

# อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่มีผลต่อความแข็งแรงกระแทกของรอยต่อชนเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 และเหล็กกล้าหล่อ SCW410

## EFFECT OF GMAW PARAMETERS ON IMPACT STRENGTH OF SUS304 STAINLESS STEEL AND SCW410 CAST STEEL

กิตติพงษ์ กิมะพงศ์ คักดีชัย จันทศรี เจษฎา แก้ววิจิตร ไพบุญย์ แยมเฟื่อน

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: kittipong.k@en.rmutt.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่มีผลต่อสมบัติรอยต่อชนระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 กับเหล็กกล้าหล่อ SCW410 และศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรอยต่อ ผลการทดลองโดยสรุปมีดังนี้ การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม สามารถทำให้เกิดแนวเชื่อมที่มีความสมบูรณ์ได้ ความเร็วเดินแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ความแข็งแรงกระแทกของแนวเชื่อมลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของโลหะเชื่อมที่เชื่อมโดยอัตราการไหลของแก๊สที่แตกต่างกัน อัตราการไหลที่สูงขึ้นทำให้ค่าความเปราะของโลหะเชื่อมเพิ่มขึ้น ตัวแปรการเชื่อมที่ให้ความแข็งแรงกระแทกสูงสุด 927 J คือ กระแสไฟเชื่อม 180 A ความเร็วเดินแนวเชื่อม 200 mm/min และอัตราการไหลของแก๊สปกคลุม 10 L/min

**คำสำคัญ:** รอยต่อวัสดุต่างชนิด เหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กกล้าหล่อ ความแข็งแรงกระแทก

### ABSTRACT

This article aims to study the effect of gas metal arc welding parameters on SUS304 stainless steel and SCW410 cast steel butt joint properties and investigate the microstructure of the joint. The summarized results are as follows. The gas metal arc welding could produce successfully the sound welds of SUS304 stainless steel and SCW410 cast steel. Increase of the welding speed affected to decrease the impact strength of the welds but did not affect to change the hardness of the welds that produced by different gas flow rates. The increase of the gas flow rate affected to increase the brittle of the weld. The optimized welding parameter in this study that showed the impact strength of 927 J was the welding current of 180A, the welding current of 200 mm/min and the gas flow rate of 10L/min.

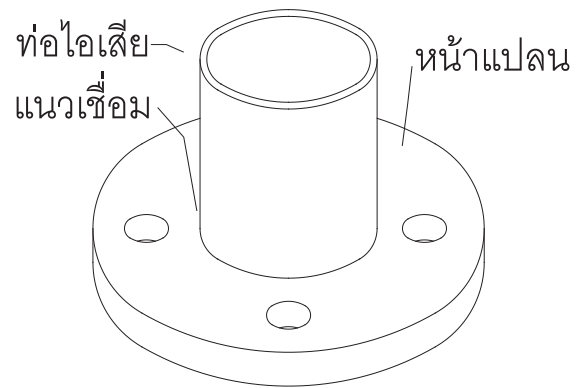
**KEYWORDS:** dissimilar materials joint, stainless steel, cast steel, impact strength

## บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์มีการแข่งขันทางการตลาดอย่างสูง บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตสินค้า โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้า เช่น วัสดุดิบ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น ท่อไอเสียก็เป็นชิ้นส่วนสำคัญในโครงสร้างรถยนต์ที่มีความจำเป็นในการลดต้นทุนการผลิต โดยการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิต ซึ่งวัสดุเดิมจะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมในอดีตที่ผ่านมาเหล็กกล้าไร้สนิมที่นำมาใช้ในการผลิตท่อไอเสีย เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนเนติก (Austenitic Stainless Steel) เนื่องจากสมบัติเด่นหลายประการ สามารถใช้ได้ทั้งในสภาวะอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง มีความสามารถในการเชื่อมดีกว่าเหล็กผสมสูงทั่วไป เหล็กกล้าไร้สนิมชนิดออสเทนเนติกสามารถทำการเชื่อมได้ง่ายที่สุด และเชื่อมได้โดยไม่ต้องให้ความร้อนก่อนทำการเชื่อม หรือให้ความร้อนภายหลังการทำเชื่อม แต่สิ่งที่ต้องระวังคือ ผลของความร้อนที่สูงเกินไปทำให้เกรนหยาบและไม่ทนต่อแรงกระแทก นอกจากนี้อุณหภูมิสูงทำให้ชิ้นงานเชื่อมบิดเบี้ยวได้ (Khan, 2007)

