บทที่ 5 สรุปผล

บทนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการสรุปผลการวิเคราะห์ Single Plate Shear Connection ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ในหัวข้อการตรวจสอบค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับของจุดต่อ Single Plate Shear Connection อยู่ในหัวข้อที่ 5.1 และผลที่ตำแหน่งสลักเกลียว มีต่อแรงกระทำต่อสลักเกลียว และความเหนียวของจุดต่อ Single Plate Shear Connection อยู่ในหัวข้อที่ 5.2

5.1 สรุปผลการตรวจสอบค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับ ของจุดต่อ Single Plate Shear Connection

1. แบบจำลองจุดต่อที่มีแรงกระจายเป็นแรงกระทำ ที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 5 7 และ 9 ตัว จุดต่อสามารถรับแรงเฉือนสูงสุด ขณะหน้าตัดคานรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) โดยจุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 ตัว มีค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับสูงสุดเท่ากับ 0.0279 เรเดียน ในแบบจำลองจุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 5 7 และ 9 ตัว จะมีค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับเท่ากับ 0.0148 0.0108 0.0151 เรเดียน ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าการหมุนตัวที่ได้น้อยกว่า 0.03 เรเดียน ในส่วนของ Commentary ในคู่มือการออกแบบ AISC (2005) [21] ที่แนะนำว่า เมื่อจุดต่อสามารถรับแรงเฉือนสูงสุด ขณะคานที่จุดรองรับสามารถรับโมเมนต์ดัดระบุ (M_n) ควรมีค่าหมุนตัวได้ไม่น้อยกว่า 0.03 เรเดียน หากไม่สามารถคำนวณค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับได้

2. การใช้คานที่ยาวหรือขนาดใหญ่ขึ้น ในจุดต่อ Single Plate Shear Connection ทำให้ค่าการหมุนตัวที่ได้มีค่าสูงขึ้น เนื่องจากเมื่อคานมีความยาวหรือขนาดใหญ่ขึ้น ค่าโมดูลัสหน้าตัดพลาสติก (Z_x) ของคานเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องใช้คานที่ยาวมาก เพื่อให้หน้าตัดคานรับโมเมนต์เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) แต่จะส่งผลต่อกำลังรับแรงเฉือนของจุดต่อคือ มีแนวโน้วลดลง เนื่องจากแรงเฉือนในแนวราบของสลักเกลียวที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แรงในแนวดิ่งของสลักเกลียวลดลง ทำให้กำลังรับแรงเฉือนลดลง

3. กำลังวิบัติ (F_u) ของสลักเกลียว มีผลต่อพฤติกรรมของหน้าตัดคานที่ที่จุดรองรับ กำลังรับแรงเฉือนของจุดต่อและค่าการหมุนตัวของคาน เมื่อใช้กำลังวิบัติของสลักเกลียวเท่ากับ 88 ksi ในจุดต่อ Single Plate Shear Connection พบว่าสลักเกลียวจะวิบัติก่อนที่หน้าตัดคานจะรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) แต่เมื่อใช้กำลังวิบัติของสลักเกลียวเพิ่มขึ้นเป็น 96 ksi คานสามารถรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) ก่อนที่สลักเกลียวที่จุดต่อจะเกิดการวิบัติ

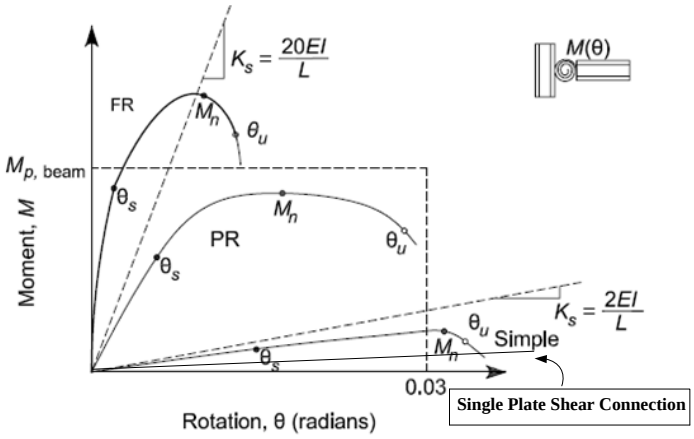
4. จุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 ตัว รับแรงกระทำแบบจุด จุดต่อสามารถรับแรงเฉือนได้สูงสุด โดยหน้าตัดคานรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) ที่การหมุนตัวของคานที่จุดรองรับมีค่า 0.0193 เรเดียน ซึ่งน้อยกว่าผลการทดสอบของ Astaneh [9] ที่ได้ค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับระหว่าง 0.026 ถึง 0.061 เรเดียน และ Metzger [18] ที่ได้ค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับของจุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 ตัวเท่ากับ 0.032 เรเดียน

5. จุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 5 7 และ 9 ตัว สามารถรับแรงเฉือนสูงสุด ขณะที่หน้าตัดคานรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) โดยมีอัตราส่วนความยาวต่อความลึกคานของจุดต่อเท่ากับ 18 11 8 และ 9 ตามลำดับ และให้ค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับน้อยกว่า 0.03 เรเดียน เห็นได้ว่า ค่าการหมุนตัวที่จุดรองรับที่สูง หรือมีค่าเท่ากับ 0.03 เรเดียน ในจุดต่อ Single Plate Shear Connection เกิดขึ้นได้ยาก เนื่องจากต้องใช้อัตราส่วนความยาวต่อความลึกของคานที่มาก ซึ่งในการใช้งานในโครงสร้างจริง การใช้อัตราส่วนความยาวต่อความลึกคานเท่ากับ 25 หรือมากกว่า เป็นไปได้ยาก ดังนั้นโอกาสที่ค่าการหมุนตัวจะมีค่าเท่ากับ 0.03 เรเดียน จึงมีน้อยมาก และการใช้อัตราส่วนความยาวต่อความลึกคานมาก ส่งผลต่อกำลังรับแรงเฉือนลดลงอีกด้วย

6. จากการเปรียบเทียบค่าการหมุนตัวและกำลังรับแรงเฉือนที่ได้จากผลวิเคราะห์ของแบบจำลองกับวิธี Classical ที่คำนวณโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (Static) พบว่าแบบจำลอง Single Plate Shear Connection ที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 5 7 และ 9 ตัว มีความแข็งแรง (Stiffness) มากกว่าจุดต่อที่มีลักษณะยึดหมุน (Pin Connection) เล็กน้อย

7. การเปรียบเทียบความแข็งแรงของจุดต่อ (Stiffness) เทียบกับค่าความแข็งแรงที่คำนวณได้จากผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองพบว่า ค่าความแข็งแรงที่คำนวณได้จาก $K_s = 2EI/L$ มีค่าสูงกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟในส่วนของ Commentary ของคู่มือ AISC 2005 [21] เห็นได้ว่าเส้นกราฟ

ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ของแบบจำลอง Single Plate Shear Connection อยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟ K_s = 2EI/L มาก ดังนั้นจึงสามารถจำแนกได้ว่า จุดต่อ Single Plate Shear Connection เป็นจุดต่อประเภท Simple Shear Connection ตามที่ข้อมูลในส่วน Commentary ของคู่มือ AISC ได้แนะนำไว้



รูปที่ 5.1 ลักษณะเส้นกราฟ ความแข็งแรง (Stiffness) ที่ได้แบบจำลอง Single Plate Shear Conncetion เทียบกับเส้นกราฟความแข็งแรง (Stiffness) ของจุดต่อ Simple Shear Connections ในส่วน Commentary ของคู่มือการ ออกแบบ AISC 2005 [21]

5.2 สรุปผลที่ตำแหน่งสลักเกลียว มีต่อแรงที่กระทำต่อสลักเกลียว

1. เมื่อสลักเกลียวตัวบนสุดห่างจากแกนสะเทินคานเพิ่มขึ้นเป็น 6 9 และ 12 นิ้ว ในแบบจำลองจุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 ตัว แรงในแนวราบที่ต้านการเคลื่อนที่ของสลักเกลียวตัวบนสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แรงในแนวราบที่เพิ่มขึ้น ทำให้แรงในแนวดิ่งลดลง ส่งผลให้กำลังรับแรงเฉือนของจุดต่อลดลง

2. จุดต่อที่มีสลักเกลียวตัวบนสุดห่างจากแกนสะเทินคานเพิ่มขึ้น โดยมีสลักเกลียวจำนวน 3 ตัวจะมีความเหนียวดีกว่า จุดต่อที่มีสลักเกลียวจำนวน 5 7 และ 9 ตัว เนื่องจากจำนวนสลักเกลียวน้อยกว่าสลักเกลียวตัวบนสุดสามารถคว้านในเนื้อแผ่นเหล็กและเคลื่อนที่ในแนวราบได้มาก และการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับดีกว่า เนื่องจากไม่มีแรงในแนวราบที่ต้านการเคลื่อนที่ของสลักเกลียวตรงบริเวณช่องว่างระหว่างสลักเกลียว