บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

การศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลุมต่อสมบัติของรอยต่อระหว่าง เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก AISI 430 ที่ส่งผลต่อโครงสร้างจุลภาค ของแนวเชื่อมและบริเวณพื้นที่กระทบร้อน (HAZ : Heat Affected Zone) และคุณสมบัติทางกลที่มี ผลต่อค่าการรับแรงดึง และค่าความแข็งที่สามารถวัดได้ โดยมีตัวแปรในการทดลอง 3 ตัวแปร คือ 1.) แกสปกคลุม 3 กลุ่มได้แก่ Ar100% , CO₂100% และ Ar80% + CO₂20% 2.) กระแสไฟ 4 ชนิด ได้แก่ 90,100,110,120 แอมป์ 3.) ความเร็ว 3 ระดับ ได้แก่ 350 , 400 , 450 มิลลิเมตร/นาที โดย ทำการทดลองเชื่อมให้ครบทุกตัวแปร แล้วนำชิ้นงานไปตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค ทดสอบหาค่า การรับแรงดึงสูงสุดของตัวแปรแต่ละชนิด และค่าความแข็งของชิ้นงาน

4.1 อิทธิพลของกระแสเชื่อมต่อสมบัติของแนวเชื่อม

การทดลองพบว่าตัวแปรการเชื่อมด้านกระแสไฟมีผลต่อสมบัติของแนวเชื่อม โดยวิเคราะห์จาก ค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึงของชิ้นงานทดสอบทั้งหมด ภายใต้เงื่อนไขตัวแปรที่กำหนด แล้วนำ ค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึงที่ได้ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าตัวแปรการเชื่อมด้านกระแสไฟมีผลต่ออุณหภูมิในการเชื่อมทำให้เกิดการหลอมละลายของแนว เชื่อมที่ใช้แกสปกคลุม และความเร็วในการเชื่อมแตกต่างกัน เมื่อนำค่าความแข็งแรงในการับแรงดึงที่ ได้ไปวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของแนวเชื่อม และค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมที่ได้ พบว่ากระแสไฟที่ใช้เชื่อมแต่ละระดับส่งผลต่อค่าความแข็งของแนวเชื่อมอย่างชัดเจน



4.1.1 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟต่อค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึง

รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยด้านกระแสไฟ ที่กระแส 90 – 120 A

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟที่เชื่อมมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่มีความสมบูรณ์ใน แนวเชื่อมที่แตกต่างกัน จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการ ทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยด้านกระแสไฟ ที่กระแส 90 – 120 A พบว่ากระแสเชื่อมส่งผลต่อค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึงของชิ้นงานทดลอง โดยพิจารณาจาก แกสที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมคงที่คือ Ar80% + CO₂ 20% พบว่าที่ กระแสเชื่อม 110 A ความเร็วใน การเชื่อม 400 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งแรงดึงมากที่สุดที่ 448 MPa และค่าความแข็งแรงดึง ต่ำสุดที่ 415 MPa ได้แก่กระแสเชื่อม 90 A ที่ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที

4.1.2 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟต่อจุดพังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากกัน

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟเชื่อมมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่สมบูรณ์ในแนว เชื่อม ส่งผลต่อการขาดของชิ้นงานซึ่งในการทดลองจากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปร และข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้





รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่ง และระยะที่ชิ้นงานขาดออกจากกันโดยวัดจาก กึ่งกลางแนวเชื่อม ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂ 20% พบว่ากระแสเชื่อมส่งผล ต่อความร้อนและการหลอมละลายทำให้ตำแหน่งที่พังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากกันในการ ทดสอบแรงดึงมีระยะขาดของชิ้นงานที่ไม่เท่ากัน โดยพิจารณาที่แกสที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมคงที่คือ Ar80% + CO₂ 20% พบว่าที่ กระแสเชื่อม 110 A ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที ชิ้นงานขาด ที่เหล็กกล้าคาร์บอน SS400 โดยระยะของการพังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากันห่างจากแนวเชื่อม 24.2 มม. ที่กระแส 90 A ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที ระยะการขาดของชิ้นงานห่างจากแนว เชื่อม ที่ 19.4 มม. โดนพบว่าระยะการขาดไม่มีผลต่อความแข็งแรงเพราะการขาดอยู่บริเวณนอกเขต พื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้า SS400 แต่อิทธิพลของความร้อนมีผลต่อระยะการขาดของชิ้นงาน

4.1.3 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟต่อค่าความแข็งของแนวเชื่อมและบริเวณพื้นที่กระทบร้อน

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟมีผลต่อความแข็งของแนวเชื่อมอันเนื่องมาจาก อิทธิพลของอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่แตกต่างในแต่ละ กระแสไฟส่งผลต่อความแข็งของแนวเชื่อม จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนด ในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อม (Weld) จากปัจจัยด้านกระแสไฟ ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂ 20%

รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อมจากปัจจัยด้านกระแสไฟ ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂ 20% จากการวิเคราะห์ผลของตัวแปรร่วมที่ใช้ในการเชื่อม พบว่าที่ กระแสเชื่อม 110 A ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งของแนวเชื่อม มากที่สุดที่ 282 HV(28 HRC) และค่าความแข็งของแนวเชื่อมต่ำสุดที่ กระแสเชื่อม 90 A ที่ ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที โดยมีค่าความแข็ง 239 HV(21 HRC) จากการวิเคราะห์จะเห็น ว่าที่กระแส 90 และ 100 A ค่าความแข็งของแนวเชื่อมจะลดลงเมื่อความเร็วในการเชื่อมเพิ่มสูงขึ้น ส่วนที่กระแส 110 และ 120 A อัตราความแข็งของแนวเชื่อมจะเป็นลักษณะระฆังคว่ำ คือเมื่ออัตรา ความเร็วในการเชื่อมต่ำความแข็งก็ต่ำ ถ้าอัตราความเร็วในการเชื่อมเหมาะสมความแข็งก็จะสูง แต่ถ้า ความเร็วในการเชื่อมสูงเกินไปความแข็งของแนวเชื่อมจะลดลง



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 จาก ปัจจัยด้านกระแสไฟเชื่อม ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂ 20%



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 จาก ปัจจัยด้านกระแสไฟเชื่อม ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%

รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 จากปัจจัยด้านกระแสไฟเชื่อม ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% จากการ วิเคราะห์ผลของตัวแปรร่วมที่ใช้ในการเชื่อม ระหว่างกระแสไฟ ความเร็วในการเชื่อม และแกสปก คลุมแนวเชื่อม ที่ส่งผลต่อความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก AISI 430 โดยพิจารณาที่แกสที่ใช้ปกคลุมแนวเชื่อมคงที่คือ Ar80% + CO₂20% พบว่าที่ กระแสเชื่อม 110 A ความเร็วในการเชื่อม 350 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 214 HV(96 HRB) และค่าความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนต่ำสุดที่ กระแสเชื่อม 90 A ที่ความเร็วในการ เชื่อม 450 มม./นาที โดยมีค่าความแข็ง 156 HV(82 HRB) โดยจากการวิเคราะห์ความแข็งทั้งหมดทุก กระแสเชื่อมพบว่า ที่ความเร็ว 400 มม./นาที ความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนทุกกระแสไฟเชื่อมมี ความแข็งไม่แตกต่างกันมากความแข็งใกล้เคียงกัน และมีความแข็งของแนวเชื่อมน้อยเมื่อเชื่อมด้วย ความเร็วต่ำ และความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วในการเชื่อมสูงขึ้น ส่วนที่ความเร็ว 350 และ 450 มม./นาที

รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้า คาร์บอน SS400 จากปัจจัยด้านกระแสไฟเชื่อม ที่กระแส 90 – 120 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% จากการวิเคราะห์ผลของตัวแปรร่วมที่ใช้ในการเชื่อม ระหว่างกระแสไฟ ความเร็วในการ เชื่อม และแกสปกคลุมแนวเชื่อม ที่ส่งผลต่อความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 โดยพิจารณาที่แกสปกคลุมแนวเชื่อมคงที่คือ Ar80% + CO₂20% พบว่าที่ กระแสเชื่อม 120 A ความเร็วในการเชื่อม 350 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 189 HV(91 HRB) และค่าความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนต่ำสุดที่ กระแสเชื่อม 110 A ที่ความเร็วใน การเชื่อม 350 มม./นาที โดยมีค่าความแข็ง 138 HV (76 HRB)โดยจากการวิเคราะห์ความแข็ง ทั้งหมดทุกกระแสเชื่อมพบว่า ที่ความเร็ว 400 มม./นาที ความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนทุก กระแสไฟเชื่อมใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมาก และเมื่อพิจารณาที่กระแส 120 A ที่ให้ค่าความแข็ง สูงสุด พบว่าความแข็งจะลดลงตามปริมาณของความเร็วในการเชื่อมที่สูงขึ้น และที่กระแส 110 A ที่ ให้แค่การรับแรงดึงสูงสุดพบว่าความแข็งจะต่ำลัาความเร็วในการเชื่อมที่สูงขึ้น และที่กระแส 110 A ที่ ให้แค่การรับแรงดึงสูงสุดพบว่าความแข็งจะต่ำลังเมื่อความเร็วสูงเกินไป และค่าความแข็งจะลดลง เมื่อความเร็วในการเชื่อมสูงขึ้น และความแข็งจะต่ำลังเมื่อความเร็วสูงเกินไป และค่าความแข็งจะลดลง เมื่อความเร็วในการเชื่อมสูงขึ้น เช่นเดียวกับกระแสเชื่อม 90 และ 100 A

4.1.4 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟต่อโครงสร้างมหภาค (Macro Structure)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างมหภาค (Macro Structure) ของชิ้นงานที่ปัจจัยการเชื่อมด้าน กระแสไฟสามารถสังเกตุเห็นลักษณะความแตกต่างของเนื้อโลหะรอยเชื่อมกับเนื้อโลหะชิ้นงานที่มี ลักษณะแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรการเชื่อม ด้านกระแสไฟที่สงผลต่อลักษณะ โครงสร้างมหภาคส่งผลต่อลักษณะของแนวเชื่อมและการซึมลึก เมื่อนำรูปโครงสร้างมหภาคของตัว แปรการเชื่อมที่ให้ค่ารับแรงดึงสูงสุด กับชิ้นงานที่ให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุด จะเห็นถึงความแตกต่างของ แนวเชื่อมและลักษณะโครงสร้างมหภาคอย่างชัดเจน จึงทำให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ และจากรูปมหภาคนี้ยังระบุตำแหน่งของ แนวเชื่อม (Weld) และ พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) ของ ชิ้นงาน สำหรับบอกจุดในการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคต่อไป

รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคของแนวเชื่อมและตำแหน่งที่ใช้ สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของกระแสเชื่อมที่ให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดและต่ำสุด พบว่า รูป ที่ 4.6 (ก) เชื่อมด้วยกระแส 110 A ซึ่งให้ค่ารับแรงดึงสูงสุด ลักษณะของแนวเชื่อมและการหลอม ละลายและการซึมลึกระหว่างชิ้นงานทั้งสองชนิดเป็นไปอย่างสมบูรณ์ สามารถมองเห็นขอบเขตพื้นที่ การหลอมละลายและเขตพื้นที่ของ HAZ ได้อย่างชัดเจน ส่วนชิ้นงานที่เชื่อมด้วยกระแส 90 A รูปที่ 4.6 (ข) ที่ให้ค่าการรับแรงดึงต่ำสุด จากการวิเคราะห์พบว่าการหลอมละลายละหว่างแนวเชื่อมกับ ชิ้นงานทั้งสองชนิดไม่สมบูรณ์อันเนื่องมาจากกระแสไฟที่ต่ำเกินไปส่งผลให้แนวเชื่อมไม่เกิดการซึมลึก แนวเชื่อมเล็กและนูน เกิดข้อบกพร่องขึ้นบริเวณแนวซึมลึกของชิ้นงานจึงทำให้ส่งผลต่อความแข็งแรง ของแนวเชื่อมส่งผลต่อค่าการรับแรงดึงของชิ้นงาน



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคของแนวเชื่อมและระบุตำแหน่งที่ใช้สำหรับ วิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของกระแสเชื่อมที่ให้ค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดและต่ำสุด ที่ความเร็ว 400 mm/min

