



**อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลุมต่อสมบัติของรอยต่อ
ระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 430**
Effect of MIG Welding Parameters on Joint Properties
of SS400 Carbon Steel and 430 Stainless Steel

สุวัฒน์ ภูเกา^{1*} กิตติพงษ์ กิมะพงศ์

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110

E-mail: suwat18868@hotmail.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลตัวแปรงานเชื่อม มีกต่อสมบัติของรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิม 430 โดยมีผลการทดลองที่ได้คือ จากการตรวจสอบมหภาคทุกกระแสนเชื่อมของการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอน SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ด้วยกระบวนการเชื่อมการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลุม ความเร็วในการเชื่อม 400 มม./นาที แก๊สปกคลุม Ar80% + CO₂20% ที่กระแส 110 A จะให้แนวเชื่อมที่มีลักษณะการซึมลึกดี ผิวรอยเชื่อมเป็นเกร็ดสวยงาม เหมาะสมต่อการเชื่อมที่สุด การเชื่อมด้วยกระแส 100 – 120 A แนวเชื่อมมีความแข็งแรงมากกว่า ชิ้นทดสอบเหล็ก SS400 เนื่องจากจุดขาดของชิ้นทดสอบแรงดึงไม่ได้ขาดที่บริเวณรอยเชื่อม แต่ขาดบริเวณขอบพื้นที่กระแทก (HAZ) บนเนื้อเหล็ก SS400 โดยที่กระแส 110 A อิทธิพลของความร้อนส่งผลต่อโครงสร้างของชิ้นงานทำให้ได้ค่ารับแรงดึงสูงสุด ซึ่งเหมาะสมกับการเชื่อม กระแสไฟฟ้าส่งผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อม เนื่องจากการหลอมละลายไม่สมบูรณ์ทำให้การขาดของชิ้นงานทดสอบแรงดึงจะขาดตรงบริเวณขอบแนวเชื่อมและให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุดไม่เหมาะสมกับการเชื่อม ทุกกระแสเชื่อมจะให้ค่าความแข็งแรงที่ใกล้เคียงกัน โดยพบว่าบริเวณแนวเชื่อมจะให้ค่าความแข็งแรงมากกว่าบริเวณอื่น และค่าความแข็งแรงบริเวณ HAZ ของชิ้นงาน AISI 430 มีค่าความแข็งแรงมากกว่า บริเวณ HAZ ของชิ้นงาน SS 400 และความแข็งแรงใกล้เคียงกับแนวเชื่อม

คำหลัก เหล็กกล้าไร้สนิม , เหล็กกล้าคาร์บอน , การเชื่อมมิก

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตในปัจจุบันมีการนำโลหะหลายชนิดเข้ามาเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างเพื่อต้องการนำข้อดีของโลหะแต่ละชนิดมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และทำให้โครงสร้างที่มีความยืดหยุ่น สามารถรับแรงที่กระทำที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ [1] การนำเอาโครงสร้างที่ประกอบด้วยโลหะต่างชนิดไปใช้งานจำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อกันเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความแข็งแรง การเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดสามารถทำได้ด้วยวิธีการหลายรูปแบบ เช่น การเชื่อมด้วยวิธีทางกล (Mechanical joining) การติดยึดด้วยกาว

(Adhesive) หรือการเชื่อม (Welding) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ พบว่าการเชื่อมเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการเชื่อมต่อวัสดุต่างชนิดมากที่สุด โดยกรรมวิธีในการเชื่อมที่นิยมนำมาใช้ในการเชื่อมความต้านทานแบบจุด (Resistance spot welding) การเชื่อมทิก (Tungsten Inert Gas) หรือการเชื่อมมิก (Metal inert gas) เป็นต้น [2]

อย่างไรก็ตามการเชื่อมวัสดุต่างชนิดนั้นเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยากเนื่องจากวัสดุทั้งสองนั้นมีสมบัติทางกล ทางกายภาพ และทางเคมีที่แตกต่างกันส่งผลทำให้เกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ขึ้นในเวลาทำการเชื่อม เช่น การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal expansion) ที่แตกต่างกันทำให้ยากลำบากในการควบคุมรูปร่างของชิ้นงาน จุดหลอมเหลว (Melting temperature) ที่แตกต่างกันทำให้ความสม่ำเสมอในการหลอมละลายและการควบคุมบ่อหลอมเหลวทำได้ยาก และการนำความร้อน (Thermal conductivity) ทำให้เมื่อรอยต่อวัสดุต่างชนิดเกิดการเย็นตัว (Cooling) ลงสู่อุณหภูมิห้องทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนที่แตกต่างกันทำให้เกิดการแตกร้าวเนื่องจากความเค้นที่เกิดขึ้นในชิ้นงานได้ ด้วยเหตุนี้การเลือกวิธีการเชื่อมจึงต้องพิจารณาด้วยความละเอียดเพิ่มขึ้น [1] ในอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทย เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลมีการนำวัสดุต่างชนิดเข้ามามีงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อเป็นการลดราคาค่าใช้จ่าย และเหตุผลทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรม หนึ่งในรอยต่อของวัสดุต่างชนิดที่นิยมใช้ คือ รอยต่อระหว่างเหล็กโครงสร้างและเหล็กกล้าไร้สนิม เนื่องจากต้องการความสามารถในการป้องกันการเกิดการกัดกร่อนของโลหะที่ใช้เมื่อสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล แต่หากจะใช้ทุกชิ้นส่วนเป็นเหล็กกล้าไร้สนิมทั้งหมด โดยเฉพาะบริเวณโครงสร้างอาจเกิดความไม่เหมาะสมในการออกแบบได้

