



การศึกษาอิทธิพลตัวแปรการเชื่อมแม่เหล็กต่อสมบัติทางกลและโครงสร้างจุลภาค
ของรอยต่อเทเลอร์แบลิ่งค์เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPEN
Influence of Metal Active Gas Welding on SPEN Steel Tailored Blank Joint Properties

สมศักดิ์ เชาวลิต¹ ศาพร ทองวิจิตร² กิตติพงษ์ กิมะพงศ์³

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110

^{1,3} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110

E-mail: Somsak.cha@thaisummit.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อประยุกต์การเชื่อมแม่เหล็ก ในการเชื่อม รอยต่อชนแผ่นเทเลอร์แบลิ่งค์ของเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPEN และทำการศึกษาดัชนีการเชื่อมที่เหมาะสม เช่น กระแสไฟในการเชื่อม ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม ที่มีผลต่อ สมบัติทางกลของชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการเชื่อมแบบแม่เหล็ก โดย ใช้วิธีการต่อชน ผลจากการทดลองโดยสรุปพบว่า การเปลี่ยนแปลง กระแสไฟ และความเร็วในการเดินแนว ส่งผลกระทบบต่อความ สมบูรณ์ของแนวเชื่อมรวมไปถึงความแข็งแรง และจากผลการ ทดสอบหาสมบัติทางกล ด้วยการทดสอบค่าการต้านแรงดึงและการ ทดสอบความแข็ง พบว่าค่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการ เชื่อมเทเลอร์แบลิ่งค์เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPEN ที่ความหนา 1.0 มิลลิเมตร และ 1.2 มิลลิเมตร ใช้ กระแสไฟเชื่อม เท่ากับ 70 แอมแปร์ ความเร็วในการเชื่อม 70 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งสามารถ วัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ 698.1MPa และความแข็งแรงของแนวเชื่อมสูงสุด 243.7 ซึ่งเป็นบริเวณจุดกึ่งกลางของแนวเชื่อม และจะมีค่าความแข็งแรง ในบริเวณเขตอิทธิพลความร้อน (HAZ) 215.6 และจะมีค่าความแข็งแรง ในบริเวณเนื้อโลหะงาน (BM) ตามลำดับ

คำหลักการเชื่อมแม่เหล็ก; แผ่นเทเลอร์แบลิ่งค์; เหล็กกล้าคาร์บอน

1. บทนำ

ปัจจุบันในกลุ่มธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ได้มีการ พัฒนาและนำเอาเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาประยุกต์ใช้โดยมี แรงผลักดันมาจาก ข้อบังคับในด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและ การอนุรักษ์พลังงาน หนึ่งในวิธีที่สามารถทำให้บรรลุจุดประสงค์ ตามข้อบังคับที่กำหนด อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ได้ทดลองใช้ วิธีการต่างๆมากมาย แต่วิธีการที่ทำให้เกิดผลที่ดีที่สุด คือความ พยายามในการลดน้ำหนักโดยรวมของรถยนต์ให้น้อยลงซึ่งจะ สามารถทำให้เครื่องยนต์ทำงานเต็มประสิทธิภาพ และประหยัด เชื้อเพลิง [1] ที่ผ่านมามีตัวอย่างการลดน้ำหนักของรถยนต์นั้นทำได้ หลายวิธีการ เช่น การนำเอาวัสดุพอลิเมอร์มาใช้ในโครงสร้าง รถยนต์แต่ข้อเสียของพอลิเมอร์ที่นำมาใช้เมื่อเปรียบเทียบกับโลหะ

