

ภาคผนวก ก
ผลงานที่ผ่านการเผยแพร่

- [1] ประภัสร์ สุวิวัฒน์ รัชช หมีเฟื่อง นิธิรัตน์ โพธิ์ทอง และ กิตติพงษ์ กิมะพงษ์ “ความแข็งแรงดึงของ รอยต่อชนด้วยการเชื่อมเสียดทานแบบกวนอลูมิเนียมผสมแผ่นรีด 6063 และอลูมิเนียมหล่อผสม แมกนีเซียม” การประชุมวิชาการรายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2552, 21-22 ตุลาคม 2552, ขอนแก่น, หน้า 1044-1050.

ความแข็งแรงดึงของรอยต่อชนด้วยการเชื่อมเสียดทานแบบกวนอลูมิเนียมผสม แผ่นรีด 6063 และอลูมิเนียมหล่อผสมแมกนีเซียม

ปรกช สิริสุวรรณ¹ ธวัช หมีเฟื่อง² นิธิรัตน์ โพธิ์ทอง¹ กิตติพงษ์ กิมะพงศ์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

²สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

จ.ประจวบคีรีขันธ์ 77110

E-mail: warawan75@hotmail.com¹

บทคัดย่อ

บทความนี้มีจุดประสงค์ เพื่อประยุกต์การเชื่อมเสียดทานแบบกวนในการเชื่อมรอยต่อชน ระหว่างอลูมิเนียมผสมแผ่นรีดเกรด 6063 และอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม-ซิลิกอนจากการหล่อ โดยทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรการเชื่อมประกอบด้วย ความเร็วรอบในการหมุนและความเร็วเดินแนวเชื่อม ผลการทดลองโดยสรุปพบว่า การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบและความเร็วเดินแนว ส่งผลต่อความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม ความเร็วรอบสูงเกินไป ทำให้ได้ชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพ ความแข็งแรงของรอยต่อที่สมบูรณ์มีค่าความแข็งแรงสูง ตำแหน่งการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงดึง เกิดขึ้นที่อลูมิเนียมหล่อ ค่าความแข็งแรงมีค่ามากกว่าอลูมิเนียมหล่อ 10-15% โครงสร้างจุลภาค แสดงการรวมตัวของอลูมิเนียมทั้งสองเป็นแนวยาวจากด้านล่างสู่บนด้านแผ่นรีด ขณะเดียวกันด้านแผ่นหล่อ ไม่เกิดการรวมตัวของโลหะทั้งสองแต่อินเทอร์เฟซแสดงการประสานกันโดยการเกิดการอัดแน่นของอลูมิเนียมทั้งสอง

คำสำคัญ การเชื่อมเสียดทานแบบกวน, รอยต่อชน, ความแข็งแรงดึง, อลูมิเนียมรีด, อลูมิเนียมหล่อ

1. บทนำ

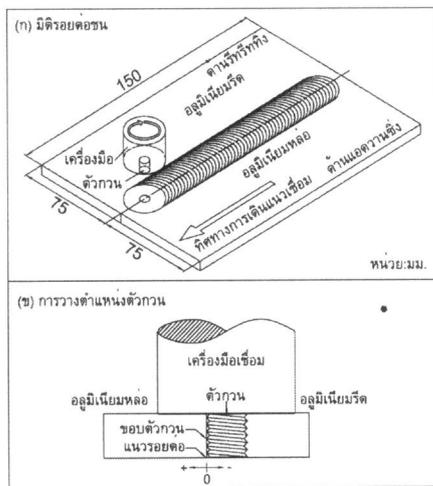
อลูมิเนียมเป็นโลหะสำคัญในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความหนาแน่นต่ำ หรือมีค่าประมาณหนึ่งในสามของความหนาแน่นของเหล็ก แต่ถ้า

เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงต่อน้ำหนักแล้ว พบว่าอลูมิเนียมมีค่าสูงกว่าเหล็กกล้า [1] ในการนำเอาอลูมิเนียมมาใช้งานในอุตสาหกรรม สามารถแบ่งแยกรูปแบบของการทำงานออกเป็น 2 ชนิด คือ อลูมิเนียมหล่อและอลูมิเนียมแผ่นรีด อลูมิเนียมหล่อ คือ อลูมิเนียมที่ได้จากการหล่อและนำไปใช้งานทันที หรือมีการแปรรูปเพียงเล็กน้อย นิยมนำมาใช้เป็นโครงสร้างรับแรงต่างๆ ขณะที่อลูมิเนียมแผ่นรีด คือ การนำเอาแท่งอินกอตที่ได้จากการหลอมมาทำการรีดขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่างๆ เช่น แผ่นบาง แท่ง เส้น หรือลวดต่างๆ จึงเห็นได้ว่าอลูมิเนียมรีดมักมีการใช้งานที่กว้างขวางกว่า [2] ในบางกรณีอลูมิเนียมที่เกิดจากการขึ้นรูปแตกต่างกันทั้งสอง อาจมีการนำมาใช้งานร่วมกัน เช่น ในกรณีของโครงสร้างรถยนต์ยุคใหม่ที่พยายามนำเอาอลูมิเนียมเข้าไปใช้งานเป็นโครงสร้างตัวถังรถยนต์ การนำเอาอลูมิเนียมที่มีการขึ้นรูปต่างกัน มาต่อเชื่อมเข้าด้วยกัน จำเป็นต้องใช้กระบวนการเชื่อมต่อที่มีประสิทธิภาพในการยึดโลหะทั้งสองเข้าด้วยกัน กระบวนการเชื่อมต่อวัสดุที่มีความนิยมในงานอุตสาหกรรม เช่น การใช้รีเวท การใช้บัดกรี แต่กระบวนการเหล่านี้เป็นการเชื่อมต่อที่ไม่ถาวร อาจเกิดการหลุด หลวม หรือ พังทลายได้ง่าย กระบวนการเชื่อมหลอมละลาย เป็นอีกกระบวนการที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่ออลูมิเนียม แต่ที่ผ่านมามีรายงานที่แสดงให้เห็นถึงความยากลำบากในการเชื่อม เนื่องจากอลูมิเนียมมีฟิล์มอลูมินาบางที่มีจุดหลอมเหลวสูง และมีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ทำให้มีความยากลำบากในการทำให้อลูมิเนียมเกิดการหลอมละลาย และยากลำ

ปากต่อการควบคุมความร้อน นอกจากนั้นหากพิจารณา รอยต่อของวัสดุที่เกิดจากชั้นรูปที่แตกต่างกัน จะส่งผลให้ การควบคุมความร้อนที่ลำบากยิ่งขึ้น

การเชื่อมเสียดทานแบบกวน เป็นกระบวนการ เชื่อมในสภาวะของแข็ง ที่มีกรใช้งานอย่างแพร่หลายใน งานอุตสาหกรรม เพื่อเชื่อมวัสดุที่มีความยากต่อการเชื่อม ด้วยกระบวนการเชื่อมหลอมละลาย [3-4] จากผลของการ เชื่อมอลูมิเนียมส่วนใหญ่ ที่แสดงค่าความแข็งแรงของ รอยต่ออลูมิเนียมที่มีประสิทธิภาพสูง [5] จึงคาดว่ากระบวน นี้ จะสามารถประยุกต์ใช้ในการเชื่อมอลูมิเนียมที่ผ่านการขึ้นรูปที่แตกต่างกันได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดใน การนำการเชื่อมเสียดทานแบบกวนมาประยุกต์เชื่อมรอย ต่อระหว่างอลูมิเนียมแผ่นรีด 6063 และแผ่นอลูมิเนียม หล่อผสมแมกนีเซียม โดยทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปรการ เชื่อม เพื่อหาสภาวะการเชื่อมที่เหมาะสมในการประยุกต์ ใช้ในอนาคตต่อไป