การเชื่อมรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กกล้าไร้สนิมในอุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลอาจแบ่งออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ การเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shielded metal arc welding: SMAW) และการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลุม (Gas metal arc welding: GMAW) แต่เนื่องจากการเชื่อมด้วยลวดเชื่อม

หุ้มฟลักซ์นั้นมีการเชื่อมที่ยุ่งยากกว่าด้วยเหตุนี้การเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลูมจึงมีความนิยมนำมาใช้งานมากกว่า การเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลูมเป็นหนึ่งในกรรมวิธีการเชื่อมที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมตั้งได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ที่มีลักษณะเด่น คือ ถูกนำมาใช้แทนกรรมวิธีการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ ซึ่งสามารถทำการเชื่อมได้รวดเร็วและต่อเนื่องประหยัดเวลาในการทำความสะดวกเพราะไม่มีแสงประกายคลูมแนวเชื่อม [3] และเป็นกระบวนการเชื่อมที่มีคุณภาพสูง นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เพราะแนวเชื่อมมีความแข็งแรง เกิดข้อบกพร่องในแนวเชื่อมน้อย เมื่อใช้กระบวนการเชื่อมนี้แล้วมีผลต่อสมบัติของชิ้นงาน ต่อรอย และโครงสร้างของแนวเชื่อม

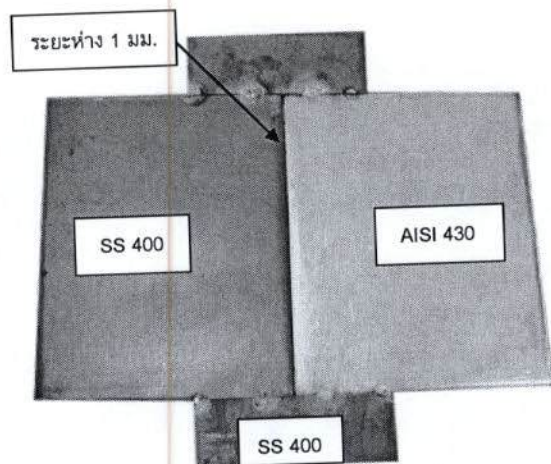
อย่างไรก็ตามการศึกษามลกระทบเกี่ยวกับตัวแปรการเชื่อมที่มีผลต่อสมบัติของโลหะเชื่อมของรอยต่อระหว่างเหล็กกล้าไร้สนิมและเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีการใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลนั้นมีผลการทดลองที่ผ่านการนำเสนอในปริมาณน้อยมาก ด้วยเหตุนี้หากมีการศึกษาเพื่อหาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมต่างๆที่มีผลต่อสมบัติโลหะเชื่อมจะทำให้เกิดประโยชน์ต่องานอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคตได้เป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยจึงมีจุดประสงค์ในการประยุกต์การเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะก๊าซคลูม (GMAW) ในการเชื่อมรอยต่อเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 430 และทำการศึกษอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมที่มีผลต่อสมบัติของรอยต่อเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานต่อไป

2. วิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรในการทดลองทั้งหมด 3 ตัวแปร ดังนี้ กระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อม 4 ระดับ คือ 90 – 120 A ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม 400 มม.ต่อนาที แก๊สปกคลุม Ar80% + CO₂20% โดยใช้อัตราการไหลของแก๊สปกคลุมที่ 12 ลิตร/นาที และใช้แก๊สซิลิโคนหลังแนวเชื่อมที่อัตรา 5 ลิตร/นาที ตัวแปรในการทดลองเหล่านี้จะมีผลโดยตรงต่อวัสดุ และสมบัติของแนวเชื่อม ค่ากระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกันส่งผลต่อการหลอมละลายและการซึมลึกของแนวเชื่อม ความเร็วในการเดินแนวเชื่อมมีผลต่อลักษณะของแนวเชื่อมและอัตราการเติมเนื้อโลหะสู่ป้อหลอมละลาย และแก๊สปกคลุมแนวเชื่อมมีผลต่อการอาร์ค ต่อสมบัติของรอยเชื่อม

