หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในการวิเคราะห์โครงสร้างเหล็กโดยทั่ว ๆ ไป จะแบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 ประเภทคือ โครงข้อแข็งและโครงข้อหมุน ข้อแตกต่างระหว่างโครงข้อแข็งและข้อหมุนก็คือ รอยต่อระหว่างชิ้นส่วนในโครงข้อแข็งสามารถถ่ายโมเมนต์ผ่านรอยต่อได้ 100 เปอร์เซนต์โดยไม่เกิดการเปลี่ยนมุมของชิ้นส่วนที่ต่อกัน ในขณะที่รอยต่อในโครงข้อหมุนจะไม่สามารถถ่ายโมเมนต์ผ่านรอยต่อได้ และยังเกิดการเปลี่ยนแปลงมุมที่ชิ้นส่วนต่อกันได้ ในโครงสร้างเหล็กที่สร้างขึ้นจริง รอยต่อที่ใช้จะไม่มีพฤติกรรมที่เป็นข้อแข็งหรือข้อหมุนอย่างแท้จริง ดังนั้นในการวิเคราะห์โครงสร้างแบบโครงข้อแข็งหรือโครงข้อหมุน จึงทำให้ผลจากการวิเคราะห์ผิดไปจากความเป็นจริง ในโครงสร้างที่มีขนาดเล็กความผิดพลาดจากผลการวิเคราะห์อาจจะมีผลเสียต่อการออกแบบเพียงเล็กน้อย แต่ในโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่หรือโครงสร้างบางประเภทผลที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างจะมีความสำคัญมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นแรงภายในของชิ้นส่วน (Internal Forces) หรือการเคลื่อนที่ (Displacements) ที่คำนวณมาได้ และถึงแม้ทราบว่าค่าความผิดพลาดต่าง ๆ นั้นเป็นสิ่งที่จะต้องเกิดขึ้น แต่เนื่องจากการวิเคราะห์โครงสร้างแบบโครงข้อแข็งหรือข้อหมุนจะง่ายและสะดวกในทางปฏิบัติมากกว่าการวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้พฤติกรรมที่แท้จริงของรอยต่อ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อให้ได้แรงภายในและการเคลื่อนที่ ที่มีค่าใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุดก็ยังคงเป็นที่ต้องการของวิศวกร ดังนั้นจึงยังคงมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรอยต่อในแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันในโครงสร้างเหล็ก การศึกษาวิจัยเริ่มต้นประมาณปี ค.ศ. 1917 โดยวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยก็เพื่อที่จะนำผลจากการศึกษาวิจัยไปใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบชิ้นส่วนและรอยต่อในโครงสร้างเหล็กและในส่วนที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์โครงสร้างก็ได้มีการศึกษาแก้ไขและปรับปรุงเรื่อยมา จนมีวิธีที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้ในปัจจุบันเราสามารถลดความยุ่งยากและซับซ้อนในการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง (Semi-Rigid Frames) ได้มาก ซึ่งทำให้เราสามารถ

วิเคราะห์โครงสร้างเหล็กบางประเภทได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

1.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

พฤติกรรมของรอยต่อระหว่างคานและเสาในโครงสร้างเหล็ก ได้เริ่มทำการศึกษาวิจัยในครั้งแรกประมาณปี ค.ศ. 1917 ในประเทศสหรัฐอเมริกา หลังจากนั้นการศึกษาวิจัยจึงได้กระจายไปในหลายประเทศ แต่การวิจัยส่วนมากจะกระทำในยุโรปและอเมริกาเหนือวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยโดยทั่วไปจะเน้นไปที่การศึกษาความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยน

ในช่วงปี ค.ศ. 1930-1936 ที่ประเทศอังกฤษ (1,2,3) แคนาดา (4) และสหรัฐอเมริกา (5) ได้มีการทดสอบหาความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อระหว่างคานและเสา และจากการทดสอบในครั้งนี้ Batho และ Rowan (1) ได้เสนอวิธี Beam Line ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการหาโมเมนต์และมุมเปลี่ยน ที่จะเกิดขึ้นกับรอยต่อในภาวะของน้ำหนักที่กระทำต่อคานต่าง ๆ กัน แต่วิธีนี้จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากผลการทดสอบที่ผ่านมาของรอยต่อแต่ละขนาดและประเภทเท่านั้น Baker (1) และ Rathbun (5) ต่างก็ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง โดยใช้วิธี Slope Deflection และ Moment Distribution ทั้งสองต่างก็ได้สมมติให้ความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์และมุมเปลี่ยน เป็นแบบเชิงเส้น (Linear) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนจะเป็นแบบไร้เชิงเส้น (Non-Linear) ต่อมา Lother (6) ได้เสนอวิธีการหาเส้นสัมผัสเริ่มต้น (Initial Tangent) ของเส้นโค้งระหว่างโมเมนต์และมุมเปลี่ยน และนำค่าเส้นสัมผัสเริ่มต้นไปใช้กับวิธีการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งซึ่งเสนอโดย Baker (1) และ Rathbun (5)