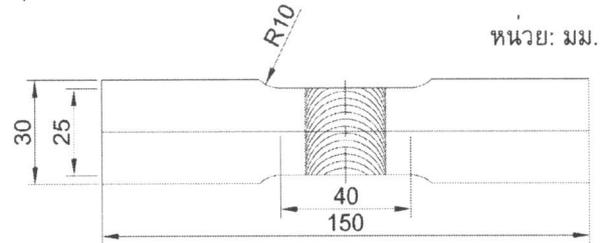
2. วิธีการทดลอง



รูปที่ 1. รอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ

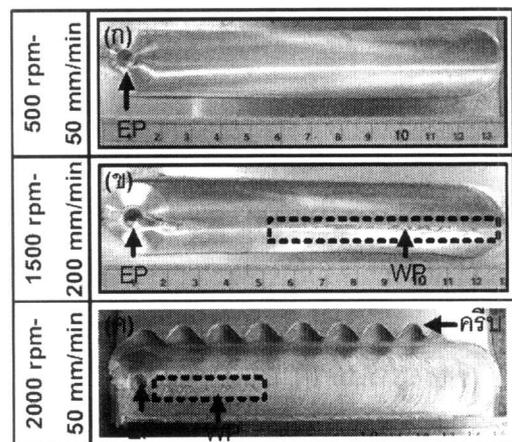
วัสดุที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยวัสดุสองชนิด คือ อลูมิเนียมผสมแผ่นรีดเกรด 6063 (Al-4.0%Mg-0.05%Mn-0.01%Cr-0.02%Cu โดยน้ำหนัก) ซึ่งต่อไปจะ ถูกเรียกว่า “แผ่นรีด” ขนาดกว้าง 75 มม. ยาว 150 มม. และหนา 6.3 มม. และแท่งอินกอท อลูมิเนียมผสม แมกนีเซียม (Al-5.5%Mg-0.06%Mn-0.02%Cu โดย น้ำหนัก) ซึ่งต่อไปจะถูกเรียกว่า “แผ่นหล่อ” ถูกนำมาทำ การกัดขึ้นรูปเป็นแผ่นบางขนาดกว้าง 75 มม. ยาว 150 มม. และหนา 6.3 มม. แผ่นอลูมิเนียมทั้งสองถูกนำมาวาง

ต่อเป็นรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) โดยกำหนดให้แผ่น รีดวางอยู่ที่ด้านแอดวานซ์หรือด้านที่ทิศทางการหมุน ของตัวกวนและทิศทางการเดินแนวเชื่อมมีทิศทาง เดียวกัน และให้แผ่นหล่อวางอยู่ที่ด้านรีทริทติ้งหรือด้าน ที่ทิศทางการหมุนของตัวกวนและทิศทางการเดินแนว เชื่อมมีทิศทางสวนทางกัน รอยต่อถูกยึดแน่นในอุปกรณ์ การจับยึดที่ยึดแน่นอีกครั้งบนเครื่องกัดแนวตั้ง เครื่องมือเชื่อมทำจากเหล็กกล้าเครื่องมือกลขึ้นรูป ที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบ่าเครื่องมือ 20 มม. ตัวกวนที่ใช้ เชื่อมถูกขึ้นรูปเป็นเกลียวขวามาตรฐาน M6 มีความยาว 6.1 มม. ทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา ในขั้นตอนการ เชื่อมตัวกวนจะถูกสอดให้ด้านข้างของตัวกวนสัมผัสกับ แผ่นรีด โดยระยะที่ตัวกวนถูกสอดเข้าไปนั้นมีค่าเท่ากับ 0.1 ถึง -0.3 มม. โดยกำหนดให้ระยะ 0.0 มม. คือ ระยะที่ ด้านข้างของตัวกวนสัมผัสกับแนวของรอยต่อดังแสดงใน รูปที่ 1 (ข) ความเร็วรอบของตัวกวนเท่ากับ 500-2000 rpm ความเร็วเดินแนวเชื่อม 50-200 mm/min ซึ่งงาน เชื่อมถูกนำมาทำการทดสอบแรงดึงโดยมีขนาดของชิ้น ทดสอบดังแสดงในรูปที่ 2 และทำการตรวจสอบโครงสร้าง จุลภาคต่อไป



รูปที่ 2. ชิ้นทดสอบแรงดึงในการทดลอง

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล



รูปที่ 3. ผิวหน้าแนวเชื่อมที่สภาวะการเชื่อมบางตัว

การเชื่อมเสียดทานแบบกวนสามารถทำการเชื่อมรอยต่อระหว่างอลูมิเนียมแผ่นรีดและแผ่นหล่อเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเชื่อมนี้ทำให้เกิดผลการทดลองต่างๆ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงตัวแปรการเชื่อมที่ประกอบไปด้วยความเร็วรอบการหมุนของตัวกวน และความเร็วเดินแนวเชื่อมทำให้เกิดผิวหน้าแนวเชื่อมที่มีความสมบูรณ์แตกต่างกัน คือ หากใช้ความเร็วรอบและความเร็วเดินแนวเชื่อมที่มีค่าต่ำ เช่น ความเร็วรอบ 500 rpm และ 50 mm/min ดังแสดงในรูปที่ 3 (ก) ผิวหน้าแนวเชื่อมมีความสมบูรณ์ ตลอดแนวเชื่อมจะไม่ปรากฏความบกพร่อง รูพรุน หรือส่วนที่ร่อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารอยต่อนั้นไม่สามารถประสานติดกันได้อย่างไรก็ตามในแนวเชื่อมการเสียดทานแบบกวนที่สมบูรณ์ยังคงมีจุดบกพร่องเป็นรูกลมที่ด้านปลายของชิ้นงานดังแสดงด้วยตัวอักษร EP รูกลมนี้เกิดจากการถอนตัวกวนออกจากแนวเชื่อมและไม่สามารถกำจัดออกได้ด้วยการเชื่อมเสียดทานแบบกวนแต่สามารถกำจัดออกได้ด้วยการเชื่อมอุตุวิธีอื่นๆ เช่น การเชื่อมหลอมละลาย เป็นต้น [6]

