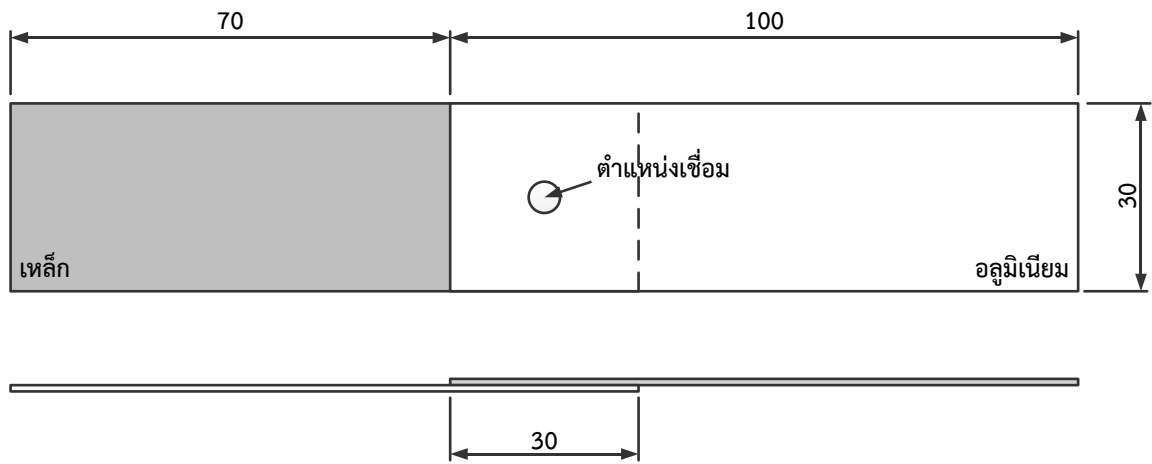


4.2 อิทธิพลกระแสไฟเชื่อมที่มีผลต่อความแข็งแรงเนื่องดึงของรอยต่อที่กำหนดให้แผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบนและแผ่นเหล็กไว้ด้านล่าง

การทดลองในหัวข้อนี้ได้ทำการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ในตอนต้นของหัวข้อที่ 4.1 โดยกำหนดให้ให้แผ่นอลูมิเนียมวางต่อเกยบนแผ่นเหล็กและมีรูปร่างรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 4.10 จากนั้นทำการเชื่อมด้วยตัวแปรการเชื่อมดังนี้

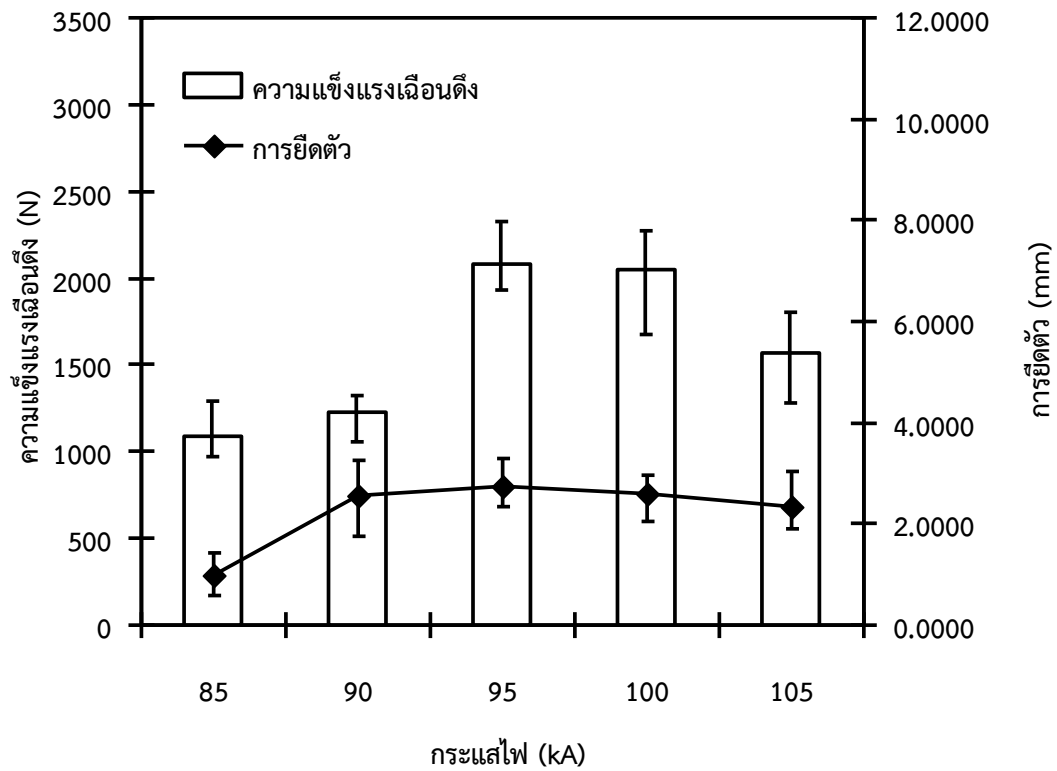
- กระแสไฟเชื่อมระหว่าง 85-105 kA
- เวลาในการเชื่อม 10 cycle
- แรงกด 0.1 MPa



