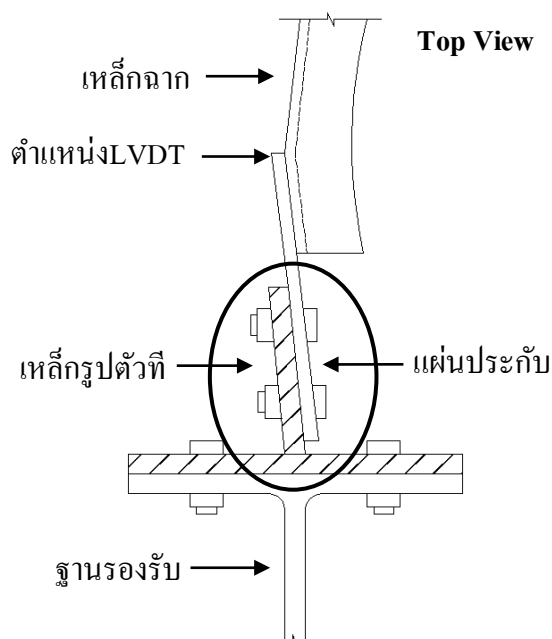


บทที่ 4 ผลการทดสอบและอภิปรายผล

เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย รูปแบบการการเสียหายของอุปกรณ์ติดตั้ง ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ การวิเคราะห์หาหน่วยแรงในรอยเชื่อม และการอภิปรายผลกระทบของการเชื่อมแบบจุดศูนย์ของรอยเชื่อมไม่อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced) รวมถึงผลความหนาของแผ่นประกบ ความยาวของจุดยึดต่อ ขนาดเหล็กฉาก ที่มีผลต่อการดัดแบบ Out of Plane

4.1 รูปแบบการเสียหายของอุปกรณ์ติดตั้งและวิธีการแก้ปัญหา

จากการทดสอบพบว่าตัวอย่างทดสอบ S1-B-G10 ถึง S1-B-G22 ซึ่งใช้แผ่นประกบที่มีความหนามาก มีระยะเคลื่อนหลังแผ่นประกบมาก เนื่องจากจากผลของการดัดแบบ Out of Plane ทำให้อุปกรณ์ติดตั้งเกิดการเสียรูประหว่างการทดสอบ ส่งผลให้เหล็กรูปตัวทีที่ติดหน้าฐานรองรับมีการเคลื่อนที่ตามแผ่นประกบ (รูปที่ 4.1) หลังจากทำการทดสอบเสร็จ เหล็กรูปตัวทีกลับคืนรูปเดิม และสามารถติดตั้งตัวอย่างทดสอบได้ปกติ เมื่อทำการทดสอบถึงตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22 ที่มีความหนาแผ่นประกบ 22 ผลการดัดแบบ Out of Plane ส่งผลให้ระยะเคลื่อนที่ด้านหลังแผ่นประกบมีการเคลื่อนจนทำให้เหล็กรูปตัวทีเกิดความเสียหาย หลังจากทดสอบตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22 ผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ไขอุปกรณ์ติดตั้งของตัวอย่างทดสอบ โดยเสริมเหล็กแผ่น (Stiffener) ในเหล็กรูปตัวที (รูปที่ 3.8)



รูปที่ 4.1 เหล็กรูปตัวทีเคลื่อนที่ตามแผ่นประกบ

4.1 ผลการทดสอบ

กำลังที่ได้จากการทดสอบเป็นกำลังรับแรงของจุดต่อ การวิบัติของตัวอย่างทดสอบทั้งหมดจะเกิดการวิบัติที่จุดต่อ ลักษณะการวิบัติของรอยเชื่อมจะนิยามสอดคล้องตามทฤษฎี แสดงอยู่ในรูปที่ 4.2 ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบเหล็กแผ่นและตัวอย่างทดสอบเหล็กฉาก แสดงอยู่ในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ ผลการดัดแบบ Out of Plane ส่งผลให้อุปกรณ์ติดตั้งเสียรูป ซึ่งได้ทำการแก้ไขอุปกรณ์ในตัวอย่างทดสอบ S1-U-G22 ถึง S2-U-G10-a



รูปที่ 4.2 ลักษณะการวิบัติของรอยเชื่อม

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบแผ่นเหล็ก

ตัวอย่างทดสอบ	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ
P-T-G10	68	38	0.56
P-L-G10	271	250	0.92

หมายเหตุ

- P หมายถึง ตัวอย่างทดสอบเหล็กแผ่น
- T หมายถึง รอยเชื่อมตึงจากกับแนวแรง
- L หมายถึง รอยเชื่อมขนานกับแนวแรง
- G หมายถึง ความหนาแผ่นประกบ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบเหล็กฉาก

ตัวอย่างทดสอบ	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ (mm)
S1-B-G10	230	232	1.01	6.72
S1-U-G10	230	202	0.88	4.25
D1-B-G10	459	415	0.90	-
D1-U-G10	459	394	0.86	-
S1-B-G16	230	223	0.97	9.82
S1-U-G16	230	225	0.98	7.71
S1-B-G22	230	223	0.97	12.49
S1-U-G22	230	223	0.97	4.64*
S2-B-G10	230	200	0.87	0.60*
S2-U-G10	230	181	0.79	0.44*
D2-B-G10	459	417	0.91	-
D2-U-G10	459	373	0.81	-
S2-B-G10-a	446	363	0.81	6.09*
S2-U-G10-a	446	366	0.82	3.44*

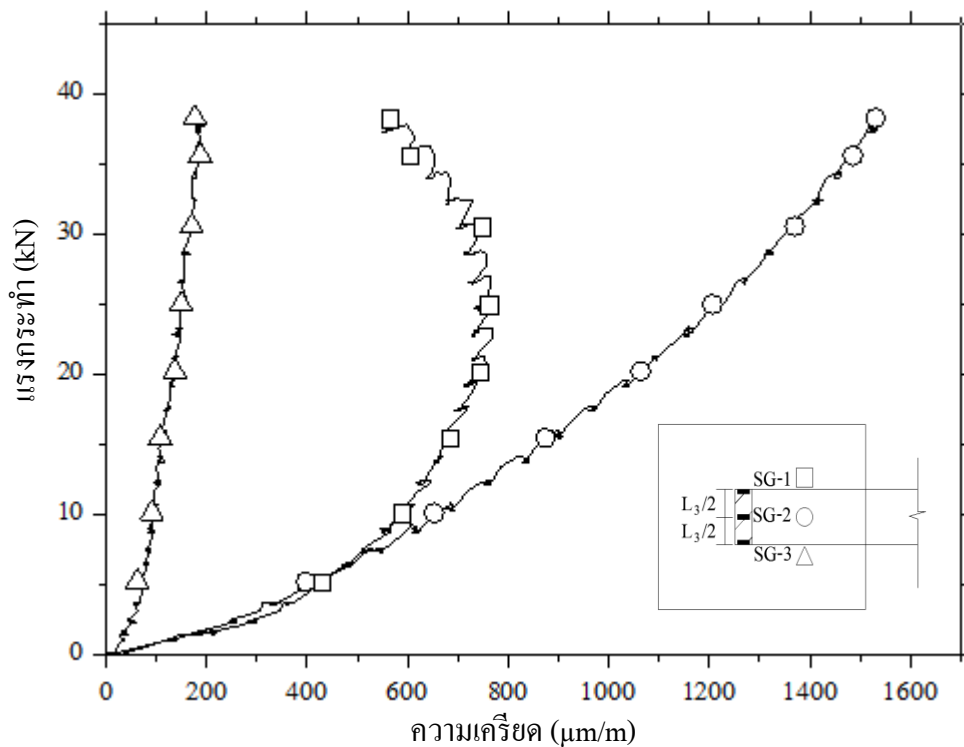
หมายเหตุ

- เหล็กฉากคู่จะไม่มีผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบเนื่องจากไม่มีการดัดแบบ Out of Plane
- S หมายถึง ตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยว
- D หมายถึง ตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากคู่
- B หมายถึง จุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced)
- U หมายถึง จุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced)
- G หมายถึง ความหนาของแผ่นประกบ
- 1 หมายถึง ขนาดตัวอย่างทดสอบ 65x65x8 mm
- 2 หมายถึง ขนาดตัวอย่างทดสอบ 120x120x8 mm
- a หมายถึง เพิ่มความยาวของรอยเชื่อม
- * อุปกรณ์ติดตั้งเหล็กรูปตัวทีดำเนินการแก้ไข โดยเสริมเหล็กรูปตัวที (Stiffener)

จากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ในสดมภ์ที่ 2 คำนวณหาได้จากกำลังรับแรงดึงประลัยของลวดเชื่อม
คูณกับพื้นที่ประสิทธิผลของรอยเชื่อม และสดมภ์ที่ 4 คำนวณหาได้จากกำลังที่ได้จากการทดสอบ
(สดมภ์ที่ 3) หารกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (สดมภ์ที่ 2)

4.2 การวิเคราะห์หาหน่วยแรง (Stress)

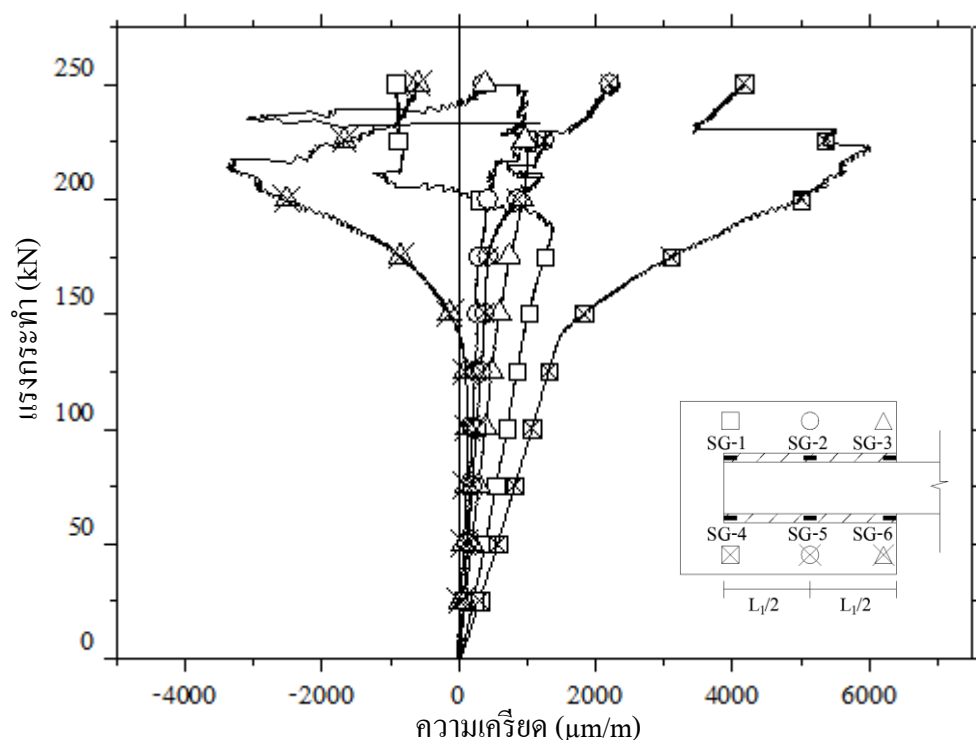
การตรวจวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม ในตัวอย่างทดสอบ P-T-G10 และ P-L-G10
ทำเพื่อตรวจสอบหน่วยแรง (Stress) และพฤติกรรมของรอยเชื่อม ผลการวัดค่าความเครียดของ
ตัวอย่างทดสอบ P-T-G10 ซึ่งเป็นการทดสอบรอยเชื่อมตั้งฉากกับแรงกระทำ (Transverse Weld)
พบว่าค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงที่ตำแหน่งที่ SG-2 ดังแสดงในรูปที่ 4.3 สอดคล้องกับทฤษฎีที่หน่วย
แรงจะเกิดสูงสุดบริเวณตรงกลางของรอยเชื่อมที่ตั้งฉากกับแรง