วิธีการเชื่อมท่อไอเสียจะใช้กระบวนการเชื่อมไฟฟ้า กระบวนการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (Arc Welding Process) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้โลหะหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน โดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการอาร์คทางไฟฟ้า ระหว่างชิ้นงานโลหะและลวดเชื่อม ในทางอุตสาหกรรมนิยมนำมาใช้ในการต่อวัสดุ เนื่องจากสามารถเชื่อมต่อวัสดุได้ทั้งโลหะที่อยู่ในกลุ่มเหล็กและนอกรวมเหล็ก กระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่นิยมใช้คือ การเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุม (Gas Metal Arc Welding; GMAW) ซึ่งเป็นกระบวนการเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ลวดเชื่อมเส้นเปลือยที่มีลักษณะเป็นลวดเส้นตัน (Solid Wire)

มาทำการอาร์คกับโลหะชิ้นงาน ความร้อนที่เกิดจากการอาร์คทำการหลอมละลายลวดเชื่อมและโลหะชิ้นงานเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และใช้แก๊สคลุมบริเวณโลหะหลอมละลายของงานเชื่อม เพื่อป้องกันไม่ให้ออกซิเจนจากบรรยากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับโลหะหลอมละลาย การเชื่อมนี้ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอย่างแพร่หลาย (คะเนย์ วรธนโท, 2538)



รูปที่ 1 ส่วนประกอบท่อไอเสีย

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบหลักของท่อไอเสียซึ่งประกอบด้วยหน้าแปลนที่มีหน้าที่ในการจับยึดเข้ากับตัวเครื่องยนต์ที่เป็นโลหะแผ่นหนาประมาณ 5-10 มม. และส่วนท่อไอเสียที่มีรูปร่างเป็นท่อผนังบางความหนาประมาณ 2 มม. ในอุตสาหกรรมปัจจุบันของผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศไทยพบว่าส่วนประกอบทั้งหมดนั้นใช้เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนเนติก 304 เป็นวัสดุหลักในการผลิตดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามการใช้เหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนเนติก 304 นั้นมีข้อเสีย คือ มีราคาที่สูงทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้จากการร่วมกันพิจารณาระหว่างคณะผู้วิจัยและบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งได้มีความเห็นร่วมกันในการคิดค้นหาวิธีการในการลดค่าใช้จ่ายการผลิตท่อไอเสียขึ้น โดยมีสมมติฐานการลดค่าใช้จ่ายคือ

ค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลงและคุณภาพของรอยต่อต้องเท่ากับหรือสูงกว่ารอยต่อที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบัน คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำหน้าแปลนจากเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิค 304 เป็นเหล็กกล้าหล่อ SCW410 ซึ่งเหล็กกล้าหล่อ SCW410 เป็นเหล็กที่มีโครงสร้างพื้นเป็นออสเทนไนท์คล้ายคลึงกับโครงสร้าง ออสเทนไนท์ในเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิค 304 ซึ่งคาดว่าสมบัติทางกายภาพที่คล้ายกันจะทำให้ได้โลหะเชื่อมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันได้ (Celik and Alsaran, 1999) ดังนั้นเพื่อลดต้นทุนในการผลิตท่อไอเสียรถยนต์ คณะผู้วิจัยจึงเสนอแนวคิดในการทดแทนชิ้นส่วนเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิค 304 ในระบบท่อไอเสียของรถยนต์ด้วยเหล็กกล้าหล่อ SCW410 และทำการเชื่อมโลหะทั้งสองเข้าด้วยกันด้วยวิธีการเชื่อมมิกเพื่อศึกษาตัวแปรการเชื่อมที่มีผล ต่อคุณภาพรอยเชื่อม และมีผลต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อม ซึ่งหากสามารถได้แนวเชื่อมที่มีคุณภาพที่ยอมรับได้ จะสามารถเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุทดแทนเพื่อลดต้นทุนในการผลิต

