วยอาระมิด และกลุ่มที่เสริมกำลังด้วยกลาสไฟเบอร์ในการเสริมกำลังให้กับโครงสร้างแบบจำลองเป็นการนำวัสดุคอมโพสิต (Composite- Materials) ชนิด Carbon, Aramid และ Glass เสริมกำลังให้กับแบบจำลองโดยพิจารณาถึง ความหนา ความยาว ความกว้าง และคุณสมบัติของวัสดุคอมโพสิตแต่ละชนิด การสร้าง

แบบจำลองและวิเคราะห์ในปริญญานิพนธ์ได้ใช้โปรแกรม ABAQUS วิเคราะห์หากำลังความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วยวัสดุคอมโพสิตแต่ละชนิด เพื่อศึกษาผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลองนำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เสริมกำลังด้วยวัสดุคอมโพสิตแต่ละชนิดจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น อย่างไรก็ตามการหาจุดเหมาะสมในการเสริมกำลังจะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อกำลังรับน้ำหนักของคาน ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเทคนิค DOE ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการเสริมกำลังคานคอนกรีตเสริมเหล็กเพื่อหาจุดเหมาะสมของการเสริมกำลังของคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวัสดุคอมโพสิต

จากการศึกษาพบว่าวัสดุเสริมกำลังชนิดคาร์บอนจะสามารถรับน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคืออาระมิด และกลาสไฟเบอร์ตามลำดับส่วนความหนาและความกว้างของวัสดุเสริมกำลังจะมีผลต่อพฤติกรรมของคานเหมือนกัน อย่างไรก็ตามการเพิ่มความหนาหรือความกว้างของวัสดุเสริมกำลังที่มากเกินไปก็ไม่ได้ช่วยให้กำลังรับน้ำหนักของคานสูงขึ้นส่วนการเพิ่มความยาวของวัสดุเสริมกำลังจะทำให้กำลังรับน้ำหนักของคานสูงขึ้นอย่างไรก็ตามถ้าหากพิจารณาจากภาพรวมของตัวแปรทั้งหมดโดยใช้เทคนิค DOE แล้วจะทำให้ได้จุดเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุคอมโพสิตในการเสริมกำลังทั้งในแง่ของกำลังและค่าใช้จ่ายด้วย

Project Title “Optimization for Reinforced Concrete Beam Strengthening with Composite Materials”

By Mr. Jukkrapol Najoung
 Mr. Jumnong Pongwan

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubonratchthani. 2010

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Kittisak Kuntiyawichai

Thesis Co-Advisor Asst. Prof. Dr. Sittha Jaensirisak
 Asst. Prof. Dr. Thaveesak Vangpaisal

Abstract

The present structural design standards have been developing to improve the structure to withstand not only the regular load but also the nature load. However, the structure built in the past could not meet current design standards because of the changing structural functions and increasing in external applied load. The structural strengthening is then required in order to maintain the safety of the structures and reduce the maintenance cost.

Owing to the highly cost of composite materials, the optimum strengthening is important. The project was then focus in studying the optimum strengthening of reinforced concrete beam using composite materials. Statistical Design of Experiment (DOE) and Finite Element (FE) technique were then employed in this study. Four groups of reinforced concrete (RC) beam, i.e. RC beam without strengthening, RC beam strengthening with aramid (AFRP), RC beam strengthening with glass fiber (GFRP) and RC beam strengthening with carbon fiber (CFRP) were modeled using ABAQUS program. Several parameters affecting the strength of RC beam, i.e. thickness, length, width and type of strengthening materials were considered. The results were compared and analyzed in term of loading capacity of the RC beam.

However, the optimum strengthening depends on several strengthening parameters. DOE technique was then employed to obtain the best solution.

The results show that RC beam strengthening with CFRP increase the highest loading capacity followed by AFRP and GFRP, respectively. Thickness and width of strengthening material also affect the loading capacity of RC beam. However over strengthening is costly and also not improve RC beam capacity. Increasing the length enhances the RC beam capacity. By considering the overall strengthening parameters, DOE technique can be used in obtaining the best solution for RC beam strengthening with composite materials.