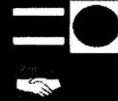


ภาคผนวก ง.
ผลงานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

The 6th Graduate Research Conference 2012



สำนักงานโครงการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รวมบทความ

ประจำปีการศึกษา 2555

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

2012

GRC 2012

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW)
ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสม AISI4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง

Effects of Gas Metal Arc Welding Process on Properties of
Alloys (AISI4140) Steel Hardening

สุรชาติ ปะวะละ*
สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล**
ตันติรัฐ นันสะอาง***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW) ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสม AISI4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง ด้วยกรรมวิธีการเชื่อมมิก ออกแบบการทดลองด้วยวิธีแฟกทอเรียล ดีไซน์ พารามิเตอร์ที่ศึกษา ได้แก่ กระแสเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ผลการวิจัยพบว่าอิทธิพลหลัก มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอิทธิพลร่วม กระแสเชื่อมและความเร็วในการเชื่อมมีอิทธิพลต่อความแข็งแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงาน ผลการวิจัยพบว่า การใช้กระแสในการเชื่อมสูงและความเร็วในการเชื่อมสูง เกิด โครงสร้างเฟอร์ไรท์และซีเมนไต์ ซึ่งส่งผลต่อค่าความความเค้นแรงดึงสูงสุด

คำสำคัญ : พารามิเตอร์การเชื่อม ,สมบัติทางกล ,แฟกทอเรียล ดีไซน์ , เหล็กกล้าผสม (AISI 4140) ,การชุบแข็ง

Abstract

The objective of this research was to study the Effects of Gas Metal Arc Welding Process on Properties of Alloys (AISI4140) Steel Hardening The research was a Factorial Design experiment which had the following interested parameters: welding current, welding speed. This research was done in the following aspects: welding current and welding speed that the hardness rate results which were at the .05 level. The relation of Tensile Strength found that the main effect which had an influence to change was welding speed.

* ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

This Main purpose of this research was to study Microstructure which height welding speed and low welding current which had the effect to Ferrite and Cementite

Keywords: Welding Parameter, Properties, Factorial design, Alloys (AISI4140), Hardening

บทนำ

ในงานอุตสาหกรรม เหล็กกล้าผสม AISI 4140 หรือ SCM440 ตามมาตรฐาน JIS ซึ่งมีชื่อเรียกทางการค้าว่า “เหล็กหัวฟ้า” ซึ่งเป็นเหล็กกล้าผสมคาร์บอนปานกลาง 0.38 ถึง 0.43 % เหล็กชนิดนี้มีความสามารถในการชุบแข็ง โดยผลกระทบบของความร้อนจากการเชื่อม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคของ โครงสร้างและสมบัติทางกลที่เกิดขึ้น ในบริเวณบริเวณ Fusion Zone, Heat Affected Zone (HAZ) และ Base Metal โดยการกำหนดตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงในการปฏิบัติงานเชื่อม 3 ชนิด คือ ความเร็วในการเชื่อม แก๊ส กระแสไฟฟ้า โดยการใช้กระบวนการเชื่อม เปลี่ยนแปลงในเชื่อมเหล็กกล้าผสม (AISI4140) ที่ผ่านการชุบที่ระดับ อุณหภูมิ 845 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำมัน ด้วยกระบวนการเชื่อมแบบแก๊สคลุม Gas Metal Arc Welding (GMAW) เนื่องจากกระบวนการเชื่อมแบบแก๊สคลุม Gas Metal Arc Welding (GMAW) เป็นขบวนการเชื่อมที่ไม่มีขีดจำกัด ในด้านการใช้งานสามารถประยุกต์ใช้กับการเชื่อม ได้อย่างกว้างขวาง ในส่วนของความตรง โค้ง สั้นหรือยาว ให้ การเชื่อมลักษณะ ของแนวเชื่อม ควบคุมความเร็ว (Speed) ในการเชื่อมได้ง่าย อุปกรณ์ในการเชื่อมหาง่ายและ ราคา ไม่แพง ให้แนวเชื่อมที่สะอาด พิสัยของความทนต่อสภาวะเงื่อนไขของการเชื่อมแคบ นอกจากนี้ยังเป็น กระบวนการเชื่อมที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ประกอบรถยนต์ ต่อเรือ โรงกลั่นน้ำมันและโรงงาน อุตสาหกรรมประกอบ โครงสร้างด้วยเหล็กทั่วไป

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW) ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสม AISI4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลกระทบของกระบวนการเชื่อมมิก (Gas Metal Arc Welding : GMAW) ต่อสมบัติเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ที่ผ่านการชุบแข็ง

เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทดลอง

อุปกรณ์ เครื่องมือและวัสดุ ที่ใช้ในการศึกษาทดลอง กระบวนการเชื่อมเหล็กกล้าผสม AISI 4140 ที่ผ่านการชุบแข็งด้วยกรรมวิธีการเชื่อมมิก (GMAW) ประกอบด้วย