ตารางที่ 1. ความสมบูรณ์ของแนวเชื่อมจากการตรวจสอบด้วยสายตา

		ความเร็วเดินแนว (mm/min)					
		50	75	100	125	150	200
ความเร็วรอบ (rpm)	500	○	○	○	○	○	○
	1000	○	○	○	○	○	○
	1500	○	○	○	○	○	X
	2000	X	X	X	X	X	X

รูปแบบจุดบกพร่องที่พบ คือ พบจุดบกพร่องที่ผิวหน้าแนวเชื่อมที่เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของการเดินแนวเชื่อม บ่าเครื่องมือด้านหลังไม่สามารถเคลื่อน กัด และอัดอลูมิเนียมหลอมเหลวเป็นแนวเชื่อมที่สมบูรณ์ได้ดังแสดงด้วยอักษร WP ในรูปที่ 3 (ข) และ (ค) จุดบกพร่องลักษณะนี้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เนื่องจากเมื่อนำไปทำการรับแรงหรือทดสอบแรงดึงแล้วจะทำให้เกิดค่าความต้านทานแรงดึงต่ำและทำให้เกิดการพังทลายได้ง่าย [7] ความเร็วรอบและความเร็วเดินแนวเชื่อมที่ตรวจพบจุดบกพร่องลักษณะนี้ คือ ความเร็วรอบ 1500 rpm-2000 mm/min และความเร็วรอบ 2000 rpm ทุกความเร็วรอบ

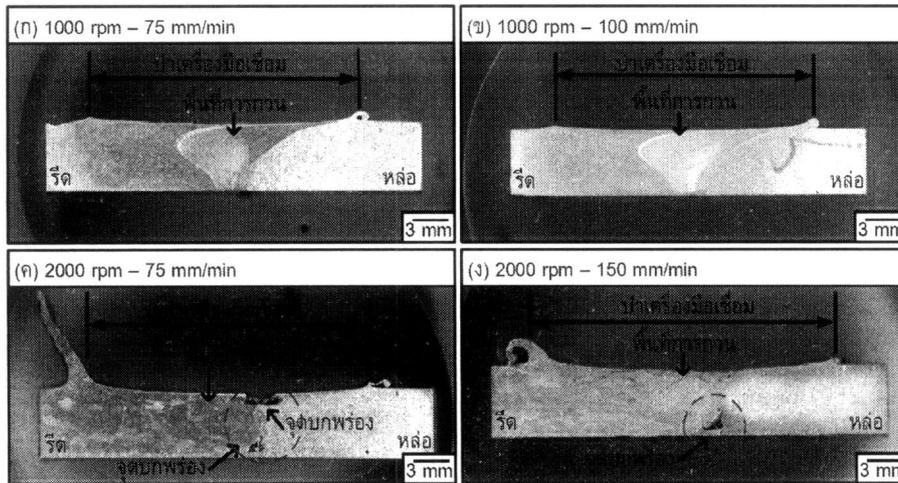
เมื่อความเร็วของการเชื่อมมีค่าสูงขึ้น คือ 2000 rpm ทำให้เกิดจุดบกพร่องอีกชนิดหนึ่งขึ้นมา คือ จุดบกพร่องที่มีลักษณะเป็นครีบขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นที่ด้านรีทริทติ้ง หรือด้านบนฝั่งอลูมิเนียมแผ่นหล่อดังแสดงในรูปที่ 3 (ค) จุดบกพร่องนี้อาจไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงดึงของรอยต่อโดยตรง แต่หากนำรอยต่อนี้ไปใช้งานอาจต้องเสียเวลาในการตกแต่งรอยต่อให้สวยงามได้

รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างจุลภาคของรอยต่อที่เชื่อมด้วยสภาวะการเชื่อมบางตัวที่บ่งบอกให้ทราบว่า มีจุดบกพร่องเกิดขึ้นในโลหะเชื่อม เนื่องจากการเลือกสภาวะการเชื่อมที่ไม่เหมาะสม ดังเช่นกล่าวมาแล้วในรูปที่ 3 ที่ความเร็วรอบและความเร็วเดินแนวเชื่อมที่มีค่าต่ำ ไม่พบจุดบกพร่องใดๆ ที่บริเวณโลหะเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 4 (ก) และ (ข) สำหรับความเร็วรอบ 1000 rpm และความเร็วเดินแนวเชื่อม 75-100 mm/min ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อทำการตรวจสอบโครงสร้างมหภาคของชิ้นทดสอบที่ใช้ความเร็วรอบในการเชื่อมสูง คือ 2000 rpm พบว่าในโลหะเชื่อมนั้นเกิดจุดบกพร่องที่บริเวณด้านบนติดผิวหน้าดังแสดงในรูปที่ 4 (ค) และ (ง) ซึ่งเป็นจุดบกพร่องรูปแบบเดียวกันดังแสดงบนผิวหน้าในรูปที่ 3 (ข) และ (ค) ขณะเดียวกันที่บริเวณมุมด้านล่างด้านที่ติดกับแผ่นหล่อนั้นเกิดจุดบกพร่องเป็นช่องว่างขึ้นดังแสดงในพื้นที่วงกลมของรูปที่ 4 (ค) และ (ง) การเกิดลักษณะนี้คาดว่าความเอียงของตัวกวนที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่อนี้ ไม่สัมพันธ์กับค่าความเร็วรอบที่กำหนด หากมีการปรับเปลี่ยน เพิ่มมุมเอียงคาดว่าจะทำให้เกิดการกำจัดจุดบกพร่องนี้ลงไปได้ [6] จากการตรวจสอบผิวหน้าแนวเชื่อมและโครงสร้างมหภาคของรอยต่อสามารถสรุปผลการทดลองเบื้องต้นได้ดังแสดงในตารางที่ 1 ว่าการเชื่อมเสียดทานแบบกวนนี้สามารถทำการเชื่อมรอยต่อให้ประสานกันได้ โดยรอยต่อมีความสมบูรณ์ เมื่อทำการเชื่อมด้วยความเร็วรอบ 500-1500 rpm (แทนด้วยเครื่องหมายวงกลม) ขณะที่ความเร็วรอบที่สูงไม่สามารถทำให้เกิดแนวเชื่อมที่สมบูรณ์ได้

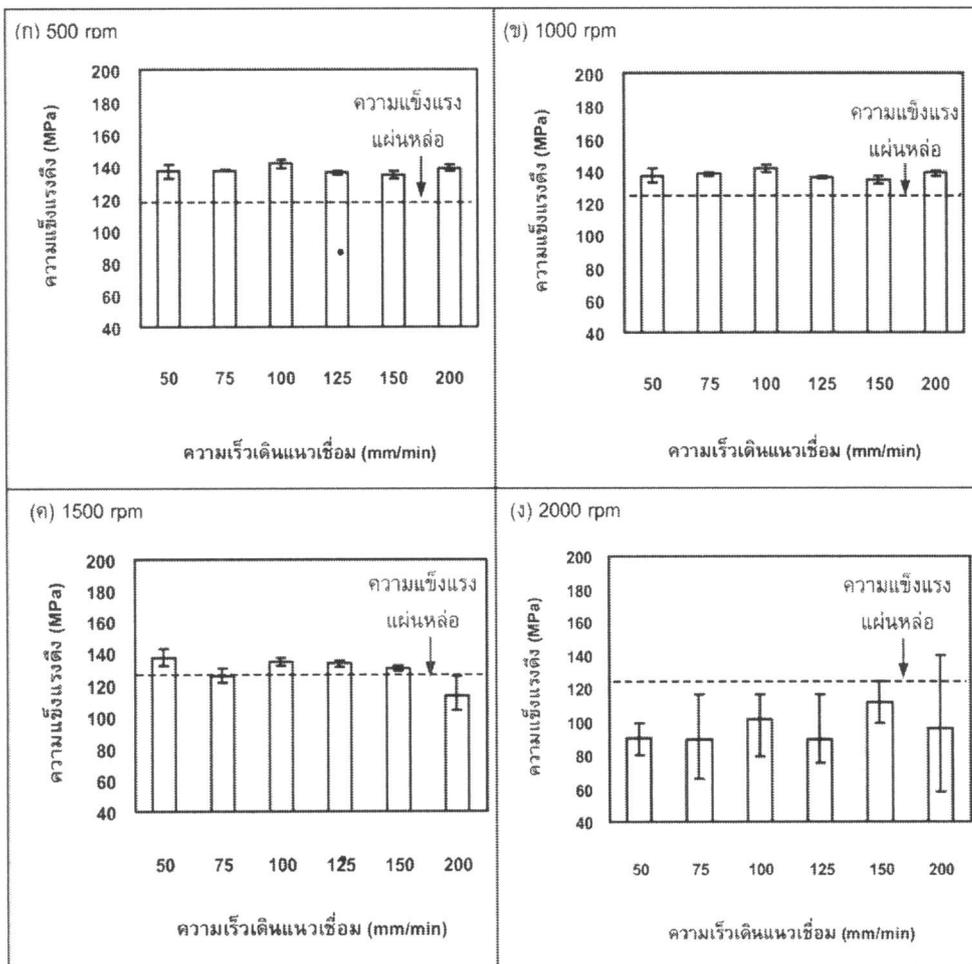
รูปที่ 5 แสดงผลการทดลองความแข็งแรงดึงของรอยต่อที่ค่าความเร็วรอบ และความเร็วเดินต่างๆ ผลการทดลองพบว่า ค่าความแข็งแรงของรอยต่อที่ได้จากการเชื่อมด้วยความเร็วรอบ 500-1500 rpm ที่ค่าความเร็วเดินแนวเชื่อม 50-200 mm/min นั้น มีค่าความแข็งแรงที่สูงกว่าโลหะหลักที่ใช้เชื่อม ชิ้นทดสอบเกิดการพังทลายที่บริเวณ