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ P-T-G10

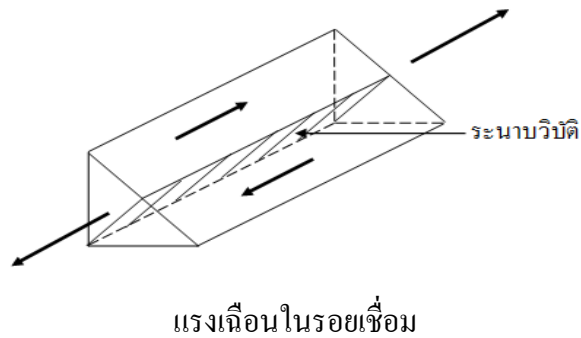
ตัวอย่างทดสอบ P-L-G10 เป็นการทดสอบรอยเชื่อมขนานกับแนวแรงมากระทำ (Longitudinal Weld)
ผลการวัดค่าความเครียด (แสดงในรูปที่ 4.4) พบว่าค่าความเครียดบนรอยเชื่อมที่ได้จากการทดสอบจะ
เพิ่มขึ้นตามความสัมพันธ์ของแรงกระทำ เมื่อแรงกระทำเพิ่มขึ้นประมาณ 200 kN ก่อนตัวอย่างทดสอบ
ถึงจุดวิบัติ ค่าความเครียดกลับมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุ

สเตรนเกจ (Strain Gauge) อาจเกิดความเสียหาย คือหลุดออกจากรอยเชื่อม ผู้วิจัยจึงพิจารณาค่าความเครียดถึงในช่วงแรงกระทำสัมพันธ์กับค่าความเครียดสอดคล้องกัน พบว่าค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงบริเวณที่ปลายของรอยเชื่อม ในตำแหน่งที่ SG-4 และ SG-1 ส่วนค่าความเครียดที่กึ่งกลางของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่ SG-2 และ SG-5 ค่าความเครียดเกิดขึ้นไม่สูง แต่ค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-6 มีค่าติดลบ(แรงอัด) อาจเกิดจากการคดแบบ Out of Plane เพราะตัวอย่างทดสอบต่อยึดแบบเหล็กแผ่นเดียว ค่าความเครียดที่ได้จากการทดสอบมีลักษณะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Weiskope กับ Male [1] ซึ่งมีค่าความเครียดสูงที่ปลายของรอยเชื่อมและค่าความเครียดไม่สูงที่กึ่งกลางของรอยเชื่อม



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ P-L-G10

สเตรนเกจที่ใช้ในงานวิจัยจะตรวจวัดค่าความเครียดที่เกิดจากแรงดึงหรือแรงอัด และตรวจวัดได้ในแนวแกนเดียว ซึ่งแรงที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมจะเป็นแรงเฉือน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และค่าความเครียดอาจเกิดขึ้นพร้อมกันทั้งสามแกน จึงทำให้ค่าความเครียดที่ได้จากการทดสอบนำไปหาหน่วยแรงไม่ได้โดยตรง การหาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมอาจจะต้องใช้ทฤษฎี Poisson' ratio หรือวิเคราะห์เป็นสามมิติ โดยการรวมหน่วยแรงทั้งสามแนวแกน



รูปที่ 4.5 แรงที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อม

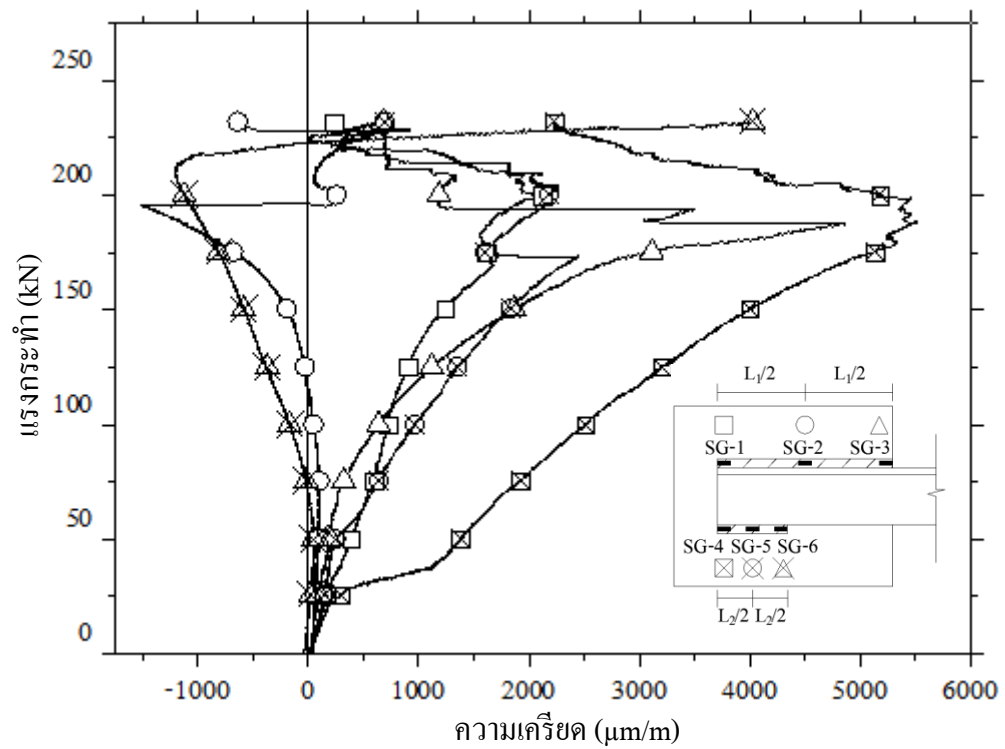
แม้ค่าความเครียดที่ได้จากการทดสอบจะนำไปคำนวณหาหน่วยแรงไม่ได้โดยตรง แนวโน้มของค่าความเครียดสามารถแสดงตำแหน่งที่เกิดค่าความเครียดสูงสุดบนรอยเชื่อม

4.3 การวิเคราะห์ผลทดสอบ

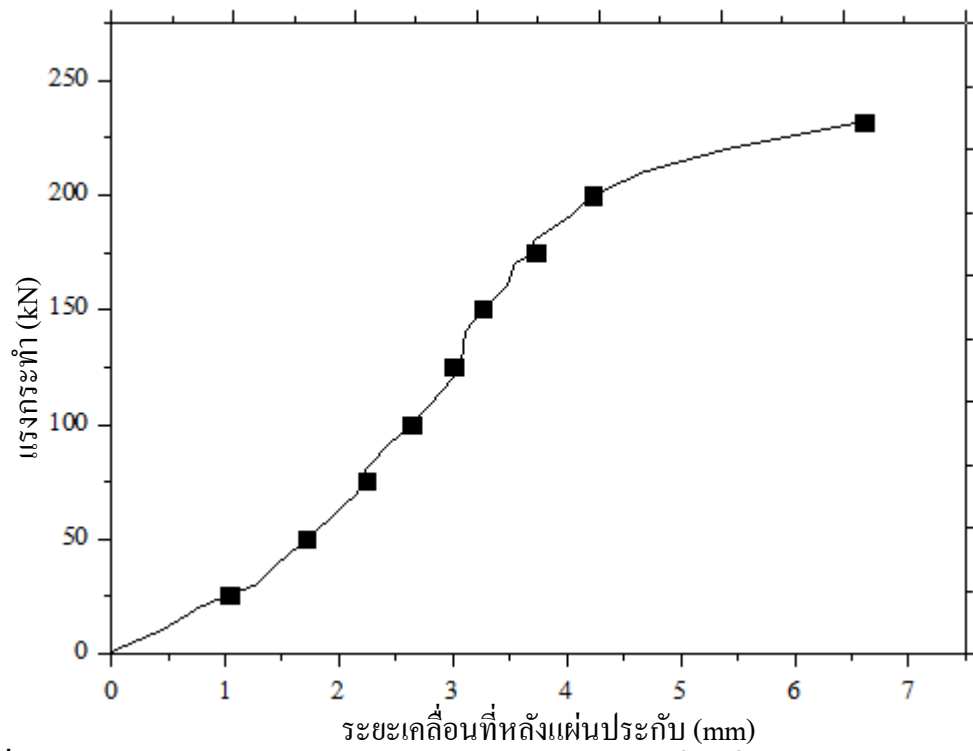
การวิเคราะห์ผลทดสอบ เพื่อศึกษาผลกระทบของระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced การตัดแบบ Out of Plane ระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced ร่วมกับการตัดแบบ Out of Plane ที่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ และค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อมของตัวอย่างทดสอบเหล็กฉาก จะอธิบายแต่ละตัวอย่างทดสอบอย่างดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-B-G10

ตัวอย่างทดสอบ S1-B-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม แสดงอยู่ในรูปที่ 4.6 พบว่าค่าความเครียดที่เกิดขึ้นสูงบริเวณปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่ SG-3 และ SG-4 ค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-2 และ SG-6 มีค่าติดลบ (แรงอัด) อาจเกิดจากการตัดแบบ Out of Plane และเมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 180 kN ผลของการตัดแบบ Out of Plane อาจส่งผลให้ค่าความเครียดกลับลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น ผลจากการตัดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีการวัดระยะเคลื่อนที่บริเวณหลังแผ่นประกบ ผลการทดสอบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.7 พบว่าระยะเคลื่อนที่สูงสุด 6.72 mm และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ พบว่าผลของการตัดแบบ Out of Plane ไม่ส่งผลกับกำลังรับแรงของจุดต่อ



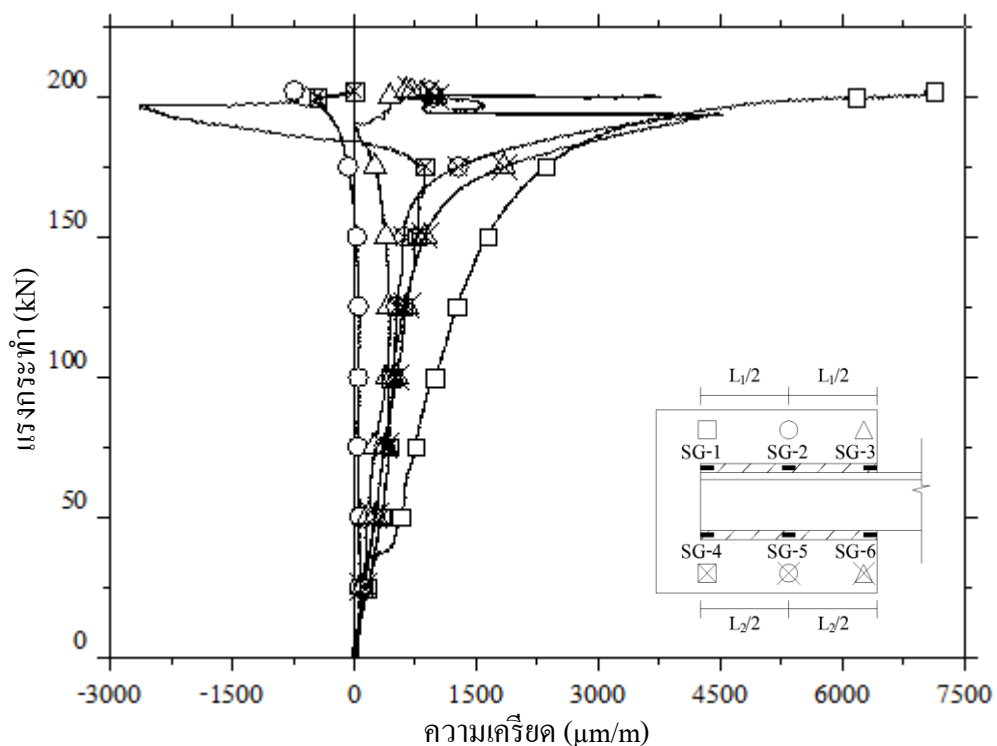
รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเคี้ยวในตัวอย่างทดสอบ S1-B-G10