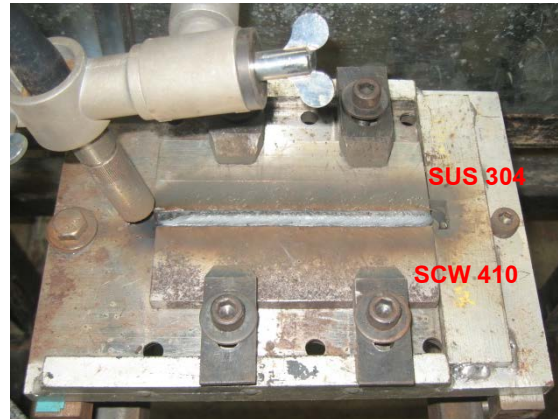
### วัตถุประสงค์

- 1) การศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมที่มีผลต่อ สมบัติรอยต่อชนระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 กับ เหล็กกล้าหล่อ SCW410
- 2) ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของรอยต่อ

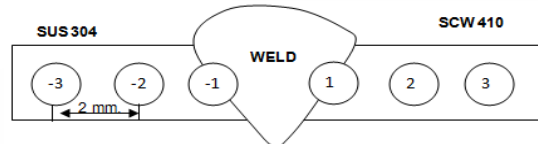
### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดลองใช้ การเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุมในการเชื่อมรอยต่อชนระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 กับเหล็กกล้าหล่อ SCW410 ตัวแปรในการทดลองประกอบด้วย กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม คือ 180 A ความเร็วในการเชื่อม คือ 200 300 และ 400 mm/min อัตราการไหลของแก๊ส 10 15 และ 20

L/min แก๊สปกคลุม คือ อาร์โกซีล 64 วัสดุที่ใช้ในการศึกษาใช้โลหะ 2 ชนิด คือ เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SCW 410 และเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิค SUS 304 ความหนา 10 มม. โดยนำวัสดุทั้งสองชนิดมาตัดให้ได้ชิ้นงานทดสอบที่มีขนาดเท่ากัน คือ 20 x 150 x 10 mm<sup>3</sup> ทำการบากหน้างานร่องวีมุมรวม 60 องศา



รูปที่ 2 การเชื่อมยึดชิ้นงานในการเชื่อม

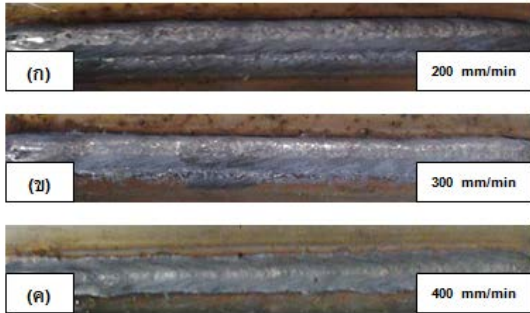


รูปที่ 3 ตำแหน่งการทดสอบความแข็งแรงหรือควอลิตี้

ลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อม คือ ลวดเชื่อมสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม AWS.A5.9 308LSi: MIG ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 mm อัตราการป้อนลวดที่ใช้ในการทดลองมีค่าเท่ากับ 7 m/min และระยะของปลายท่อนำลวดถึงปลายลวดเชื่อม 10 mm ชิ้นงานถูกจับยึดให้แน่นด้วยอุปกรณ์จับยึดติดตั้งแสดงในรูปที่ 2 แล้วทำการเชื่อมเดินแนวชิ้นงานด้วยเทคนิคการเดินลวดเชื่อมแบบแบ็คสแตนด์ ชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมที่ตัวแปรการเชื่อมต่างๆ ถูกนำไปทำการทดสอบสมบัติทางกล คือ ความต้านทานแรงกระแทกแบบชาร์ปีที่มีการทดสอบอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E23 (ASTM Standard, 1992)

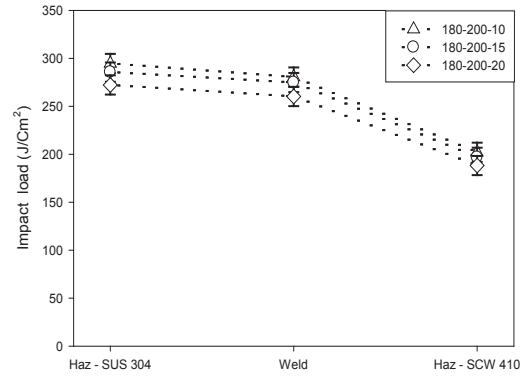
ความแข็งแรงของรอยเชื่อมโดยมีจุดที่ทำการตรวจสอบดัง  
แสดงในรูปที่ 3 และทำการเปรียบเทียบโครงสร้าง  
จุลภาคของรอยต่อที่ตำแหน่งต่างๆ

### ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

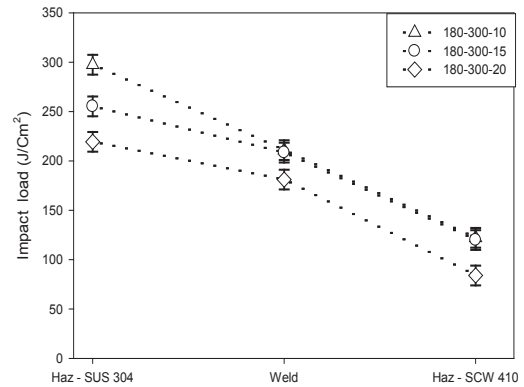


รูปที่ 4 ผิวหน้าแนวเชื่อม ที่เชื่อมด้วยกระแสไฟ  
180 A ที่ความเร็วเดินแนวเชื่อมต่างๆ

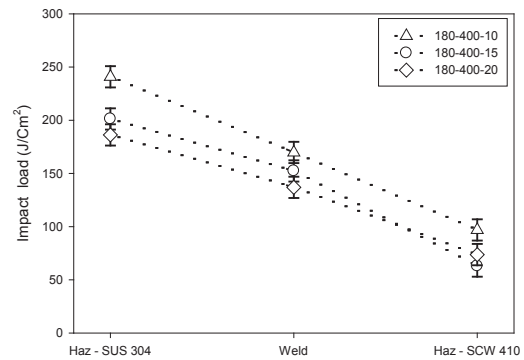
รูปที่ 3 แสดงผิวหน้าแนวเชื่อมที่เชื่อมด้วย  
กระแสไฟ 180 A ความเร็วเดินแนวเชื่อมที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อความเร็วเดินแนวเชื่อมเพิ่มขึ้นทำให้  
ค่าความสูงของแนวเชื่อมมีค่าเพิ่มขึ้น และความ  
กว้างของแนวเชื่อมมีค่าลดลง การเกิดรอยแหงนขอบ  
แนว (Undercut) ที่เกิดบนผิวแนวเชื่อมที่ความเร็ว  
เดินแนวเชื่อมต่ำ คือ 200 mm/min นั้นหายไป การ  
เปลี่ยนแปลงรูปร่างและขนาดของแนวเชื่อมนี้  
สัมพันธ์กับสมการทางความร้อนของการเชื่อม  
โดยตรง ที่แสดงให้เห็นว่า ความเร็วเดินเชื่อมที่มีค่า  
เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าความร้อนในแนวเชื่อมมีค่า  
ลดลง ค่าความร้อนที่ลดลงทำให้การแผ่กระจาย  
ความร้อนไปบริเวณโดยรอบของแนวเชื่อมมีค่าน้อย  
และทำให้โลหะหลอมเหลวไม่สามารถกระจาย  
ออกไปบริเวณด้านข้างได้ แนวเชื่อมจึงมีความสูง  
กว่าและความกว้างของแนวเชื่อมมีค่ามากกว่า  
(Weman, K. 2003)



(ก) ความเร็วเดิน 200 mm/min



(ข) ความเร็วเดิน 300 mm/min



(ค) ความเร็วเดิน 400 mm/min

รูปที่ 5 ความแข็งแรงกระแทกของรอยเชื่อมที่เชื่อม  
ด้วยความเร็วเดินต่างๆ

ชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมด้วยกระแส 180 A  
อัตราการไหลของแก๊ส 10-20 L/min ความเร็วเดิน  
แนวเชื่อม 200-400 mm/min ถูกนำมาทำการเตรียม  
ชิ้นงานทดสอบความแข็งแรงกระแทกแบบชาร์ปีเพื่อ