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาจะใช้โลหะ 2 ชนิด คือ เหล็กกล้าคาร์บอน เกรด SS400 และ เหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติก AISI 430 ความหนา 3 มิลลิเมตร โดยนำวัสดุทั้งสองชนิดมาตัดให้ได้ชิ้นงานทดสอบ ที่มีขนาดเท่ากัน คือ 65 x 80 x 3 มม. ทำการบากหน้างานให้ได้ตามมาตรฐาน AWS D1.1 / D1.1 M:2600 เมื่อบากหน้างานเรียบร้อยแล้วนำชิ้นงานเชื่อมยึดบริเวณหัวท้ายของรอยต่อด้วยแผ่นยึดที่เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ กว้าง 20 มม. ยาว 50 มม. หนา 3 มม. แสดงดังรูปที่ 1 ลวดเชื่อมสำหรับเชื่อมชนิดลวดเปลือยตัน เป็นลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด 430 ตามมาตรฐาน AWS A 5.9 : ER430 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มม. ความเร็วในการป้อนตามค่าพารามิเตอร์การเชื่อม

กระบวนการเชื่อมที่ใช้ในการทดลองคือการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม (GMAW : Gas Metal Arc Welding) โดยใช้เครื่องเชื่อมมิก (MIG) แบบแรงดันคงที่ วัฏจักรการทำงาน 100 % ขนาด 300 แอมแปร์ ลักษณะในการเชื่อมเป็นแบบต่อเนื่อง โดยประยุกต์เอาหัวเชื่อมมิก ประกอบติดตั้งเข้ากับเครื่องตัดแก๊สแบบเส้นตรง เพื่อให้การเชื่อมเป็นแบบอัตโนมัติ ปรับแต่งเครื่องเชื่อม และองศาของหัวเชื่อมตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด วางชิ้นงานเชื่อมในตำแหน่งทำการบ ใช้แผ่นทองแดงวางประกบชิ้นงานด้านบน จับยึดให้แน่นด้วยอุปกรณ์จับยึด แสดงดังรูปที่ 2 แล้วทำการเชื่อมเดินแนวชิ้นงานด้วยเทคนิคการเดินลวดเชื่อมแบบแบ็คแอนด์ฟอรัวที่กำหนดให้ครบทุกตัวแปร และเพื่อให้ผลการทดลองมีระเบียบแบบแผนผลออกมาเป็นที่น่าเชื่อถือ จึงสามารถทดลองทำซ้ำ และนำชิ้นงานไปทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ถูกต้อง



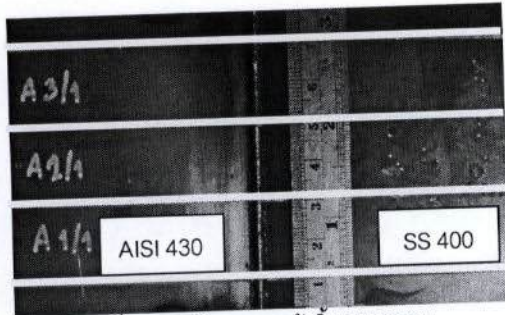
รูปที่ 1 แสดงลักษณะการเชื่อมยึดหัวท้ายชิ้นงาน



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการจับยึดชิ้นงานเชื่อม

การตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยาโดยใช้กล้องไมโครสโคปกำลังขยายสูง การสังเกตรูปร่างเม็ดเกรน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างและโครงสร้างจุลภาค ใช้เครื่องจักรกลช่วยในการเตรียมชิ้นงานทดสอบ อุปกรณ์ทดสอบทางโลหะวิทยาตามมาตรฐานการใช้งานทดสอบ โดยมีอุปกรณ์ทดสอบ โครง

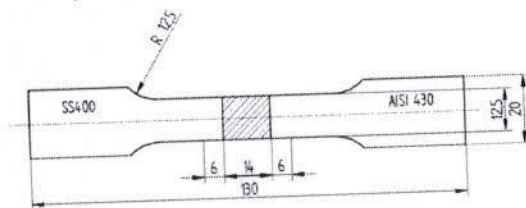
สร้างมหภาค โครงสร้างจุลภาค โดยนำชิ้นงานเชื่อมมาตัดเป็นชิ้นตามมาตรฐาน DIN 50351 แสดงดังรูปที่ 3 โดยแบ่งชิ้นงานออกเป็น 5 ชิ้น ตัดชิ้นหัวท้ายทิ้งจะเหลือ 3 ชิ้น 2 ชิ้นขอบนำไปทดสอบแรงดึง ชิ้นตรงกลางนำไปตรวจสอบโครงสร้างมหภาค จุลภาค และทดสอบความแข็ง



