

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลุมต่อสมบัติของรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก AISI430 ที่ส่งผลต่อโครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อมและบริเวณพื้นที่กระทบร้อน (HAZ : Heat Affected Zone) และคุณสมบัติทางกลที่มีผลต่อการรับแรงดึง และค่าความแข็งที่สามารถวัดได้ โดยมีตัวแปรในการทดลอง 3 ตัวแปร คือ

- แก๊สปกคลุม 3 กลุ่ม ได้แก่ Ar100% , CO₂100% และ Ar80% + CO₂20%
- กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม 4 ระดับ ได้แก่ 90, 100, 110 และ 120 แอมป์
- ความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ 350 , 400 , 450 มิลลิเมตร/นาที

ผลจากการทดลองทุกตัวแปรพบว่าแต่ละตัวแปรมีผลต่อลักษณะโครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อม โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานบริเวณพื้นที่กระทบร้อน และมีผลโดยตรงต่อค่าความเค้นแรงดึงของชิ้นงานเชื่อม

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่อสมบัติทางกลด้านความเค้นแรงดึง

ผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ได้ว่า กระแสเชื่อมที่ดีที่สุดคือ 110 A แก๊สปกคลุมที่ดีที่สุดคือ Ar80% + CO₂20% ความเร็วในการเชื่อมที่ดีที่สุดคือ 400 mm/min โดยให้ค่ารับแรงดึงสูงสุด ที่ 448 MPa ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ตัวแปรการเชื่อมดังกล่าวส่งผลต่อการหลอมละลายและการถ่ายโอนน้ำโลหะระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงานและแก๊สปกคลุมช่วยให้การอาร์กมีความสมบูรณ์ จากการตรวจสอบรอยฉีกขาดพบขึ้นทดสอบ จาก 3 ตัวแปรจะแตกหักและขาดบริเวณชิ้นงานด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ซึ่งมีค่าการรับแรงดึงต่ำกว่า 450 MPa ไม่ได้ขาดบริเวณแนวเชื่อมแต่อย่างใด สอดคล้องกับ กรภัทร์ จุ้ยยิ้ม [19] ซึ่งได้ศึกษาการเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 กับเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง โดยตัวแปรการเชื่อม 3 ตัวแปร ซึ่งผลที่ได้คือชิ้นงานทดสอบแรงดึงส่วนมากแตกหักที่ตำแหน่งแนวเชื่อมด้านเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ซึ่งในการศึกษาพบว่ากระแสเชื่อม 110 A ซึ่งเป็นกระแสที่ให้ค่ารับแรงดึงสูงสุด โลหะงานได้รับความร้อนจากการอาร์กในปริมาณที่เหมาะสมและอัตราการหลอมละลายของลวดเชื่อมและโลหะงานเป็นไปอย่างสมบูรณ์ บวกกับความเร็วที่ใช้ 400 mm/min ที่ทำให้อัตราการเติมลวดในลักษณะหยดโลหะขนาดเล็ก ส่งผลต่อการกระจายความร้อนและเกิดการแพร่กระจายของโครเมียมบริเวณรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 กับรอยเชื่อม และการถ่ายเทความร้อนของชิ้นงานในอุณหภูมิปกติได้ดี ส่งผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อม ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ทำให้ยืนยันได้ว่าแนวเชื่อมมีความแข็งแรงสามารถใช้เชื่อมต่อเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก AISI430 โดยใช้ลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม AISI430 ในอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้วัสดุหนา 3 มม.ได้ ส่วนที่กระแส 90 และ 120 A ไม่เหมาะสม เพราะกระแสต่ำและสูงเกินไป โดย 90 A ส่งผลให้การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ ส่วน 120 A กระแสไฟสูงเกินไปเกิดการหลอมละลายมากทำให้ชิ้นงานทะลุในการเชื่อมที่ความเร็วต่ำ

5.1.2 อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่อสมบัติทางกลด้านความแข็ง