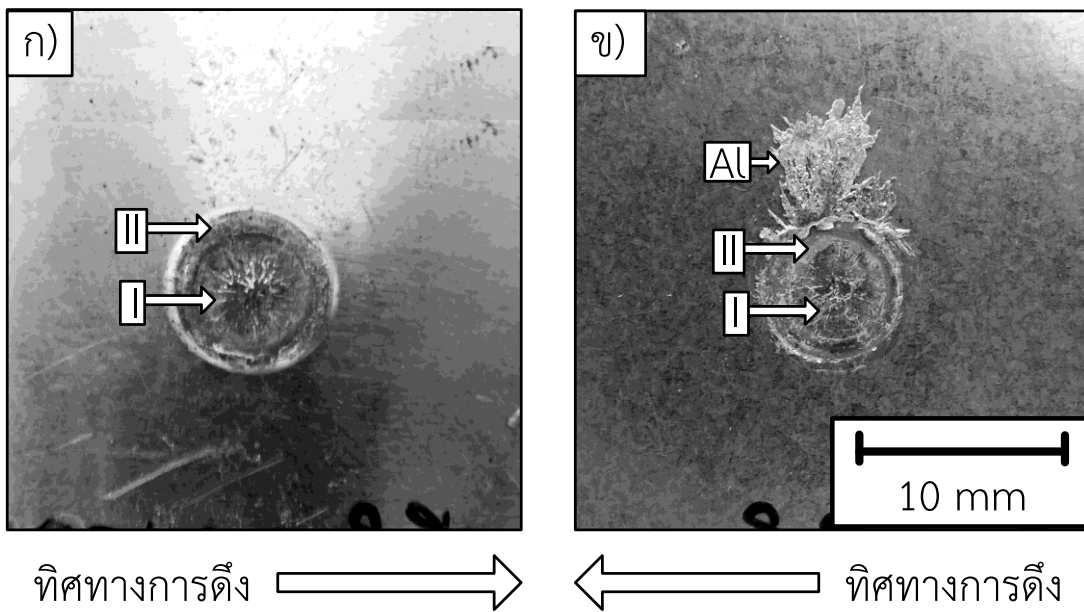
รูปที่ 4.10 รอยต่อเกยแบบที่ 2 ที่กำหนดให้แผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบนแผ่นเหล็ก

รอยต่อที่เชื่อมด้วยกระแสไฟต่างๆ ถูกนำไปทำการทดสอบความแข็งแรงเนื่องดึงและได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.11 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงเนื่องดึง การยึดตัวของรอยต่อ และการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของกระแสไฟเชื่อมจาก 85 ถึง 95 kA ส่งผลทำให้ค่าความแข็งแรงเนื่องดึงและการยึดตัวของรอยต่อมีค่าเพิ่มขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของช่วงกระแสที่เพิ่มขึ้นหากพิจารณาจากรอยฉีกขาดของรอยต่อที่กระแสไฟเชื่อม 85 90 และ 95 kA ดังแสดงในรูปที่ 4.12 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ พบรูปแบบการฉีกขาดที่แตกต่างกัน คือ ที่กระแสไฟเชื่อมที่ค่าต่ำสุดในการทดลองในหัวข้อนี้ ตำแหน่งการฉีกขาดของรอยต่อเกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสของรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 4.12 การฉีกขาดเกิดเป็นรูปร่างที่สม่ำเสมอรอบๆ รอยเชื่อม พื้นที่การเชื่อมและพื้นที่การฉีกขาดแสดงด้วยลูกศรที่ I II และ III พื้นที่ที่เกิดการเกาะยึดกันแน่น และเกิดการฉีกขาดออกจากกันมีขนาดเล็ก นอกจากนั้นอลูมิเนียมเกิดการแตกกระจายออกจากบริเวณการเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 4.12 (ข)

