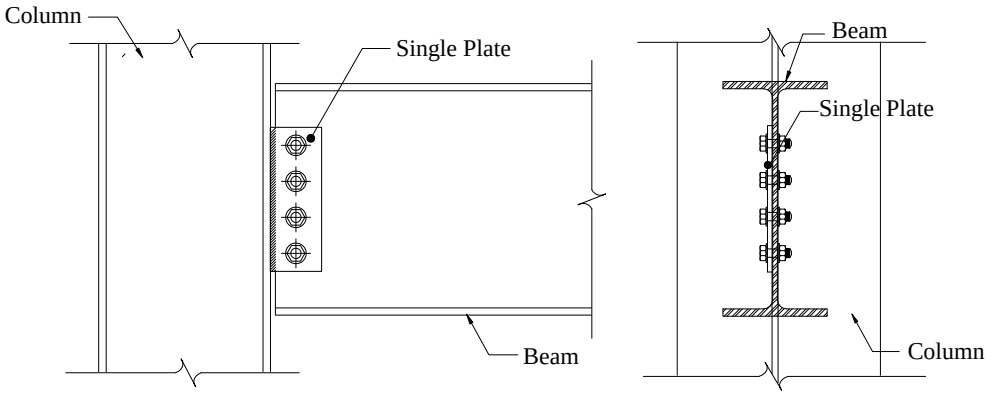
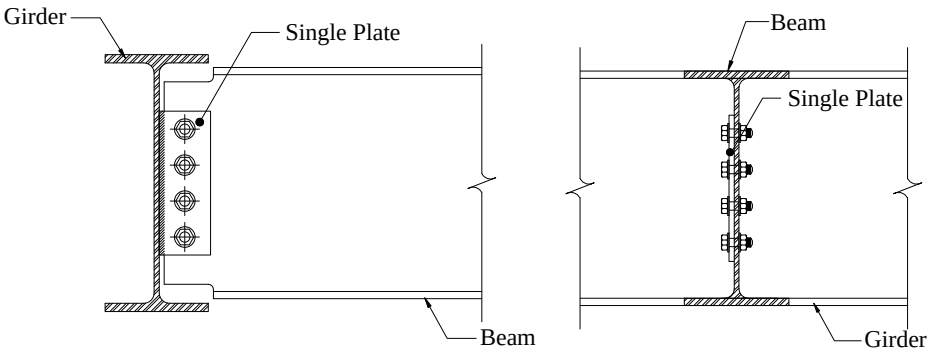
บทที่ 1 บทนำ

1.1 ลักษณะของ Single Plate Shear Connection

Single Plate Shear Connection หรือที่รู้จักกันในอีกชื่อเรียกหนึ่งว่า Shear Tab หรือ Fin Plate เป็นจุดต่อรับแรงเฉือนสำหรับคานประเภท Simply Supported มีหน้าที่ถ่ายแรงเฉือนจากคานไปยังที่รองรับ ได้แก่ เสาหรือคาน ลักษณะจุดต่อจะใช้ปลายแผ่นเหล็กเชื่อมติดเข้ากับที่รองรับ ส่วนแผ่นเหล็กอีกด้านจะยึดเข้ากับเอวของคานด้วยสลักเกลียว จุดต่อประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้แพร่หลายในหลายประเทศ เนื่องจากเป็นจุดต่อที่ติดตั้งได้ง่าย ทำให้ประหยัดระยะเวลาและต้นทุนการก่อสร้าง ส่วนประกอบในจุดต่อประกอบไปด้วย แผ่นเหล็กเป็นเหล็กเกรด A36 ส่วนสลักเกลียวใช้ชนิด ASTM A325 และ A490 รูเจาะแบบมาตรฐาน หรือ Shot Slot ชนิดของลวดเชื่อมใช้ชนิด E70 และการเชื่อมแบบ SMAW จุดต่อรับแรงเฉือนประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ใช้แผ่นเหล็กยึดต่อระหว่างเอวของคานกับปีกของเสา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.1 และใช้แผ่นเหล็กยึดต่อระหว่างคานย่อยเข้ากับเอวของคานหลัก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.2 เงื่อนไขการออกแบบจุดต่อจะมี 2 วิธี [21] คือ Conventional Configuration โดยจุดต่อจะมีสลักเกลียวจำนวนไม่เกิน 12 ตัว จัดเรียงหนึ่ง column มีระยะ a (a-distance) ซึ่งวัดจากแนวรอยเชื่อมถึงแนวกึ่งกลางของสลักเกลียวไม่เกิน 3.5 นิ้ว และ Extended Configuration จุดต่อจะมีสลักเกลียวมากกว่า 12 ตัว หรือมีการจัดเรียงมากกว่าหนึ่ง column หรือใช้ระยะ a มากกว่า 3.5 นิ้ว งานวิจัยนี้จะศึกษา Single Plate Shear Connection ที่ออกแบบตามวิธี Conventional Configuration ใช้รูเจาะมาตรฐานและใช้แผ่นเหล็กยึดต่อระหว่างเอวของคานกับปีกของเสา