รูปที่ 3 แสดงลักษณะการตัดชิ้นงานทดสอบ

ในการเตรียมชิ้นงานสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างหลังจากนำชิ้นงานเชื่อมมาเลื่อยให้ได้ตามมาตรฐานแล้วนำชิ้นที่จะใช้ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค มาทำเมาส์ตั้งโดยการนำเรซิน หรือพลาสติกมาหล่อทับชิ้นงานเพื่อใช้จับยึดในการขัด จากนั้นนำชิ้นงานเข้าเครื่องขัด เรียงขนาดตามความหยาบของกระดาษทราย ก่อนนำไปกัดกรด และนำไปส่องดูโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องไมโครสโคปกำลังขยายปรับให้ได้ขนาดที่สามารถเห็นเม็ดเกรนได้อย่างชัดเจน

การทดสอบทางกลในการทดลองนี้ได้กำหนดการทดสอบทางกล 2 อย่าง คือ การทดสอบความแข็งใช้การทดสอบแบบวิกเกอร์ (Vickers Hardness Test) โดยชิ้นงานที่ใช้ทดสอบความแข็งจะใช้ชิ้นงานอันเดียวกันกับชิ้นงานที่ใช้ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค และการทดสอบแรงดึงหาค่าแรงดึงสูงสุด การทดสอบชิ้นงานที่ใช้ตามมาตรฐานการทดสอบโดยใช้ชิ้นงานภาคตัดขวางเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก แสดงดังรูปที่ 4

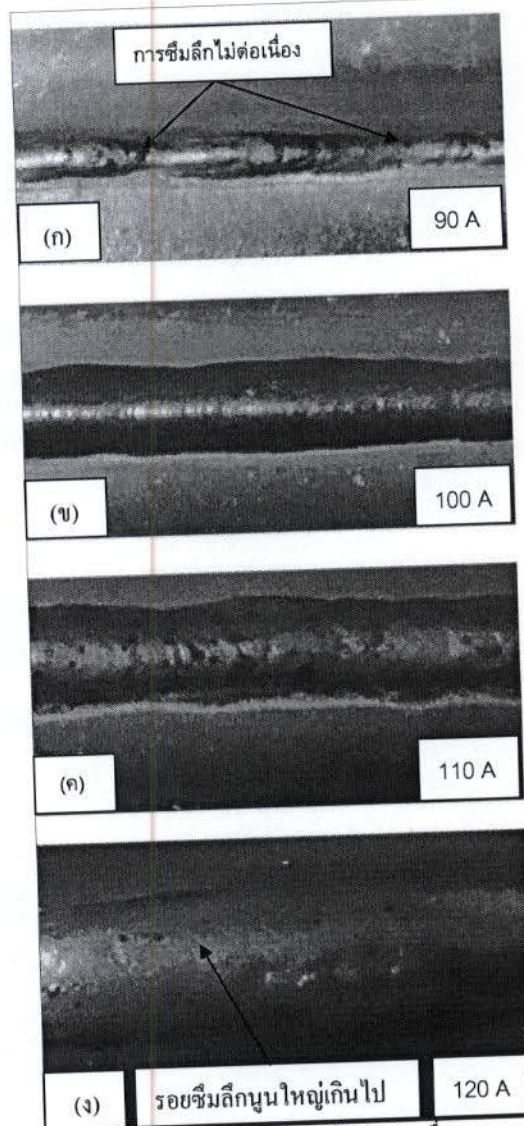


รูปที่ 4 แสดงลักษณะชิ้นงานทดสอบแรงดึง

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยาได้ทำการตรวจสอบสองแบบคือแบบมหภาค กับแบบจุลภาค โดยการตรวจสอบแบบมหภาค พบว่ากระแสเชื่อมที่แตกต่างกันส่งผลต่อลักษณะของแนวเชื่อม ทั้งขนาดความโต ระยะการซึมลึก ความสมบูรณ์ของรอยเชื่อม โดยที่กระแสไฟ 90 A แนวเชื่อมเล็กนูน การหลอมละลายต่ำ

มีการซึมลึกไม่สมบูรณ์ลักษณะการซึมลึกน้อย รอยเชื่อมริบแคบ ดังรูปที่ 5 (ก) การอาร์กในการเชื่อมต่ำอัตราการเติมเนื้อโลหะน้อย



รูปที่ 5 แสดงลักษณะการซึมลึกของแนวเชื่อม

ควบคุมการหลอมละลายยาก เพราะกระแสต่ำ ซึ่งแตกต่างจากรอยซึมลึกของแนวเชื่อมที่เชื่อมด้วยกระแสไฟขนาดอื่น ในรูปที่ 5 (ข) ที่กระแสไฟ 100 A ลักษณะการซึมลึกสมบูรณ์ความนูนของแนวเชื่อมไม่นูนเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด การหลอมละลายที่ขอบงานเป็นไปในลักษณะที่สวยงามไม่มีรอยกัดแห้ว ในการเชื่อมสามารถควบคุมการเชื่อมได้ง่าย ในรูปที่ 5 (ค) ที่กระแสไฟ 110 A ลักษณะรอยเชื่อมและการซึมลึกสมบูรณ์การหลอมละลายระหว่างชิ้นงานกับลวดเชื่อมเป็นไปอย่างสมบูรณ์อัตราการเติมลวดดี ควบคุมการหลอมละลายง่าย ไม่มีรอยกัดแห้วที่ขอบรอบเชื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับกระแส 100 A มีความใกล้เคียงกันของแนวเชื่อม ในรูปที่ 5 (ง) ที่กระแสไฟ 120 A ลักษณะรอยเชื่อมและการซึมลึก