ด้านแผ่นรีดที่ระยะห่างออกมาจากขอบแนวเชื่อม ประมาณ 10 มม. ดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) และเนื่องจากว่า ชั้นทดสอบเกิดการพังทลายที่แผ่นหล่อทั้งหมด ดังนั้นค่าต่ำสุดและสูงสุดของการทดลองแต่ละค่าความเร็วเดินแนวเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 5 (ก)-(ค) สำหรับรอยต่อที่เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 500-1500 rpm ตามลำดับนั้น จึงมี

ความแตกต่างประมาณ 2-3 MPa เท่านั้น ขณะเดียวกัน หากพิจารณาชิ้นงานที่เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 2000 rpm นั้น รอยต่อที่ทำการเชื่อมนั้นมีค่าความแข็งแรงต่ำเนื่องจากการเกิดจุดบกพร่องในรอยต่อดังได้กล่าวไว้ในรูปที่ 3 และ 4 ชั้นทดสอบแรงดึงต่างๆ ความเร็วเดินแนวเชื่อมที่

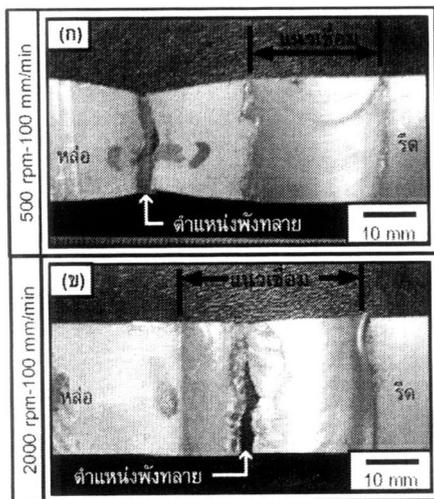


รูปที่ 4. โครงสร้างมหภาคของรอยเชื่อมที่สภาวะการเชื่อมต่างๆ



รูปที่ 5. ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ ความเร็วเดิน และความแข็งแรงดึงของแนวเชื่อม

เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 2000 rpm นี้ ชิ้นงานเกิดการพังทลายบริเวณกึ่งกลางชิ้นทดสอบดังแสดงในรูปที่ 6 (ข) และเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของแนวเชื่อมไม่สม่ำเสมอตลอดชิ้นงาน ทำให้ค่าความแข็งแรงสูงสุดและต่ำสุดของรอยต่อ มีความแตกต่างกันสูงดังแสดงให้เห็นด้วยค่าความผิดพลาดในรูปที่ 5 (ง) ค่าความแข็งแรงที่ได้ของชิ้นทดสอบที่เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 2000 rpm นี้มีค่าที่ต่ำกว่าโลหะหลักที่ใช้ในการเชื่อมประมาณ 10-20% อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ไม่สามารถสรุปได้ว่า ความแข็งแรงของโลหะเชื่อมมีค่าสูงกว่าโลหะหลักด้านหล่อ หรือรีดเท่ากับเท่าใด จนกว่าจะมีการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึงของโลหะเชื่อม ซึ่งเป็นตัวแปรที่ควรมีการศึกษาต่อไป ในที่นี้สามารถสรุปได้ว่าการเชื่อมเสียดทานแบบกวนสามารถเชื่อมอลูมิเนียมผสมหล่อและแผ่นรีดเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้เกิดแนวเชื่อมที่มีความแข็งแรงสูงกว่าโลหะหลักที่ใช้เชื่อม



