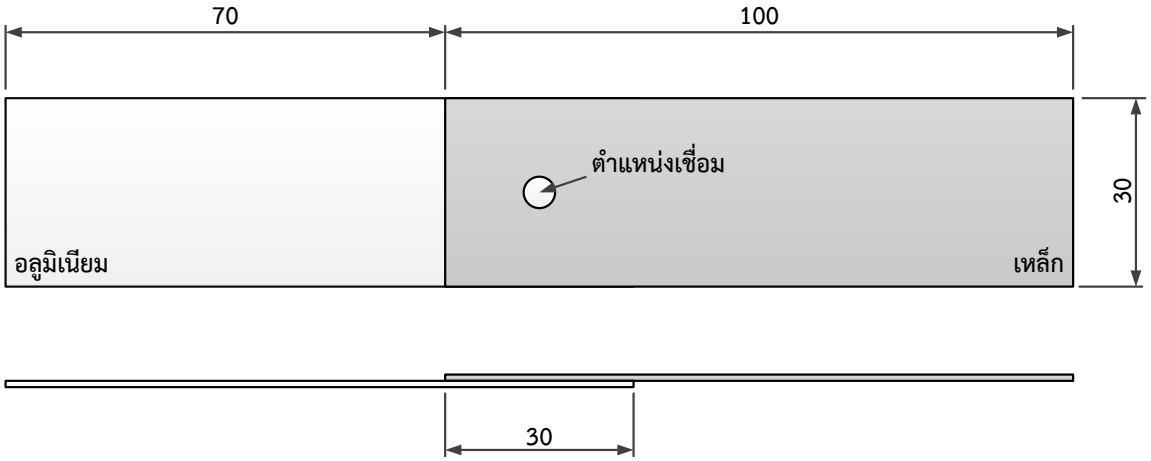
บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 วัสดุทดลอง

วัสดุที่ใช้ในทดลอง อลูมิเนียมผสมเกรด AA1100 และเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีเกรด SGACD แผ่นรีดความหนา 1.0 มิลลิเมตร ที่มีส่วนผสมทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 3.1 แผ่นโลหะถูกตัดให้มีขนาดกว้าง 30 มิลลิเมตร และยาว 100 มิลลิเมตร และนำมาต่อเกยโดยกำหนดให้แผ่นเหล็กเกยอยู่บนแผ่นอลูมิเนียม 30 มิลลิเมตรดังแสดงในรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของวัสดุทดลอง

ธาตุ	Al	Fe	Si	Mn	Cu	P	S
AA1100	สมดุล	-	0.095	0.050	0.150	-	-
SGACD	-	สมดุล	-	-	0.006	0.014	0.024



รูปที่ 3.1 มิติชิ้นงานเชื่อม (หน่วย: มิลลิเมตร)

3.2 การเชื่อม

กระบวนการเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่อเกยระหว่างอลูมิเนียมและเหล็กที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 3.1 คือ การเชื่อมต้านทานแบบจุด (Resistance Spot Welding: RSW) ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในหัวข้อ 2.2.2 โดยเครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุดแสดงในรูปที่ 3.2 เครื่องเชื่อมประกอบด้วยอิเลกโทรดสองด้านในแนวดิ่งกลไกลทำงานของเครื่องเชื่อมที่แสดง อิเลกโทรดด้านบนจะเคลื่อนที่ลงมาหาอิเลกโทรดด้านล่าง ระบบการเคลื่อนที่และแรงกดลงของอิเลกโทรดตัวบนทำงานด้วยระบบนิวแมติก

อิเลกโทรดที่ติดอยู่ด้านปลายของชุดอิเลกโทรดมีลักษณะรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นอิเลกโทรดที่ออกแบบตามมาตรฐานสมาคมผู้ผลิตเครื่องเชื่อมต้านทานชนิด E ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ด้านปลายของอิเลกโทรดออกแบบให้มีขนาดอ้างอิงสมการที่ 2.5 – 2.7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 มิลลิเมตร

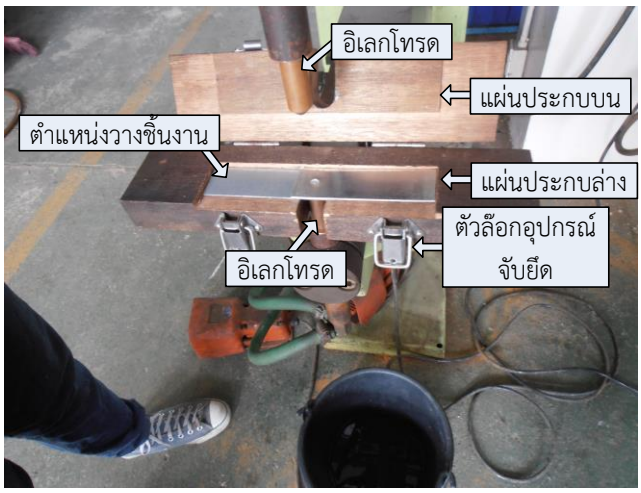
รูปที่ 3.2 เครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุด

รูปที่ 3.3 ลักษณะของอิเล็กโทรดทิป

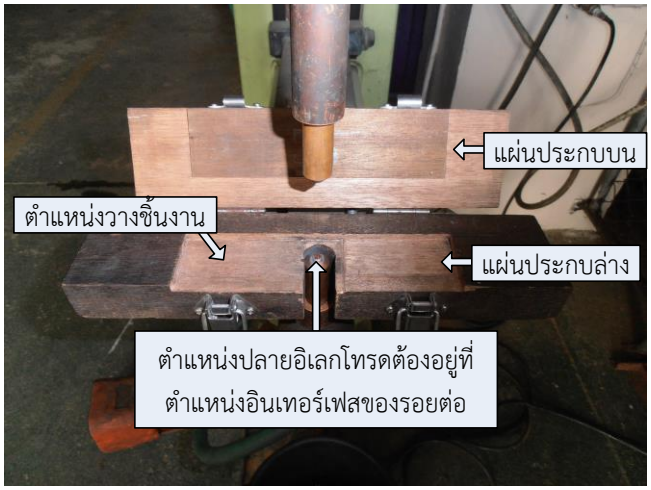
การจับยึดชิ้นงานให้เป็นรอยต่อเกยนั้น ในการศึกษานี้ได้ออกแบบอุปกรณ์จับยึดดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยอุปกรณ์การจับยึดนี้ทำจากวัสดุที่มีสมบัติเป็นฉนวน และมีแผ่นประกบด้านบนและล่างเพื่อกดแผ่นโลหะด้านบนลงสู่ด้านล่างให้แนบสนิทกันดังแสดงในรูปที่ 3.5 – 3.8

รูปที่ 3.4 อุปกรณ์การจับยึดชิ้นงาน

รูปที่ 3.5 การยึดอุปกรณ์การจับยึดในเครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุด



รูปที่ 3.6 การวางตำแหน่งชิ้นงาน



รูปที่ 3.7 การกำหนดระยะของอุปกรณ์จับยึด

รูปที่ 3.8 การล็อกชิ้นงาน

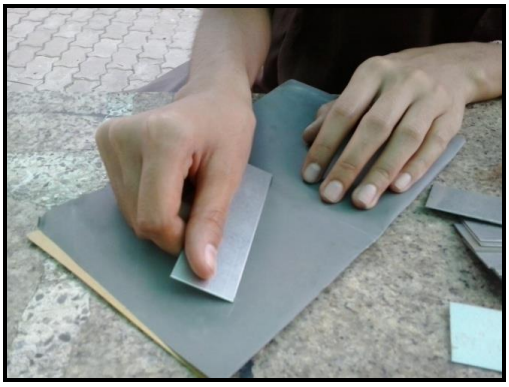
ในการเชื่อมรอยต่อเกยระหว่างอลูมิเนียมและเหล็กในการทดลองครั้งนี้มีตัวแปรการเชื่อมที่ใช้ในการทดลองดังนี้

- กระแสไฟเชื่อม 90-105 A
- เวลาในการเชื่อม 1-20 cycles
- แรงกดอิเลกโทรด 0.1- 0.3 MPa
- ตำแหน่งการวางแผ่นโลหะ: แผ่นอลูมิเนียมอยู่ด้านบน และแผ่นเหล็กอยู่ด้านบน

ขั้นตอนการเชื่อมมีดังนี้

- เตรียมแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี SGACD และแผ่นอลูมิเนียม AA 1100 โดยตัดแผ่นโลหะทั้งสองชนิดให้มีขนาด กว้าง 30 มิลลิเมตร และยาว 100 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องตัดโลหะ
- นำแผ่นเหล็กกล้าและแผ่นอลูมิเนียมที่ตัดได้ขนาดเรียบร้อยแล้วมาทำการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 250 เพื่อทำการลบคมที่เกิดจากการตัดแผ่นวัสดุทั้งสองชนิดดังรูปที่ 3.9