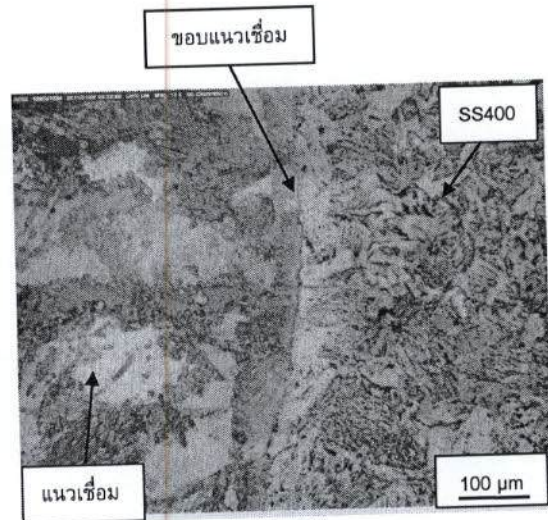
มากขึ้นไปการหลอมละลายสูงอัตราการเติบโตสูง การเชื่อมทำได้ยากไม่สามารถควบคุมการอาร์กและการเติมเนื้อโลหะได้อย่างสมบูรณ์เนื่องมาจากอัตราความเร็วและปริมาณกระแสไฟไม่สัมพันธ์กันทำให้เกิดการทะลุบนผิวงาน และเกิดแอ่งบนผิวรอยเชื่อมเพราะปริมาณความร้อนของกระแสไฟสูงเกินไป การเชื่อมลึกของแนวเชื่อมมีลักษณะรอยเชื่อมลึกมากเกิดการกองรวมตัวของลวดเชื่อมทำให้รอยเชื่อมลึกใหญ่และมีรอยกัดแหว่งที่ขอบของแนวเชื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของแนวเชื่อมและการเชื่อมลึกของรูปที่ 5 (ข) และ (ค) พบว่ามีลักษณะที่เหมาะสมและมีความใกล้เคียงของแนวเชื่อม ส่วนรูปที่ 5 (ก) และ (ข) จะเห็นว่าแนวเชื่อมหลอมละลายไม่สมบูรณ์เพราะกระแสไฟต่ำเกินไปและสูงเกินไปตามลำดับ จากลักษณะรอยเชื่อมลึกของแนวเชื่อมตลอดแนวทุกระดับกระแสไฟพบว่าลักษณะผิวและการเชื่อมลึกที่ระดับกระแส 100 A และ 110 A มีความสมบูรณ์ที่สุดทำให้สรุปได้ว่าที่กระแสไฟทั้งสองมีความเหมาะสมในการเชื่อม

การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคของแนวเชื่อม บริเวณกระทบร้อน (HAZ) พบว่า มีความแตกต่างของเม็ดเกรน ในบริเวณแนวเชื่อมเมื่อเทียบกับกระแสไฟแต่ละระดับพบว่า ที่กระแส 90 A ซึ่งให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุดและชิ้นงานทดสอบแรงดึงขาดบริเวณขอบแนวเชื่อมฝั่ง AISI 430 พบว่าแนวเชื่อมมีลักษณะของเม็ดเกรนเป็นแบบเดนไดรฟ์ ซึ่งเมื่อนำโครงสร้างของแนวเชื่อมเทียบกับโครงสร้างบริเวณกระทบร้อนของเหล็ก SS 400 และ AISI 430 พบว่าลักษณะโครงสร้างแนวเชื่อมมีความหยาบมากกว่าโครงสร้างพื้นที่กระทบร้อนของชิ้นงานทั้งสองชนิด เมื่อเปรียบเทียบโครงสร้างพื้นที่กระทบร้อนทั้งสองฝั่งพบว่าลักษณะเม็ดเกรนฝั่งชิ้นงาน AISI 430 มีความหยาบมากกว่า ฝั่งชิ้นงาน SS400 โดยเมื่อพิจารณาขอบของรอยเชื่อมที่ขาดเมื่อนำไปทดสอบแรงดึงพบว่าเม็ดเกรนของแนวเชื่อมกับชิ้นงานแยกกันอยู่อย่างอิสระอันเนื่องมาจากกระแสไฟที่อ่อนเกินไปทำให้การหลอมรวมกันระหว่างชิ้นงานกับแนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการฉีกขาดบริเวณนี้เมื่อได้รับแรงดึง