รูปที่ 6. ตำแหน่งการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงดึง

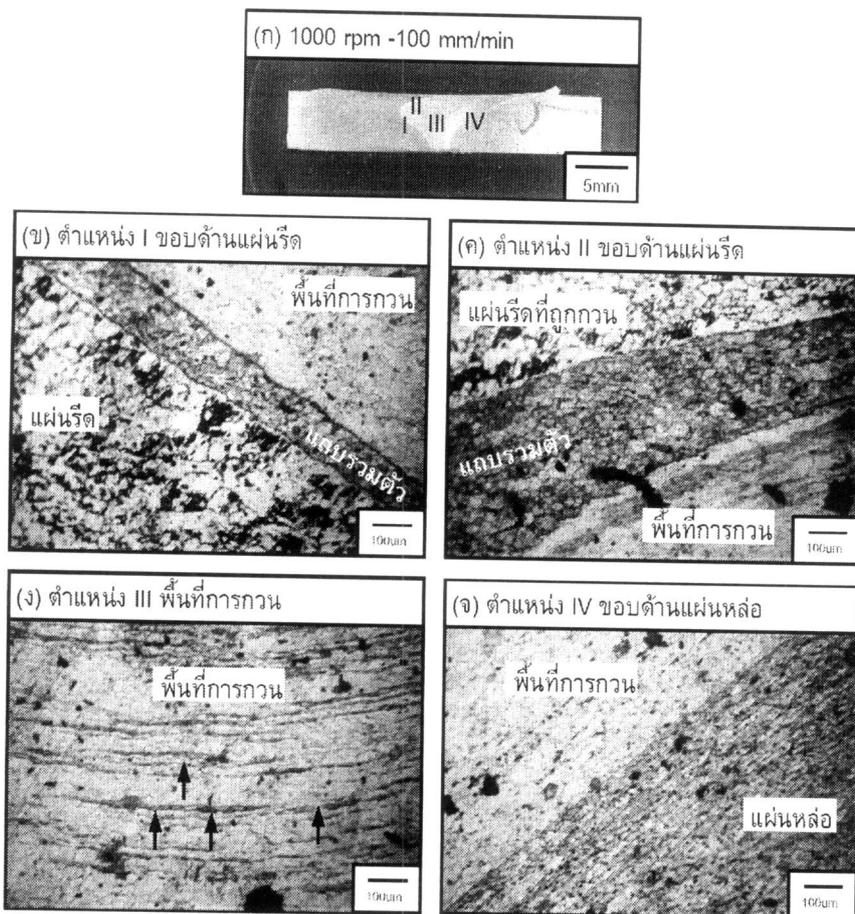
รูปที่ 7 (ก) แสดงโครงสร้างมหภาคของรอยต่อที่เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 1000 rpm และความเร็วเดินแนว 100 mm/min ที่แสดงโลหะเชื่อมมีความสมบูรณ์ ไม่เกิดจุดบกพร่องใดๆ ทำการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคที่ตำแหน่ง I ถึง IV ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ทำให้เกิดการประสานกันระหว่างโลหะทั้งสองชนิด บริเวณขอบของแผ่นรีดและพื้นที่การกวนดังแสดงในรูปที่ 7 (ข) พบการเกิดการอัดตัวของอลูมิเนียมมีขนาดเกรนเล็กลงเหมือนดังการเชื่อมการเสียดทานแบบกวนในอลูมิเนียมผสม [4-6] ทั่วไป บริเวณกึ่งกลางระหว่างแผ่นรีดและพื้นที่กวนเกิดการรวมตัวกัน