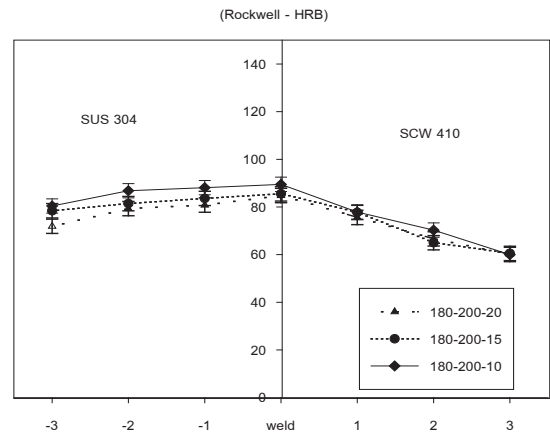
หาค่าความสามารถในการดูดซับพลังงานของรอยต่อได้ผลการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 5

ความแข็งแรงกระแทกหรือค่าการดูดซับพลังงาน ของรอยเชื่อมซึ่งแสดงค่าความเหนียว (Toughness) หรือเปราะ (Brittle) ของเนื้อโลหะพบว่า ความแข็งแรงกระแทกสูงสุดของรอยต่อทุกๆ อัตราการไหลของแก๊ส และความเร็วเดินแนวเชื่อม ที่เชื่อมด้วยกระแส 180 A บริเวณที่มีความแข็งแรงสูงสุด คือ บริเวณพื้นที่ที่กระทบร้อน (Heat affected zone: HAZ) ของแนวเชื่อมด้านเหล็กกล้าไร้สนิมโลหะเชื่อม และมีค่าความแข็งแรงต่ำสุดที่คือ บริเวณพื้นที่ที่กระทบร้อนของแนวเชื่อมด้านเหล็กกล้าหล่อ

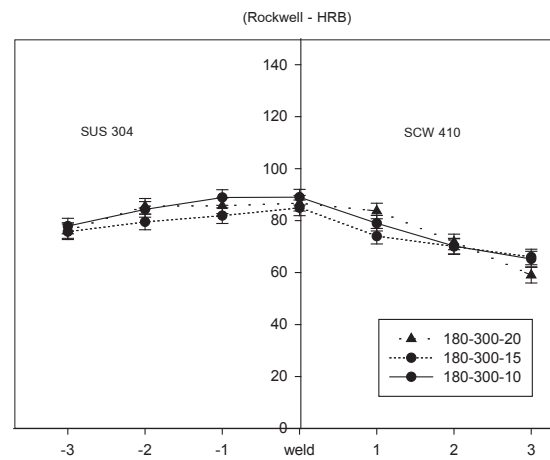
ปริมาณอัตราการไหลของแก๊สส่งผลต่อความเหนียวของโลหะเชื่อม รอยต่อที่ได้รับปริมาณแก๊สปกคลุมที่ปริมาณสูง กว่าแสดงถึงความแข็งแรงกระแทก หรือความเหนียวต่ำกว่า (ความเปราะสูงกว่า) รอยต่อที่ได้รับปริมาณ แก๊สปกคลุมที่ปริมาณต่ำกว่า

นอกจากนั้นความเร็วในการเดินแนวเชื่อมที่มีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความเปราะของรอยต่อเชื่อม ค่าความแข็งแรงกระแทกสูงสุดที่ได้จากการเชื่อมพบว่ามีค่าเท่ากับ 295 J ที่กระแสไฟเชื่อม 180 A อัตราการไหลของแก๊ส 10 L/min และความเร็วเดินเชื่อม 200 mm/min

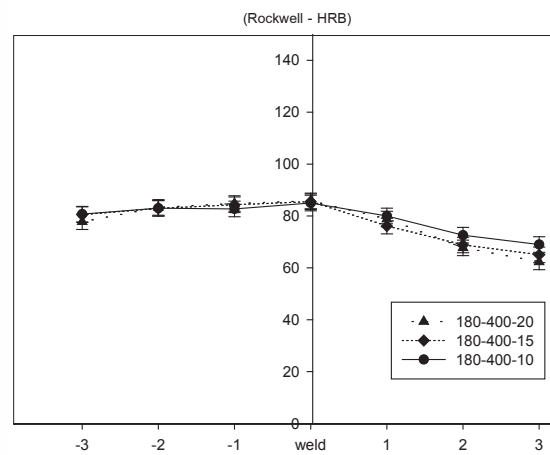
รูปที่ 6 แสดงค่า ความแข็งแรงของรอยต่อที่ทำการวัดในตำแหน่งกึ่งกลางความหนาของแผ่น และมีตำแหน่งตั้งแต่ด้านเหล็กกล้าไร้สนิมลากผ่าน โลหะเชื่อมไปที่ด้าน เหล็กกล้าหล่อ ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่าค่าความแข็งแรงบริเวณพื้นที่กระทบร้อนของทั้งสองด้านของแนวเชื่อม และโลหะเชื่อมทุกสภาวะนั้น มีความแข็งแรงสูงกว่าโลหะในการทดลองทั้งสองชนิด