แล้วยังมีสมบัติทางกลบางตัวที่ด้อยกว่าโลหะ วัสดุประกอบ (Composite material) [2] ในกลุ่มของโลหะมีการนำวัสดุเบาหลาย ตัวเข้ามาแทนที่โลหะเดิม เช่น การนำเอาอลูมิเนียมผสมเข้าแทนที่ ชิ้นส่วนที่ทำจากเหล็ก ซึ่งส่งผลทำให้น้ำหนักโครงสร้างโดยรวม ลดลง และทำให้โครงสร้างของรถยนต์นั้นมีความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น [1] หรือบางกรณีมีการนำเอาวัสดุชนิดเดียวกันที่มีความบาง กว่ามาเชื่อมต่อกับวัสดุที่มีความหนา หรือที่เรียกว่า เทเลอร์แบลิ่งค์ (Tailored bank) ซึ่งทำให้น้ำหนักของโครงสร้างลดลง แต่ ความแข็งแรงของโครงสร้างมีค่าใกล้เคียงกับ วัสดุหลักตัวเดิม [3] ตัวอย่างการใช้รอยต่อเทเลอร์แบลิ่งค์ เช่น การผลิตชิ้นส่วนประตูดรถยนต์ เสากลางโครงรถยนต์ โครงหน้าต่าง ซึ่งในกระบวนการ ผลิตนั้นใช้วัสดุเหล็กแผ่น 2 ชั้นที่มีความหนาต่างกันเพื่อการลด น้ำหนักของตัวรถยนต์และลดต้นทุนในการผลิต โดยการผลิต เหล็กแผ่นที่มีความหนาต่างกันจะถูกเชื่อมเข้าเป็นชิ้นงานเดียวกัน ก่อนนำไปประกอบเป็นโครงสร้างของรถยนต์ โดยชิ้นงานที่ผ่าน กระบวนการเชื่อมแล้ว ต้องผ่านการตรวจสอบแนวเชื่อมเป็นที่ ยอมรับตามมาตรฐานการผลิตรถยนต์ [3] อย่างไรก็ตามการเชื่อม วัสดุเทเลอร์แบลิ่งค์นั้นมีความยากลำบาก เนื่องจากวัสดุมีค่าการ ถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน ดังนั้นวิธีการเชื่อมที่สามารถควบคุม การถ่ายเทความร้อนได้ง่าย จึงมีถูกคิดค้นและประยุกต์ใช้เพื่อนำมา ทำเชื่อมวัสดุเทเลอร์แบลิ่งค์อย่างต่อเนื่อง

ในการเชื่อมรอยต่อเทเลอร์แบลิ่งค์นั้นมีการแบ่งงานการเชื่อม ด้วยวิธีการต่างๆ หลายวิธี [4] เช่น การเชื่อมรอยต่อชนด้วยเลเซอร์ เชอร์ เป็นการเชื่อมแบบเต็ม (Full penetration) ซึ่งสามารถเชื่อม ให้ได้รอยเชื่อมที่มีอัตราส่วนของความลึกต่อความหนาสูง ดังนั้นวิธี นี้จึงสามารถเชื่อมได้แนวเชื่อมที่ลึกและแคบ อัตราการเย็นตัวของ แนวเชื่อมที่สูงมาก ทำให้ได้ความแข็งแรงของรอยเชื่อมที่สูงกว่าการ เชื่อมด้วยวิธีความดันทาน การเชื่อมรอยต่อเกยด้วยความ ดันทานเป็นกระบวนการเชื่อมโดยใช้อลูมิเนียม ซึ่งต้องอาศัยรอยเชื่อม ที่ต่อเชื่อมกันอัดเนื้อเหล็กเข้าด้วยกันขณะที่ปล่อยกระแสไฟฟ้า ไหลผ่าน ได้แนวเชื่อมที่กว้างกว่าการเชื่อมด้วยเลเซอร์เล็กน้อย การเชื่อมแบบการเหนี่ยวนำความร้อนสูงเป็นการเชื่อมแบบต่อชนใช้