4.1.4 วิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟต่อโครงสร้างจุลภาค

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟมีผลต่อค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็งของแนว เชื่อมอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่แตกต่าง ในแต่ละกระแสไฟซึ่งส่งผลต่อลักษณะของโครงสร้างจุลภาคและขนาดของเม็ดเกรนบริเวณแนวเชื่อม และพื้นที่กระทบร้อน จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำ ผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อม (Weld) ที่กระแส 110 A แกสปก คลุม Ar100% พบว่าโครงสร้างจุลภาคเป็นแบบ Columnar ขนาดใหญ่ วัดขนาดได้ 434.02 µm มี ทิศทางของเกรนพุ่งจากขอบแนวเชื่อมเข้าหาจุดศูนย์กลางบ่อหลอมละลายบริเวณกึ่งกลางแนวเชื่อม ในลักษณะตั้งฉากกับผนังของโลหะชิ้นงานเชื่อม เนื่องจากการเชื่อมใช้ความเร็วสูงจึงทำให้ต้องใช้เวลา ในการแข็งตัวอย่างรวดเร็วมาก และบริเวณขอบเกรนมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นรอบ ๆ เกรน



รูปที่ 4.7 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อมที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100%



รูปที่ 4.8 ลักษณะโครงสร้างแนวเชื่อมกับบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ที่ กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100%

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะโครงสร้างแนวเชื่อมกับบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100% เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างจุลภาคพบว่า ขนาด เม็ดเกรนจะขยายใหญ่ขึ้นมากกว่าขนาดเม็ดเกรนของเนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อม AISI 430 อันเนื่องมาจาก การเย็นตัวที่รวดเร็ว เมื่อวัดขนาดพบว่ามีขนาด 298.8 **µ**m แต่ขนาดเม็ดเกรนที่ได้ก็ยังเล็กกว่าบริเวณ แนวเชื่อม โดยพบว่าบริเวณขอบเกรนมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นตามขอบ เกรนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา (ฉัตรทอง,2548)



รูปที่ 4.9 ลักษณะโครงสร้างบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ที่ กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100%

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะโครงสร้างบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100% เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างจุลภาคพบว่า ขนาด เม็ดเกรนใกล้เคียงกับขนาดเม็ดเกรนของเนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อม อันเนื่องมาจากการเย็นตัวในอุณหภูมิ ปกติและเมื่อเย็นตัวเม็ดเกรนสามารถกลับคืนสู่ขนาดปกติ เมื่อวัดขนาดพบว่ามีขนาด 82.4 μm และ ขนาดเม็ดเกรนที่ได้เล็กกว่าบริเวณแนวเชื่อมอย่างชัดเจน โดยพบว่าบริเวณขอบแนวเชื่อมระหว่าง เหล็กกล้าคาร์บอนกับแนวเชื่อมมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นเป็นเส้นยาวกั้น ระหว่างแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้อน อันเนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและ เวลาและความต่างของวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมทดลอง

รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม(Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100% พบว่าปัจจัยตัวแปรในการ เชื่อมด้านกระแสไฟ มีผลต่อค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็งทำให้ลักษณะของโครงสร้างจุลภาคที่ได้ มีลักษณะและขนาดของเม็ดเกร็นที่แตกต่างกันโดยพบว่าลักษณะของเม็ดเกรนของพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่เล็ก กว่าขนาดเม็ดเกรนของแนวเชื่อม เมื่อทำการตรวจสอบและวัดขนาดพบว่าขนาดของเม็ดเกร็นบริเวณ พื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดเฉลี่ยที่ 298.8 μm บริเวณแนวเชื่อมขนาด เม็ดเกรนเฉลี่ยที่ 434.02 μm และบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 มีขนาด เม็ดเกรนเฉลี่ยที่ 82.4 μ m โดย Base Stainless Steel ขนาดเกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 89.23 μ m และ Base Steel ขนาดเกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 69 μ m



รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม (Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar100%

4.1.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านกระแสไฟ

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟมีผลต่อค่าการรับแรงดึง ค่าความแข็งของแนว เชื่อม และลักษณะของโครงสร้างจุลภาค อันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟ เชื่อม และการหลอมละลายที่แตกต่าง จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและ ข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ที่กระแส 110 A เป็นกระแสที่เหมาะสมที่สุดในการเชื่อม เพราะเมื่อตรวจสอบค่าการรับแรงดึงพบว่า สามารถ รับแรงดึงได้ 448 MPa ให้ค่าความแข็ง 282 HV(27 HRB) มากที่สุดเมื่อเทียบกับกระแสไฟเชื่อมตัว แปรอื่น ๆ และ กระแสไฟเชื่อม 90 A ไม่เหมาะกับการเชื่อมเพราะให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุดและบาง ชิ้นงานทดลองขาดตรงบริเวณแนวเชื่อม อันเนื่องมาจากกระแสที่ต่ำทำให้การหลอมละลายไม่สมบูรณ์ แนวเชื่อมมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานทดลองด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

4.2 อิทธิพลของแกสปกคลุมต่อสมบัติของแนวเชื่อม

การทดลองพบว่าตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม มีผลต่อสมบัติของแนวเชื่อม โดยวิเคราะห์ จากค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึง ค่าความแข็ง และลักษณะโครงสร้างจุลภาค ของชิ้นงานทดสอบ ทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้เงื้อนไขตัวแปรที่กำหนด แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า ความแข็งแรงในการรับแรงดึงที่ได้ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุมมีผล ต่ออุณหภูมิในการเชื่อม การหลอมละลาย และการถ่ายโอนน้ำโลหะลงสู่แนวเชื่อม ที่กระแสไฟ และ ความเร็วในการเชื่อมที่แตกต่างกัน เมื่อนำค่าความแข็งแรงในการับแรงดึงที่ได้ไปวิเคราะห์ ผลเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของแนวเชื่อม และค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมที่ได้พบว่าแกสปก คลุมที่ใช้เชื่อมแต่ละชนิดมีผลต่อค่าความแข็งของแนวเชื่อมอย่างชัดเจน

4.2.1 วิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุมต่อค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึง

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ชนิดของแกสปกคลุมที่ใช้เชื่อมมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่สมบูรณ์ในแนว เชื่อม จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้





รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงสูงสุดจากปัจจัยด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A พบว่าแกสปกคลุม Ar80%+CO₂20% ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที จะให้ค่าความ แข็งแรงดึงมากที่สุดที่ 448 MPa และค่าความแข็งแรงดึงต่ำสุด ได้แก่ชิ้นงานที่ปกคลุมด้วยแกส Ar100 % ที่ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที ที่ 293 MPa

4.2.2 วิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุมต่อจุดพังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากกัน

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ชนิดของแกสปกคลุมมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่สมบูรณ์ในแนว เชื่อม ส่งผลต่อการขาดของชิ้นงานซึ่งในการทดลองจากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปร และข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.12 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งระยะที่ชิ้นงานขาดออกจากกันโดยวัดจากกึ่งกลาง แนวเชื่อมตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A พบว่าแกสปกคลุม Ar100 % ความเร็ว ในการเชื่อม 400 มม./นาที ชิ้นงานขาดที่เหล็กกล้าคาร์บอน SS400 โดยระยะของการพังทะลายและ ชิ้นงานขาดออกจากันห่างจากแนวเชื่อมที่สุดที่ 24.65 มิลลิเมตร และแกสปกคลุม CO₂100 % ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที ระยะห่างจุดขาดใกล้แนวเชื่อมสุดที่ 21.3 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบตำแหน่งระยะที่ชิ้นงานขาดออกจากกันโดยวัดจากกึ่งกลางแนวเชื่อมตัว แปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A

4.2.3 วิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุมต่อค่าความแข็งแนวเชื่อมและบริเวณพื้นที่กระทบร้อน



รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อมจากปัจจัยด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ของแกสปกคลุมแนวเชื่อมมีผลต่อความแข็งของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กที่เกิดจากอิทธิพลของแกสปกคลุม จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้



รูปที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ตัว แปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ตัว แปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A

รูปที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อมจากปัจจัยด้านแกสปกคลุม ที่ กระแส 110 A พบว่าแกสปกคลุม CO₂100 % ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที จะให้ค่าความ แข็งของแนวเชื่อมมากที่สุดที่ 370 HV(38 HRC) และค่าความแข็งของแนวเชื่อมต่ำสุดที่ แกสปกคลุม Ar100 % ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที โดยมีค่าความแข็ง 229 HV(98 HRB)

รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A พบว่า แกส Ar80% + CO₂20% ความเร็วในการ เชื่อม 350 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 214 HV(96 HRB) และค่า ความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนต่ำสุดที่ แกสปกคลุม CO₂100% ที่ความเร็วในการเชื่อม 350 มม./ นาที โดยมีค่าความแข็งที่ 159 HV(83 HRB) โดยจากการวิเคราะห์ความแข็งทั้งหมดพบว่า ทุกชนิด ของแกสปกคลุม ที่ความเร็ว 450 มม./นาที ความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนไม่แตกต่างกันมาก ความแข็งใกล้เคียงกัน ส่วนที่ความเร็ว 350 มม./นาที

รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A พบว่าที่ แกส Ar80% + CO₂20% ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที จะให้ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 182 HV(89 HRB) และค่าความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนต่ำสุดที่ แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% ที่ ความเร็วในการเชื่อม 350 มม./นาที โดยมีค่าความแข็งที่ 138 HV(76 HRB) โดยจากการวิเคราะห์ ความแข็งทั้งหมดพบว่า ทุกชนิดของแกสปกคลุมจะส่งผลต่อความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนเมื่อ ความเร็วเปลี่ยนแปลงไป โดยแกส Ar80% + CO₂20% ความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็ว เพิ่มขึ้นจาก 350 เป็น 400 และจะลดลงเมื่อความเร็ว 450 มม./นาที ส่วนแกส Ar100% ความแข็งจะ เพิ่มขึ้นตามความเร็วของการเดินหัวเชื่อม

4.1.4 วิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุมต่อโครงสร้างมหภาค (Macro Structure)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างมหภาค (Macro Structure) ของชิ้นงานที่ปัจจัยการเชื่อมด้านแกสปก คลุมจะเห็นถึงความแตกต่างของแนวเชื่อม และตำแหน่งที่ระบุในการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคแนวเชื่อมและตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์ โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานทดสอบที่ตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A ความเร็ว 400 mm/min จากการวิเคราะห์ รูปที่ 4.16 (ก) แกสปกคลุมแนวเชื่อม Ar80% + CO₂20% พบว่า มีลักษณะการหลอมละลายและแนวเชื่อมสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวเชื่อมที่เชื่อมด้วย ตัวแปรแกสปกคลุมชนิดอื่น เพราะแกส Ar80% + CO₂20% มีความเสถียรกว่าแกสชนิดอื่น ทำให้ การหลอมละลายและการเติมเนื้อโลหะเชื่อมละหว่างแนวเชื่อมกับชิ้นงานเป็นไปอย่างสมบูรณ์มีความ เหมาะสมทั้งขนาดของแนวเชื่อมและขนาดของรอยซึมลึก รูปที่ 4.16 (ข) แกสปกคลุมแนวเชื่อม Ar100 % จะเห็นว่าแนวเชื่อมจะมีขนาดใหญ่ และนูน การหลอมละลายรวมตัวระหว่างแนวเชื่อมกับ ชิ้นงานดีเพราะใช้กระแสไฟที่เหมาะสม แต่ถ้าใช้กระแสไฟต่ำเกินไปการหลอมละลายจะไม่สมบูรณ์ไม่ เกิดการซึมลึกของแนวเชื่อม แสดงดังรูปที่ 4.6 (เปรียบเทียบกระแส สูง และต่ำ) และด้วยคุณสมบัติ ของแกสที่ให้ประจุบวกกระแสเชื่อมคงที่แนวเชื่อมกว้าง [6] จึงได้แนวเชื่อมแบบนี้ รูปที่ 4.16 (ค) แกส ปกคลุมแนวเชื่อม CO₂ 100% การหลอมละลายและอัตราการเติมลวดสูงจึงทำให้ลักษณะของแนว เชื่อมมีพื้นที่การหลอมละลายกว้างแต่แนวเชื่อมแบนราบ การซึมลึกสูงทำให้รอยซึมลึกนูนใหญ่ ซึ่งเกิด จากอิทธิพลของแกสปกคลุมเพราะคุณสมบัติของแกส CO₂ ที่ทำให้การหลอมละลายและการนำความ ร้อนได้ดีทำให้เกิดรอยกัดแหว่งที่ขอบแนวเชื่อม จากคุณสมบัติของแกส CO₂ ที่ให้รอยซึมลึกกว้างและ ลึก ลักษณะผิวหน้าแหนวเชื่อมมีเกล็ดหยาบและนูน เกิดสรูปประจุบวกต่ำ ขนาดหยดโลหะไม่ สม่ำเสมอ แต่ปกคลุมแนวเชื่อมได้ทั่วถึง [6] จึงลักษณะของแนวเชื่อมดังรูป