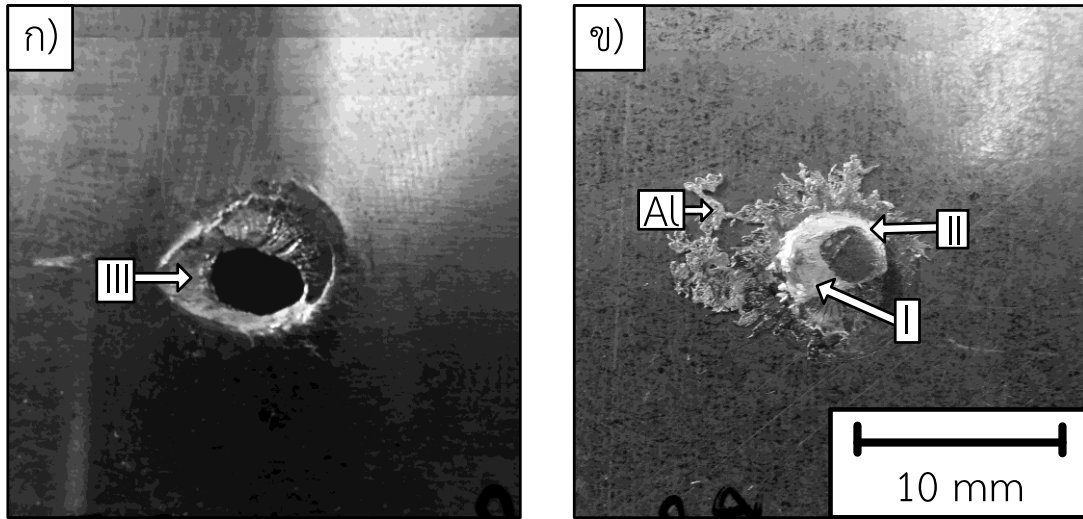
รูปที่ 4.13 แสดงรอยฉีกขาดของรอยต่อเกยที่วางแผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบนและเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 90 kA รอยฉีกขาดที่แสดงพบว่าพื้นที่การเชื่อมดังแสดงด้วยลูกศร I และพื้นที่การเชื่อมที่เกิดการฉีกขาดแสดงด้วยลูกศร II มีลักษณะพื้นที่การฉีกขาดที่แตกต่างจากพื้นที่การฉีกขาดของรอยต่อที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 85 kA พื้นที่การฉีกขาดของรอยต่อนี้มีพื้นที่การฉีกขาดตำแหน่งที่ II มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรอยต่อที่ 85 kA พื้นที่การเกาะยึดที่มากกว่าเป็นสาเหตุให้รอยต่อมีค่าความแข็งแรงที่สูงกว่า



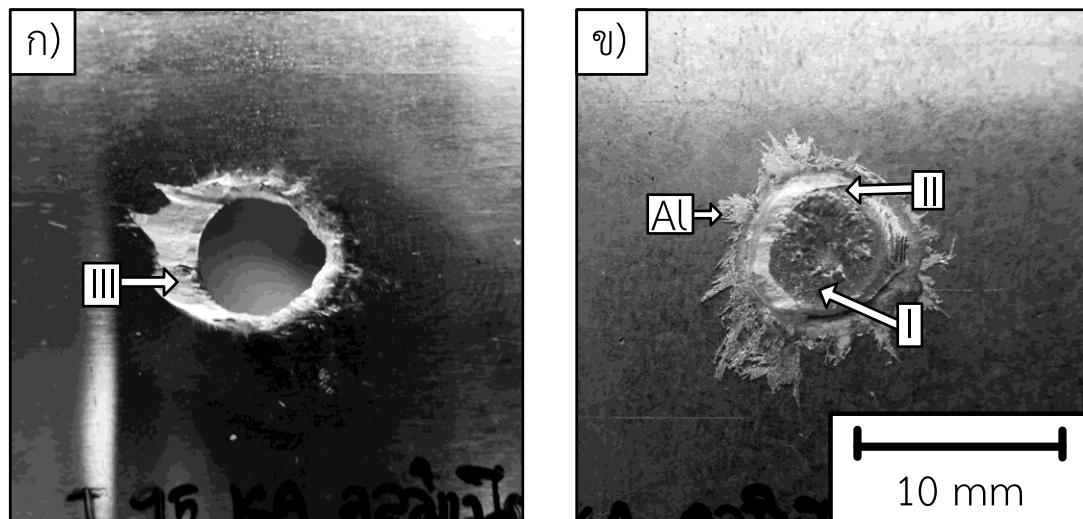
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความแข็งแรงแรงดึง และการยืดตัวของรอยต่อเกยที่วางแผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบน



รูปที่ 4.12 รูปแบบการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงเค้นที่เชื่อมด้วยกระแส 85 kA และแผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน: (ก) แผ่นอลูมิเนียม และ (ข) แผ่นเหล็ก



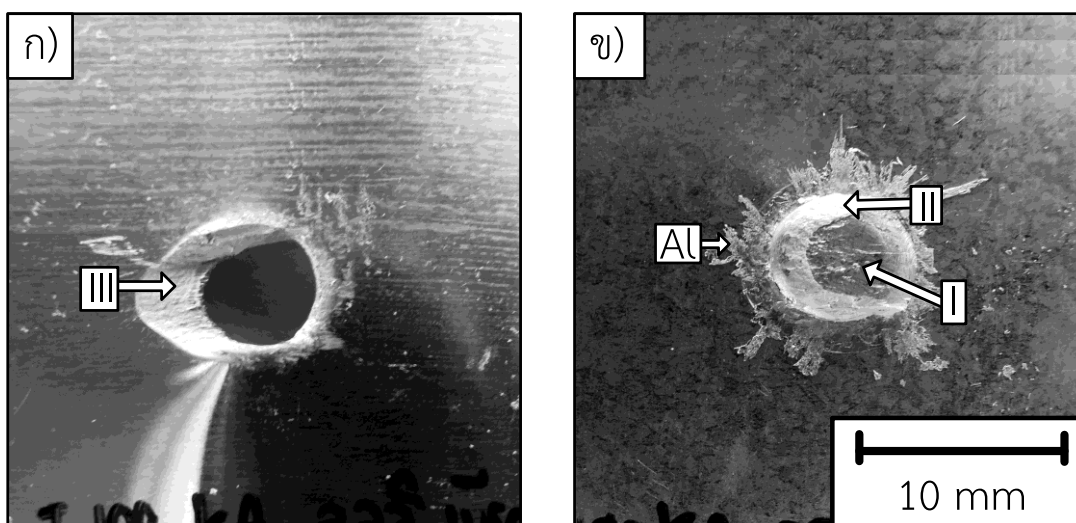
ทิศทางการดีง $\longrightarrow$ $\longleftarrow$ ทิศทางการดีง
 รูปที่ 4.13 รูปแบบการพังทลายของชั้นทดสอบแรงเฉือนดิ่งที่เชื่อมด้วยกระแส 90 kA และแผ่นอลูมิเนียมอยู่
 ด้านบน: (ก) แผ่นอลูมิเนียม และ (ข) แผ่นเหล็ก



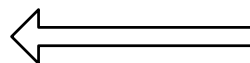
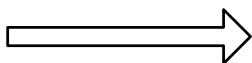
ทิศทางการดีง $\longrightarrow$ $\longleftarrow$ ทิศทางการดีง
 รูปที่ 4.14 รูปแบบการพังทลายของชั้นทดสอบแรงเฉือนดิ่งของรอยต่อเกยที่วางแผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบน
 และเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA ปริมาณของอลูมิเนียมที่แตกกระจายออกรอบข้างแนวเชื่อมมีปริมาณที่
 น้อยลง ขณะที่พื้นที่รวมของการเชื่อม หรือพื้นที่รวมระหว่างพื้นที่การเชื่อม (พื้นที่ I) และพื้นที่เกิดการฉีก