สำหรับงานเหล็กแผ่นการเชื่อมทำโดยนำเหล็กแผ่น 2 แผ่นมากดเข้าหากัน ตรงขอบด้วยตัวยึดตลอดแนวความยาวของเหล็กแผ่น และหน้าสัมผัสของชิ้นงานจะถูกกดด้วยแรงอัดในระหว่างการเชื่อม ซึ่งเหล็กจะหลอมติดกัน ปัจจุบันมีการใช้สำหรับงานเชื่อมที่มีความยาวของแนวเชื่อมสูง 1 เมตรรอยเชื่อมที่ได้จะมีความสูงกว่าความหนาของเหล็กแผ่นประมาณ 50% ซึ่งต้องทำการขัดออกภายหลังการเชื่อม การเชื่อมด้วยลำแสงอิเล็กตรอนเป็นการเชื่อมแบบหลอมละลายเช่นเดียวกับวิธีอื่นๆ โดยทั่วไปใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 25 – 35 กิโลวัตต์ วิธีนี้เหมาะสำหรับการเชื่อมวัสดุที่หนา มีความกว้างรอยเชื่อมลำแสงอิเล็กตรอน 1.5 มิลลิเมตร บริเวณแนวเชื่อมรวมกับบริเวณพื้นที่ผลกระทบร้อนเท่ากับ 3.5 มิลลิเมตรและเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเชื่อมด้วยเลเซอร์พบว่า การเชื่อมลำแสงอิเล็กตรอน สามารถเชื่อมได้โดยที่มีระยะห่างของแผ่นโลหะ (Gap) มากกว่าการเชื่อมด้วยเลเซอร์เล็กน้อย นอกจากนี้ยังทำการเชื่อมได้เร็วกว่าและกระแสของอิเล็กตรอน คือจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกัน การแผ่รังสี เอกซเรย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเชื่อม

ด้วยข้อมูลการเชื่อมที่กล่าวมาพบว่าในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์นั้นใช้วิธีการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุม (Gas Metal Arc Welding: GMAW) ในการเชื่อมเพลตและโครงของแผ่นโลหะน้อยมาก ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้การเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สปกคลุมในการเชื่อมรอยต่อชิ้นระหว่างเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ และทำการศึกษาอิทธิพลของการเชื่อมต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติและโครงสร้างของแนวเชื่อมต่อไป

2. วิธีการทดลอง

ตารางที่ 1 ตารางส่วนผสมทางเคมี

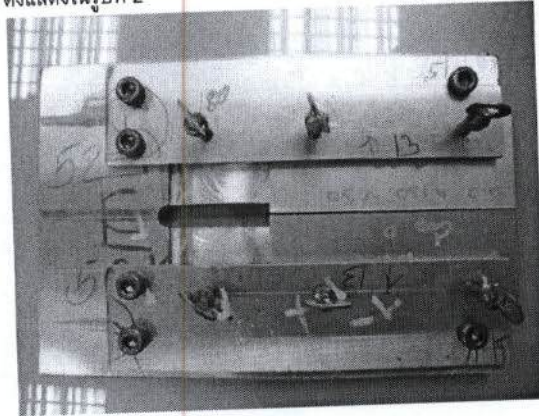
ความหนา (mm.)	Chemical Composition			
	C	Si	P	S
1.0	0.001	0.001	0.023	0.011
1.2	0.001	0.001	0.023	0.011

ตารางที่ 2 ตารางคุณสมบัติทางกล

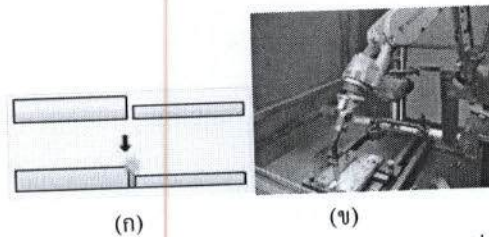
ความหนา (mm.)	ความแข็งแรงดึง		
	YP.(MPa)	TS.(MPa)	EL (%)
1.0	148	282	49
1.2	172	296	51

วัสดุที่ใช้ในการทดลอง คือ แผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเกรด SPCCN ซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีขนาดในการทดลองคือแผ่นความหนา 1.0 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร และแผ่นความหนา 1.2 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร รายละเอียดส่วนผสมทางเคมีดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 แผ่นโลหะที่ผ่านการเตรียมถูกนำเข้าไปยึดในอุปกรณ์การจับยึดดังแสดงในรูปที่ 1 โดยกำหนดให้แผ่นที่มีความหนากว่าอยู่ที่ด้านซ้ายของทิศทางการเดินแนวเชื่อม