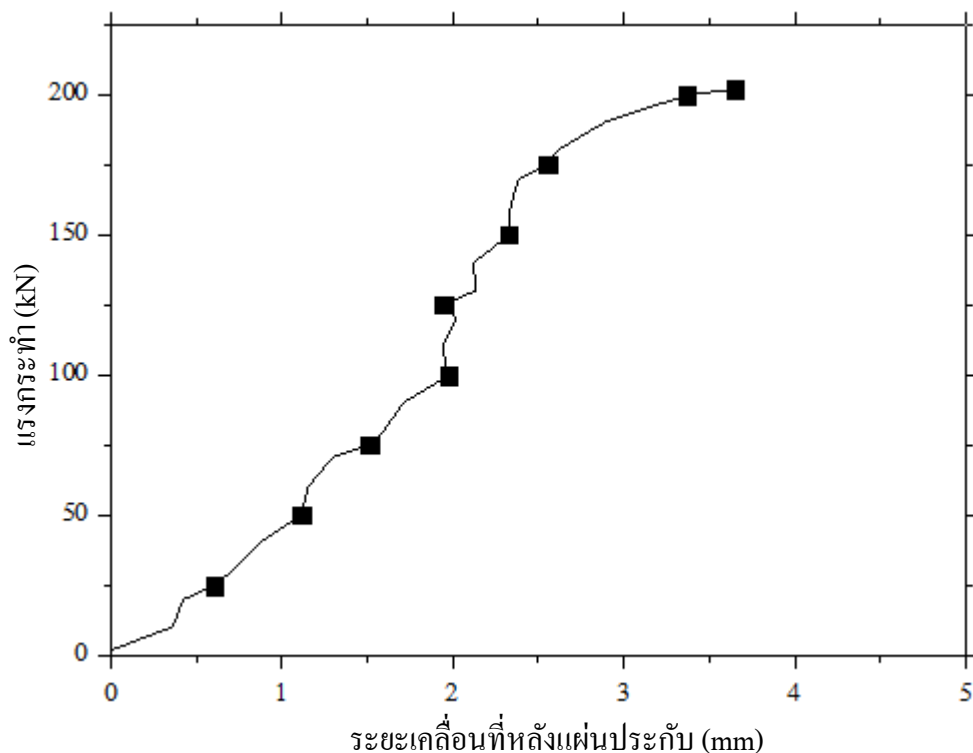
รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-B-G10

4.3.2 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-U-G10

ตัวอย่างทดสอบ S1-U-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) ผลการวัดค่าความเครียดบนรอยเชื่อม แสดงในรูปที่ 4.8 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 185 kN ค่าความเครียดกลับค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการดัดแบบ Out of Plane ค่าความเครียดที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงบริเวณที่ปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่ง SG-1 และ SG-6 และผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ แสดงในรูปที่ 4.9 พบว่ามีการเคลื่อนที่สูงสุด 4.25 mm เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ กำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 88 แสดงให้เห็นว่าผลของระยะเยื้องศูนย์เนื่องจากเชื่อมแบบ Unbalanced ร่วมกับการดัดแบบ Out of Plane มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



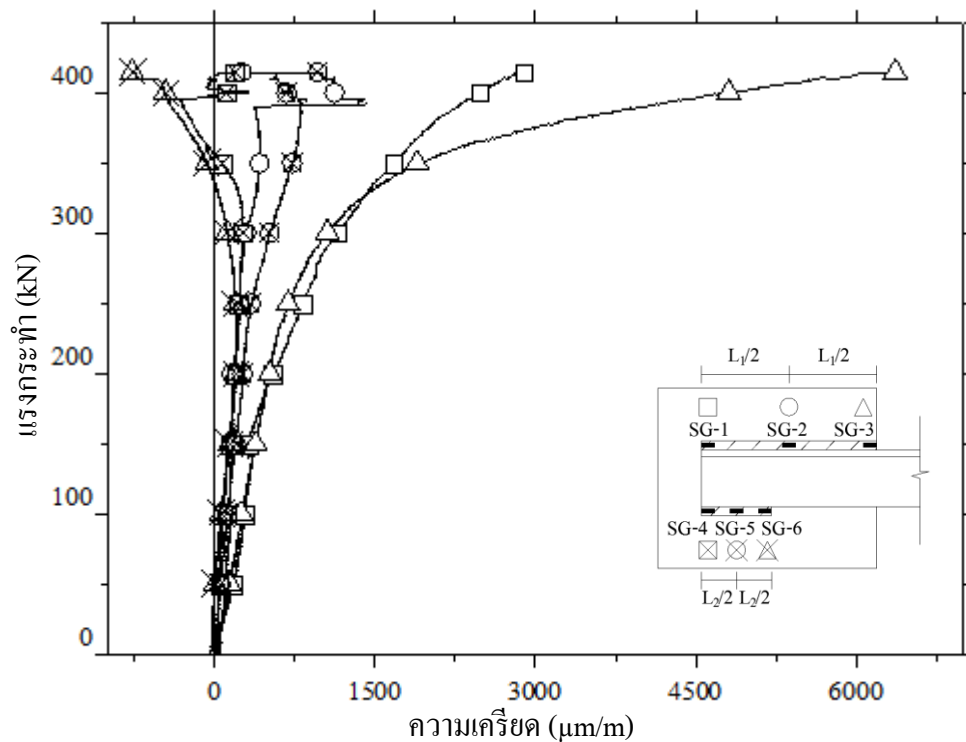
รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ S1-U-G10



รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-U-G10

4.3.3 การวิเคราะห์ผลการทดสอบตัวอย่างทดสอบ D1-B-G10

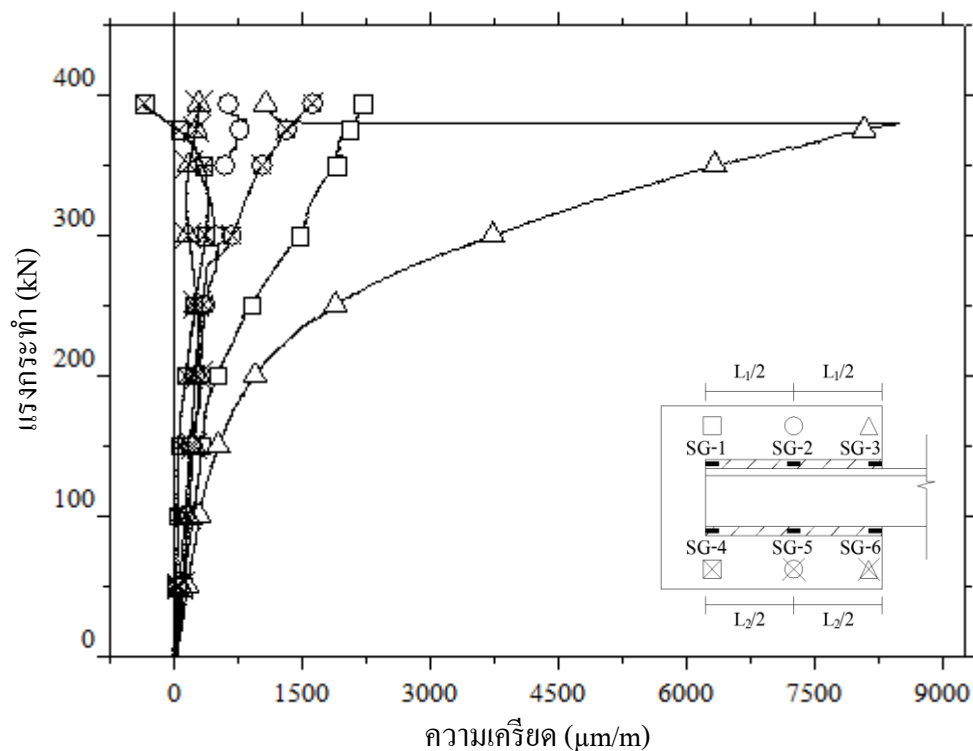
ตัวอย่างทดสอบ D1-B-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากคู่ที่มีจุดศูนย์กลางถ่วงของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของหน้าตัด (Balanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม แสดงอยู่ในรูปที่ 4.10 พบว่าความเครียดเกิดขึ้นสูงที่ปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่ SG-1 และ SG-3 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 390 kN สเตรนเกจ (Strain gauge) ที่ติดบนรอยเชื่อมอาจเกิดความเสียหาย ค่าความเครียดบางตำแหน่งกลับมีค่าลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างทดสอบนี้จะไม่ได้ติดตั้ง LDVT บนตัวอย่างทดสอบ เพราะเหล็กฉากคู่จะไม่มีผลของการดัดแบบ Out of Plane เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ พบว่ามีกำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 90 แต่ในตัวอย่างทดสอบนี้ไม่ควรจะมีผลของการดัดแบบ Out of Plane และระยะเชิงศูนย์เนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced กำลังรับแรงของจุดต่อที่ลดลงอาจเกิดจากความไม่แน่นอนของกำลังรอยเชื่อม



รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ D1-B-G10

4.3.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบที่ D1-U-G10

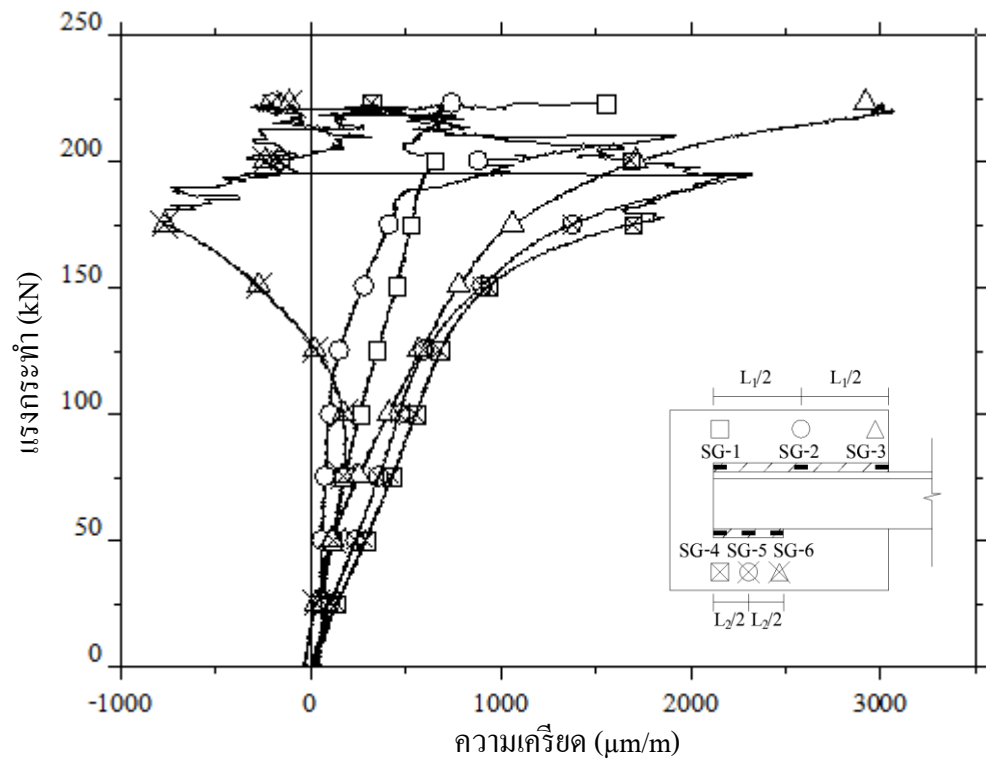
ตัวอย่างทดสอบที่ D1-U-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากคู่ที่มีจุดศูนย์กลางถ่วงของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) บนรอยเชื่อม แสดงอยู่ในรูปที่ 4.11 เมื่อพิจารณาค่าความเครียด พบว่าความเครียดที่เกิดขึ้นสูงในตำแหน่ง SG-1 และ SG-3 และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อ พบว่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 86 ดังนั้นผลของระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากเชื่อมแบบ Unbalanced อาจส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



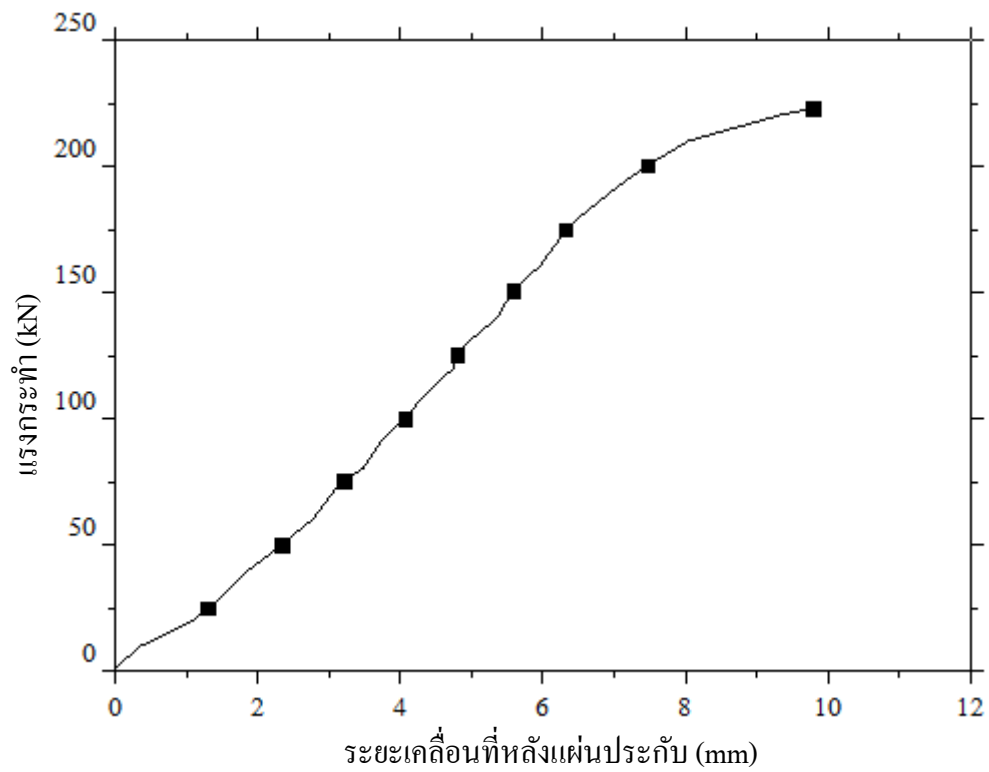
รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ D1-U-G10