รูปที่ 4.14 แสดงรอยฉีกขาดของชั้นทดสอบแรงเฉือนดิ่งของรอยต่อเกยที่วางแผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบน
 และเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA ปริมาณของอลูมิเนียมที่แตกกระจายออกรอบข้างแนวเชื่อมมีปริมาณที่
 น้อยลง ขณะที่พื้นที่รวมของการเชื่อม หรือพื้นที่รวมระหว่างพื้นที่การเชื่อม (พื้นที่ I) และพื้นที่เกิดการฉีก

ขาด (พื้นที่ II) มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่การฉีกขาดของรอยต่อเกยที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 90 kA พื้นที่การเชื่อมที่มากกว่านี้เป็นสาเหตุให้รอยต่อมีค่าความแข็งแรงมากกว่ารอยต่อเกยที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 90 kA นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาพื้นที่การฉีกขาดที่แสดงด้วยลูกศรหมายเลข III ของรอยต่อเกยที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA กับรอยต่อเกยที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 90 kA พบว่าพื้นที่นี้มีความกว้างมากกว่าและมีหลักฐานที่แสดงการยึดตัวมากกว่า ผลการทดลองนี้ยืนยันผลการทดลองว่ารอยต่อที่ได้มีค่าการยึดตัวของรอยต่อที่มีค่าสูงกว่าดังแสดงในรูปที่ 4.11 ในการทดลองในหัวข้อนี้การเชื่อมที่ กระแสไฟเชื่อม 95 kA แสดงค่าความแข็งแรงสูงสุดที่ค่าความแข็งแรงเฉือนดึง 2085 N และการยึดตัวของรอยต่อเกยมีค่าประมาณ 2.76 มิลลิเมตร



ทิศทางการดึง

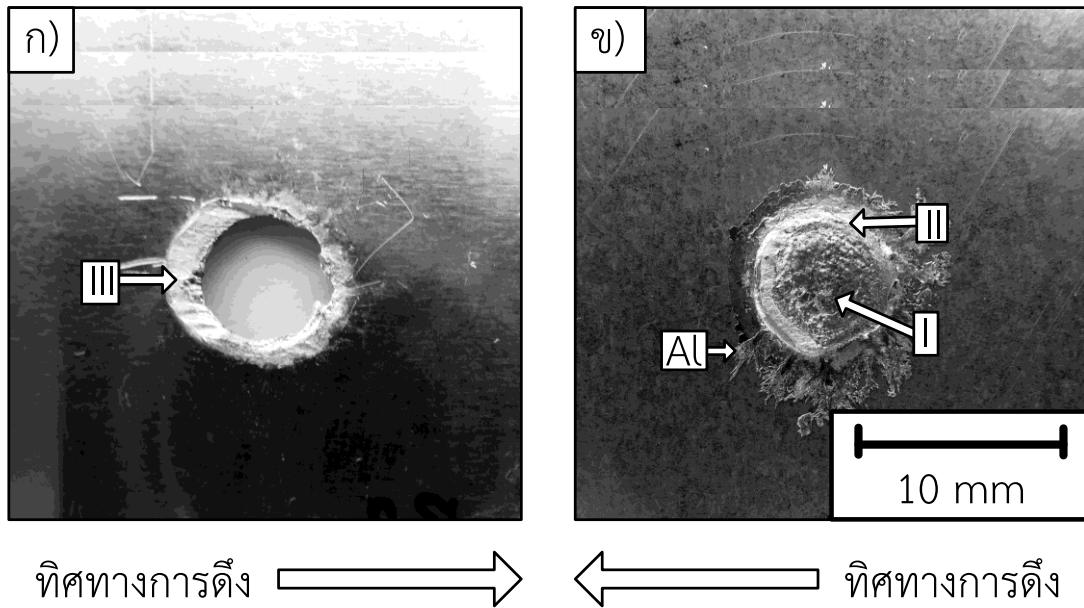


ทิศทางการดึง

รูปที่ 4.15 รูปแบบการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงเฉือนดึงที่เชื่อมด้วยกระแส 100 kA และแผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน: (ก) แผ่นอลูมิเนียม และ (ข) แผ่นเหล็ก