(ก) ความเร็วเดินแนวเชื่อม 200 mm/min



(ข) ความเร็วเดินแนวเชื่อม 300 mm/min



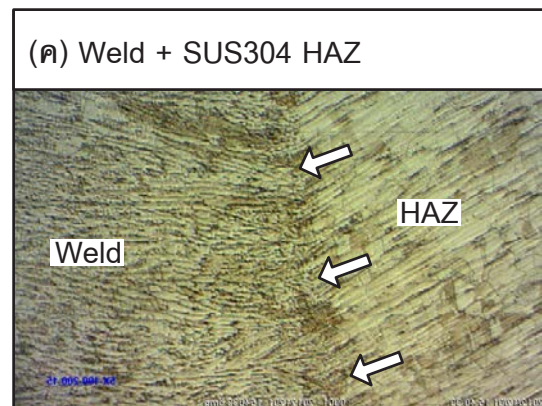
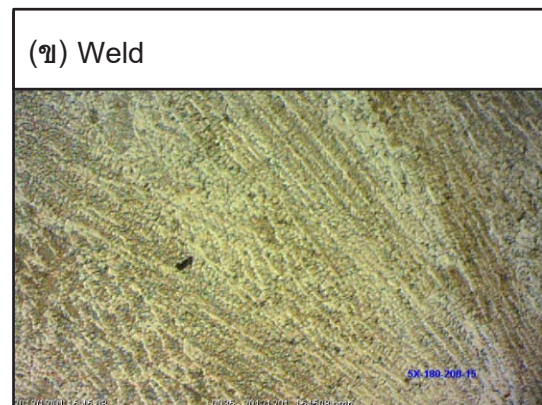
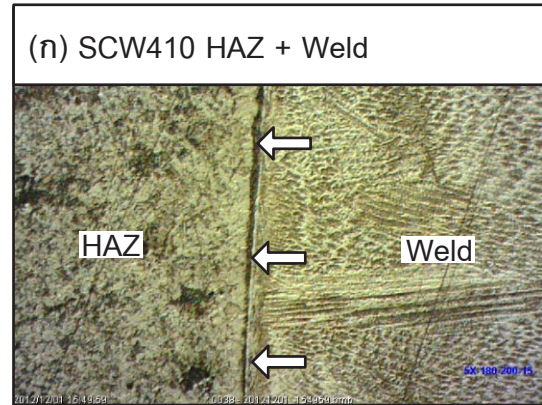
(ค) ความเร็วเดินแนวเชื่อม 400 mm/min

รูปที่ 6 ความแข็งแรงรอยต่อชนที่เชื่อมด้วยกระแสไฟ 180 A และความเร็วเดินแนวเชื่อมต่างๆ