ผลการทดลองสามารถวิเคราะห์ได้ว่าตัวแปรการเชื่อม มีผลต่อสมบัติทางกลของชิ้นงานเชื่อม โดยค่าความแข็ง มีความแปรผันตามตัวแปรการเชื่อมด้านแก๊สปกคลุม ด้านกระแสไฟ และความเร็วในการเชื่อม โดยส่งผลต่อความแข็งของรอยเชื่อม ซึ่งพบว่ากระแสเชื่อมที่ดีที่สุดคือ 110 A ความเร็วในการเชื่อมที่ดีที่สุดคือ 450 มม./นาที แก๊สปกคลุมที่ดีที่สุดคือ CO_2 100 % โดยให้ค่าความแข็งของแนวเชื่อมมากที่สุดที่ 370 HV(38 HRC) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแก๊สปกคลุมที่เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อได้รับความร้อนจากกระแสเชื่อมที่สูงจะทำให้คาร์บอนรวมตัวกับโครเมียมบริเวณรอยเชื่อม ทำให้เกิดลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr_{23}C_6) กระจายอยู่รอบ ๆ บริเวณขอบเกรนเพราะใช้ CO_2 ปกคลุม เกิดขึ้นโดยทั่วทำให้เกิดความแข็งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ภัคดี ดำเนินผล [22] ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัยในกระบวนการเชื่อมมีต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกล เหล็กกล้าสแตนเลสอสเทนนิติก ซึ่งผลที่ได้คือคาร์บอนรวมตัวกับโครเมียมกลายเป็นโครเมียมคาร์ไบด์กระจายอยู่รอบเกรนส่งผลต่อความแข็งของแนวเชื่อม ส่วนกระแสที่สูงขึ้นจะทำให้ความแข็งของแนวเชื่อมเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน แต่ถ้ากระแสไฟต่ำลงสวนทางกับความเร็วในการเชื่อมที่สูงขึ้นจะทำให้ความแข็งของแนวเชื่อมลดลง

5.1.3 อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่อโครงสร้างจุลภาค

ผลการทดลองและวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างจุลภาคพื้นที่บริเวณแนวเชื่อมลักษณะของโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานเชื่อมที่ให้ค่าการรับแรงดึงสูงสุด จะสังเกตได้ว่าโครงสร้างของแนวเชื่อมเป็นเฟอร์ไรต์ ซึ่งลักษณะการแข็งตัวเป็นแบบ Columnar มีลักษณะพุ่งเข้าหากึ่งกลางแนวเชื่อม โดยอิทธิพลของความร้อนทำให้โครงสร้างมีลักษณะเป็นเดนไดรต์ และเกิดลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์รอบ ๆ ขอบเกรนเมื่อใช้แก๊สคลุม CO_2 20% และ CO_2 100% เนื่องจากการเชื่อมด้วยกระแสที่สูง โลหะได้รับความร้อนที่เกิดจากการอาร์ก และความเร็วในการเชื่อมที่สูงทำให้น้ำโลหะเย็นตัวและแข็งตัวจากขอบด้านข้างของแนวเชื่อมเข้ามาถึงกลางแนวเชื่อมจึงทำให้ลักษณะโครงสร้างเป็น Columnar อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ ฉัตรทอง ไสแสง [12] ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์การเชื่อมต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของเหล็กกล้าไร้สนิมอสเทนนิติก เกรด 304 เมื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของพื้นที่ที่กระทบร้อนพบว่าพื้นที่ด้านเหล็กกล้าไร้สนิมอสเทนนิติก เกรด 304 ลักษณะเกรนมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดเกรนของชิ้นงานเชื่อม และ Columnar ของแนวเชื่อมซึ่งเกิดจากอิทธิพลของความร้อนทำให้เกิดการขยายตัวของขนาดเกรนแต่เมื่อเย็นตัวด้วยความเร็วทำให้ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมส่งผลทำให้มีขนาดเม็ดเกรนโต และพบโครเมียมคาร์ไบด์(Cr_{23}C_6) กระจายอยู่รอบ ๆ ของเกรน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองงานเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิม AISI430 ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม (GMAW) ซึ่งเกิดปัญหาในระหว่างการทำทดลองเนื่องจากเป็นวัสดุโลหะที่ต่างชนิดกันผลที่ได้จึงต้องมีการปรับปรุงหรือใช้ในการทดลองในคราวต่อไป โดยมีข้อเสนอแนะไว้ในการพิจารณาดังนี้

- 5.2.1 ในการทดลองต้องมีอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่พร้อมและมีประสิทธิภาพพอถึงจะได้ผลการทดลองที่ได้มาตรฐาน
- 5.2.2 ในการทดลองศึกษาครั้งต่อไปควรทดลองเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมที่หลากหลาย และเป็นกระบวนการเชื่อมที่ใช้กันโดยแพร่หลายในปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลต่อ และโครงสร้างจุลภาคต่อตัวแปรในกระบวนการเชื่อมตัวอื่น ๆ
- 5.2.3 ในระหว่างการเชื่อมเกิดกระแสไฟไม่คงที่เนื่องจากลักษณะการใช้ไฟของโรงงานไม่สมดุลย์ เกิดไฟตก ทำให้การอาร์กของชิ้นงานเกิดข้อขัดข้องของกระแสไฟส่งผลต่อการหลอมละลายในระหว่างการอาร์กในการเชื่อม
- 5.2.4 ในการเชื่อมที่ใช้กระแสในการเชื่อมสูง แต่ความเร็วในการเชื่อมต่ำ จะทำให้เกิดการทะลุของชิ้นงานทดลองได้ เพื่อช่วยให้การทดลองไม่เกิดปัญหาควรต้องเพิ่มความหนาของชิ้นงานและระยะของรอยต่อให้แคบลง