รูปที่ 1.1 Single Plate Shear Connection ประเภทที่รองรับแบบยึดแน่น



รูปที่ 1.2 Single Plate Shear Connection ประเภทที่รองรับแบบยึดหยุ่น

1.2 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เพื่อให้โครงสร้างมีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัย จำเป็นต้องพิจาณาถึงจุดต่อของโครงสร้างอย่างสำคัญ ซึ่งจุดต่อนั้นเป็นการยึดต่อระหว่าง คานกับคาน หรือคานกับเสา จุดต่อรับแรงเฉือนที่ใช้ยึดต่อระหว่างชิ้นส่วนขององค์อาคารเหล็กมีให้เลือกอยู่หลายชนิดหนึ่งในนั้นคือ Single Plate Shear Connection เป็นจุดต่อรับแรงเฉือนประเภท Simply Support เนื่องจากจุดต่อประเภทนี้ถูกออกแบบให้มีพฤติกรรมเสมือนจุดหมุนเมื่อรับน้ำหนักบรรทุก จุดต่อจะต้องมีความแข็งแรงและความเหนียวที่พอเพียง

ในปี ค.ศ. 1989 Astaneh [8] ใช้พิวเตอร์สร้างกราฟความสัมพันธ์กำลังรับแรงเฉือนเทียบกับความสามารถการหมุนของจุดต่อ โดยใช้อัตราส่วนความยาวต่อความลึกคาน 25 พบว่า เมื่อหน้าตัดคานสามารถรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก (M_p) ค่าการหมุนตัวมีค่าเท่ากับ 0.03 เรเดียน และเมื่อหน้าตัดคานสามารถรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดอิลาสติก (M_y) ค่าการหมุนตัวมีค่า 0.02 เรเดียน และข้อมูลในส่วน Commentary ของจุดต่อรับแรงเฉือนประเภท Simple Shear Connection ในคู่มือการออกแบบ AISC 2005 [21] ที่แนะนำว่า เมื่อจุดต่อสามารถรับแรงเฉือนสูงสุด ขณะคานที่จุดรองรับสามารถรับโมเมนต์ดัดระบุ (M_n) อนุญาติให้ใช้ค่าหมุนตัวได้ไม่น้อยกว่า 0.03 เรเดียน หากไม่สามารถคำนวณค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับได้ ซึ่งเมื่อจุดต่อมีการค้ำยันอย่างเพียงพอ หน้าตัดคานที่จุดรองรับจะสามารถรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิภาพหน้าตัดพลาสติก ($M_n = M_p$) และในปี ค.ศ. 2004 ผลการวิจัยของ Ashakul [15] พบว่าตำแหน่งของสลักเกลียวมีผลกับแรงที่กระทำต่อสลักเกลียว ส่งผลต่อกำลังรับแรงเฉือนของจุดต่อ Single Plate Shear Connection