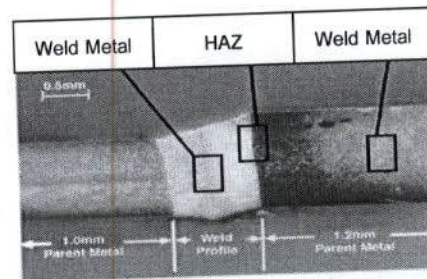
ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 การวางชิ้นงานบนจิ๊กเชื่อม



รูปที่ 2 (n) การวางตำแหน่งชิ้นงานและ (ข) ตำแหน่งหัวเชื่อม



รูปที่ 3 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบความแข็งแรง

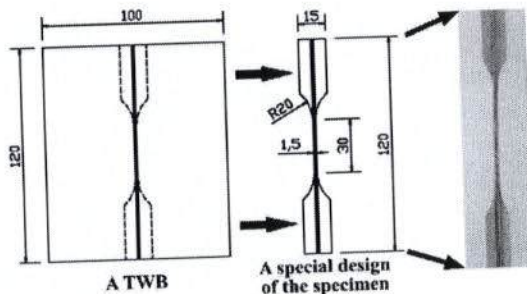
ชิ้นงานถูกทำการเชื่อมโดยวิธีการเชื่อมโดยวิธีการเชื่อมแมก (Metal Active Gas: MAG) ตัวแปรการเชื่อมประกอบด้วย กระแสเชื่อม 60 – 80 A ความเร็วเดินแนวเชื่อม 60 – 70 mm/min แก๊สปกคลุมอาร์กอน 80% และคาร์บอน 20% โดยใช้ลวดเชื่อมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWS A5.18ER70S-6 รอยต่อเชื่อมเป็นรอยต่อชน โดยมีลำดับการทดลองตามหมายเลขในตารางที่ 3 หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพของการเชื่อม ดังนี้ การทดสอบความแข็งแรงดึงของแนวเชื่อม (Tensile strength test) โดยทำการเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3 ขนาดของชิ้นงานอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM E-8 ใช้ชิ้นงานทดสอบแบบลดขนาด จุดประสงค์เพื่อหาค่าความแข็งแรงดึงของโลหะเชื่อม (Strength of weld) การทดสอบความแข็งแรงไมโครวิกเกอร์ (Vickers micro hardness test) โดยการ



วัดด้วยหัวกดเพชรที่มีลักษณะเป็นรูปปิรามิดกดลงไปบนเนื้อโลหะเชื่อมด้วยแรงกด 500 กรัม ระยะเวลาในการกดแช่ 20 วินาที ทำการวัดที่ปริมาณภาคตัดที่ตั้งฉากกับทิศทางการเดินแนวเชื่อมตั้งแต่จุดศูนย์กลางแผ่นบางตัดโลหะเชื่อมไปถึงด้านแผ่นบางตัดโลหะเชื่อมไปถึงด้านแผ่นหนาดังแสดงในรูปที่ 3

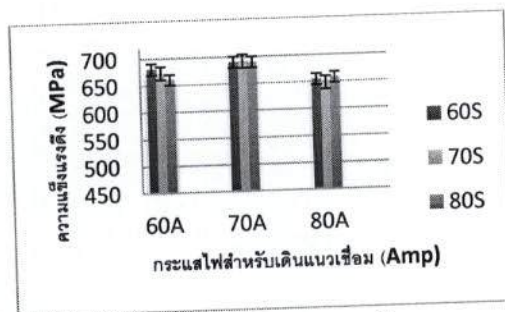
ตารางที่ 3 การออกแบบการทดลอง

กระแสไฟ (แอมป์)	อัตราเร็วการเดินแนวเชื่อม (mm/min)		
	1	2	3
60	60	70	80
70	60	70	80
80	60	70	80