4.3.5 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-B-G16

ตัวอย่างทดสอบที่ S1-B-G16 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) มีการเพิ่มความหนาของแผ่นประกบเป็น 16 mm ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม แสดงอยู่ในรูปที่ 4.12 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 180 kN ผลจากการดัดแบบ Out of Plane อาจส่งผลให้ค่าความเครียดกลับมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น ผลการทดสอบค่าความเครียดจะเกิดขึ้นสูงในตำแหน่งที่ SG-4 แต่ค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-6 เป็นแรงดัดลบ (แรงอัด) อาจเป็นผลมาจากการดัดแบบ Out of Plane จากผลการดัดดังกล่าวจึงเพิ่มความหนาและวัดการเคลื่อนที่ของแผ่นประกบ ผลการทดสอบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.13 พบว่าระยะการเคลื่อนที่สูงสุด 9.82 mm ซึ่งมีระยะการเคลื่อนที่มากกว่าตัวอย่างทดสอบที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ มีกำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 97 แสดงให้เห็นว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของแผ่นประกบไม่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



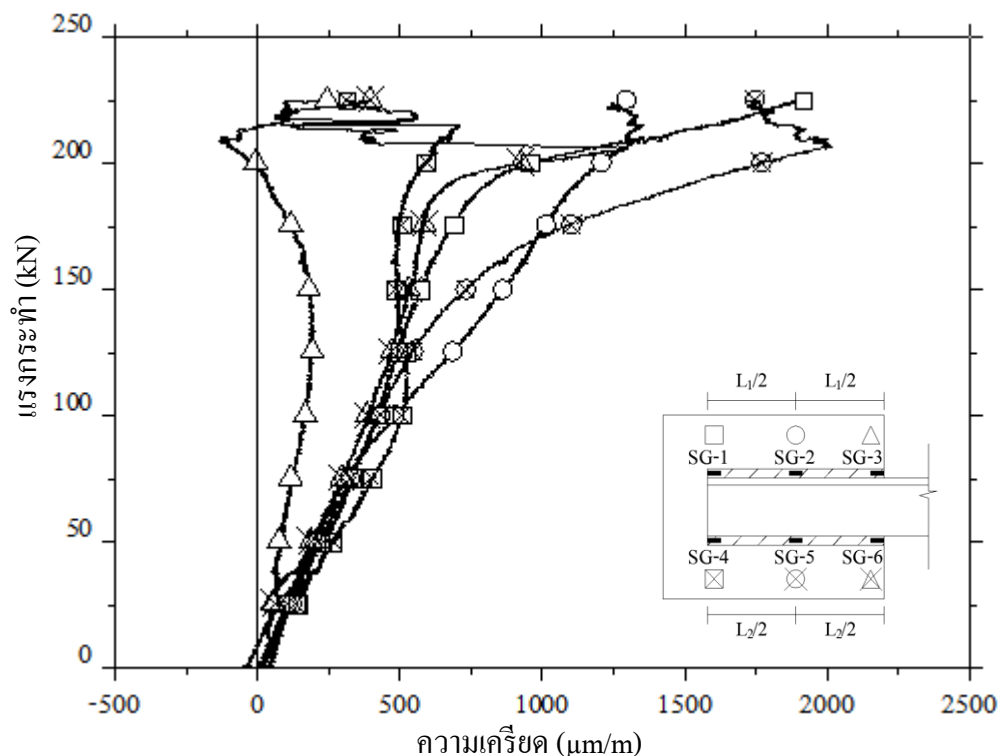
รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ S1-B-G16



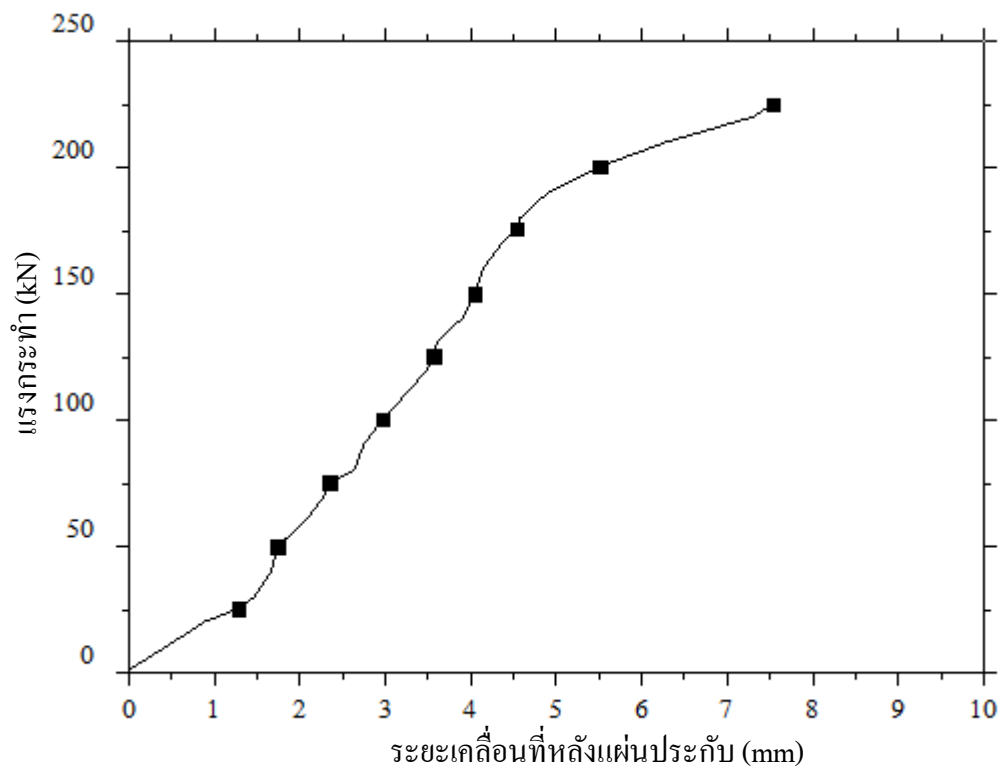
รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-B-G16

4.3.6 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-U-G16

ตัวอย่างทดสอบ S1-U-G16 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) มีการเพิ่มความหนาของแผ่นประกบเป็น 16 mm ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) บนรอยเชื่อม แสดงดังรูปที่ 4.14 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 205 kN ค่าความเครียดมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการคดแบบ Out of Plane และผลทดสอบค่าความเครียดที่เกิดขึ้นสูงสุดในตำแหน่ง SG-5 ไม่ได้สอดคล้องกับทฤษฎี ทำให้ไม่สามารถสรุปผลทดสอบของค่าความเครียดได้ ตัวอย่างทดสอบนี้ได้มีการวัดระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบติดตั้ง ผลการทดสอบ แสดงอยู่ในดังรูปที่ 4.15 พบว่าระยะเคลื่อนที่สูงสุด 7.71 mm ซึ่งมีระยะการเคลื่อนที่มากกว่าตัวอย่างทดสอบที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ มีกำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 98 แสดงให้เห็นว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของแผ่นประกบไม่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



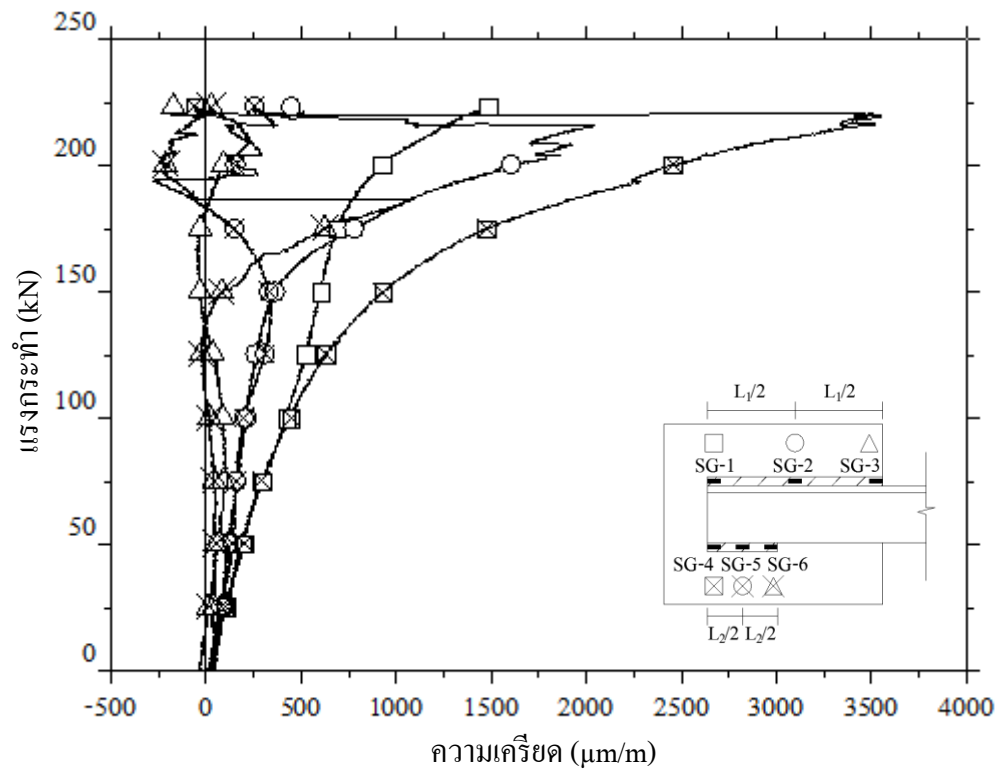
รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ S1-U-G16



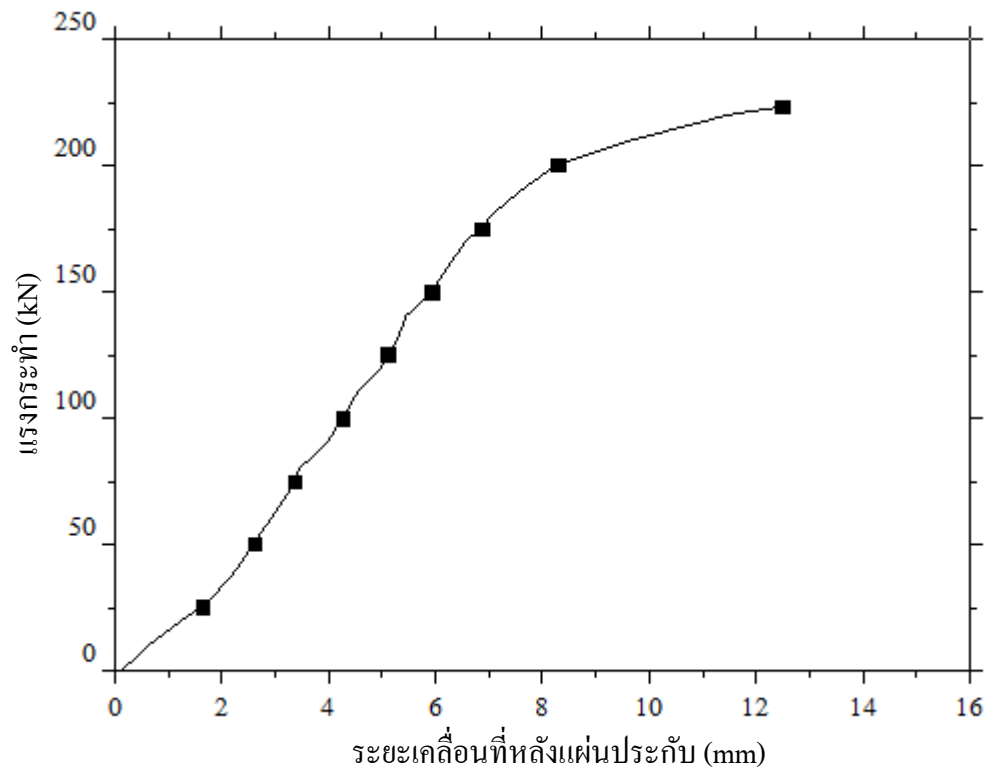
รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับ ระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-U-G16