4.2.4 วิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุมต่อโครงสร้างจุลภาค

รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคแนวเชื่อมและตำแหน่งที่ใช้วิเคราะห์โครงสร้าง จุลภาคของชิ้นงานทดสอบที่ตัวแปรการเชื่อมด้านแกสปกคลุม ที่กระแส 110 A ความเร็ว 400 mm/min

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟมีผลต่อค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็งของแนว เชื่อมอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่แตกต่าง ในแต่ละกระแสไฟซึ่งส่งผลต่อลักษณะของโครงสร้างจุลภาคและขนาดของเม็ดเกรนบริเวณแนวเชื่อม และพื้นที่กระทบร้อน จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อมที่ แกสปกคลุม Ar100% กระแส 110 A พบว่าลักษณะของโครงสร้างจุลภาคเป็นแบบ Columnar ขนาดใหญ่ โดยมีขนาดเฉลี่ยที่ 316 µm มีทิศทางของเกรนพุ่งจากขอบแนวเชื่อมเข้าหาจุดศูนย์กลางบ่อหลอมละลายบริเวณกึ่งกลางแนว เชื่อมในลักษณะตั้งฉากกับผนังของโลหะชิ้นงานเชื่อม เนื่องจากการเชื่อมใช้ความเร็วสูงจึงทำให้ต้องใช้ เวลาในการแข็งตัวอย่างรวดเร็วมาก และบริเวณขอบเกรน Columnar มีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นโดยรอบ และโครเมียมคาร์ไบด์ ยังแทรกตัวในลักษณะเดนไดร์เข้าไปในพื้นที่ Columnar ของบริเวณแนวเชื่อมทั่วไป

รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้า ไร้สนิม AISI 430 ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้าง จุลภาคพบว่า ขนาดเม็ดเกรนจะขยายใหญ่ขึ้นมากกว่าขนาดเม็ดเกรนของเนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อมเฟอร์ริ ติก AISI 430 อันเนื่องมาจากการเย็นตัวที่รวดเร็วทำให้เกรนที่ขยายจากความร้อนไม่สามารถกับคืนสู่ สรูปเดิมได้ เมื่อวัดขนาดพบว่ามีขนาด 178.56 **µ**m แต่ขนาดเม็ดเกรนที่ได้ก็ยังเล็กกว่าบริเวณแนว เชื่อม โดยพบว่าบริเวณขอบเกรนมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นอันเนื่องมาจาก อิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลา (ฉัตรทอง,2548)



รูปที่ 4.17 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อม ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A



รูปที่ 4.18 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าไร้ AISI 430 ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%



รูปที่ 4.19 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าคาร์บอนที่ แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A

รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้า คาร์บอน SS400 ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้าง จุลภาคพบว่า ขนาดเม็ดเกรนใกล้เคียงกับขนาดเม็ดเกรนของเนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อม อันเนื่องมาจาก การเย็นตัวในอุณหภูมิปกติและเมื่อเย็นตัวเม็ดเกรนสามารถกลับคืนสู่ขนาดปกติได้ เมื่อวัดขนาดพบว่า มีขนาด 79.08 µm และขนาดเม็ดเกรนที่ได้เล็กกว่าบริเวณแนวเชื่อมอย่างชัดเจน โดยพบว่าบริเวณ ขอบแนวเชื่อมระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนกับแนวเชื่อมมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นเป็นเส้นยาวกั้นระหว่างแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้อนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และความต่างของวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมทดลอง



รูปที่ 4.20 การเปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม(Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A

รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม(Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% พบว่าปัจจัยตัว แปรในการเชื่อมด้านแกสปกคลุม มีผลต่อคุณสมบัติทางกล ด้านค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็งทำ ให้ลักษณะของโครงสร้างจุลภาคที่ได้มีลักษณะและขนาดของเม็ดเกร็นที่แตกต่างกันโดยพบว่าลักษณะ ของเม็ดเกรนของพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าคร์บอน เมื่อทำการตรวจสอบและวัดขนาด พบว่าขนาดของเม็ดเกร็น บริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่เล็กกว่าขนาดเม็ดเกรนของแนวเชื่อม เมื่อทำการตรวจสอบและวัดขนาด พบว่าขนาดของเม็ดเกร็น บริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่เล็กกว่าขนาดเม็ดเกรนของแนวเชื่อม เมื่อทำการตรวจสอบและวัดขนาด พบว่าขนาดของเม็ดเกร็น บริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าคาร์บอน มีขนาดเม็ดเกรนแล่ยที่ 316 μm และบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้าน เหล็กกล้าคาร์บอน SS400 มีขนาดเม็ดเกรนเฉลี่ยที่ 79.08 μm โดย Base Stainless Steel ขนาด เกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 89.23 μm และ Base Steel ขนาดเกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 69 μm