รูปที่ 4.15 แสดงรูปแบบการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงเฉือนดึงที่วางแผ่นอลูมิเนียมไว้ด้านบนและทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 100 kA การตรวจสอบด้วยสายตาพบว่า ที่บริเวณรอยเชื่อมบนแผ่นเหล็กมีส่วนของอลูมิเนียมที่เกิดการกระจายตัวออกมาเนื่องจากความร้อนและแรงกดจากการเชื่อมด้านทานแบบจุด มีปริมาณการกระจายตัวเหมือนกับการเกิดรอบๆ รอยเชื่อมบนแผ่นเหล็กของรอยต่อที่ทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA ดังแสดงในรูปที่ 4.14 พื้นที่ของรอยฉีกขาดของรอยต่อประกอบไปด้วยพื้นที่ผิวขรุขระที่เกิดจากการกดอัดด้วยอิเล็กโทรด (พื้นที่ I) และพื้นที่ที่เกิดการฉีกขาด (พื้นที่ II) ตรวจสอบพื้นที่ของการฉีกขาดพบว่าพื้นที่การฉีกขาดมีขนาดใกล้เคียงกับรอยต่อที่ทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA นอกจากนั้นเมื่อพิจารณารอยฉีกขาดด้านอลูมิเนียมดังแสดงในรูปที่ 4.15 (ก) พบว่าการฉีกขาดของด้านอลูมิเนียมมีทิศทางขนานยาวไปตามทิศทางการดึงของชิ้นทดสอบและมีลักษณะเหมือนกับการเกิดในรอยต่อที่ทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA รูปแบบการฉีกขาดและขนาดพื้นที่การฉีกขาดที่แสดงในรอยต่อที่

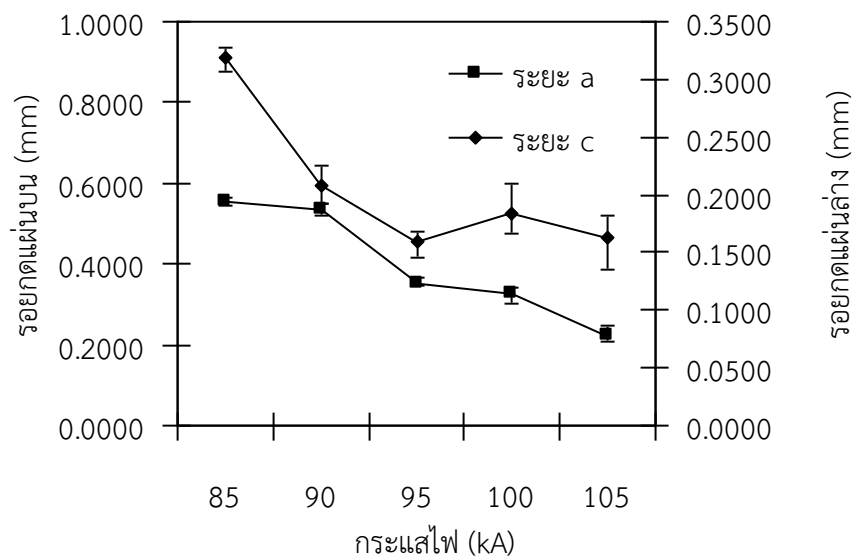
เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 100 kA ที่คล้ายกับรอยต่อที่ทำการเชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 95 kA คาดว่าอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้รอยต่อที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อมทั้งสองมีค่าความแข็งแรงของรอยต่อที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.16 รูปแบบการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงดึงที่เชื่อมด้วยกระแส 105 kA และแผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน: (ก) แผ่นอลูมิเนียม และ (ข) แผ่นเหล็ก