- 1.เตาอบเหล็ก
2. เครื่องเชื่อมมิก (GMAW) รุ่น Transmig 400 ประกอบติดตั้งกับเครื่องตัดแก๊สแบบเส้นตรง
3. เครื่องตัดแก๊สแบบเส้นตรงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ TANATA KT-5N
4. ลวดเชื่อมเหล็กกล้าผสม ER 70S-6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 mm.
5. แผ่นทองแดงรองหลังงานเชื่อม

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

6. เครื่องกัคมิลลิ่ง รุ่น KPS F1-250
7. เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Test)
8. กล้องไมโครสโคป (Macro structure) รุ่น EZ4D
9. เหล็กกล้าผสมเกรด AISI 4140 ขนาด 70 mm x 100 mm x 6 mm จำนวน 18 แผ่น

ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าพารามิเตอร์การเชื่อม ในการออกแบบการทดลอง

ความเร็วในการเชื่อม mm/min	กระแสไฟฟ้า Amp.		
	120 Amp.	140 Amp.	160 Amp.
220	1	4	7
250	2	5	8
280	3	6	9

การเตรียมชิ้นงานทดลอง

การเตรียมชิ้นเชื่อมเพื่อการทดลองการเตรียมเพื่อการทดสอบด้วยแรงดึง และการทดสอบความแข็งแรงได้ กำหนดตามมาตรฐาน American Society of Mechanical Engineers (ASME) 2001 Edition 2 โดยมี ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงานทดลอง ดังนี้

1. ตัดเหล็กกล้าผสมด้วยเครื่องเลื่อยกลหล่อเย็นด้วยน้ำ ขนาด 70 mm x 100 mm x 6 mm จำนวน 18 แผ่น
2. บากหน้างานด้วยเครื่องมือลึงมุมเอียง (Bevel angle) 30°
3. นำชิ้นงานไปผ่านการชุบแข็งที่ระดับอุณหภูมิ 845 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำมัน
4. ประกอบรอยต่อชิ้นงานแบบต่อชน (Butt Joint) ก่อนการเชื่อม โดยการเชื่อมยึดบริเวณ

หัวท้ายของรอยต่อด้วยแผ่นเหล็กขนาด กว้าง 3 mm. ยาว 4 mm.หนา 4.5 mm.

การดำเนินการทดลอง

1. เตรียมชิ้นงาน และทำความสะอาดบริเวณรอยบาก เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก เช่น คาน้ำมัน ไขมัน และสิ่งสกปรก
2. เตรียมเครื่องเชื่อมพร้อมอุปกรณ์ ปรับตัวแปรการเชื่อม (Set up) เช่น กระแสไฟเชื่อม ความเร็วในการเชื่อม ความเร็วในการป้อนลวดเชื่อม มุมหัวเชื่อม ระยะอาร์ค และอัตราการใช้ของแก๊สปกคลุม ที่ 15 ลิตร/ลูกบาศก์ฟุตและระยะอาร์ค
3. วางชิ้นงานเชื่อมในตำแหน่ง IG (ท่าราบ) บนแผ่นทองแดง พร้อมกับยึดชิ้นงานด้วยอุปกรณ์จับยึดให้แน่น
4. เริ่มต้นเชื่อมชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการเชื่อมแบบเดินหน้า (Fore hand)
5. ปลดปล่อยให้ชิ้นงานเย็นตัวในอากาศ

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่าอิทธิพลของปัจจัยหรือตัวแปรหลักคือ ระดับของกระแสไฟในการเชื่อมซึ่งทำให้เกิดความร้อน และระดับของความเร็วในการเชื่อมทำให้มีอัตราการเย็นตัวที่ระดับของความร้อน และระดับอัตราการเย็นตัว ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกล และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจุลภาคที่บริเวณขอบเขตการหลอมละลาย บริเวณได้รับผลกระทบจากความร้อน

สรุปผลและเสนอแนะ

ปัจจัยการเชื่อมที่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกลด้านความแข็งแรงคือ พบว่าอิทธิพลหลัก กระแสในการเชื่อม มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงคืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความเร็วในการเชื่อม มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงคืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนอิทธิพลร่วม กระแสเชื่อมและความเร็วในการเชื่อมมีอิทธิพลต่อความแข็งแรงคืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โครงสร้างจุลภาคชิ้นงานเชื่อมที่มีค่าความแข็งแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) มากที่สุดคือ การเชื่อมที่พารามิเตอร์ ที่กระแสเชื่อมเท่ากับ 160 แอมป์ ความเร็วในการเชื่อมที่ 250 มม./นาทีเมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างบริเวณเนื้องาน (Base Metal) และบริเวณที่เกิดการหลอมละลาย (Fusion Zone) บริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) สามารถอธิบายได้ว่า โลหะงานหลังจากการชุบแข็ง โครงสร้างเป็นโครงสร้างมาร์เทนไซต์ ส่วนบริเวณที่เกิดการหลอมละลายเป็นโครงสร้างเฟอร์ไรต์และ ซิเมนไตต์ บางส่วน ส่วนบริเวณอิทธิพลความร้อน โครงสร้างเฟอร์ไรต์ เพียร์ไลต์