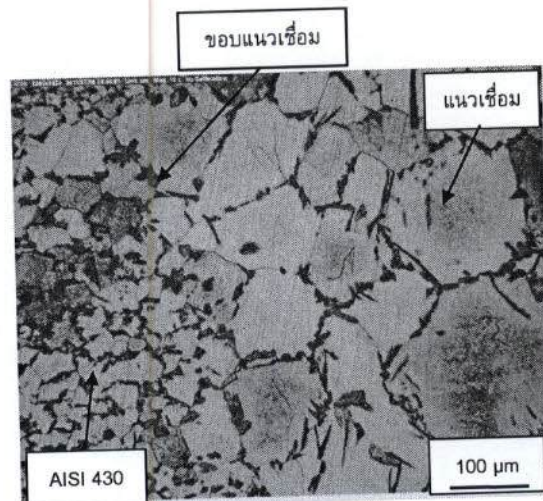
ที่กระแสไฟ 110 A ซึ่งเป็นกระแสที่รับแรงดึงได้สูงสุดและชิ้นงานไม่ขาดบริเวณแนวเชื่อมเมื่อนำไปทดสอบแรงดึง โครงสร้างของเม็ดเกรนบริเวณแนวเชื่อมมีลักษณะเดนไดรฟ์ โครงสร้างจะหยาบกว่าโครงสร้างชิ้นงาน SS400 และ AISI 430 ซึ่งลักษณะโครงสร้างแบบนี้จะทำให้แนวเชื่อมมีความแข็งแรงมากกว่าชิ้นงาน เมื่อตรวจสอบบริเวณพื้นที่กระทบร้อนฝั่ง SS 400 จะเห็นลักษณะเม็ดเกรน เรียงตัวละเอียดกว่า AISI 430 โครงสร้างจะหยาบกว่าเมื่อพิจารณาขอบของรอยเชื่อมพบมีการแยกส่วนของเม็ดเกรนวัสดุและเม็ดเกรนแนวเชื่อมอย่างชัดเจนแต่ลักษณะการรวมตัวของเม็ดเกรนกระจายทั่วไปการหลอมรวมกันของเม็ดเกรนกลมกลืน อันเนื่องมาจากอัตราการเติบโตสูงความเร็วในการเดินและกระแสไฟมีความเหมาะสม

เมื่อนำโครงสร้างทุกระดับกระแสไฟเปรียบเทียบกันพบว่าบริเวณกระทบร้อน (HAZ) กับบริเวณแนวเชื่อมมีลักษณะของเม็ดเกรนที่แบ่งเขตของชิ้นงานที่เป็นวัสดุต่างชนิดกันอย่างชัดเจนถึงแม้

จะมีการหลอมละลายของเนื้อโลหะผสมกันอย่างสมบูรณ์ก็ตามก็จะเห็นขอบแนวเชื่อมกับชิ้นงานชัดเจนทุกระดับกระแสไฟ แสดงดังรูปที่ 6 และ 7 และโครงสร้างบริเวณแนวเชื่อมจะเป็นลักษณะเดนไดรฟ์ ทุกกระแสไฟเช่นกัน ความแตกต่างของเม็ดเกรนบริเวณแนวเชื่อมกับชิ้นงานมีลักษณะของเม็ดเกรนที่ไม่เหมือนกันโดยแนวเชื่อมมีลักษณะเม็ดเกรนที่หยาบกว่าเม็ดเกรนของพื้นที่กระทบร้อนและโครงสร้างพื้นฐานของวัสดุโลหะทั้งสองชนิด ในส่วนของการหลอมละลายของเนื้อโลหะกับลวดเชื่อมพบว่าฝั่งทางชิ้นงาน AISI 430 จะหลอมละลายรวมตัวกับแนวเชื่อมได้ดีกว่าขอบแนวเชื่อมฝั่งทางชิ้นงาน SS400 เหตุที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะลวดเชื่อมที่ใช้เชื่อมเป็นลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิมเฟอร์ริติกเกรด 430 ซึ่งเป็นเกรดเดียวกับชิ้นงาน AISI 430 จึงทำให้การหลอมรวมตัวของเนื้อโลหะบริเวณขอบแนวเชื่อมดีกว่าฝั่งชิ้นงาน SS400



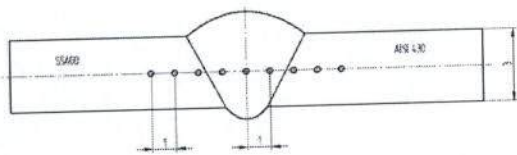
รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างขอบแนวเชื่อม SS 400 กระแส 110 A



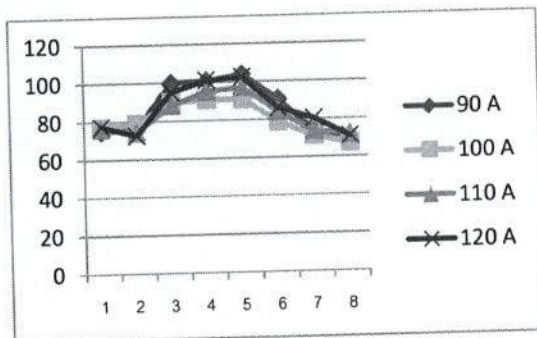
รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างขอบแนวเชื่อม AISI 430 กระแส 110 A