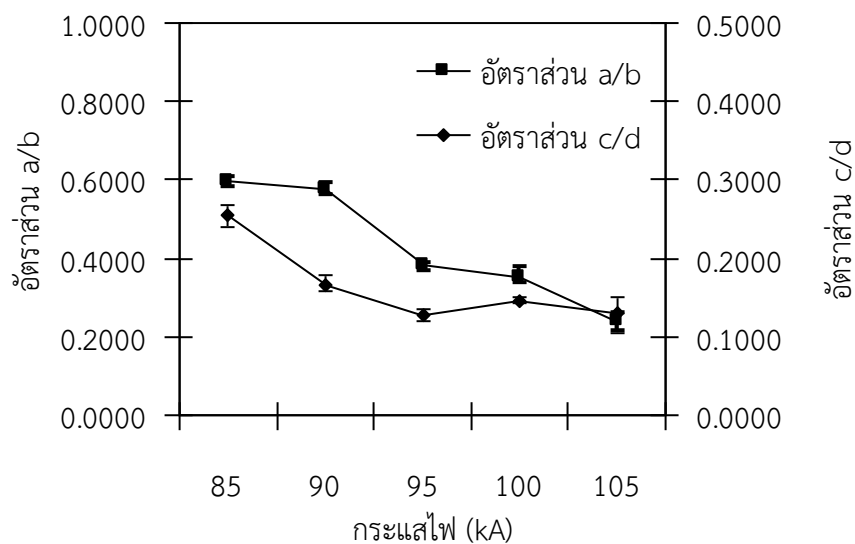
รูปที่ 4.16 แสดงรูปแบบการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงดึงที่เชื่อมด้วยกระแส 105 kA และแผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน ซึ่งเป็นกระแสไฟเชื่อมที่สูงสุดในหัวข้อนี้ พิจารณารอยฉีกขาดด้านแผ่นเหล็กพบการกระจายตัวของอลูมิเนียมเนื่องจากแรงกดและความร้อนของการเชื่อมตันทานแบบจุดรอบๆ รอยเชื่อม คล้ายกับการเกิดรอบๆ รอยต่อในรอยต่อที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อมตั้งแต่ 85-100 kA อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอลูมิเนียมที่กระจายตัวรอบแนวเชื่อมมีลักษณะที่แตกต่างจากการเชื่อมที่กระแสที่ต่ำกว่า กล่าวคือ อลูมิเนียมที่กระจายตัวรอบแนวเชื่อมมีลักษณะสีเข้มกว่าแนวเชื่อมที่ผ่านมา และอลูมิเนียมที่กระจายออกมา มีลักษณะที่ไม่เกิดการกระจายตัวออกเป็นเส้นตรง การเกิดลักษณะนี้คาดว่าเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของแนวเชื่อมเนื่องจากกระแสไฟเชื่อมที่เพิ่มขึ้น [20] อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแนวเชื่อมในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้ทำการตรวจวัดจึงไม่สามารถยืนยันผลการตรวจสอบนี้ได้ พิจารณาพื้นที่การเชื่อมพบว่าประกอบด้วยพื้นที่การเชื่อมที่ถูกกดด้วยอิเล็กโทรด (พื้นที่ I) และพื้นที่ที่เกิดการฉีกขาดรอบๆ แนวเชื่อม พื้นที่ที่เกิดการฉีกขาดมีพื้นที่ที่น้อยกว่าพื้นที่การฉีกขาดของรอยเชื่อมที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 100 kA รูปที่ 4.17 แสดงการวัดความลึกของรอยกดของปลายอิเล็กโทรดการเชื่อมตันทานแบบจุดที่กดลงบนผิวของรอยต่อโดยการวัดด้านบนและล่างของรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 4.7 โดยในกรณีของการวัดในหัวข้อนี้ ระยะ a คือ ความลึกของรอยกดบนแผ่นอลูมิเนียม และระยะ b คือ ความลึกของรอยกดบนแผ่นเหล็ก ผลการการตรวจสอบความลึกพบว่า ความลึกของรอยกดมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงเมื่อกระแสไฟเชื่อมมีค่าเพิ่มขึ้น การลดลงของความลึกของแนวเชื่อมนี้มีสาเหตุในการเกิดคล้ายกับการเกิดในรอยต่อเกยที่วางแผ่นเหล็กไว้