ค่าความแข็งมีแนวโน้ม คล้าย ค่าความ แข็งแรงกระแทก กล่าวคือ บริเวณพื้นที่ที่กระทบร้อน ด้านเหล็กกล้าไร้สนิมมีค่าความแข็งสูงสุด เมื่อ เปรียบเทียบกับโลหะเชื่อม และพื้นที่ที่กระทบร้อนด้าน เหล็กกล้าหล่อที่มีค่าต่ำสุด อัตราการไหลของแก๊สที่ใช้ ในการปกคลุมแนวเชื่อม มีผลตรงกันข้ามกับผล การทดลองการทดสอบความแข็งแรงกระแทก ดัง แสดงในรูปที่ 6 (ก) และ (ข) อัตราการไหลของแก๊สที่มีค่าสูงส่งผลทำให้ค่าความแข็งของโลหะเชื่อมและ พื้นที่ที่กระทบร้อนทั้งสองด้านของแนวเชื่อมมีค่าสูงขึ้น ค่าความแข็งของโลหะเชื่อมที่เชื่อมที่ความเร็วเดิน แนวเชื่อม 200 และ 300 mm/min อัตราการไหลของ แก๊สตั้งแต่ 10 ถึง 20 L/min แสดงค่าความแข็งที่ แตกต่างกันประมาณร้อยละ 9 และ 4 ตามลำดับ ค่า ความแข็งที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของแก๊ส ปกคลุม เป็นสาเหตุให้แนวเชื่อมที่ใช้อัตราไหลของ แก๊สปกคลุมสูงนั้นมีความเปราะเพิ่มขึ้นและส่งผลทำ ให้ความเปราะของโลหะเชื่อมมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม อัตราการ ไหลของแก๊สปกคลุมที่แตกต่างไม่ ส่งผลต่อค่าความแข็งเมื่อความเร็วเดินแนวเชื่อมมี ค่าสูง คือ 400 mm/min ดังแสดงในรูปที่ 6 (ค) ที่ แสดงว่า ค่าความแข็งของโลหะเชื่อม หรือพื้นที่ ที่กระทบร้อนมีความแตกต่างกันน้อยมาก

รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างจุลภาคของรอยต่อที่ เชื่อมด้วยกระแสไฟเชื่อม 180 A ความเร็วเดินแนว เชื่อม 200 mm/min และอัตราการไหลของแก๊สปก คลุม 10 L/min ที่แสดงความแข็งแรงกระแทก 295 J โครงสร้างจุลภาคของ พื้นที่ที่กระทบร้อนด้าน รอยต่อ ด้านเหล็กกล้าหล่อ SCW410 แสดงในรูปที่ 7 (ก) เกรนมีความกลมมนและเป็นระเบียบมากกว่าเม็ด เกรนของโลหะหลัก SCW410 เม็ดเกรนมีรูปร่าง สมมาตรจนกระทั่งเข้าใกล้เขตการหลอมเหลวของ โลหะเชื่อมดังแสดงด้วยลูกศรสีขาว เม็ดเกรนจะมี ลักษณะเรียวยาวมีทิศทางเข้าสู่เขตพื้นที่หลอมเหลว

การเกิดเม็ดเกรนที่ยาว มีทิศทางเข้าสู่เขตพื้นที่ หลอมเหลว จากซ้ายไปขวา เนื่องจากมีการถ่ายเท ความร้อนที่รวดเร็วของโลหะหลอมเหลวในโลหะ เชื่อมออกสู่บรรยากาศ



รูปที่ 7 โครงสร้างจุลภาคของรอยต่อที่เชื่อมด้วย กระแสไฟเชื่อม 180 A ความเร็วเดินแนวเชื่อม 200 mm/min และอัตราการไหลของแก๊สปกคลุม 10 L/min

ขณะที่ด้านซ้ายของเส้นเขตการหลอมเหลว คือพื้นที่ของโลหะเชื่อมที่ประกอบด้วยเดนไดรท์ของ

โลหะเชื่อมที่มีความละเอียดมากกว่า และเคนไดร์ที่มีทิศทางเข้าสู่กึ่งกลางของแนวเชื่อมที่มีความเอียงจากบนลงล่าง ดังแสดงในรูปที่ 7 (ข) และด้านซ้ายของรูปที่ 7 (ค) ที่มีลักษณะของเคนไดร์ละเอียดที่มีทิศทางลากการเรียงตัวเข้าสู่กึ่งกลางจากขวาไปซ้ายของโลหะเชื่อม ด้านขวาของ เขตการหลอมเหลวของโลหะเชื่อมดังแสดงด้วยลูกศรสีขาว เม็ดเกรนของเหล็กกล้าไร้สนิม มีการเรียงตัวที่เป็นระเบียบแต่เม็ดเกรนของโลหะไม่ได้มีความกลมมนและสมมาตรเหมือนดังที่ เกิดในพื้นที่ที่กระทบร้อนของเหล็กกล้าหล่อ SCW410 นอกจากนี้ไม่พบจุดบกพร่องใดๆ บนรอยเชื่อมที่ตรวจสอบ การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคเบื้องต้นทำให้ทราบเหตุผลที่บริเวณพื้นที่กระทบร้อนของเหล็กกล้าไร้สนิม พื้นที่กระทบร้อนของเหล็กกล้าหล่อ และบริเวณโลหะเชื่อมจึงมีความแข็งแรงกระแทกแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องต้องทำการศึกษาโครงสร้างจุลภาคเชิงปริมาณต่อไป เพื่อที่สามารถเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของโครงสร้างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยได้ทำการเชื่อม รอยต่อชนระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิม SUS304 กับ เหล็กกล้าหล่อ SCW410 ด้วยการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สคลุม โดยทำการศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมที่ประกอบด้วยความเร็วเดินแนวเชื่อม และอัตราการไหลของแก๊สปกคลุม ที่มีผลต่อความแข็งแรงกระแทก ผลการทดลองโดยสรุปมีดังนี้