การทดสอบสมบัติทางกลได้กำหนดการทดสอบไว้ 2 วิธีการ คือ การทดสอบความแข็ง และการทดสอบแรงดึง โดยพิจารณาจาก ตัวแปรการเชื่อมที่ระดับของกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน

การทดสอบความแข็งใช้การทดสอบแบบวิกเกอร์ที่ บริเวณกึ่งกลางรอยเชื่อมและชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 8 เมื่อ พิจารณาผลการทดสอบทุกระแสเชื่อมพบว่ามีความแข็งบริเวณรอย เชื่อมที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความแข็ง พบว่าบริเวณแนวเชื่อมให้ค่าความแข็งสูงสุด เปรียบเทียบค่าความ แข็งของแต่ละพื้นที่พบว่า บริเวณ HAZ ของชิ้นงาน AISI 430 มีค่า ความแข็งใกล้เคียงกับแนวเชื่อม ส่วนบริเวณ HAZ ของชิ้นงาน SS400 จะให้ค่าความแข็งน้อยกว่ารอยเชื่อมและ HAZ ของชิ้นงาน AISI 430 แต่จะให้ค่าความแข็งมากกว่าความแข็งพื้นฐานของวัสดุ ทั้ง 2 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 9



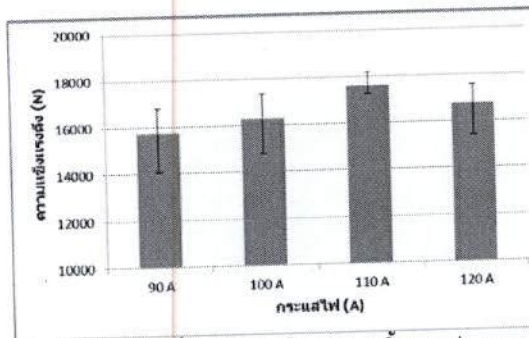
รูปที่ 8 แสดงลักษณะการกำหนดระยะและตำแหน่งจุดกด



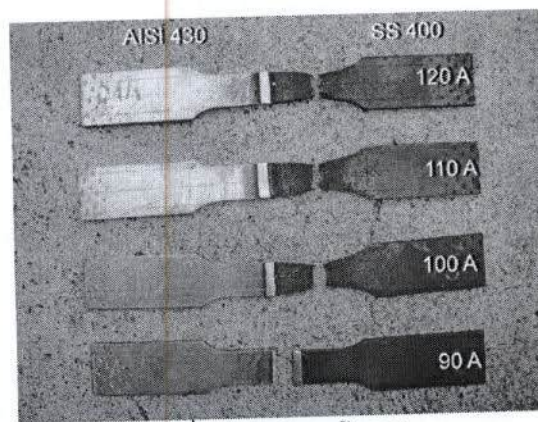
รูปที่ 9 แสดงผลเปรียบเทียบการทดสอบความแข็งของกระแสเชื่อม 90 – 120 A

การทดสอบหาค่ารับแรงดึงสูงสุดของแนวเชื่อมเพื่อ เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงโดยในการทดสอบการเชื่อมแต่ละ กระแสเชื่อมใช้ชิ้นงานในการทดสอบ 4 ชิ้น เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่ น่าเชื่อถือ จากการตรวจสอบรอยขาดของชิ้นงานทดสอบด้วย สายตาพบว่าที่กระแส 90 A ชิ้นงานทดสอบจะขาดบริเวณขอบแนว เชื่อมฝั่งชิ้นงาน AISI 430 ส่วนที่กระแส 100 – 120 A ชิ้นงานจะ ขาดบนเหล็ก SS400 ห่างจากแนวเชื่อม 10 มม. ตรงบริเวณขอบ พื้นที่ที่กระทบร้อนกับเนื้อโลหะชิ้นงาน ทุกระแสเชื่อม เมื่อนำค่าแรง ดึงชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นมาเปรียบเทียบจะได้ค่ารับแรงดึงที่แตกต่าง กัน ดังแสดงในรูปที่ 10 ทำให้วิเคราะห์ได้ว่าความร้อนของกระแส เชื่อมส่งผลต่อโครงสร้างของชิ้นงานเชื่อมบริเวณพื้นที่ที่กระทบร้อน

(HAZ) และการเชื่อมด้วยกระแส 100 – 120 A แนวเชื่อมมีความ แข็งแรงมากกว่าชิ้นงาน เหล็ก SS400 เพราะการขาดของชิ้นงาน ทดสอบของทั้ง 3 กระแสไม่ได้ขาดที่บริเวณแนวเชื่อม ดังแสดงใน รูปที่ 11