จากการทดสอบรอยต่อระหว่างคานและเสาในช่วงแรก ๆ รอยต่อที่ใช้ในการทดสอบเป็นส่วนมากจะใช้หมุดย้ำเป็นตัวยึด แต่ในช่วงเวลาต่อมา High Strength Bolts เริ่มได้รับความนิยมมากกว่าหมุดย้ำ ดังนั้น Munse Bell และ Chesson (7) จึงทำการทดสอบรอยต่อ เพื่อศึกษาความแตกต่างของพฤติกรรมของรอยต่อที่ใช้หมุดย้ำและ รอยต่อซึ่งใช้ High Strength Bolts โดยรอยต่อที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้เป็นรอยต่อแบบ Double Web Angle และจากผลการทดสอบในครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้ High Strength Bolts จะทำให้สติฟเนส

ของรอยต่อเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย

การวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งโดย วิธี Slope Deflection และ Moment Distribution นั้นค่อนข้างจะเป็นวิธีที่ ยุ่งยาก ซับซ้อนและต้องใช้เวลาในการคำนวณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ Monfortun และ Wu (8) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งโดยวิธีเมตริกซ์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก เมื่อนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่วิธีของ Monfortun และ Wu (8) ก็ยังคงสมมตให้พฤติกรรมของรอยต่อเป็นแบบเชิงเส้น

Somner (9) ได้ใช้สมการพหุนาม (Polynomial Equation) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อแบบ Header Plate ซึ่งวิธีของ Somner (9) ได้แสดงให้เห็นว่า สมการที่ได้มาให้ค่าโมเมนต์และมุมเปลี่ยนที่ค่อนข้างจะใกล้เคียงกับผลการทดสอบ วิธีสร้างสมการพหุนามของ Somner (9) ได้นำมาใช้ในการสร้างสมการของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่ออีกหลาย ๆ แบบโดยอาศัยผลการทดสอบที่ผ่าน ๆ มา (12 , 13) Jones Kirby และ Neathercot (14) เสนอให้ใช้วิธี B-Spline Curve Fitting ในการสร้างแบบจำลอง (Model) ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อ วิธีของ Jones และคณะ (14) ให้เส้นโค้งของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนที่ใกล้เคียงของจริงมาก แต่วิธีนี้ก็มีปัญหาในการปฏิบัติมากเนื่องจากวิธีนี้จะใช้ได้กับรอยต่อในแต่ละขนาดและประเภทที่เคยมีการทดสอบมาแล้วเท่านั้น

การศึกษาเกี่ยวกับความเสถียร (Stability) ของโครงแบบกึ่งข้อแข็งมีการทำกันไม่มากนัก ในปี ค.ศ. 1970 ที่ AIT. Pongkitdakarn (10) ได้ศึกษาวิจัยพฤติกรรมของโครงพอร์ทอลแบบกึ่งข้อแข็ง (Portal Frames with Semi-Rigid Beam to Column Connections) โดยสมมตให้ความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนเป็นแบบเชิงเส้นและในปีเดียวกัน Romstad และ Subramanian (11) ได้ใช้ความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนเป็นแบบเชิงเส้นคู่ (Bi-Linear) ในการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง และวิเคราะห์ความเสถียร (Stability Analysis) ของโครงแบบกึ่งข้อแข็ง

ในช่วงเวลาหลังจากปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมาก็ได้มีการวิเคราะห์วิจัยเกี่ยวกับรอยต่อในโครงสร้างเหล็กมากขึ้นมากเมื่อเทียบกับที่ผ่านมา แนวทางการวิจัยส่วนหนึ่งจะให้ความสนใจเกี่ยวกับ การหาสมการหรือแบบจำลองเพื่อใช้แสดงพฤติกรรมของรอยต่อในแต่ละประเภท

ซึ่งวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้กันจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป วิธีการหาสมการของรอยต่อและวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งที่เสนอโดย Soner (9) และ Frye (12) เป็นวิธีที่มีข้อดีที่สามารถใช้ข้อมูลผลการทดสอบที่ผ่านมาได้ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ได้มาก

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อระหว่างคานและเสาในโครงสร้างเหล็ก 4 ประเภท คือ แบบ Single Web Angle แบบ Header Plate แบบ Top and Seat Angle และ แบบ End Plate
2. สร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์และมุมเปลี่ยนของรอยต่อที่กล่าวมาในข้อ 1.
3. ศึกษาวิธีวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็งและเขียนโปรแกรมเป็นภาษาเบสิค เพื่อใช้วิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง
4. ศึกษาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โครงแบบกึ่งข้อแข็ง กับผลการวิเคราะห์โครงสร้างแบบโครงข้อแข็งหรือโครงข้อหมุน