จากการศึกษา ผู้วิจัยพบปัญหาและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1.ความเสถียรภาพของการอาร์คและลักษณะรูปร่างของรอยเชื่อม อาจจะไม่มีความผันแปรได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมของการเชื่อมที่แตกต่างกัน
- 2.ในการวิจัยครั้งนี้ทำให้เห็นประโยชน์ของการศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยในการเชื่อม ที่ส่งต่อสมบัติทางกล และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไปในอนาคตสิ่งที่น่าศึกษาเพิ่มเติม คือ การศึกษาผลกระทบจากการเชื่อมโลหะต่างชนิด (Dissimilar) ที่มีใช้ในงานอุตสาหกรรม เพื่อจะได้ใช้เป็นพื้นฐานความรู้กับผู้ที่มีความสนใจ

เอกสารอ้างอิง

- สมศักดิ์ แก้วพลอย, 2550,การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบชุบเหล็กกล้าผสมด้วยความร้อน วิทยานิพนธ์ปริญญาคุณวุฒเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา,
- นายพีรณัฐ กล้าหาญ, 2552,การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมบัติงานในการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนชุบแข็งเกรด AISI 4140,วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2552.
- สมบัติ จุงจิตรดำรงค์, 2553, พฤติกรรมการสึกหรอแบบกัดเซาะของเหล็กกล้า AISI 4140 เนื่องจากการกระทบของอำนาจความเร็วสูง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553.

การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

อาณัติ หาทรัพย์ มงคล มงคลวงศ์โรจน์,2547,การศึกษาผลของรอยบากที่มีต่ออายุของชิ้นส่วนรับแรงตามแนวแกนที่ทำจากวัสดุ เอไอเอสไอ 4140 อลูมิเนียม 7075 และ โพลีเอไมด์ 6,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

Uygur, I. and Gulenc, B. 2004. "The Effect of Shielding Gas Compositions for MIG Welding Process on Mechanical Behavior of Low Carbon Steel." *Metalurgija*. Vol.43 .

Rajasekaran, S., et al. 1998. "Droplet Detachment and Plate Fusion Characteristics in Pulsed Current GMA Welding." *Welding Journal*. Vol.77 .

French, I.E. and Bosworth, M.R. 1995 . "A Comparison of Pulsed and Conventional Welding with Basic Flux Cored and Metal Cored Welding Wires." *Welding Journal*. Vol.75 .

การประจมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 6 ปีการศึกษา 2555

ตารางที่ 1.2 ตารางการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนต่อความแข็งแรงดึงในการทดลอง

Tests of Between-Subjects Effects

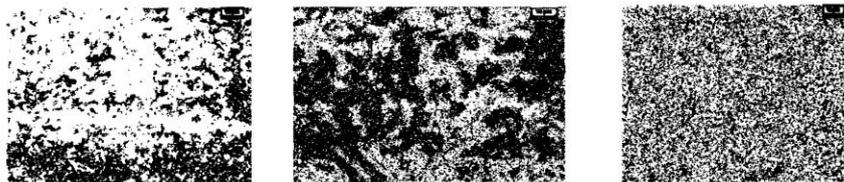
Dependent Variable: Tensile

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	476615.876 ^a	8	59576.984	15.002	.000
Intercept	3163470.961	1	3163470.961	796.612	.000
current	178147.700	2	89073.850	22.430	.000
speed	112285.697	2	56142.849	14.138	.002
current * speed	186182.478	4	46545.620	11.721	.001
Error	35740.430	9	3971.159		
Total	3675827.267	18			
Corrected Total	512356.305	17			

a. R Squared = .930 (Adjusted R Squared = .868)

ผลการศึกษาโครงสร้างจุลภาค

การศึกษาโครงสร้างจุลภาคชิ้นงานที่มีค่าความแข็งแรงดึงสูงสุด (Ultimate Tensile Strength) มากที่สุดคือ การเชื่อมที่พารามิเตอร์ ที่กระแสเชื่อมเท่ากับ 160 แอมป์ ความเร็วในการเชื่อมที่ 250 มม./นาทีเท่ากับ 746.16 N/mm² และในขณะที่เดียวกันค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดเฉลี่ยที่ต่ำสุดได้แก่การเชื่อมที่ กระแสเชื่อม 140 แอมป์ ความเร็วในการเชื่อม 280 มม./นาที มีค่าเท่ากับ 217.09 N/mm²



รูปที่ 1.2 ก. แสดงลักษณะของโครงสร้างบริเวณโลหะงานมาร์เทนไซต์ (Baste Metal) ข.บริเวณที่เกิดการหลอมละลาย (Fusion Zone) เฟอไรต์ ซีเมน ไคท์ ค. แสดงโครงสร้างบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน(HAZ) เป็นโครงสร้างเฟอไรต์ เพียร์ไลต์