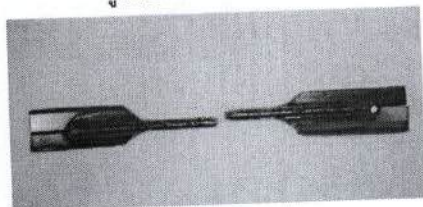


รูปที่ 4 การเตรียมชิ้นงานทดสอบแรงดึง

3. ผลการทดลองและวิเคราะห์

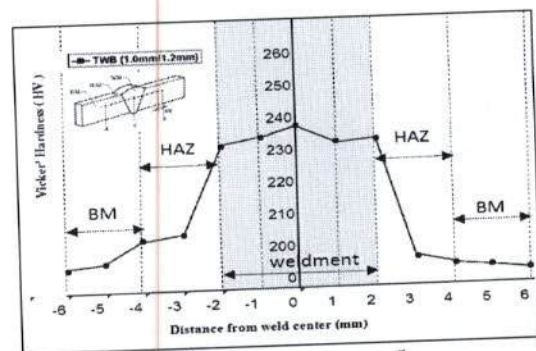


รูปที่ 5 ผลการทดสอบแรงดึง



รูปที่ 6 ชิ้นงานหลังการทดสอบแรงดึง

รูปที่ 5 แสดงชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบความแข็งแรงของแนวเชื่อมโดยทำการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) ด้วยเครื่องทดสอบ หลังจากนั้นทำการบันทึกผลการทดสอบดังตารางที่ 4 จากผลการทดสอบพบว่า ที่สภาวะการเชื่อมที่ กระแสไฟ 70แอมป์และความเร็วในการเดินแนวเชื่อม 70 มิลลิเมตรต่อนาที จะได้ค่าการทดสอบแรงดึงสูงสุดคือ 698.1.MPaและในทางกลับกัน ค่าความแข็งแรงจากการทดสอบแรงดึง ที่มีค่าน้อยที่สุดจะมีสภาวะการเชื่อม ที่กระแสไฟ 80 แอมป์และความเร็วในการเดินแนวเชื่อมที่ระดับ80มิลลิเมตรต่อนาทีจากผลการทดสอบจะได้ค่าความแข็งแรงที่ 608.9MPa ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการพิจารณาผลการทดสอบหาความแข็งแรงของชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการเชื่อมที่สภาวะต่างๆดังที่กำหนดไว้ ดังที่แสดงในตาราง ที่ 3 การออกแบบการทดลองสำหรับการตรวจสอบค่าความแข็งแรงบริเวณจุดต่างๆของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเชื่อม 3 บริเวณ คือ บริเวณเนื้อเชื่อม (Weld metal) บริเวณอิทธิพลความร้อน (Heat affected zone) และบริเวณเนื้อโลหะงาน (Base metal) ดังแสดงชิ้นงานหลังการทดสอบดังรูปที่ 9 จากผลการทดลองพบว่าค่าความแข็งแรงบริเวณ เนื้อเชื่อมจะมีค่าความแข็งแรงสูงสุด และค่าความแข็งแรงบริเวณอิทธิพลความร้อนจะมีค่าความแข็งแรงที่ต่ำลงมา ส่วนค่าความแข็งแรงบริเวณเนื้อโลหะของชิ้นงานจะมีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 8 ผลการทดสอบความแข็งแรง เมื่อพิจารณาบริเวณเนื้อโลหะเชื่อมพบว่าความแข็งแรงที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งด้านชิ้นงานทดสอบแผ่นบางและแผ่นหนาในขณะที่กึ่งกลางของเนื้อโลหะเชื่อมนั้นมีความแข็งแรงสูงสุด จากข้อมูลความแข็งแรงอาจสรุปได้ว่า ค่าความแข็งแรงของโลหะรอยต่อเทเลอร์แบล็กค็อกของแผ่นโลหะหนา 1.0 และ 1.2 มิลลิเมตร นั้นไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเฉพาะเนื้อโลหะเชื่อมต่อไป