(ก.) การขัดลบคมด้านกว้างของแผ่นโลหะ



(ข.) การขัดลบคมด้านยาวของแผ่นโลหะ

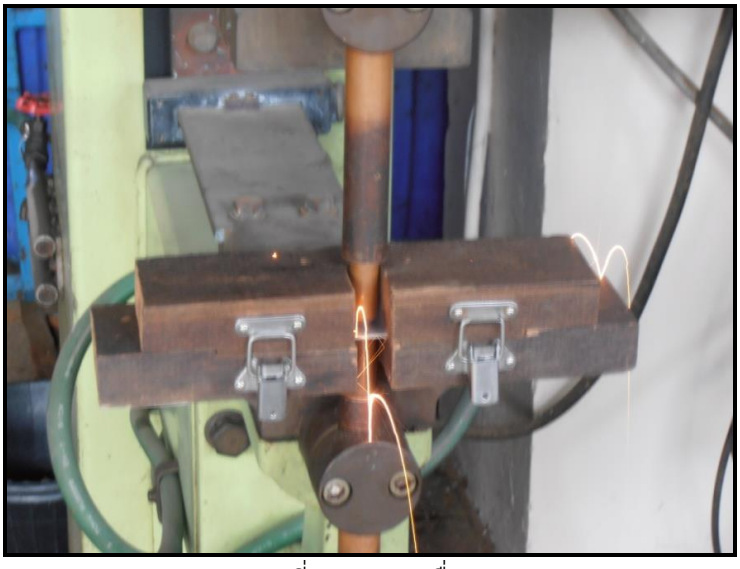
รูปที่ 3.9 การลบคมของชิ้นงานขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 250

- นำแผ่นเหล็กกล้าเคลือบและแผ่นอลูมิเนียมที่ทำการลบคมเรียบร้อยแล้วมาเช็ดทำความสะอาดโดยแผ่นเหล็กกล้าทำความสะอาดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ และแผ่นอลูมิเนียมนั้นเช็ดทำความสะอาดด้วยอาซิโตน
- ทำการติดตั้งอุปกรณ์จับยึด (jig) กับเครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุด (Resistance Spot Welding : RSW) ให้สมบูรณ์แบบเพื่อเตรียมใช้สำหรับการเตรียมทำการเชื่อมโลหะทั้งสองชนิดดังรูปที่ 3.10
- นำแผ่นเหล็กกล้าเคลือบและแผ่นอลูมิเนียมวางในอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานดังรูปที่ 3.11
- ทำการตรวจเช็คให้แน่ใจว่าวางแผ่นเหล็กที่เตรียมไว้ตรงกับอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแล้ว พร้อมที่จะทำการเชื่อม
- ตั้งค่าตามตัวแปรที่กำหนดไว้ที่เครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุดให้เรียบร้อยดังรูปที่ 3.12 ก่อนทำการเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 3.13
- ชิ้นงานเมื่อผ่านการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ปล่อยให้เย็นตัวในอุณหภูมิห้อง จากนั้นก็นำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึงเฉือน (Tension shear testing)