จากงานวิจัยในอดีต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนนี้ เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมที่แท้จริงที่ทำให้จุดต่อ Single Plate Shear Connection มีความแข็งแรงและความเหนียวเพียงพอในการรับน้ำหนักบรรทุก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบและทำให้เกิดความมั่นใจในการใช้งานได้อย่างปลอดภัย

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าการหมุนตัวของคานที่รองรับของจุดต่อ Single Plate Shear Connection และตำแหน่งของสลักเกลียวที่มีผลต่อแรงกระทำของสลักเกลียว ซึ่งมีหัวข้อการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับของแบบจำลองที่มีแรงกระจายเป็นแรงกระทำ

2. ศึกษาค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับของแบบจำลองที่มีแรงแบบจุดเป็นแรงกระทำ

3. ศึกษาผลที่อัตราส่วนความยาวต่อความลึกคานที่มีต่อค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับ

4. เปรียบเทียบค่าการหมุนตัวและกำลังรับแรงเฉือนของแบบจำลองกับจุดต่อที่มีลักษณะเป็นยึดหมุน (Pin Connection)

5. เปรียบเทียบค่าความแข็งแรง (Stiffness) ของจุดต่อเทียบกับ Commentary ของจุดต่อรับแรงเฉือนประเภท Simple Shear Connection ในคู่มือการออกแบบ AISC 2005 [21]

6. ศึกษาผลที่ตำแหน่งของสลักเกลียวมีต่อแรงกระทำของสลักเกลียว

1.4 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับที่เกิดขึ้น ของจุดต่อ Single Plate Shear Connection ที่มีสลักเกลียวจำนวน 3 5 7 และ 9 ตัว

2. ความเข้าใจถึงผลกระทบเนื่องอัตราส่วนความยาวต่อความลึกคาน (L/d) ที่มีผลต่อค่าการหมุนตัวของคานที่จุดรองรับ ของจุดต่อ Single Plate Shear Connection

3. ความเข้าใจถึงพฤติกรรมทางด้านความแข็งแรง (Stiffness) ของจุดต่อรับแรงเฉือนประเภท Single Plate Shear Connection

4. ความเข้าใจในอิทธิพลของตำแหน่งในแนวดิ่งของกลุ่มสลักเกลียวที่มีผลต่อกำลังรับแรงเฉือนของจุดต่อรับแรงเฉือนประเภท Single Plate Shear Connection

1.5 ขอบเขตของงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมไฟไนต์เอลิเมนต์ ABAQUS สร้างแบบจำลอง Single Plate Shear Connection วิเคราะห์ถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อค่าการหมุนตัวของจุดต่อ ได้แก่ ชนิดของแรงกระทำ ซึ่งใช้แรงกระทำแบบแรงกระจาย (Uniform Load) และแบบจุด (Point Load) และอัตราส่วนความยาวต่อความลึกคาน (L/d) ที่ทำให้หน้าตัดคานสามารถรับโมเมนต์ได้เต็มประสิทธิหน้าตัดพลาสติก (M_p) รวมทั้งเปรียบเทียบแรงที่กระทำต่อสลักเกลียวและความเหนียวของจุดต่อที่มีตำแหน่งสลักเกลียวเพิ่มขึ้น ซึ่งตำแหน่งที่ใช้ มีระยะ 6 ถึง 15 นิ้ว กับจุดต่อที่มีระยะห่างระหว่างสลักเกลียวเท่ากับ 3 นิ้ว ใช้สลักเกลียวชนิด A325N และ A490 กำลังวิบัติ (F_u) ของสลักเกลียวเท่ากับ 88 และ 96 ksi ตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3/4 นิ้ว สลักเกลียวจำนวน 3 ถึง 9 ตัว แผ่นเหล็ก A36 กำลังครากของแผ่นเหล็กมีค่า 36 ksi และคาน Gr.50 โดยออกแบบให้ทุกแบบจำลองมีกำลังรับแรงเฉือนของกลุ่มสลักเกลียวเป็นสภาวะจำกัดการวิบัติของจุดต่อ