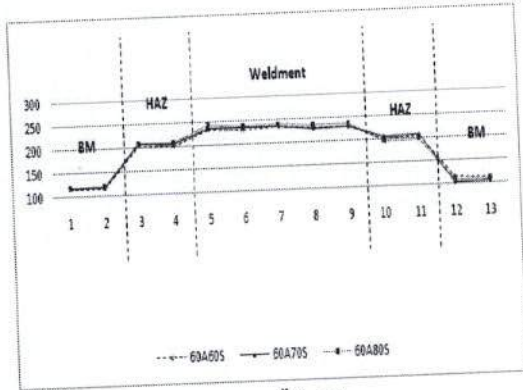


รูปที่ 7 ผลการทดสอบความแข็งแรง

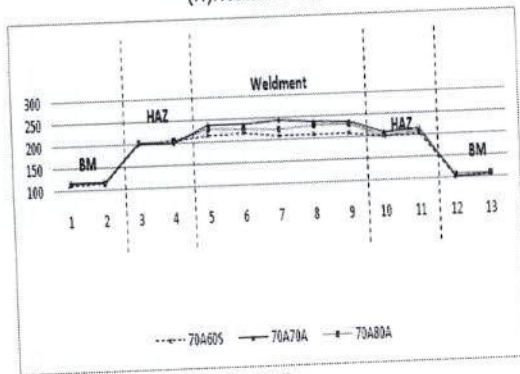
ทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงของชิ้นงานทดสอบตามสภาวะต่างๆของชิ้นงานหลังจากการเชื่อมแบบบดต่อชน พบว่า ที่กระแสไฟในการเชื่อม 70 แอมป์ และความเร็วในการเดินแนวเชื่อมที่ 70 มิลลิเมตรต่อนาที ชิ้นงานจะมีค่าความแข็งแรงสูงสุดโดยสรุปคือ ค่าความแข็งแรงบริเวณบริเวณเนื้อเชื่อม (Weld metal) จะมีความแข็งแรงที่ 243.7 และบริเวณอิทธิพลความร้อน (Heat affected zone) จะมีความแข็งแรงที่ 201.3ส่วนสุดท้ายบริเวณเนื้อโลหะงาน



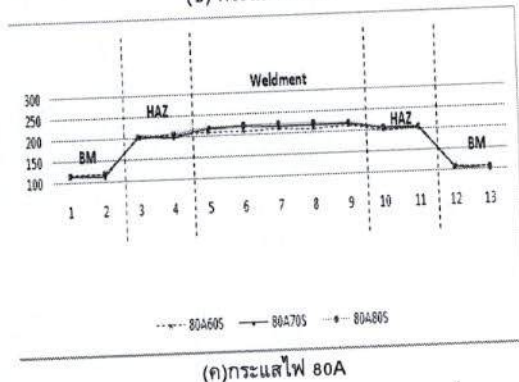
(Base metal) จะมีค่าที่ 118.3 และค่าสภาวะการเชื่อมที่มีค่าความแข็งแรงสูงสุดคือกระแสไฟในการเชื่อม 80 แอมแปร์และความเร็วในการเดินแนวเชื่อมที่ 60 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งค่าความแข็งแรงบริเวณบริเวณเนื้อเชื่อม(Weld metal) จะมีความแข็งแรงที่ 209.3 และบริเวณอิทธิพลความร้อน (Heat affected zone) จะมีค่าความแข็งแรงที่ 204.9 ส่วนสุดท้ายบริเวณเนื้อโลหะงาน(Base metal) จะมีค่าที่ 108.4 ดังแสดงในรูปที่ 8