4.3.7 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22

ตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) มีการเพิ่มความหนาของแผ่นประกบเป็น 22 mm ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) บนรอยเชื่อม แสดงในรูปที่ 4.16 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 180 kN ค่าความเครียดบางตำแหน่งลดลงไม่สอดคล้องกลับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการดัดแบบ Out of Plane ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าความเครียดที่เกิดสูงที่ปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่งที่ SG-4 ตัวอย่างทดสอบนี้ได้มีการวัดระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบติดตั้ง ผลการทดสอบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.17 พบว่ามีระยะการเคลื่อนที่สูงสุด 12.49 mm โดยมีระยะการเคลื่อนที่มากกว่าตัวอย่างทดสอบที่ 3 และตัวอย่างทดสอบที่ 7 และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ มีกำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 97 พบว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของแผ่นประกบไม่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



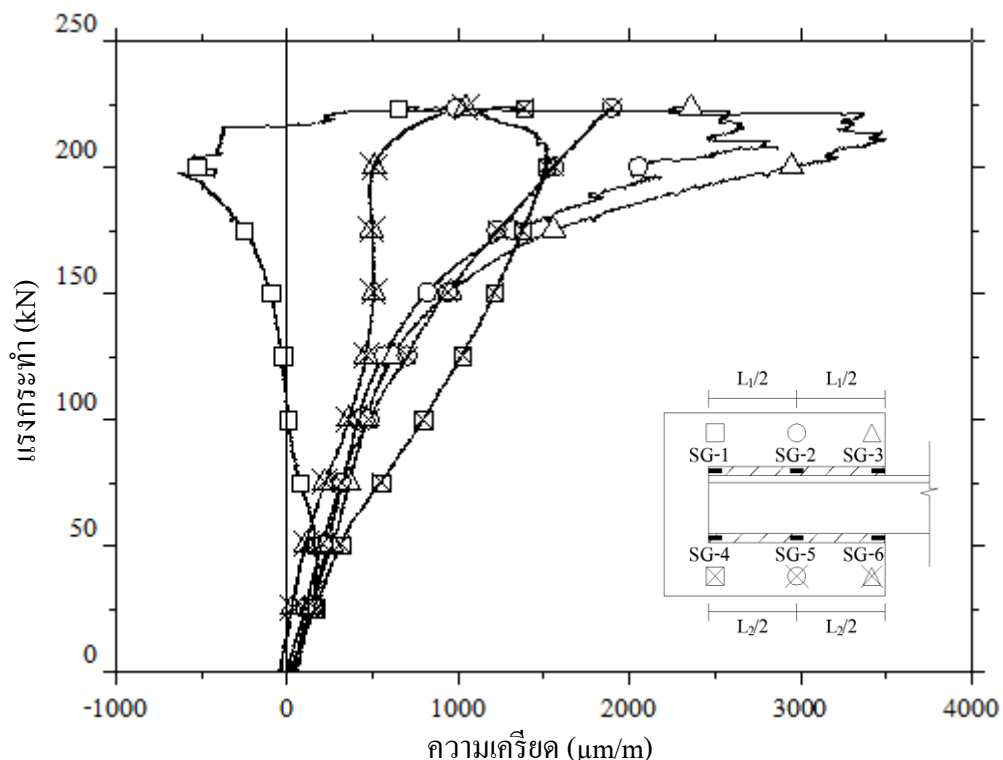
รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22



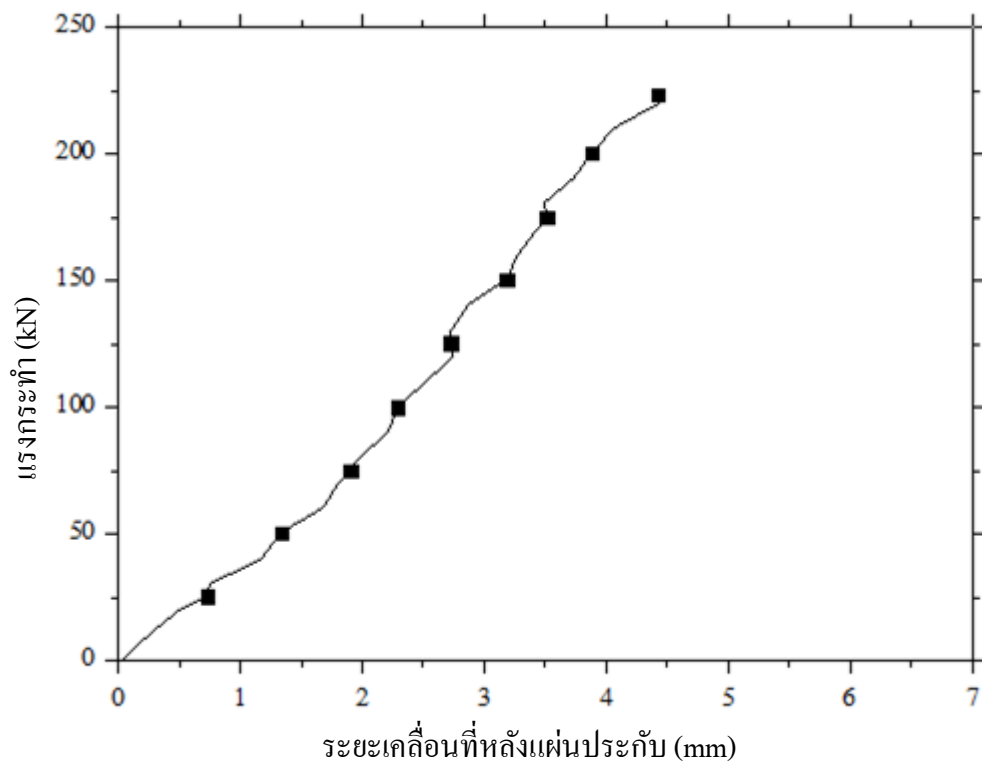
รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-B-G22

4.3.8 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S1-U-G22

ตัวอย่างทดสอบ S1-U-G22 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced) มีการเพิ่มความหนาของแผ่นประกบเป็น 22 mm ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม แสดงดังรูปที่ 4.18 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 200 kN ผลของการดัดแบบ Out of Plane อาจส่งผลให้ค่าความเครียดกลับมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-1 คัดลบ (แรงอัด) และผลทดสอบค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงในตำแหน่ง SG-3 ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ แสดงในรูปที่ 4.19 พบว่าระยะเคลื่อนที่สูงสุด 4.64 mm ซึ่งมีการเคลื่อนที่น้อยมาก เนื่องจากได้ทำการแก้ไขอุปกรณ์ติดตั้งโดยเสริมแผ่นเหล็ก (Stiffener) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราค่ากำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ มีกำลังรับแรงของจุดรอยต่อ 97 แสดงให้เห็นว่าพบว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของแผ่นประกบ ไม่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



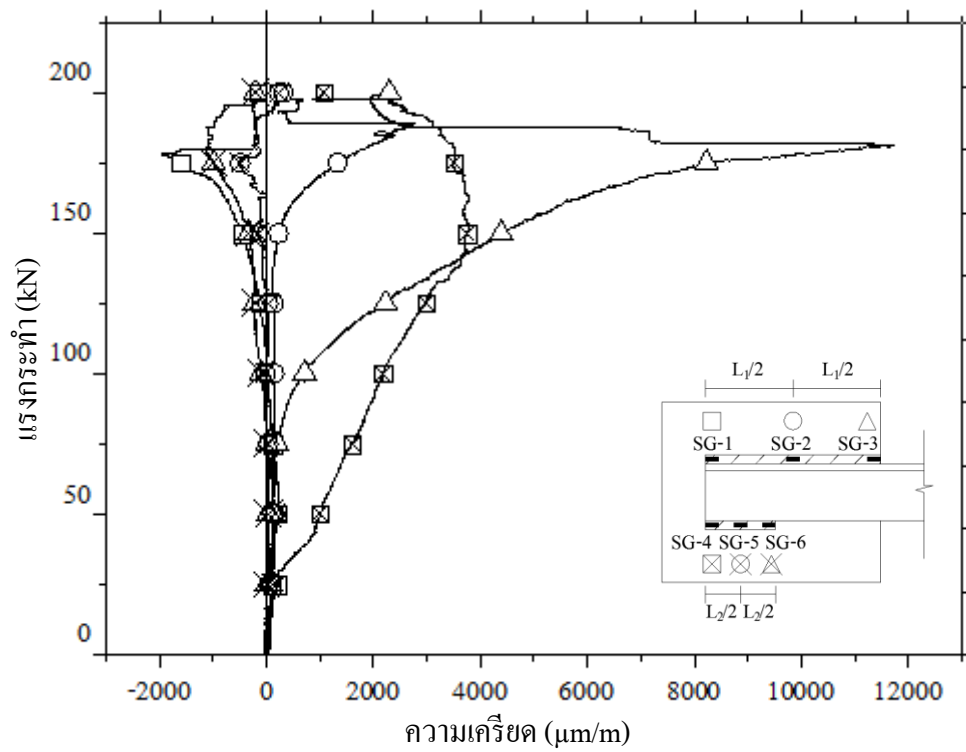
รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบที่ S1-U-G22



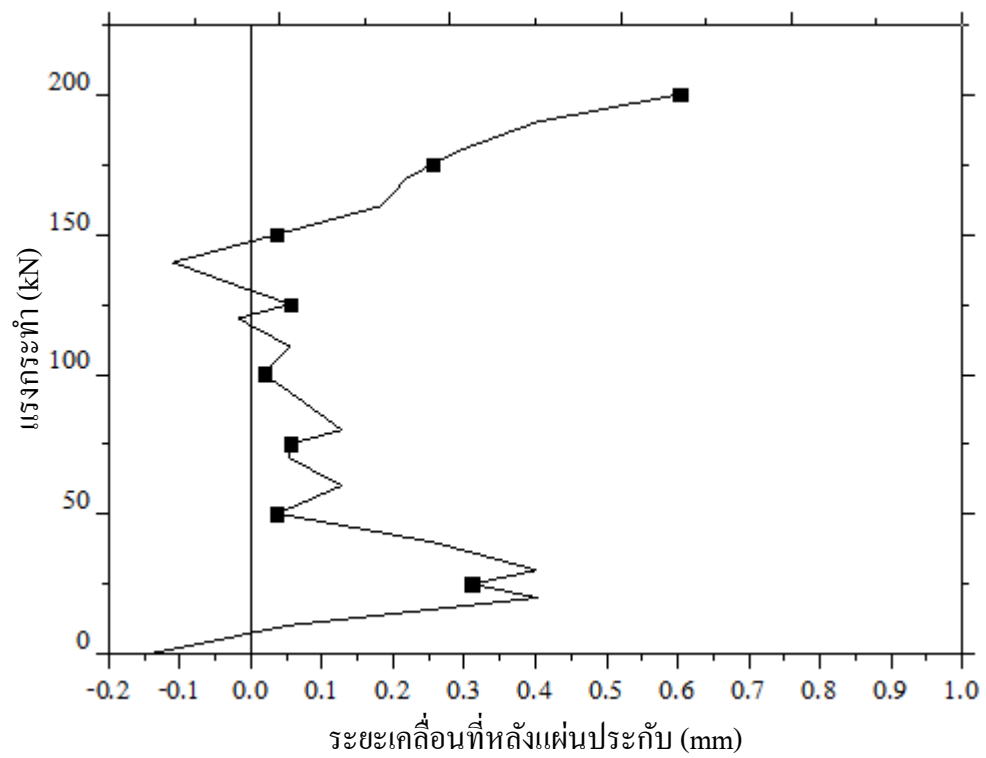
รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S1-U-G22

