หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทวิจารณ์และสรุป

6.1 บทวิจารณ์

สมการโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อที่ได้จากการศึกษานี้ เป็นสมการที่ได้มาจากวิธีการประมาณ ดังนั้นการนำสมการเหล่านี้ไปใช้ในการวิเคราะห์โครงแบบกิ่งข้อแข็ง จะให้ผลเป็นค่าประมาณเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ที่ได้จากสมการเหล่านี้ก็ยังให้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์ที่สมมติให้รอยต่อเป็นแบบข้อแข็งหรือข้อหมุน

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนจากสมการของรอยต่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า สมการของรอยต่อในแต่ละประเภท ให้ลักษณะของเส้นโค้งที่สอดคล้องกับผลการทดสอบค่อนข้างดี กล่าวคือสมการของรอยต่อจะให้ลักษณะของความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากภายใต้รอยต่อมีขนาดของรอยต่อที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการนำสมการของรอยต่อไปประยุกต์ใช้กับรอยต่อที่มีขนาดแตกต่างไปจากขนาดของรอยต่อที่ใช้หาสมการในการวิจัยนี้ ผู้ใช้ควรจะคำนึงว่าลักษณะความสัมพันธ์อาจจะผิดพลาดได้บ้าง นอกจากนี้ลักษณะของรอยต่ออาจเป็นส่วนที่ทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่ถูกหรือผิดได้เช่นกัน เช่น รอยต่อแบบ End Plate ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นแบบ Flush End Plate ถ้านำขนาดของรอยต่อแบบ Extended End Plate มาใช้ก็จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่ผิดพลาดไปได้ ดังนั้นลักษณะของรอยต่อที่จะใช้กับสมการได้ดีจะต้องมีรายละเอียดตามที่แสดงในรปที่ 3.3 , 3.6 , 3.10 และ 3.13 สำหรับรอยต่อแบบ Single Web Angle , Header Plate , Top and Seat Angle และ End Plate ตามลำดับ

การหาสมการโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อ ที่สามารถใช้แทนพฤติกรรมจริง ๆ ของรอยต่อนั้นจะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่าง ๆ อย่างมากมาย ซึ่งไม่เฉพาะขนาดของรอยต่อเท่านั้น แต่วิธีการประกอบติดตั้ง ฝีมือการทำงานติดตั้งและคุณภาพของวัสดุที่ใช้ ฯลฯ ซึ่งสิ่งต่างก็มีผลกระทบต่อพฤติกรรมของรอยต่อ เช่นกัน ดังนั้นการพัฒนาวิธีการหาสมการของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อ จึงควรปรับปรุงให้ได้ค่าที่สอดคล้องกับพฤติกรรมจริงมากที่สุด

ในการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง บางครั้งผลการคำนวณที่ได้มาอาจจะเป็นค่าที่ไม่สามารถเกิดขึ้นจริงได้ เช่น ในกรณีที่โครงสร้างรับแรงกระทำมาก ๆ ในขณะที่รอยต่อในโครงสร้างมีสติฟเนสน้อย ค่ามุมหมุนของรอยต่อที่คำนวณได้มาอาจจะมีค่าที่มากเกิน ค่ามุมหมุนที่จะเกิดขึ้นจริงกับรอยต่อได้ นอกจากนั้นเนื่องจากในการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งจะเป็นการวิเคราะห์แบบไร้เชิงเส้นเป็นส่วนมาก การที่จะนำวิธี Superposition ซึ่งสามารถใช้ได้กับการวิเคราะห์แบบเชิงเส้น มาใช้กับวิธีวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง จึงต้องมั่นใจว่ารอยต่อในโครงสร้างทั้งหมดมีพฤติกรรมเป็นแบบเชิงเส้น

6.2 บทสรุป

ในการศึกษานี้ สมการความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อในโครงสร้างเหล็ก 4 ประเภทคือ รอยต่อแบบ Single Web Angle , Header Plate , Top and Seat Angle และ End Plate ด้วยสมการพหุนาม โดยสมการเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลักคือขนาดของรอยต่อ สมการจะถูกกำหนดให้เป็นผลคูณระหว่างขนาดของรอยต่อในส่วนต่าง ๆ ในรูปของค่ายกกำลังของขนาดรอยต่อ ซึ่งค่ายกกำลังเหล่านี้จะหาได้จากการเปรียบเทียบกับผลการทดสอบรอยต่อที่มีลักษณะรูปร่างหรือขนาดอย่างเดียว สมการความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษาได้สรุปไว้ในตารางที่ 6.1

การศึกษาในครั้งนี้ มีความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนเป็นแบบไร้เชิงเส้นทั้งหมด ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์จึงต้องอาศัยวิธีการทำซ้ำ (Iterative) เข้าช่วย จากการสมมตความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนเป็นแบบเชิงเส้น และใช้วิธีการรวมสติฟเนสโดยตรง คำนวณหาแรงภายในและการเคลื่อนที่ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์แบบเชิงเส้น จะคำนวณกลับไปกลับมาโดยการสมมติสมการเชิงเส้นของโมเมนต์และมมเปลี่ยนของรอยต่อใหม่ ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นส่วนของวิธีการทำซ้ำ จนกว่าจะได้ค่ามุมเปลี่ยนจากสมการเชิงเส้นที่สมมตสอดคล้องกับค่ามุมเปลี่ยนที่ได้จากสมการโมเมนต์และมุมเปลี่ยนจริง ๆ ของรอยต่อ ผลการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งครั้งสุดท้ายจะได้จากการใช้สมการเชิงเส้นที่สมมตเป็นครั้งสุดท้าย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เขียนขึ้นโดยใช้หลักการวิเคราะห์ดังที่กล่าวมาแล้ว โดยได้เขียนเป็นภาษาเบสิค (BASIC) ซึ่งใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 6.1 สมการโมเมนต์และมุมเปลี่ยนสัมพัทธ์ของรอยต่อแบบ Single Web Angle , Header Plate , Top and Seat Angle และ End Plate