- 1) ความเร็วเดินแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ความแข็งแรงกระแทกของแนวเชื่อมลดลง
- 2) ความเร็วเดินแนวเชื่อมที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ความแข็งแรงกระแทกของแนวเชื่อมลดลง แต่

ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของโลหะเชื่อมที่เชื่อมโดยอัตราการไหลของแก๊สที่แตกต่างกัน

3) อัตราการไหลของแก๊สปกคลุมที่ สูงขึ้น ทำให้ค่าความเปราะของโลหะเชื่อมเพิ่มขึ้น

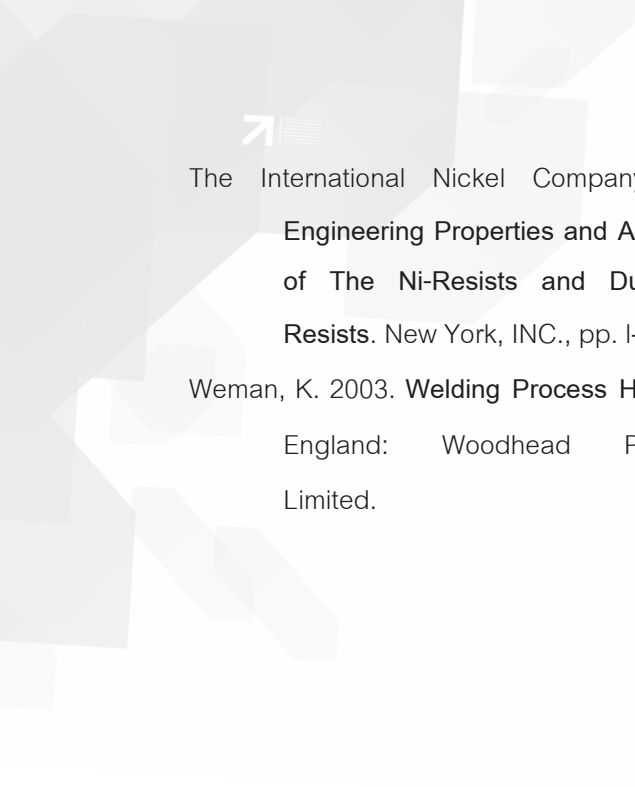
4) ตัวแปรการเชื่อมที่ให้ความแข็งแรงกระแทกสูงสุด 927 J คือ กระแสไฟเชื่อม 180 A ความเร็วเดินแนวเชื่อม 200 mm/min และอัตราการไหลของแก๊สปกคลุม 10 L/min

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับงบประมาณประจำปี 2555 ในการสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณ คุณสุริยา ประสมทอง สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และ ความช่วยเหลือด้านเทคนิค ในการดำเนินการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- คณะย์ วรรณโท. 2539. การเชื่อมโลหะในระบบ GMAW. กรุงเทพฯ: บริษัท ที พี พรินท์ จำกัด.
- ASTM Standard. 1992. ASTM E23-2: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of metallic Materials. Philadelphia: ASTM.
- Celik, A. and Alsaran, A. 1999. "Mechanical and Structural Properties of Similar and Dissimilar Steel Joints." MATERIALS CHARACTERIZATION 43, 311–318.
- Khan, I. 2007. Welding Science and Technology. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishes.



The International Nickel Company. 1978.  
Engineering Properties and Application  
of The Ni-Resists and Ductile Ni-  
Resists. New York, INC., pp. I-48.

Weman, K. 2003. **Welding Process Handbook**.  
England: Woodhead Publishing  
Limited.