ด้านบนของการเชื่อมดังแสดงในหัวข้อที่ 4.1 กล่าวคือ ที่กระแสไฟเชื่อมที่มีค่าต่ำส่งผลทำให้OLUMIเนียมที่เกิดการหลอมละลายแตกกระจายออกจากบริเวณแนวเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 4.12-4.16 นอกจากนั้นจากการตรวจสอบความลึกของรอยกุดบนรอยต่อในรูปที่ 4.17 และ 4.8 พบว่า หากความลึกของรอยกุดมีค่าที่ใกล้เคียงกัน เช่น ในกรณีของรอยต่อที่เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อมเท่ากับ 95 kA นั้น รอยต่อที่ได้สามารถแสดงค่าความแข็งแรงได้สูงกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณารอยกุดที่ได้และเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS Z31339 [22] ดังแสดงในตารางที่ 4.1 แล้วพบว่า รอยต่อที่กำหนดให้แผ่นOLUMIเนียมไว้ด้านบนดังแสดงผลการทดลองในหัวข้อนี้ให้ผลเสียต่อสมบัติของรอยต่อ กล่าวคือ ค่าความลึกของรอยกุดลงบนผิวของรอยต่อส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า 0.3 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าความลึกของรอยกุดบนรอยต่อในระดับ D ซึ่งเป็นเกณฑ์ต่ำสุดที่ใช้ในการตัดสิน และหากต้องการนำเอารอยต่อไปใช้งานต้องมีการตกแต่งก่อนเสมอ



รูปที่ 4.17 ความลึกของรอยกุดอิเล็กทรอนิกส์ของรอยต่อที่กำหนดให้แผ่นOLUMIเนียมอยู่ด้านบนที่กระแสต่างๆ

รูปที่ 4.18 แสดงอัตราส่วนความลึกของรอยกุดบนผิวรอยต่อที่กำหนดให้แผ่นOLUMIเนียมอยู่ด้านบนต่อความหนาแผ่นโลหะของรอยต่อที่กำหนดให้แผ่นOLUMIเนียมอยู่ด้านล่าง ดังแสดงรายละเอียดการวัดดังแสดงในรูปที่ 4.7 ผลการตรวจสอบพบว่า อัตราส่วนความลึกของรอยกุดต่อความหนาของวัสดุมีแนวโน้มที่มีค่าลดลงเมื่อกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ผลการตรวจสอบที่ได้ถูกนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS Z31339 [22] ที่กำหนดไว้ว่า อัตราส่วน a/b และ c/d เพื่อตอบคำถามว่ารอยต่อสามารถนำไปใช้งานจริงและอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ผลการตรวจสอบพบว่าอัตราส่วนความลึกของรอยกุดต่อความหนาของรอยต่อที่กำหนดให้แผ่นOLUMIเนียมอยู่ด้านบนมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อกระแสไฟเชื่อมเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาอัตราส่วน a/b และ c/d ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS Z31339 [22] ที่กำหนดไว้ว่า อัตราส่วน a/b และ c/d ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.3 แล้ว พบว่าอัตราส่วนอัตราส่วนความลึกของรอยกุดต่อความหนาของรอยต่อเกยส่วนมากมีค่าเกิน 0.3 ซึ่งมีความไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 4.18 อัตราส่วนความสึกของรอยกดบนผิวรอยต่อเกยที่กำหนดให้แผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบนต่อความหนาแผ่นโลหะของรอยต่อเกยที่กระแสไฟต่างๆ

การเปรียบเทียบสมบัติของรอยต่อเกย 2 แบบ คือ รอยต่อเกยที่กำหนดให้แผ่นเหล็กวางเกยบนแผ่นอลูมิเนียม (ในที่นี้กำหนดชื่อเรียกเป็น “รอยต่อเกยแบบที่ 1”) และรอยต่อเกยที่กำหนดให้แผ่นอลูมิเนียมวางเกยบนแผ่นเหล็ก (ในที่นี้กำหนดชื่อเรียกเป็น “รอยต่อเกยแบบที่ 2”) มีผลการทดลองที่น่าสนใจต่อไปนี้

- รอยต่อเกยแบบที่ 1 มีความแข็งแรงสูงกว่ารอยต่อเกยแบบที่ 2 ประมาณ 5% และมีการยึดตัวของรอยต่อเกยสูงกว่า 34%
- กระแสไฟเชื่อมส่งผลต่อความแข็งแรงของรอยต่อเกยแบบที่ 2 มากกว่ารอยต่อเกยแบบที่ 1
- กระแสไฟเชื่อมส่งผลต่อความสึก และอัตราส่วนความสึกของรอยกดต่อความหนาแผ่นงาน ของรอยต่อเกยแบบที่ 2 มากกว่ารอยต่อเกยแบบที่ 1
- การเชื่อมรอยต่อเกยแบบที่ 2 ด้วยกระแสต่างๆ ทำให้รอยต่ออยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถนำไปใช้งานได้