ประเภทของรอยต่อ	สมการโมเมนต์กับมุมเปลี่ยนสัมพัทธ์ และตัวคูณมาตรฐาน
Single Web Angle	$\phi = 3.04x10^{-4} (KM) + 1.02x10^{-6} (KM)^3 + 2.61x10^{-10} (KM)^5$ $K = d^{-2.26}t^{-1.36}g^{2.69}$
Header Plate	$\phi = 1.40x10^{-4} (KM) + 1.70x10^{-6} (KM)^3$ $K = t^{-1.15}g^{1.14}d^{-2.38}$
Top & Seat Angle	$\phi = 4.21x10^{-4} (KM) - 1.95x10^{-7} (KM)^3 + 1.63x10^{-8} (KM)^5$ $K = t^{-0.57}d^{-1.37}f^{-1.44}l^{-0.50}$
End Plate	$\phi = 1.20x10^{-4} (KM) - 9.63x10^{-8} (KM)^3 + 2.20x10^{-10} (KM)^5$ $K = d^{-1.61}t_e^{-0.40}t_s^{-0.12}t_f^{-1.01}$

หมายเหตุ โมเมนต์มีหน่วยเป็น Kip – in และมุมเปลี่ยนสัมพัทธ์มีหน่วยเป็น Rad.

แบบ IBM PC หรือแบบอื่น ๆ ที่เทียบเท่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงผลของรอยต่อแบบกึ่งข้อแข็งที่มีต่อโครงข้อแข็งหรือโครงข้อหมุน ในด้านการกระจายของแรงภายในและการเคลื่อนที่ที่เปลี่ยนไป ในการวิเคราะห์โครงข้อแข็งเปรียบเทียบกับโครงแบบกึ่งข้อแข็ง เมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอในแนวดิ่ง แสดงให้เห็นว่า โมเมนต์ลบที่หัวเสาจะมีปริมาณน้อยลงเมื่อรอยต่อมีสติฟเนสน้อยลง ทำให้โมเมนต์บวกที่ช่วงกลางคานมีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อโครงสร้างรับแรงกระทำด้านข้าง โครงที่มีรอยต่อเป็นแบบ END PLATE ซึ่งมีสติฟเนสค่อนข้างมาก มีลักษณะการกระจายของโมเมนต์ที่คล้ายกับโครงข้อแข็ง แต่จะมีการเคลื่อนที่ในแนวราบที่มากขึ้น ในการเปรียบเทียบโครงข้อหมุนกับโครงแบบกึ่งข้อแข็ง แสดงให้เห็นลักษณะการกระจายของแรงภายในที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ และแสดงให้เห็นการแอ่นตัวของโครงสร้างที่มากขึ้นเมื่อรอยต่อมีสติฟเนสน้อยลง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงสร้างที่ผ่านมา จะสรุปได้ว่าการวิเคราะห์โครงสร้างโดยสมมติให้เป็นโครงข้อแข็งหรือโครงข้อหมุน จะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงสร้าง ลักษณะของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับโครงสร้าง และที่สำคัญคือลักษณะและประเภทของรอยต่อที่ใช้ในโครงสร้าง

การทดสอบและการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง พบว่ารอยต่อแบบ Single Web Angle และ Header Plate สามารถรับโมเมนต์ได้ในปริมาณที่น้อย ทำให้มีผลต่อการกระจายแรงในแนวแกนในโครงข้อหมุนน้อยมาก และเกิดความไม่ต่อเนื่องระหว่างคานในโครงข้อแข็ง ซึ่งแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับรอยต่อแบบข้อหมุนมาก รอยต่อเหล่านี้จึงควรออกแบบให้รับแรงเฉือนเพียงอย่างเดียว

รอยต่อแบบ Top and Seat Angle สามารถรับโมเมนต์ในปริมาณที่มากกว่ารอยต่อทั้ง 2 ประเภทที่ผ่านมาเล็กน้อย ซึ่งมีส่วนช่วยลดปริมาณแรงในแนวแกนของชิ้นส่วนในโครงข้อหมุน แต่พฤติกรรมยังใกล้เคียงกับรอยต่อแบบข้อหมุน เพื่อความสะดวกในการออกแบบสามารถให้รอยต่อรับเฉพาะแรงเฉือนเพียงอย่างเดียว แต่กรณีที่ต้องการโครงสร้างที่ประหยัดและใช้ประโยชน์จากวัสดุอย่างเต็มที่ โมเมนต์ที่รอยต่อรับได้ควรนำมาใช้ในการวิเคราะห์ออกแบบด้วย

รอยต่อแบบ End Plate สามารถรับโมเมนต์ในปริมาณที่มาก ทำให้ในโครงข้อหมุน

มีการยึดรั้งระหว่างชิ้นส่วนมากขึ้น ปริมาณแรงในแนวแกนชิ้นส่วนลดลง ขณะที่แรงเฉือนและโมเมนต์มีปริมาณเพิ่มขึ้น ในโครงข้อแข็งรอยต่อไม่สามารถรักษาสภาพการยึดแน่นและความต่อเนื่องระหว่างคานดังเช่นรอยต่อแบบข้อแข็งได้ ดังนั้นในโครงสร้างที่ใช้รอยต่อประเภทนี้ควรจะวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้พฤติกรรมจริงของรอยต่อ