รูปที่ 3.10 การติดตั้งอุปกรณ์จับยึด (jig) กับเครื่องเชื่อมต้านทานแบบจุด

รูปที่ 3.11 การวางแผ่นวัสดุลงบนอุปกรณ์จับยึด

รูปที่ 3.12 การตั้งค่าตัวแปรการเชื่อม

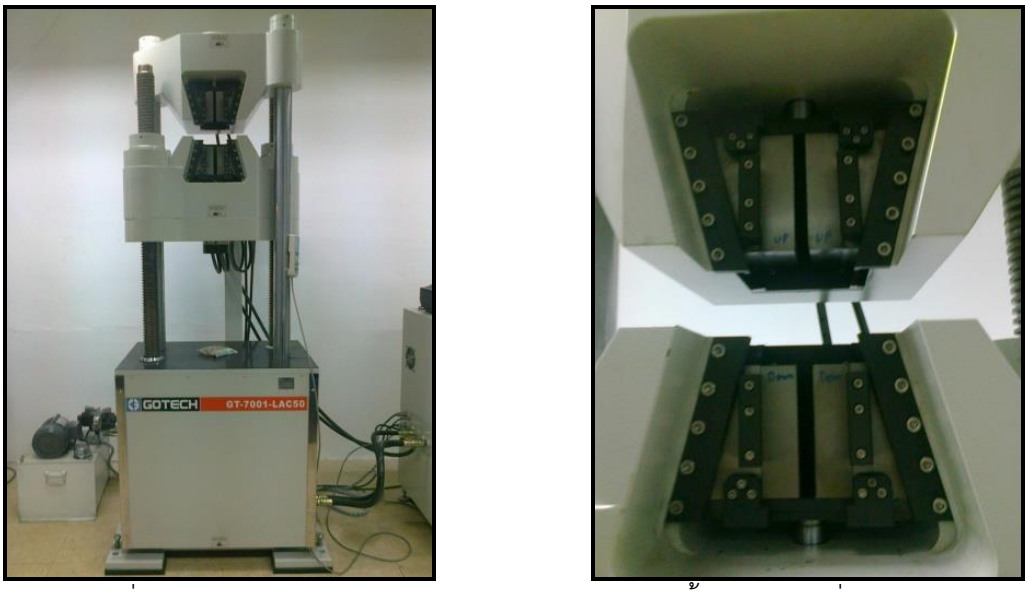


รูปที่ 3.13 การเชื่อม

3.3 การทดสอบสมบัติรอยต่อ

3.3.1 การทดสอบความแข็งแรง

การทดสอบแรงดึงเฉือน (Tension shear testing) สำหรับการเชื่อมแบบจุด เพื่อหาค่าความแข็งแรงของการเชื่อมชิ้นงานทดสอบ เป็นการทดสอบรอยเชื่อมด้วยการดึงเฉือน ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน JIS z 3136 โดยการทดสอบค่าความสามารถในการต้านทานแรงดึงของรอยเชื่อมด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงมาตรฐานทั่วไป ที่มีค่าพิกัดความเผื่อ ± 3% แสดงดังรูปที่ 3.14



(ก) เครื่องทดสอบแรงดึงเฉือน (ข) ปากจับยึดชิ้นงานของเครื่องทดสอบแรงดึงเฉือน

รูปที่ 3.14 เครื่องทดสอบแรงดึงเฉือน GOTECH รุ่น GT-7001-LA-C50

3.3.2 การตรวจสอบโครงสร้าง

ในการตรวจสอบโครงสร้างนั้นจะนำเฉพาะชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบมาตรฐานต่างๆ ที่ทำการตรวจสอบ โดยจะนำชิ้นงานทดสอบมาทำการตัดขวางตามกึ่งกลางของชิ้นงานทดสอบ แล้วนำไปขึ้นตัวเรือนเรซิ่น หลังจากนั้นก็นำมาขัดแล้วกัดกรด แล้วจากนั้นจึงนำไปส่องโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างมหภาค และทำการถ่ายรูป

ก. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบโครงสร้าง

- กระดาษทรายเบอร์ 150,400,800,1000
- เครื่องขัดกระดาษทราย
- กล้องตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคชนิดสะท้อนแสง (Optical Microscope)
- ผงเพชร ขนาด 3 ไมคอน
- กรดอาซิโตน
- ผ้าสักหลาด
- น้ำกลั่น
- แอลกอฮอล์

- สำสี

ข. การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อม (Microstructure)

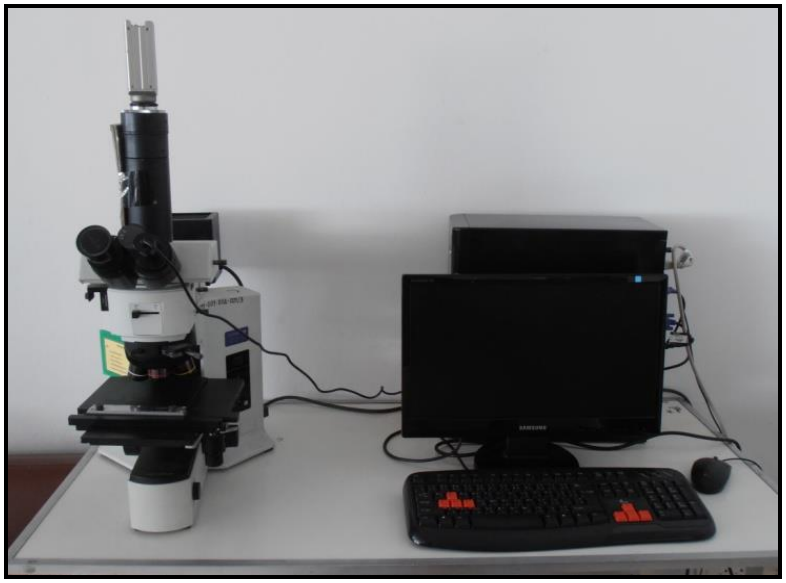
การเตรียมชิ้นงานเพื่อการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อม (Microstructure) นำชิ้นงานที่ทำการเชื่อมเสร็จมาทำการตัด ผ่าแนวรอยเชื่อมโดยให้ชิ้นงานมีความกว้างประมาณ 5 – 10 มิลลิเมตร ซึ่งการตัดชิ้นงานใช้เครื่องตัดชิ้นงานแบบละเอียดดังแสดงรูปใน 3.15 เพื่อให้ชิ้นงานมีการสั่นสะเทือนน้อยเพื่อลด การแตกหักบริเวณรอยเชื่อมของชิ้นงาน และเวลาตัดควรเปิดน้ำหล่อเย็น เพื่อลด ความร้อนของชิ้นงาน เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของชิ้นงาน