4.2.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านแกสปกคลุม

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ชนิดของแกสปกคลุมมีผลต่อค่าการรับแรงดึง ค่าความแข็งของแนว เชื่อม และลักษณะของโครงสร้างจุลภาค อันเนื่องมาจากอิทธิพลของแกสปกคลุมที่ส่งผลต่อการถ่าย โอนน้ำโลหะ และการหลอมละลายของลวดเชื่อมและเนื้อโลหะเชื่อม จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยจากการวิเคราะห์ ข้อมูลพบว่า แกสปกคลุมที่ให้ค่าการรับแรงดึงสูงสุดคือแกสผสมระหว่าง Ar80% + CO₂20% เพราะ เมื่อตรวจสอบค่าการรับแรงดึงพบว่า ชิ้นงานที่ปกคลุมด้วยแกส Ar80% + CO₂20% ที่กระแส 110 A สามารถรับแรงดึงได้ 448 Mpa และแกส CO₂ 100% ให้ค่าความแข็งแนวเชื่อมสูงที่สุด ที่ 370 HV(38 HRC) และ แกส Ar100% ไม่เหมาะกับการปกคลุมแนวเชื่อมเพราะให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุด ที่ 293 Mpa และบางชิ้นงานทดลองขาดตรงบริเวณแนวเชื่อม อันเนื่องมาจากกระแสที่ต่ำทำให้การ หลอมละลายไม่สมบูรณ์ แนวเชื่อมมีความแข็งแรงน้อยกว่าชิ้นงานทดลองด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400

4.3 อิทธิพลของความเร็วในการเชื่อมต่อสมบัติของแนวเชื่อม

การทดลองพบว่าตัวแปรการเชื่อมด้านความเร็วของการเชื่อม มีผลต่อสมบัติของแนวเชื่อม โดย วิเคราะห์จากค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึง ค่าความแข็ง และลักษณะโครงสร้างจุลภาค ของ ชิ้นงานทดสอบทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้เงื้อนไขตัวแปรที่กำหนด แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบความ แตกต่างของค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึงที่ได้ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าตัวแปรการเชื่อมด้าน ความเร็วในการเชื่อม มีผลต่ออัตราการหลอมละลาย และการถ่ายโอนน้ำโลหะลงสู่แนวเชื่อม และ ความเร็วจะแปรผันกับขนาดของแระแสไฟที่ใช้เชื่อม เมื่อนำค่าความแข็งแรงในการับแรงดึงที่ได้ไป วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของแนวเชื่อม และค่าความแข็งบริเวณรอยเชื่อมที่ได้พบว่า ความเร็วในการเชื่อมที่แตกต่างมีผลต่อการหลอมละลายและความแข็งแรงและความแข็งอย่างชัดเจน



4.3.1 วิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อมต่อค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึง

รูปที่ 4.21 การเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อม กับชนิดของแกสปก คลุมแนวเชื่อม ที่กระแส 110 A

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ทุกระดับความเร็วในการเชื่อมมีผลต่อความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม และส่งผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟ เชื่อม จะแปรผันกับความเร็วในการเดินหัวเชื่อม โดยเฉพาะกระไฟที่สูงและต่ำ จะส่งผลโดยตรงกับ การเดินหัวเชื่อม เพราะลักษณะการเติมเนื้อโลหะและการหลอมละลายที่สมบูรณ์ในแนวเชื่อม จาก ชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อม กับชนิด ของแกสปกคลุมแนวเชื่อม ที่กระแส 110 A พบว่า ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% จะให้ค่าความแข็งแรงดึงมากที่สุดที่ 448 MPa และค่าความแข็งแรงดึงต่ำสุดที่ 293 MPa ได้แก่ชิ้นงานที่ปกคลุมด้วยแกส Ar100 % ที่ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที



รูปที่ 4.22 การเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อม กับกระแส เชื่อมที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%

รูปที่ 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่าการรับแรงดึงจากปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อม กับกระแสเชื่อม ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% พบว่า ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที กระแส 110 A จะให้ค่าความแข็งแรงดึงมากที่สุดที่ 448 MPa และค่าความแข็งแรงดึงต่ำสุดที่ 415 MPa ได้แก่ชิ้นงานที่เชื่อมด้วยความเร็ว 450 มม./นาที กระแส 90 A

4.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อมต่อจุดพังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากกัน

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ความเร็วในการเชื่อมมีผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากการหลอมละลายและการถ่ายเทน้ำโลหะที่แตกต่างกันในแนวเชื่อม ส่งผลต่อความ แข็งแรงของแนวเชื่อมและพื้นที่กระทบร้อนทำให้จุดพังทะลายและการขาดของชิ้นงานซึ่งในการ ทดลองจากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้



รูปที่ 4.23 การเปรียบเทียบตำแหน่งระยะที่ชิ้นงานขาดออกจากกันโดยวัดจากกึ่งกลางแนวเชื่อมที่ตัว แปรความเร็วในการเชื่อม กระแส 110 A

รูปที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งระยะที่ชิ้นงานขาดออกจากกันโดยวัดจากกึ่งกลาง แนวเชื่อมที่ตัวแปรความเร็วในการเชื่อม กระแส 110 A พบว่า ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปกคลุม Ar100 % ชิ้นงานขาดที่เหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ไม่ได้ขาดบริเวณแนวเชื่อม โดยระยะ ของการพังทะลายและชิ้นงานขาดออกจากันห่างจากแนวเชื่อมมากที่สุดที่ 24.65 มิลลิเมตร และ ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100 % ระยะของการพังทะลายและชิ้นงาน ขาดออกจากันห่างจากแนวเชื่อมน้อยที่สุดที่ 21.3 มิลลิเมตร

4.3.3 วิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อมต่อค่าความแข็งของแนวเชื่อมและบริเวณพื้นที่ กระทบร้อน

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ความเร็วในการเชื่อมมีผลต่อความแข็งของแนวเชื่อมอันเนื่องมาจาก การถ่ายโอนน้ำโลหะลงสู่แนวเชื่อมที่มีความเร็วที่แตกต่างกัน จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อมจากปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อม ที่ กระแส 110 Aพบว่าความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100 % จะให้ค่าความแข็ง ของแนวเชื่อมมากที่สุดที่ 370 HV(38 HRC) และค่าความแข็งของแนวเชื่อมต่ำสุดที่ 229 HV(98 HRB) ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที แกสปกคลุม Ar100 %



รูปที่ 4.24 การเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อม (Weld) จากปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อม กับแกสปกคลุมแนวเชื่อม ที่กระแส 110 A



รูปที่ 4.25 การเปรียบเทียบค่าความแข็งของแนวเชื่อม (Weld) จากตัวแปรการเชื่อมด้านความเร็วใน การเชื่อมกับกระแสเชื่อม ที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%