4.3.9 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10

ตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) ที่เกิดขึ้นบนรอยเชื่อม แสดงอยู่ในรูปที่ 4.20 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 175 kN ผลของการดัดแบบ Out of Plane อาจส่งผลให้ค่าความเครียดบางตำแหน่งลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและค่าความเครียดบิดกลับ (แรงอัด) ผลการทดสอบค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงที่ปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่ง SG-3 และผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ แสดงอยู่รูปที่ 4.21 พบว่ามีระยะเคลื่อนที่สูงสุด 0.60 mm การเคลื่อนที่น้อยมาก เนื่องจากได้เสริมแผ่นเหล็ก (Stiffener) อุปกรณ์ติดตั้ง เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ มีกำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 87 แสดงให้เห็นว่าผลของการดัดแบบ Out of Plane ส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



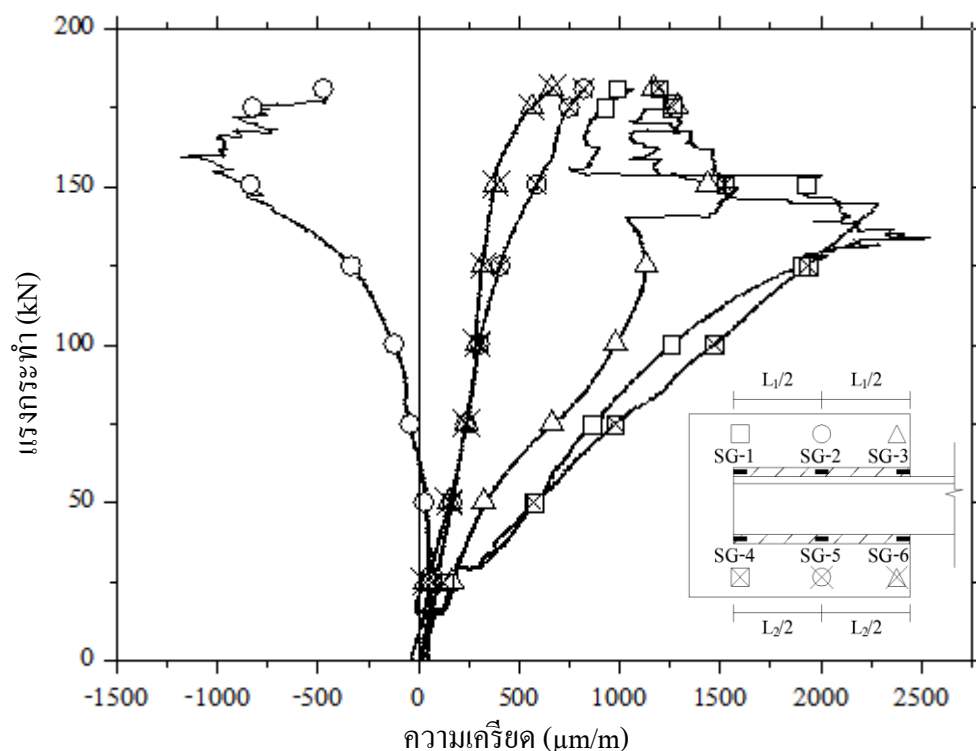
รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10



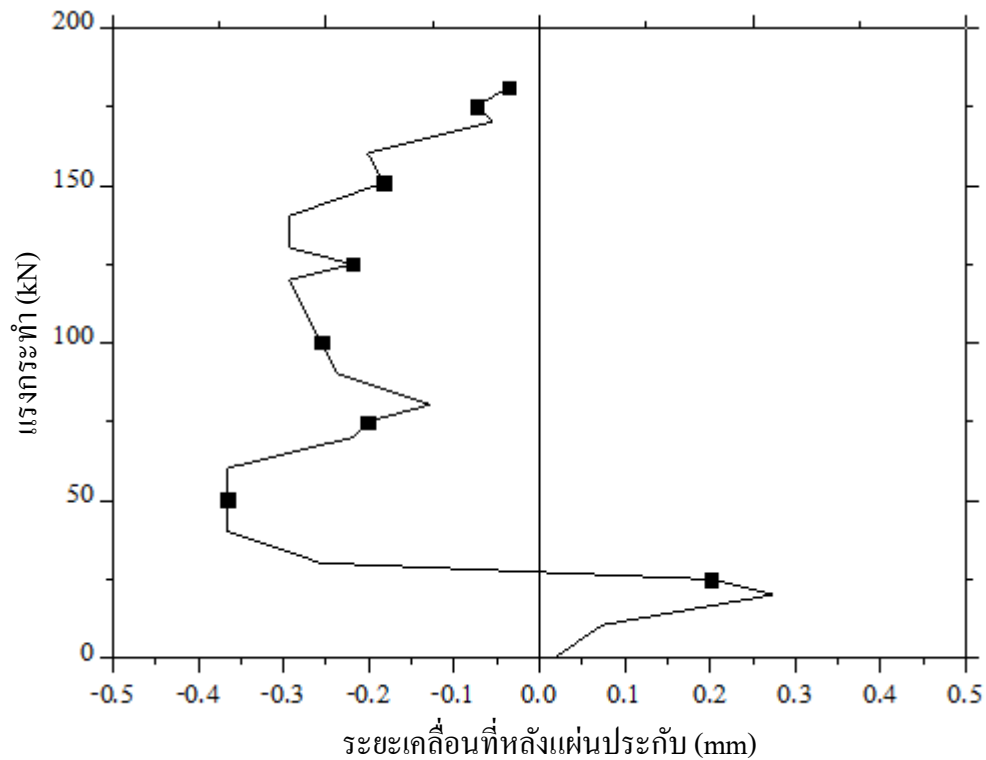
รูปที่ 4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10

4.3.10 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบที่ S2-U-G10

ตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) แสดงอยู่ในรูปที่ 4.22 เมื่อพิจารณาค่าความเครียด (Strain) ที่แรงกระทำประมาณ 130 kN ผลของการดัดแบบ Out of Plane อาจทำให้ค่าความเครียดกลับมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-2 ดัดลบ (แรงอัด) ผลการทดสอบค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงในตำแหน่ง SG-1 และ SG-4 และผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.23 ระยะเคลื่อนที่สูงสุด 0.44 mm ระยะเคลื่อนที่ของแผ่นประกบน้อยมากๆ เช่นเดียวกับตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10 และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ กำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 79 แสดงให้เห็นว่าการดัดแบบ Out of Plane ร่วมกับระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced ส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



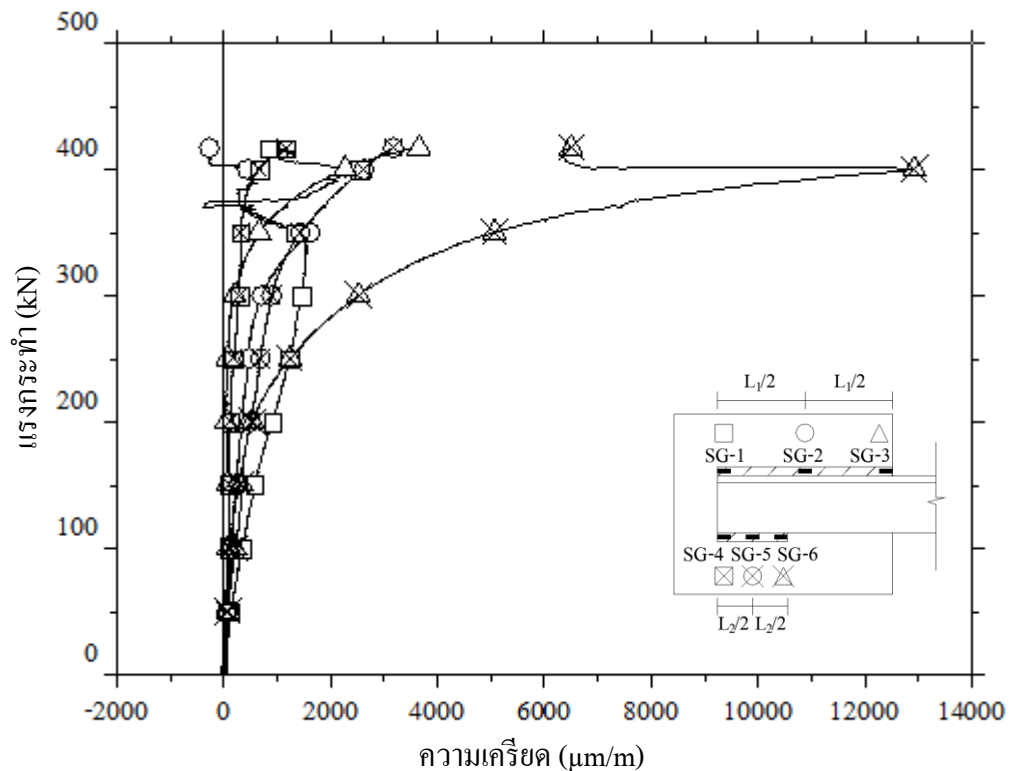
รูปที่ 4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ S2-U-G10



รูปที่ 4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S2-U-G10

4.3.11 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบ D2-B-G10

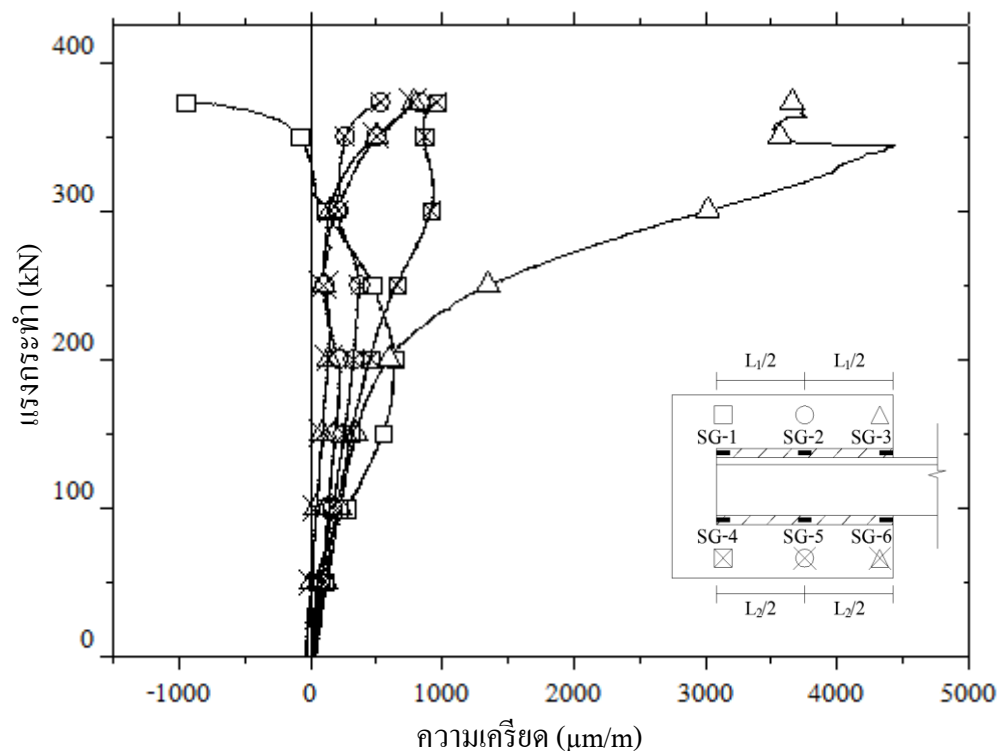
ตัวอย่างทดสอบ D2-B-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากคู่ที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) แสดงอยู่ในรูปที่ 4.24 พบว่าค่าความเครียดสูงเกิดขึ้นในตำแหน่งที่ SG-6 ตัวอย่างทดสอบนี้ไม่ได้มีการติดตั้ง LDVT บนตัวอย่างทดสอบ เพราะ เหล็กฉากคู่จะไม่มีผลของการดัดแบบ Out of Plane เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อ พบว่ากำลังรับแรงของจุดต่อร้อยละ 91 ตัวอย่างทดสอบนี้ไม่ควรจะมีผลของการดัดแบบ Out of Plane และระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced กำลังรับแรงของจุดต่อลดลงอาจเกิดจากความไม่แน่นอนของกำลังของรอยเชื่อม



