บทคัดย่อ

การศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์เป็นทางเลือกที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แทนการศึกษาด้วยวิธีการทดสอบตัวอย่างโครงสร้าง เนื่องจากโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนต์ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและสะดวกในการใช้งานมากขึ้น นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์นี้ยังให้ผลที่ใกล้เคียงกับการทดสอบตัวอย่าง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีไฟไนต์อิลิเมนต์ โดยทำการศึกษาพฤติกรรมการรับแรงของจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนต์ ANSYS แบบจำลองคอนกรีตรูปทรงลูกบากศ์ (BOX1) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์ กับผลการทดสอบตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า แบบจำลองสามารถทำนายการรับกำลังอัดของกล่องคอนกรีตได้ผลดีมากโดยมีค่าความคาดเคลื่อนต่ำกว่า 5% และทำนายค่าการยุบตัวของกล่องคอนกรีตได้ดีพอสมควร

แบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์คาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กถูกสร้างขึ้น โดยใช้อิลิเมนต์ SOLID65 แทนคอนกรีต อิลิเมนต์ LINK8 แทนเหล็กเสริม และ อิลิเมนต์ SOLID46 แทนแผ่นเหล็กที่จุดรองรับ เนื่องจากขาดผลข้อมูลของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นแบบจำลองจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กจึงมได้มีการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบ ดังนั้นในการวิเคราะห์ไฟไนต์อิลิเมนต์ของแบบจำลองจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นเพียงการนำเสนอผลการวิเคราะห์ ลักษณะการพัง เทียบกับทฤษฎีและข้อสรุปจากนักวิจัยท่านอื่นๆเท่านั้น แบบจำลองจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กนั้นมีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง (CN1 CN2 CN3 และ CN4) โดยให้มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนา รวมถึงคุณสมบัติของวัสดุเหมือนกันทั้ง 4 ตัว แต่มีรายละเอียดการเสริมเหล็กที่บริเวณจุดต่อแตกต่างกัน ในการศึกษาพฤติกรรมของจุดต่อที่เหล็กเสริมถูกยื่นจากคานเข้าไปในเสายาวกว่านั้นจะแสดงพฤติกรรมกลไกของการวิบัติที่ดีกว่าจุดต่อที่มีการยื่นเหล็กเสริมเข้าไปในเสาสั้นกว่า นอกจากนี้ยังทำการศึกษารายละเอียดการเสริมเหล็กบริเวณจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐาน ACI 318-99 ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองกลุ่มนี้ไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรับแรงและเพิ่มความเหนียวให้กับจุดต่อได้ อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตดังนี้ในการศึกษาแบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์ครั้งนี้นั้น ประสบความสำเร็จเฉพาะพฤติกรรมของโครงสร้างคอนกรีตในช่วงอิลาสติกเท่านั้น แบบจำลองไม่สามารถทำนายพฤติกรรมหลังจากโครงสร้างคอนกรีตแตกร้าว ดังนั้นอาจเป็นเหตุผลที่ว่าแบบจำลองไม่สามารถแสดงพฤติกรรมของจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กหลังจากรับน้ำหนักกระทำสูงสุดได้ดีขึ้น ถึงแม้ว่าจะเสริมเหล็กมากขึ้นก็ตาม

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์ แสดงพฤติกรรมการรับน้ำหนักกระทำ การแอ่นตัว และลักษณะการพังโดยรวมของจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็กได้ดีพอสมควร ในส่วนพฤติกรรมของคอนกรีตเสริมเหล็กในช่วงอินอิลาสติกนั้น ยังได้ผลการวิเคราะห์ไม่ดีเท่าที่ควร จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยเฉพาะแบบจำลองจุดต่อคาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

คำสำคัญ: แบบจำลองไฟไนอิลิเมนต์, โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก, คาน-เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก

Abstract

In order to study the behavior of reinforced concrete (RC) structures in terms of strength, ductility, even their failure mechanisms, the common tool for most researchers is a laboratory test. This method is expensive and quite difficult to implement, therefore, nowadays the researchers turn to Finite Element (FE) Method. Even though this method would obviously be virtual, based on a computer model, it is considered as somewhat a reliable and suitable tool for getting the primary data before setting up the full experiments. This becomes a main objective of the study. This study is conducted by taking advantage of FE method to analyze the RC structures named as RC beam-column connection. Using commercial FE analysis software, ANSYS, the trial concrete model (BOX1) was developed, and compared its results with experimental data tested at Burapha University laboratory. The comparison shows an excellent result for elastic range and acceptable for inelastic range with an error under 20% for the maximum load capacity of the BOX1, and quite reasonable for the displacement. The success FE model is comprised of elements SOLID65 as concrete, LINK8 as steel reinforcement and stirrup, SOLID46 steel plate.

The FE model from the first part was modified for doing the analysis of RC beam-column connections. Nevertheless, the connection models were not compared with the experiments because of the lacking of available testing data. Therefore, the FE results were interpreted only their trend and possibility with the theory and conclusions drawn from other researchers. Total of 4 FE models of RC beam-column connection (CN1, CN2, CN3, and CN4) were simulated with different details of the steel reinforcement in connection areas, but keeping the dimension, length, and all material properties the same. The FE models with longer steel extension into the column show overall behaviors such as load, ductility, and failure mechanism better than the model with shorter extension of those steels. Moreover, the steel reinforcing details of the beam-column connection recommended by ACI318-99 are investigated. The results from those details didn't show significant improvement in the load capacity and ductile behaviors. However, it should be noted that the FE models from this study successfully capture only the confined concrete behavior, but not the unconfined one. Therefore, this might be the reason that the models can't present the ductile behavior of connections after

their peak loads, even though the improved steel reinforcements are implemented to the models.

In conclusion, the FE models in this study are just the primary study. They demonstrate the trends and overall behaviors of the beam-column connections quite reasonably. Unconfined behavior of concrete needs to be further investigated, especial for the connection model.

Keywords: Finite Element Model, Reinforced Concrete Structure, Reinforced Concrete Beam-Column Connection