รูปที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแข็งจากตัวแปรการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อม กับกระแสเชื่อมที่แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% พบว่า ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที กระแส 110 A จะให้ค่าความแข็งมากที่สุดที่ 282 HV(27 HRC) และค่าความแข็งต่ำสุดที่ 239 HV(20 HRC)ได้แก่ชิ้นงานที่เชื่อมด้วยความเร็ว 450 มม./นาที กระแส 90 A



รูปที่ 4.26 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 จาก ปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็ว แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%



รูปที่ 4.27 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 จาก ปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็ว แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20%

รูปที่ 4.26 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 จากปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็ว แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% พบว่าที่ ความเร็วในการ เชื่อม 350 มม./นาที กระแส 110 A จะให้ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 214 HV(96 HRB) และค่าความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนต่ำสุดที่ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที กระแส 90 A มีค่าความแข็งที่ 156 HV(82 HRB) โดยจากการวิเคราะห์ความแข็งทั้งหมดพบว่า ทุก ความเร็วในการเชื่อมส่งผลต่อความแข็งของพื้นที่กระทบร้อนเมื่อกระแสเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ ความเร็ว 350 และ 450 มม./นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสเพิ่มขึ้น ที่ความเร็ว 400 มม./นาที กระแสเชื่อมไม่มีผลต่อความแข็ง เพราะถึงแม้กระแสจะเพิ่มสูงขึ้นจาก 90 – 120 Aแต่ความแข็งไม่ได้ แตกต่างกันเท่าใด

รูปที่ 4.27 การเปรียบเทียบค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 จากปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็ว แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% พบว่าที่ ความเร็วในการ เชื่อม 350 มม./นาที กระแส 120 A และที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที กระแส 90 A จะให้ ค่าความแข็งบริเวณพื้นที่กระทบร้อนมากที่สุดที่ 189 HV(91 HRB) และค่าความแข็งของพื้นที่กระทบ ร้อนต่ำสุดที่ความเร็วในการเชื่อม 450 มม./นาที กระแส 90 A มีค่าความแข็งที่ 150 HV(80 HRB) โดยจากการวิเคราะห์ความแข็งทั้งหมดพบว่า ทุกความเร็วในการเชื่อมส่งผลต่อความแข็งของพื้นที่ กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 เมื่อกระแสเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ความเร็ว 350 มม./นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสเพิ่มขึ้น ที่ความเร็ว 400 มม./นาที ความแข็งจะลดลงเมื่อกระแสลดลง และที่ความเร็ว 450 มม./นาที ความแข็งจะเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 90 – 110 A และจะ ลดลงที่กระแส 120 A

4.3.4 วิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อมต่อโครงสร้างมหภาค (Macro Structure)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างมหภาค (Macro Structure) ของชิ้นงานที่ปัจจัยการเชื่อมด้านความเร็ว ในการเชื่อมของชิ้นงานเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวเชื่อม การซึมลึก และขอบเขตของแนว เชื่อมพื้นที่ของการหลอมละลายและผลของความร้อนต่อพื้นที่กระทบร้อน

รูปที่ 4.28 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคแนวเชื่อม และตำแหน่งวิเคราะห์ โครงสร้างจุลภาค ที่ตัวแปรการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อม แกสปกคลุม Ar80% + CO₂20% กระแส 110 A จากการวิเคราะห์พบว่า รูปที่ 4.28 (ก) ความเร็วการเชื่อม 350 mm/min ลักษณะ แนวเชื่อมกว้าง การหลอมละลายลึกดี พื้นที่การหลอมละลายกว้างขนาดแนวเชื่อมกับแนวซึมลึกไกล้ ้เคียงกันซึ่งลักษณะที่ได้เกิดจาก กระแสไฟที่เชื่อมเหมาะสมแต่อัตราการเดินหัวเชื่อมช้าทำให้การ หลอมละลายของแนวเชื่อมกว้างและแนวเชื่อมมีขนาดใหญ่ รูปที่ 4.28 (ข) ความเร็วการเชื่อม 400 mm/min ลักษณะแนวเชื่อมสมบูรณ์เกิดรอยกัดแหว่งที่ขอบแนวเชื่อมเล็กน้อยการซึมลึกสมบูรณ์ ซึ่ง เมื่อนำชิ้นงานไปทดสอบแรงดึง พบว่าให้ค่าความแข็งแรงในการรับแรงดึงมากที่สุด ดังนั้นความเร็วใน การเชื่อม 400 mm/min จึงเป็นความเร็วในการเชื่อมที่เหมาะสมกับการเชื่อมมากที่สุด รูปที่ 4.28 (ค) ความเร็วการเชื่อม 450 mm/min ลักษณะของแนวเชื่อมดี การหลอมละลายสมบูรณ์ความนูน แนวเชื่อมอยู่ในมาตราฐานที่กำหนด ไม่เกิดการกัดแหว่งที่ขอบแนวเชื่อม ด้วยกระแสไฟมีความ ้เหมาะสมและความเร็วในการเชื่อมที่เร็วทำให้ไม่เกิดรอยแหว่งที่ขอบงาน ส่งผลต่อแนวเชื่อมที่ออกมา ้สมบูรณ์ ซึ่งถึงแม้ว่าความเร็วในการเชื่อมจะสูงแต่ก็ไม่ส่งผลต่อความสมบูรณ์ของแนวเชื่อมอัน เนื่องมาจากกระแสไฟที่สูง บวกกับความเร็วที่มีความสัมพันธ์กันทำให้แนวเชื่อมออกมาดี จากตำแหน่ง ของแนวเชื่อม (Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) ของชิ้นงานทั้งสองชนิด ตามรูปที่ 4.28 จะได้ ตำแหน่งในการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค ในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 4.28 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างมหภาคแนวเชื่อม และตำแหน่งวิเคราะห์โครงสร้าง จุลภาคที่ตัวแปรการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อมที่แกสปกคลุม Ar80%+CO₂20% กระแส 110 A

4.3.5 วิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อมต่อโครงสร้างจุลภาค