รูปที่ 4.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ D2-B-G10

4.3.12 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบที่ D2-U-G10

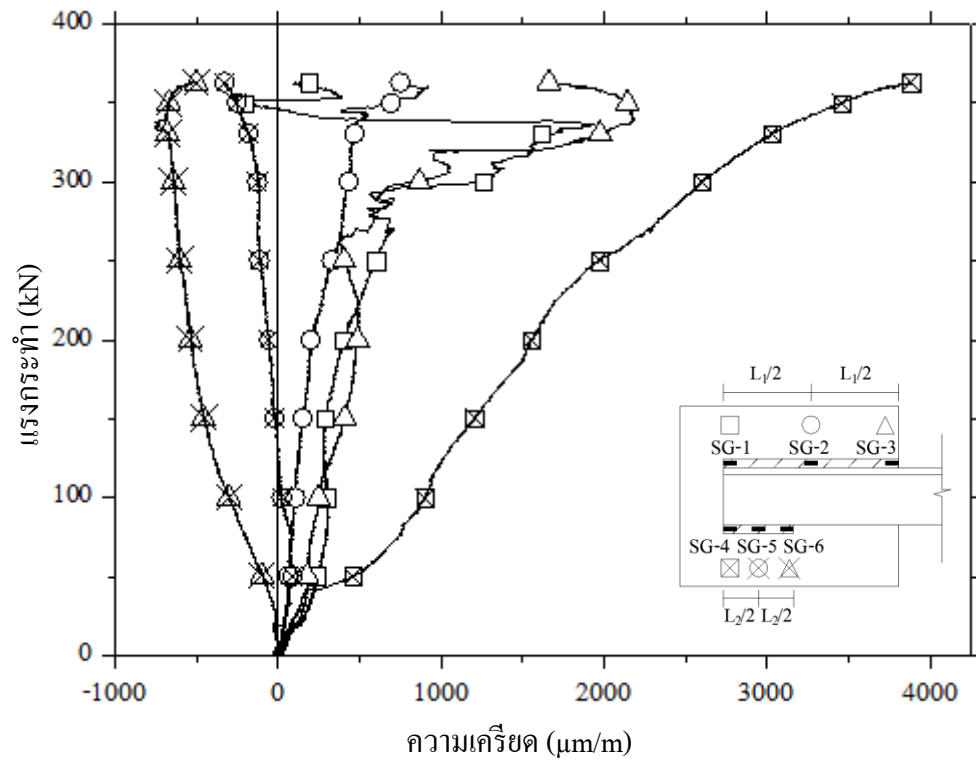
ตัวอย่างทดสอบ D2-U-G10 เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากคู่ที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Unbalanced) ผลการทดสอบค่าความเครียด (Strain) แสดงอยู่ในรูปที่ 4.25 พบว่าค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงสุดที่ปลายของรอยเชื่อมในตำแหน่ง SG-3 เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อ พบว่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 81 แสดงให้เห็นว่าผลของระยะเยื้องศูนย์กลางเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced ส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



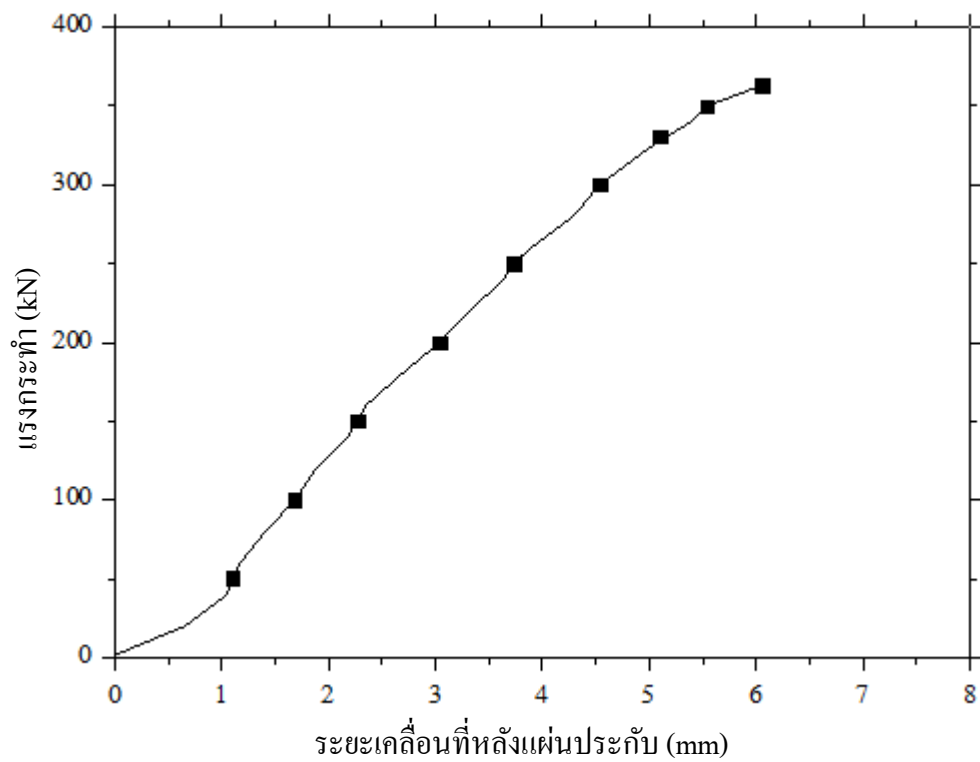
รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ D2-U-G10

4.3.13 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบที่ S2-B-G10-a

ตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10-a เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่จุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางของหน้าตัด (Balanced) โดยการเพิ่มความยาวของจุดต่อ ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) แสดงอยู่ในรูปที่ 4.26 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 275 kN ผลของการดัดแบบ Out of Plane อาจทำให้ค่าความเครียดบางตำแหน่งกลับมีค่าลดลง ซึ่งไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและค่าความเครียดที่มีค่าติดลบ (แรงอัด) ผลทดสอบค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงในตำแหน่งที่ SG-4 และผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.27 พบว่าระยะการเคลื่อนที่สูงสุด 6.09 mm และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ กำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 81 แสดงให้เห็นว่าการดัดแบบ Out of Plane และความยาวของจุดต่อ อาจส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ



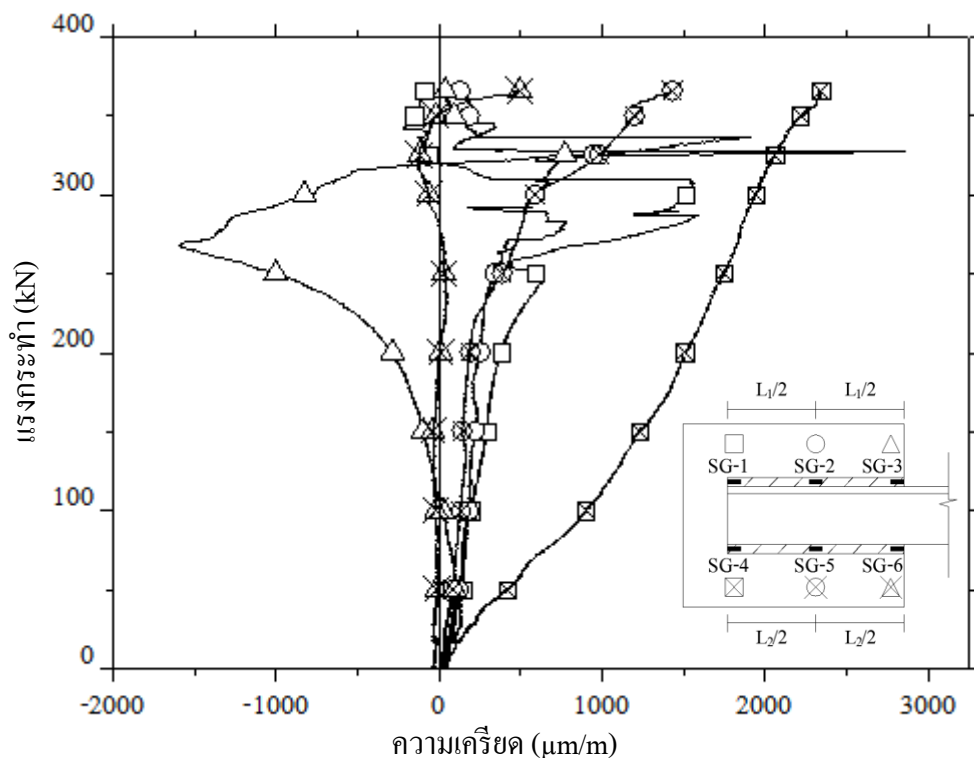
รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10-a



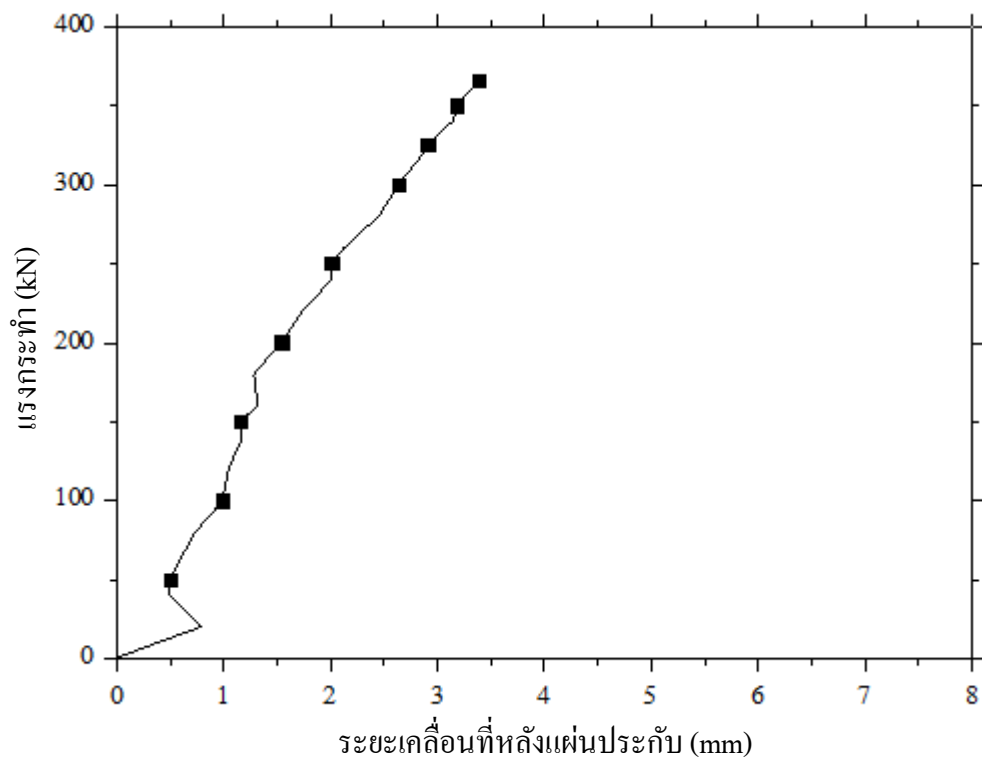
รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบในตัวอย่างทดสอบ S2-B-G10-a

4.3.14 การวิเคราะห์ผลการทดสอบของตัวอย่างทดสอบที่ S2-U-G10-a

ตัวอย่างทดสอบ S2-U-G10-a เป็นการทดสอบกำลังรับแรงของจุดต่อ ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์ของรอยเชื่อมไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) โดยการเพิ่มความยาวของจุดต่อ ผลการวัดค่าความเครียด (Strain) แสดงดังรูปที่ 4.28 เมื่อพิจารณาค่าความเครียดที่แรงกระทำประมาณ 280 kN ผลการตัดแบบ Out of Plane อาจทำให้ค่าความเครียดกลับมีค่าลดลงไม่สอดคล้องกับแรงกระทำที่เพิ่มขึ้นและค่าความเครียดในตำแหน่งที่ SG-3 ดัดลบ (แรงอัด) ผลการทดสอบค่าความเครียดเกิดขึ้นสูงสุดในตำแหน่ง SG-4 และผลการทดสอบระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประทับ แสดงดังรูปที่ 4.29 พบว่าระยะเคลื่อนที่สูงสุด 3.44 mm และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ พบว่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงเหลือร้อยละ 82 แสดงให้เห็นว่าการตัดแบบ Out of Plane ร่วมกับระยะเยื้องศูนย์เนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced และความยาวของจุดต่อ อาจส่งผลกำลังรับแรงของจุดต่อ



รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับค่าความเครียดในตัวอย่างทดสอบ S2-U-G10-a



รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับระยะการเคลื่อนที่หลังแผ่นประทับในตัวอย่างทดสอบ S2-U-G10-a

4.4 การอภิปรายผลการทดสอบ

การอภิปรายผลการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบระยะเยื้องศูนย์เนื่องจากจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) และการดัดแบบ Out of Plane ที่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ สามารถสรุปเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลกระทบเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced

การยึดต่อโดยจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ของหน้าตัด (Unbalanced) จะทำให้เกิดระยะเยื้องศูนย์ การวิเคราะห์ผลกระทบของการเชื่อมแบบ Unbalanced ทำโดยเปรียบเทียบกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced กับกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Unbalanced และกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณในตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Unbalanced โดยไม่นำตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยวที่เชื่อมแบบ Unbalanced มาพิจารณาร่วมด้วย เนื่องจากอาจจะมีผลของการดัดแบบ Out of Plane ตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Unbalanced ดังสรุปอยู่ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลกระทบเนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced

ตัวอย่างทดสอบ	ขนาดตัวอย่างทดสอบ (mm)	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)
D1-B-G10	65x65x8	459	415	0.90	-
D1-U-G10	65x65x8	459	394	0.86	ลดลงร้อยละ 4
D2-B-G10	120x120x8	459	417	0.91	-
D2-U-G10	120x120x8	459	373	0.81	ลดลงร้อยละ 10

จากตารางที่ 4.3 พบว่ากำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากลดลงร้อยละ 4 และ 10 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced แต่กำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced มีกำลังรับแรงไม่ถึงกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ อาจเกิดจากความไม่แน่นอนของกำลังของลวดเชื่อม และกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากลดลงร้อยละ 14 และ 19 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่ารอยเชื่อมแบบ Unbalanced ในเหล็กฉากคู่มีผลกระทบต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ

4.4.2 ผลกระทบเนื่องจากการตัดแบบ Out of Plane

เหล็กฉากเดี่ยวจะเกิดพฤติกรรมการตัดแบบ Out of Plane เมื่อรับแรงในแนวแกนเกิดทั้งรอยเชื่อมแบบที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางหน้าตัด (Balanced) และจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางหน้าตัด (Unbalanced) รอยเชื่อมแบบ Balanced จะมีผลการตัดแบบ Out of Plane อย่างเดียว แต่ในรอยเชื่อมแบบ Unbalanced จะมีผลกระทบเชิงศูนย์เนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced ร่วมกับการตัดแบบ Out of Plane อยู่ด้วย การวิเคราะห์ผลการตัดแบบ Out of Plane เพียงอย่างเดียว ทำโดยการเปรียบเทียบกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced กับกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากเดี่ยวที่เชื่อมแบบ Balanced และกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ ในตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยวที่มีรอยเชื่อมแบบ Balanced ดังสรุปอยู่ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลกระทบเนื่องจากการดัดแบบ Out of Plane

ตัวอย่างทดสอบ	ขนาดตัวอย่างทดสอบ (mm)	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)	ระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ (mm)
D1-B-G10	65x65x8	459	415	0.90	-	-
S1-B-G10	65x65x8	230	232	1.01	ไม่ลดลง	6.72
D2-B-G10	120x120x8	459	417	0.91	-	-
S2-B-G10	120x120x8	230	200	0.87	ลดลงร้อยละ 4	0.75

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเหล็กฉาก 65x65x8 ไม่มีผลของการดัดแบบ Out of Plane เมื่อเพิ่มขนาดเหล็กฉากเป็น 120x120x8 mm ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงร้อยละ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced อย่างไรก็ตามกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced มีกำลังรับแรงไม่ถึงกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งอาจเกิดจากความไม่แน่นอนของกำลังลวดเชื่อม เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงร้อยละ 13

4.4.3 ผลกระทบเนื่องจากการดัดแบบ Out of Plane และระยะเยื้องศูนย์เนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced

ในเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่แนวเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) เกิดจะการดัดแบบ Out of Plane ร่วมกับระยะเยื้องศูนย์ การวิเคราะห์ผลกระทบดังกล่าวทำได้โดยเปรียบเทียบกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced กับกำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากเดี่ยวที่เชื่อมแบบ Unbalanced และกำลังที่ได้จากการทดสอบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ ในตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยวที่เชื่อมแบบ Unbalanced ดังสรุปในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลกระทบเนื่องจากการดัดแบบ Out of Plane ร่วมกับระยะเชิงศูนย์เนื่องจากการเชื่อม
แบบ Unbalanced

ตัวอย่างทดสอบ	ขนาดตัวอย่างทดสอบ (mm)	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้การคำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)	ระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ (mm)
D1-B-G10	65x65x8	459	415	0.90	-	-
S1-U-G10	65x65x8	230	202	0.88	ลดลงร้อยละ 2	4.25
D2-B-G10	120x120x8	459	417	0.91	-	-
S2-U-G10	120x120x8	230	181	0.79	ลดลงร้อยละ 12	0.44*

หมายเหตุ

* อุปกรณ์ติดตั้งเหล็กgrupตัวที่ดำเนินการแก้ไข โดยเสริมแผ่นเหล็ก (Stiffener)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเหล็กฉาก 65x65x8 mm และ 120x120x8mm ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงร้อยละ 2 และ 12 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced แต่กำลังรับแรงของจุดต่อในเหล็กฉากคู่ที่เชื่อมแบบ Balanced มีกำลังรับแรงไม่ถึงกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งอาจเกิดจากความไม่แน่นอนของกำลังของลวดเชื่อม เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ พบว่าค่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงร้อยละ 12 และ 21 ตามลำดับ ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าผลกระทบดังกล่าว ส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ

4.4.4 ผลจากความหนาของแผ่นประกบ

เหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางหน้าตัด (Balanced) และจุดศูนย์กลางของรอยเชื่อมไม่ได้อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางหน้าตัด (Unbalanced) จะเกิดการคดแบบ Out of Plane ดังที่กล่าวข้างต้น การวิจัยจึงมีการเพิ่มความหนาของแผ่นประกบทั้งรอยเชื่อมแบบ Balanced และ Unbalanced เพื่อวิเคราะห์ผลของความหนาของแผ่นประกบที่อาจมีผลต่อการคดแบบ Out of Plane ซึ่งอาจส่งผลต่อกำลังรับแรงของจุดยึดต่อ ขนาดความหนาที่ใช้คือ 10 16 และ 22 mm ตามลำดับ ผลสรุปอยู่ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลจากความหนาของแผ่นประกบ

ตัวอย่างทดสอบ	ความหนาของแผ่นประกบ (mm)	กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)	ระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ (mm)
S1-B-G10	10	230	232	1.01	-	6.72
S1-B-G16	16	230	223	0.97	ไม่เพิ่มขึ้น	9.82
S1-B-G22	22	230	223	0.97	ไม่เพิ่มขึ้น	12.49
S1-U-G10	10	230	202	0.88	-	4.25
S1-U-G16	16	230	225	0.98	เพิ่มขึ้นร้อยละ 10	7.71
S1-U-G22	22	230	223	0.97	เพิ่มขึ้นร้อยละ 9	4.64*

หมายเหตุ

* อุปกรณ์ติดตั้งเหล็กฉากรูปตัวทีดำเนินการแก้ไข โดยเสริมแผ่นเหล็ก (Stiffener)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าตัวอย่างทดสอบรอยเชื่อมแบบ Balanced ที่เพิ่มความหนาของแผ่นประกบเป็น 16 และ 22 mm ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อไม่เพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่างทดสอบรอยเชื่อมแบบ Unbalanced ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อเพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และร้อยละ 9 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแผ่นประกบ 10 mm จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความหนาที่เพิ่มขึ้นของแผ่นประกบ ในตัวอย่างทดสอบที่เชื่อมแบบ Unbalanced ส่งผลให้กำลังรับแรงของจุดต่อเพิ่มขึ้น

4.4.5 ผลกระทบเนื่องจากขนาดเหล็กฉาก

ตัวอย่างทดสอบทั้งหมดใช้เหล็กฉากมีสองขนาด คือ 65x65x8 mm และ 120x120x8 mm เหล็กฉากที่มีขนาดใหญ่จะมีระยะเยื้องศูนย์กลางของจุดศูนย์กลางถ่วงของหน้าตัดมากกว่า ซึ่งอาจจะส่งผลให้การดัดแบบ Out of Plane เพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ผลดังกล่าว ทำโดยการเปรียบเทียบขนาดเหล็กฉากเดี่ยวที่มีขนาดต่างกัน ในตัวอย่างทดสอบที่มีจุดศูนย์กลางถ่วงของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของหน้าตัด (Balanced) กับตัวอย่างทดสอบจุดศูนย์กลางถ่วงของรอยเชื่อมไม่อยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์กลางถ่วงของรอยเชื่อม (Unbalanced) ดังสรุปอยู่ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลกระทบเนื่องจากขนาดเหล็กฉาก

ตัวอย่าง ทดสอบ	ขนาด ตัวอย่าง ทดสอบ (mm)	กำลัง สูงสุดของ จุดต่อที่ได้ จากการ คำนวณ (kN)	กำลังที่ ได้จาก การ ทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลัง ที่ได้จากการ ทดสอบ/กำลัง สูงสุดของจุด ต่อที่ได้จากการ คำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)	ระยะ เคลื่อนที่ หลังแผ่น ประกบ (mm)
S1-B-G10	65x65x8	230	232	1.01	-	6.72
S2-B-G10	120x120x8	230	200	0.87	ลดลงร้อยละ 13	0.75
S1-U-G10	65x65x8	230	202	0.88	-	4.25
S2-U-G10	120x120x8	230	181	0.79	ลดลงร้อยละ 9	0.44*

หมายเหตุ

* อุปกรณ์ติดตั้งเหล็กตัวที่ดำเนินการแก้ไข โดยแผ่นเหล็ก (Stiffener)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเหล็กฉากมีขนาด 120x120x8 mm มีกำลังรับแรงของจุดต่อลดลงมากกว่า โดยเหล็กฉากที่รอยเชื่อมแบบ Balanced และ Unbalanced ค่ากำลังรับแรงของจุดต่อลดลงร้อยละ 13 และ 9 ตามลำดับ ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าเหล็กฉากขนาดใหญ่มีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ

4.4.6 ผลกระทบเนื่องจากความยาวของจุดต่อ

ความยาวของจุดต่อที่เปลี่ยนไป อาจจะมีผลต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ การวิเคราะห์ผลดังกล่าว โดยเปรียบเทียบตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยวที่มีจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Balanced) และจุดศูนย์ถ่วงของรอยเชื่อมไม่อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัด (Unbalanced) ที่มีความยาวของจุดยึดต่อไม่เท่ากัน ผลทดสอบสรุปอยู่ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลกระทบเนื่องจากความยาวของจุดต่อ

ตัวอย่างทดสอบ	ความยาวรอยเชื่อม (mm)		กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ (kN)	กำลังที่ได้จากการทดสอบ (kN)	อัตราส่วนกำลังที่ได้จากการทดสอบ/กำลังสูงสุดของจุดต่อที่ได้จากการคำนวณ	ผลต่าง (ร้อยละ)	ระยะเคลื่อนที่หลังแผ่นประกบ (mm)
	L ₁	L ₂					
S2-B-G10	120	50	230	200	0.87	-	0.75*
S2-B-G10-a	240	90	446	363	0.81	ลดลงร้อยละ 6	6.09*
S2-U-G10	85	85	230	181	0.79	-	0.44*
S2-U-G10-a	165	165	446	366	0.82	ไม่ลดลง	3.44*

หมายเหตุ

* อุปกรณ์ติดตั้งหลักgrupตัวที่ดำเนินการแก้ไข โดยเสริมแผ่นเหล็ก (Stiffener)

จากตารางที่ 4.8 พบว่าตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากที่มีรอยเชื่อมแบบ Balanced ที่มีการเพิ่มความยาวของจุดต่อ ค่ากำลังกำลังรับแรงลดลงร้อยละ 6 ตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากที่มีรอยเชื่อมแบบ Unbalanced กำลังรับแรงของจุดต่อไม่ลดลง ตัวอย่างทดสอบเหล็กฉากเดี่ยวที่มีรอยเชื่อมแบบ Unbalanced จะมีพฤติกรรมอาจยังไม่ชัดเจนเนื่องจากจะมีผลของระยะเยื้องศูนย์เนื่องจากการเชื่อมแบบ Unbalanced ร่วมด้วย ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างทดสอบรอยเชื่อมแบบ Balanced ความของจุดต่อที่เพิ่มขึ้น อาจมีผลกระทบต่อกำลังรับแรงของจุดต่อ