

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การวิเคราะห์พฤติกรรมจุดต่อคานแข็ง-เสาอ่อน
เสริมกำลังโดยการหุ้มแผ่นไฟเบอร์ภายใต้แรงวัฏจักร

ผู้เขียน

นายวรา สกลวิทยานนท์

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยานนท์ หารรมภิญโญ

บทคัดย่อ

จังหวัดเชียงใหม่ถือว่าเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหวเนื่องจากมีรอยเลื่อนที่มีพลังพาดผ่าน ซึ่งรอยเลื่อนนี้อาจทำให้เกิดแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรงขนาดกลางได้ โดยอาคารในจังหวัดเชียงใหม่ส่วนใหญ่ได้รับการก่อสร้างก่อนโดยไม่มีการควบคุมความปลอดภัยแผ่นดินไหวที่มีการกำหนดในกฎกระทรวง เมื่อ พ.ศ. 2540 ดังนั้นบางอาคารที่เป็นอยู่นี้อาจมีความอ่อนแอต่อแผ่นดินไหว และทำให้จำเป็นต้องเสริมกำลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านทานแรงจากแผ่นดินไหวที่อาจเกิดขึ้น

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาจุดต่ออาคารคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีพฤติกรรมการวิบัติแบบคานแข็ง-เสาอ่อนเสริมกำลังโดยการหุ้มแผ่นไฟเบอร์ (FRP) ในรูปแบบต่างกันภายใต้แรงวัฏจักร โดยใช้วิธีวิเคราะห์ไฟไนต์อีลิเมนต์แบบไร้เชิงเส้น ซึ่งทำการวิเคราะห์แบบจำลองจุดต่อ 3 มิติ ทั้งหมดจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่มีรูปแบบจุดต่อ, รูปแบบการหุ้มแผ่นไฟเบอร์ และชนิดของแผ่นไฟเบอร์ต่างกัน โดยให้ระยะเคลื่อนที่สลับทิศคล้ายแรงวัฏจักรตามข้อแนะนำของ ACI T1.1-01 กระทำกับแบบจำลอง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ความสามารถรับแรงแผ่นดินไหว ประกอบด้วย พฤติกรรม การวิบัติของแบบจำลอง, ความสามารถในการรับแรงกระทำด้านข้าง, ความเหนียว, สดไฟเนส, ความสามารถในการดูดซับพลังงาน และความเครียดที่เกิดขึ้นในเหล็กเสริมคานบริเวณจุดต่อ

ในขั้นตอนแรกได้ทำการสอบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองกับการทดสอบจุดต่อรีโมตาการที่ไม่มีการเสริมกำลังในห้องปฏิบัติการ พบว่าแบบจำลองไฟไนต์อีลิเมนต์ให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับตัวอย่างทดสอบในห้องปฏิบัติการ หลังจากสอบเทียบแบบจำลองแล้วจึงนำวิธีการสร้างแบบจำลองมาวิเคราะห์จุดต่ออาคารเสริมกำลังด้วยแผ่นไฟเบอร์ จากผลการวิจัยพบว่า การเสริมกำลังจุดต่อที่เพียงพอจะสามารถย้ายตำแหน่งการวิบัติไปเกิดที่คานได้ โดยจุดต่อรีโมตาการที่เสริมกำลังด้วยแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ในเสาและคานมีประสิทธิภาพในการรับแรงแผ่นดินไหวดีที่สุด เนื่องจากมีความสามารถในการรับแรงด้านข้างเพิ่มขึ้น 2.95 เท่า, สดไฟเนสเพิ่มขึ้น 1.42 เท่า และความสามารถในการดูดซับพลังงานได้เพิ่มขึ้น 1.84 เท่า ส่วนการเสริมกำลังด้วยแผ่นไฟเบอร์ไขแก้วให้กับจุดต่อรีโมตาการก็ให้ผลที่ดีเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามรูปแบบการเสริมกำลังที่ไม่เหมาะสมคือแบบจำลองจุดต่อภายในอาคารเสริมกำลังด้วยแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ที่เสาและคาน เนื่องจากเมื่อเสริมกำลังที่เสาและคานทำให้ชิ้นส่วนเสาในตำแหน่งที่ไม่หุ้มแผ่นไฟเบอร์มีกำลังน้อยที่สุดและเกิดการหักของเสาในชั้นบน ซึ่งเป็นรูปแบบการวิบัติที่อันตรายอย่างมากของอาคาร

Thesis Title Behavior Analysis of Strong Beam – Weak Column Joints
Strengthened with Fiber Reinforced Polymers Under Cyclic
Loadings

Author Mr. Wara Sakonwittayanon

Degree Master of Engineering (Civil Engineering)

Thesis Advisor Assistant Professor Dr.Chayanon Hansapinyo

ABSTRACT

Chiang Mai has been recently considered as an earthquake risk area due to lying on active faults capable of generating a moderate earthquake. Most of the buildings in Chiang Mai were constructed without seismic consideration, before the establishment of the first seismic building code on 1997. Hence, some existing buildings may be classified as seismic vulnerable buildings requiring a strengthening method for the seismic resistant enhancement.

This research studied joints of a reinforced concrete building having a strong beam-weak column behavior and strengthened by fiber reinforced polymer (FRP) under the cyclic loads. Three dimensional non-linear finite element analysis was used as a tool. Ten different patterns of joint models were considered. The parameters include configuration of joints, wrapping patterns and type of fibers. Cyclic displacement control recommended by ACIT1.1-01 was applied. Then, seismic resistant was determined including failure behavior, maximum horizontal loads, ductility, stiffness, energy dissipation and strain of steels at the joints.

First, the accuracy of the finite element model was validated with the test results of a non-strengthened exterior reinforced concrete joint. The comparison indicated the accuracy of the

finite element model. Then, the finite element model was used to analyze the FRP strengthening methods of the RC joint. From the result, the most efficient method is to strengthen using carbon fiber in both columns and beams. It increases the maximum horizontal loads by 2.95 times, stiffness by 1.42 times, energy dissipation by 1.84 times. Plastic hinge previously found at the joint was relocated to beam. Using the glass fiber also indicated similar results. However, the strengthening by wrapping the fiber at the joint, beam and column of the exterior frame can lead to negative results. This is due to the weakness was shifted to the column section above wrapping zone. In this case, column failure can be observed which is the mode to be avoided.