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ระดับของกระแสไฟมีผลต่อค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็งของแนว เชื่อมอันเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ได้จากการอาร์กของกระแสไฟเชื่อม และการหลอมละลายที่แตกต่าง ในแต่ละกระแสไฟซึ่งส่งผลต่อลักษณะของโครงสร้างจุลภาคและขนาดของเม็ดเกรนบริเวณแนวเชื่อม และพื้นที่กระทบร้อน จากชิ้นงานทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณรอยเชื่อมที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./ นาที แกสปกคลุม CO₂100% กระแส 110 A พบว่าลักษณะของโครงสร้างจุลภาคเป็นแบบ Columnar ขนาดใหญ่ โดยมีขนาดเฉลี่ยที่ 371 um มีทิศทางของเกรนพุ่งจากขอบแนวเชื่อมเข้าหา จุดศูนย์กลางบ่อหลอมละลายบริเวณกึ่งกลางแนวเชื่อมในลักษณะตั้งฉากกับผนังของโลหะชิ้นงาน เชื่อม เนื่องจากการเชื่อมใช้ความเร็วสูงจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการแข็งตัวอย่างรวดเร็วมาก และ บริเวณขอบเกรน Columnar มีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นโดยรอบ และ โครเมียมคาร์ไบด์ ยังแทรกตัวในลักษณะเดนไดร์เข้าไปในพื้นที่ Columnar ของบริเวณแนวเชื่อม ทั่วไป (บัณฑิต,2549)



รูปที่ 4.29 ลิ๊กษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปก คลุม CO₂100% กระแส 110 A



รูปที่ 4.30 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าไร้ AISI 430 ที่กระแส 110 A แกสปกคลุม CO₂100%



รูปที่ 4.31 ลักษณะโครงสร้างบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้านด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 ที่ กระแส 110 A ความเร็ว 400 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100%

รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคแนวเชื่อมกับบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้า ไร้สนิม AISI 430 ที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100% กระแส 110 A เมื่อ พิจารณาลักษณะโครงสร้างจุลภาคพบว่า ขนาดเม็ดเกรนจะขยายใหญ่ขึ้นมากกว่าขนาดเม็ดเกรนของ เนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อม SUS430 อันเนื่องมาจากความร้อนทำให้ขนาดของเม็ดเกร็นใหญ่ขึ้น แต่การ เย็นตัวที่รวดเร็วทำให้เกรนที่ขยายจากความร้อนไม่สามารถกับคืนสู่สรูปเดิมได้ เมื่อวัดขนาดพบว่ามี ขนาด 236 μm แต่ขนาดเม็ดเกรนที่ได้ก็ยังเล็กกว่าบริเวณแนวเชื่อม โดยพบว่าบริเวณขอบเกรนมี ลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ และเวลา (ฉัตรทอง,2548)

รูปที่ 4.31 ลักษณะโครงสร้างจุลภาคบริเวณแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้า คาร์บอน SS400 ที่กระแส 110 A ความเร็ว 400 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100% พบว่า ขนาด เม็ดเกรนใกล้เคียงกับขนาดเม็ดเกรนของเนื้อโลหะชิ้นงานเชื่อม อันเนื่องมาจากการเย็นตัวในอุณหภูมิ ปกติและเมื่อเย็นตัวเม็ดเกรนสามารถกลับคืนสู่ขนาดปกติได้ เมื่อวัดขนาดพบว่ามีขนาด 70.32 μm และขนาดเม็ดเกรนที่ได้เล็กกว่าบริเวณแนวเชื่อมอย่างชัดเจน โดยพบว่าบริเวณขอบแนวเชื่อมระหว่าง เหล็กกล้าคาร์บอนกับแนวเชื่อมมีลักษณะคล้ายโครเมียมคาร์ไบด์ (Cr₂₃ C₆) เกิดขึ้นเป็นเส้นยาวกั้น ระหว่างแนวเชื่อมกับพื้นที่กระทบร้อนอันเนื่องมาจากอิทธิพลของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และความต่างของวัสดุที่ใช้ในการเชื่อมทดลอง (ฉัตรทอง,2548)

รูปที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม(Weld) พื้นที่กระทบ ร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปกคลุม CO₂100% กระแส 110 A พบว่าปัจจัยตัวแปรในการเชื่อมด้านความเร็วในการเชื่อม มีผลต่อ คุณสมบัติทางกล ด้านค่าการรับแรงดึงและค่าความแข็ง ทำให้ลักษณะของโครงสร้างจุลภาคที่ได้มี ลักษณะและขนาดของเม็ดเกร็นที่แตกต่างกันโดยพบว่าลักษณะของเม็ดเกรนของพื้นที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ แต่เล็ก กว่าขนาดเม็ดเกรนของแนวเชื่อม เมื่อทำการตรวจสอบและวัดขนาดพบว่าขนาดของเม็ดเกร็น บริเวณ พื้นที่กระทบร้อนด้านเหล้กกล้าไร้สนิม AISI 430 มีขนาดเฉลี่ยที่ 236 μ m บริเวณแนวเชื่อมขนาดเม็ด เกรนเฉลี่ยที่ 371.22 μ m และบริเวณพื้นที่กระทบร้อนด้านเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 มีขนาดเม็ด เกรนเฉลี่ยที่ 70.32 μ m โดย Base Stainless Steel ขนาดเกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 89.23 μ m และ Base Steel ขนาดเกรน (Grain Size) เฉลี่ยที่ 69 μ m



รูปที่ 4.32 การเปรียบเทียบขนาดเกรน (Grain Size) ของแนวเชื่อม(Weld) พื้นที่กระทบร้อน (HAZ) และเนื้อโลหะเชื่อม (Base) ที่ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แกสปกคลุมCO₂100% กระแส 110A

4.3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความเร็วในการเชื่อม

ผลการทดลองที่ได้พบว่า ความเร็วในการเชื่อมมีผลต่อสมบัติทางกล ส่งผลต่อค่าการรับแรงดึง ค่าความแข็งของแนวเชื่อม และลักษณะของโครงสร้างจุลภาค อันเนื่องมาจากความเร็วในการเชื่อม ส่งผลต่อการถ่ายโอนน้ำโลหะ และการหลอมละลายของลวดเชื่อมและเนื้อโลหะเชื่อม จากชิ้นงาน ทดลองทั้งหมด 108 ชิ้น ภายใต้ตัวแปรและข้อกำหนดในการทดลองแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความเร็วที่ให้ค่าการรับแรงดึงสูงสุดคือ 400 mm/min จึงสรุปได้ ว่าเป็นความเร็วที่ดีที่สุดในการเชื่อมชิ้นงาน