(ก) กระแสไฟ 60A

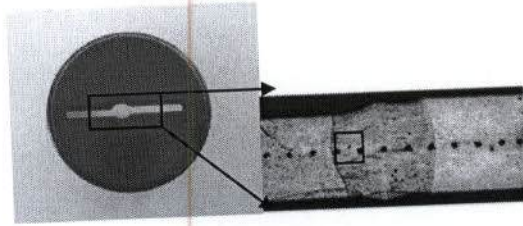


(ข) กระแสไฟ 70A



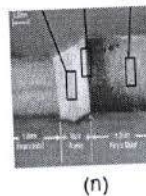
(ค) กระแสไฟ 80A

รูปที่ 8 ผลการทดสอบความแข็งแรงตามสภาวะการเชื่อม

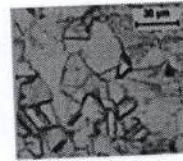


รูปที่ 9 (ก) ชิ้นงานทดสอบความแข็งแรง (ข) ชิ้นงานหลังจากการทดสอบความแข็งแรงแบบวิกเกอร์ส

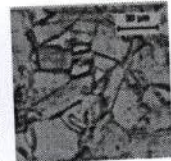
รูปที่ 10 (ก) จะแสดงโครงสร้างมหภาคที่ตำแหน่งต่างๆ รูปที่ 10 (ข) โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานบริเวณเนื้อโลหะ ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าโครงสร้างเม็ดเกรนมีรูปร่างที่ไม่เป็นระเบียบและไม่กลมมนรูปที่ 10 (ค) คือขอบเขตระหว่างพื้นที่รับอิทธิพลความร้อนและบริเวณขอบแนวเชื่อม (Heat Affected Zone: HAZ) จะพบว่าเป็นโครงสร้างที่ผสมรวมกับโครงสร้างที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้บริเวณนี้ไม่มีความกลมมน แต่โครงสร้างจะมีลักษณะเป็นเกรนยาวแทรกเข้าไปในเนื้อโลหะเดิม สำหรับรูปที่ 10 (ง) จะแสดงโครงสร้างบริเวณกึ่งกลางของแนวเชื่อมซึ่งจะพบว่าลักษณะของเกรนโลหะจะมีการเรียงตัวกันอย่างสม่ำเสมอมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่นๆ และมีการบีบอัดตัวของเกรนมากขึ้น และเมื่อนำแนวเชื่อมไปทดสอบแรงดึง และทดสอบความแข็งแรง บริเวณนี้จะไม่มีโอกาสเกิดความเสียหาย และจะมีความแข็งแรงมากกว่าบริเวณอื่น



(ก)



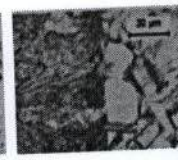
(ข)



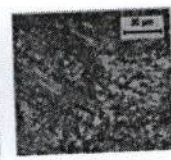
(ค)



(ง)



(จ)



(ฉ)

รูปที่ 10 โครงสร้างมหภาคและจุลภาคของชิ้นงาน

(ก) โครงสร้างมหภาค

(ข) เกรนของแนวเชื่อมบริเวณเนื้อโลหะที่มีความหนา 1.0 มม.

(ค) เกรนของแนวเชื่อมบริเวณเนื้อโลหะที่มีความหนา 1.2 มม.

(ง) เกรนของแนวเชื่อมที่อยู่ระหว่างขอบแนวเชื่อมขอบแนวเชื่อมกับกึ่งกลางแนวเชื่อม ที่ความหนา 1.0 มม.

(จ) เกรนของแนวเชื่อมที่อยู่ระหว่างขอบแนวเชื่อมขอบแนวเชื่อมกับกึ่งกลางแนวเชื่อม ที่ความหนา 1.2 มม.