รูปที่ 3.15 เครื่องตัดชิ้นงานแบบละเอียด

การตรวจสอบโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์สะท้อนแสง (Optical Microscope) ในขั้นตอนนี้ชิ้นงานทดสอบจะต้องถูกเตรียมเพื่อสามารถนำชิ้นทดสอบไปทำการตรวจสอบโครงสร้างได้นั้น ต้องนำชิ้นงานที่เตรียมไว้ไปทำเรือนมีลักษณะดังรูป 3.16 (ก) เพื่อให้สะดวกต่อการจับถือและเตรียมชิ้นงานในขั้นตอนการขัดดูโครงสร้างก็สามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว การทำเรือนสามารถทำโดยการผสม เรซิ่น 98 เปอร์เซ็นต์ โคบอลท์ (Cobalt) ประมาณ 0.2–0.4 เปอร์เซ็นต์ ตัวทำให้แข็ง (Hardener) 1–2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมเสร็จเทใส่เบ้าหล่อ ทิ้งไว้ประมาณ 20–30 นาที สามารถนำมาขัดได้ทันที ขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 150, 400, 800 และเบอร์ 1,000 เพื่อให้ผิวหน้าของชิ้นงานเรียบ

ในการเตรียมชิ้นงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ จึงต้องขัดผิวชิ้นงานให้เรียบ เพื่อให้ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นนำมาขัดด้วยผงขัด (Polishihg) ที่มีขนาด 3 ไมครอน เป็นการขัดผิวมันของชิ้นตรวจสอบด้วยผงขัดที่ทำจาก ผงเพชร (Diamond paste) การขัดผงขัดนี้จะทำบนเครื่องขัด แสดงดังรูปที่ 3.16 จะใช้เครื่องขัดที่หุ้มด้วยผ้าสักหลาด โดยนำผงขัดผสมกับ แอลกอฮอล์ เทลงบนผ้าสักหลาดแล้วขัดจนมันเงา และ ตามด้วยการกัดกรด เพื่อให้เห็นบริเวณต่างๆที่แตกต่างกันของชิ้นงาน เช่น ขอบเกรน บริเวณที่เชื่อม เพื่อนำมาวิเคราะห์ความแข็งแรงของชิ้นงานที่ทำการเชื่อมด้วยสภาวะที่แตกต่างกันของแต่ละสภาวะ

รูปที่ 3.16 เครื่องขัดดูโครงสร้างจานขัดหุ้มด้วยผ้าสักหลาด



รูปที่ 3.17 กล้องตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคชนิดสะท้อนแสง (Optical Microscope)

ชิ้นงานที่ขัดจนมันเงา นำมาล้างด้วยแอลกอฮอล์ และล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วนำมากัดกรดที่เตรียมไว้ ซึ่งกรดที่จะนำมากัดกรด จะมีส่วนผสมที่ประกอบด้วย ไฮโดรฟลูออริก (HF) 30 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรคลอริก (HCl) 10 เปอร์เซ็นต์ น้ำกลั่น (H_2O) 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผสมเสร็จนำสำลีจุ่มสารกัดกรดเช็ดบริเวณที่ต้องการส่อง ประมาณ 30 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น เป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม นำมาส่องโครงสร้างที่กล้องตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคชนิดสะท้อนแสง (Optical Microscope) ดังรูป 3.15 นำบริเวณรอยเชื่อมวางให้ตรงกลางบริเวณที่แสงผ่าน และให้ลำกล้องเลื่อนลงมาให้อยู่ใกล้ชิ้นตรวจสอบมากที่สุด ลำแสงไฟที่กล้องจะส่องผ่านและตกกระทบกับผิวของชิ้นงานจะผ่านเลนส์วัตถุและเลนส์ตาของกล้อง ที่บริเวณของเกรนจะเห็น

เป็นสีดำ (มืด) ขณะที่เนื้อเกรนเป็นสีเหลือง (สว่าง) แล้วทำการบันทึกผลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบรอยเชื่อมยึดต่อไป