รูปที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยการรับแรงดึงสูงสุดของชิ้นงานแต่ละกระแส



รูปที่ 11 ตำแหน่งการพังทลาย

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ทำการประยุกต์การเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อม อาร์คโลหะก๊าซคลุม (GMAW) ในการเชื่อมรอยต่อเหล็กกล้า คาร์บอนต่ำ SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 430 และ ทำการศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมที่มีผลต่อสมบัติของรอยต่อ ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

1. จากการตรวจสอบมหภาคในทุกกระแสเชื่อมการเชื่อม เหล็กกล้าคาร์บอน SS400 กับเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ด้วย กระบวนการเชื่อมการเชื่อมอาร์คโลหะก๊าซคลุม ความเร็วในการ เชื่อม 400 มม./นาที แก๊สปกคลุม Ar80% + CO₂20% ที่กระแส 110 A จะให้แนวเชื่อมที่มีลักษณะการเชื่อมที่ดี ผิวรอยเชื่อมเป็น เกร็ดสวยงาม เป็นกระแสที่เหมาะสมที่สุด

2. การเชื่อมด้วยกระแส 100 – 120 A แนวเชื่อมมีความ แข็งแรงมากกว่า ชิ้นทดสอบที่เป็นเหล็ก SS400 เนื่องจากจุดขาด ของชิ้นทดสอบแรงดึงไม่ได้ขาดที่บริเวณรอยเชื่อม แต่ขาดบริเวณ ขอบพื้นที่ที่กระทบร้อน (HAZ) บนเนื้อเหล็ก SS400 โดยที่กระแส 110 A อิทธิพลของความร้อนส่งผลต่อโครงสร้างของชิ้นงานทำให้ ค่ารับแรงดึงได้สูงสุด ซึ่งเหมาะสมกับการเชื่อม



3. กระแสไฟฟ้าส่งผลต่อความแข็งแรงของแนวเชื่อม เนื่องจากการหลอมละลายไม่สมบูรณ์ทำให้การขาดของชิ้นงานทดสอบแรงดึงจะขาดตรงบริเวณขอบแนวเชื่อมและให้ค่ารับแรงดึงต่ำสุดไม่เหมาะกับการเชื่อม

4. ทุกกระแสนเชื่อมจะให้ค่าความแข็งที่ใกล้เคียงกัน โดยพบว่าบริเวณแนวเชื่อมจะให้ค่าความแข็งมากกว่าบริเวณอื่น และค่าความแข็งบริเวณ HAZ ของชิ้นงาน AISI 430 มีค่าความแข็งมากกว่า บริเวณ HAZ ของชิ้นงาน SS 400 และโดยความแข็งใกล้เคียงกับแนวเชื่อม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการอาจารย์ แผนกวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคชัยนาท คุณอรุณี บริษัท TSG คุณสุริยา ประสมทอง และบุคลากร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตสามชุก ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และช่วยเหลือในการจัดทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Branes, T.A. and Pashyby, I.R. 2000. Joining Techniques for Aluminum Spaceframes used in Automobiles Part I-Solid and Liquid Phase Welding. J. of Materials Processing Technology. 99: 62-71.
- [2] Brandon, D. and Kaplan, W.D. 1997. Joining Processes, An introduction. New York. John Wiley&Sons.
- [3] ยงยุทธ ดุลยกุล , นภิสพร มีมลกล และ ประภาส เหมือนจันทร์บุรี "การศึกษาโครงสร้างทางโลหะวิทยาและสมบัติทางกลของการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยกระแสเชื่อมและส่วนผสมของแก๊สคลุมที่แตกต่างกันโดยกรรมวิธีการเชื่อมแม็ก" , มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 2551.
- [4] อนุสิทธิ์ อำไพบุลย์ "ปัจจัยที่เหมาะสมของการเชื่อมแบบอาร์คโลหะก๊าซคลุม" มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จ.ขอนแก่น 2550
- [5] ภคดี ดำเนินผล "การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยในกระบวนการเชื่อมแม็ก ต่อโครงสร้างจุลภาค และสมบัติเชิงกลเหล็กกล้าออสเทนนิติก AISI 304" มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี 2552
- [6] กรภัทร์ จุ้ยยิ้ม "อิทธิพลของพารามิเตอร์การเชื่อมต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304 กับเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง" มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี 2549
- [7] บัณฑิต อมรสิน "การศึกษาผลกระทบของปัจจัยจากการเชื่อมระหว่างเหล็กกล้าสแตนเลส AISI 304 กับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำด้วยกรรมวิธีการเชื่อม Gas Metal arc Welding ต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกล" มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี 2549

- [8] V.V.Satyanarayana, G.Madhusdhan Reddy , T.Mohandas , Dissimilar metal welding of austenitic-ferrite stainless steels , Journal of materials processing technology 160 (2005) p.128-139