(ฉ) เกรนของแนวเชื่อมที่อยู่กึ่งกลางแนวเชื่อม



4.สรุปผลการทดลอง

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์การเชื่อมแม่เหล็ก ในการเชื่อมแบบต่อชนรอยต่อชนแผ่นเทลเลอร์แบบลงค สำหรับเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCCN ที่มีความหนาของชิ้นงานทดลองที่ 1.0 มิลลิเมตร และ 1.2 มิลลิเมตร และทำการศึกษาลักษณะต่างๆที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมคือ กระแสไฟที่เหมาะสม สำหรับการเดินแนวเชื่อม และค่าความเร็วที่เหมาะสม ที่มีผลต่อคุณภาพและสมบัติทางกลของชิ้นงานหลังจากผ่านกระบวนการเชื่อม จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า รอยต่อชนแผ่นเทลเลอร์แบบลงคสามารถทำการเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการเชื่อมแม่เหล็ก ที่สภาวะการเชื่อมที่เหมาะสมระหว่างความเร็วในการเชื่อม และกระแสไฟ ชิ้นงานหลังการเชื่อมสามารถที่จะทดสอบแรงดึงได้สูงสุดที่ 698.1MPa และสามารถที่จะรับ แรงกดได้ที่ 243.7 โดยการเชื่อมที่ใช้กระแสไฟ 70 แอมแปร์ และ ความเร็วในการเชื่อมที่ 70 มิลลิเมตรต่อนาที ซึ่งหลังจากการทดลองในครั้งนี้สามารถที่จะสรุปได้ว่า กระแสไฟ และ ความเร็วในการเชื่อมจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของงานเชื่อม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปี 2554 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kimapong K. and Watanabe T. 2004. Friction Stir Welding of Aluminum Alloy to Steel. Welding Journal, 83-10:277s-282.
- [2] Brandon D. and Kaplan W.D. Joining Processes: An introduction. 1997. John Wiley & Sona Ltd. New York. 1-12.
- [3] ธรรมบุญ อินทรพล,กิตติพงษ์ กิมะพงศ์ 2551. อิทธิพลของตัวแปรการเชื่อมเลเซอร์ต่อสมบัติทางกลของรอยต่อชนแผ่นเทลเลอร์แบบลงคเหล็กเคลือบสังกะสีเกรดSGACD.การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 8-9 พฤษภาคม 2551.
- [4] กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์,,<http://22subtaweetrading.getweb.com/index.php?mo=14&newsid=33267>(Online) ,2008.Available:<http://www.subtaweetrading.getweb.com> ,(15 พฤศจิกายน 2550)
- [5] ยงยุทธ ดุลยกุล, ประกาศ เมืองจันทร์บุรี 2551.ศึกษาโครงสร้างทางโลหะวิทยาและสมบัติทางกลของการเชื่อมเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยกระแสเชื่อมและส่วนผสมของแก๊สคลุมที่แตกต่างกัน โดยวิธีการเชื่อมแม่เหล็ก.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 8-9 พฤษภาคม 2551.

- [6] อนุสิทธิ์ อ่ำไพบูลย์.ปัจจัยที่เหมาะสมของการเชื่อมแบบอาร์คโลหะก๊าซคลุม.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น.การประชุมวิชาการรายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.ภูเก็ต,ประเทศไทย, 24-26 ตุลาคม 2550.
- [7] อนุสิทธิ์ อ่ำไพบูลย์,วิทยา อินทร์สอน,พรชัย จัตรชัยวัฒนา 2551.การหาสภาวะที่เหมาะสมของเงื่อนไขการเชื่อมแบบแม่เหล็กเอ็ม.การประชุมวิชาการรายงานวิศวกรรมอุตสาหการมหาวิทยาลัยขอนแก่น 20-22 ตุลาคม 2551.
- [8] ยุคล จุลอุทัย 2551.เทคโนโลยีการเชื่อมมิก/แม่เหล็กคอร์เล็ม1.พิมพ์ที่ ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,กรุงเทพมหานคร
- [9] มานะศิษฐ์ พิมพ์สาร (2542).การเชื่อม MIG-MAG. กรุงเทพมหานคร.เอ็มแอนด์ดี.
- [10] C.H.Cheng,M.Jie,L.C.Chan,C.L.Chow.,True stress-strainanalysis onweldmentof heterogeneous tailor-welded blank-a novel approach for forming simulation. International Journal of Mechanical Sciences 49 (2007) 217-229