ระหว่างอลูมิเนียมแผ่นรีดและหล่อเกิดขึ้น และมีความแข็งแรงสูงกว่าอลูมิเนียมแผ่นรีดและหล่อเพียงเล็กน้อย (ความแข็งแรงการรวมตัวประมาณ 85HV ความแข็งแรงแผ่นหล่อ 80HV และความแข็งแรงแผ่นรีด 77HV) แถบการรวมตัวนี้เริ่มเกิดที่ด้านล่างของรอยต่อ และขยายขนาดแถบมีความหนามากขึ้น เมื่อมีระยะใกล้ผิวด้านบนของแนวเชื่อมดังแสดงในรูปที่ 7 (ค) การเกิดลักษณะนี้มีสาเหตุจากที่ด้านบนของแนวเชื่อมนั้นมีความร้อน และแรงเฉือนที่เกิดจากปาเครื่องมือเชื่อมสูง ทำให้โลหะทั้งสองมีโอกาสในการรวมตัวกันเพิ่มมากขึ้น ที่บริเวณกึ่งกลางของแนวเชื่อมพบวงแหวนหัวหอม (Onion ring) ก่อตัวขึ้นภายในแนวเชื่อม มีลักษณะไม่กลมมน แต่มีรูปร่างคล้ายวงแหวนหัวหอมวางซ้อนบนกรวยดังแสดงในรูปที่ 7 (ง) อย่างไรก็ตามเมื่อทำการตรวจสอบแล้ว พบว่าแถบของวงแหวนหัวหอมซึ่งแสดงการรวมตัวกันเป็นอย่างดีของโลหะเชื่อมการเสียดทานแบบกวนนั้นก่อตัวขึ้น ดังแสดงด้วยเส้นลูกศรในรูปที่ 7 (ง) ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณารอยต่อด้านแผ่นหล่อ พบว่าแถบการรวมตัวกันของโลหะทั้งสองไม่เกิดขึ้น อินเทอร์เฟซของรอยต่อสามารถระบุได้ชัดเจนถึงพื้นที่การกวนและแผ่นหล่อ และเมื่อพิจารณาอินเทอร์เฟซของรอยต่อพบว่าโลหะทั้งสองถูกอัดและบีบเข้ากันอย่างรุนแรงมีขนาดเล็กดังแสดงในรูปที่ 7 (ง)

4. สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบและความเร็วเดินแนวในการเชื่อมอลูมิเนียมแผ่นหล่อและแผ่นรีด ผลการทดลองโดยสรุปมีดังนี้

- 4.1 การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบและความเร็วเดินแนวส่งผลต่อความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม ความเร็วรอบสูงเกินไป เช่น 2000 rpm ทำให้ได้ชิ้นงานที่ไม่มีความสมบูรณ์
- 4.2 ความแข็งแรงของรอยต่อที่สมบูรณ์ มีค่าความแข็งแรงสูง ตำแหน่งการพังทลายของชิ้นทดสอบแรงดึงเกิดขึ้นที่อลูมิเนียมแผ่นหล่อ ค่าความแข็งแรงมีค่ามากกว่าอลูมิเนียมแผ่นหล่อประมาณ 10-15%
- 4.3 โครงสร้างจุลภาคแสดงการรวมตัวกันของอลูมิเนียมทั้งสอง เป็นแนวยาวจากด้านล่างสู่บนด้านแผ่นรีด แต่ด้านแผ่นหล่ออินเทอร์เฟซประสานกันโดยการเกิดการอัดแน่นของโลหะทั้งสอง



รูปที่ 7. โครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อมที่เชื่อมด้วยความเร็วรอบ 1000 rpm และความเร็วเดินแนวเชื่อม 100 mm/min

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2553 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ASM International. 2000. ASM Handbook Volume 2 Properties and Selection: Nonferrous Alloy and Special-Purpose Materials. USA: ASM International.
- [2] Groover, M.P. 2007. Fundamentals of Modern Manufacturing, Materials, Processes and Systems. New Jersey: John Wiley&Sons, Inc.
- [3] Thomas, W.M., Nicholas, E.D., Needham, J.C. Murch, M.G., Templesmith, P. and Dawes, C.J. 1991. Friction Stir Welding. UK: G.B. Patent Application 1991 No.9125978.8.
- [4] Thomas, W.M., Nicholas. 1997. FSW. for the Transport. Indus. Mater. & Des. 18: 269-273.
- [5] Lee, W.B., Yeon, Y.M. and Jung, S.B. 2003. The Improvement of Mechanical Properties of Friction-stir-welded A356 Al Alloy. Mater. Sci. and Eng. A 355: 154-159.
- [6] Mishra, R.S. and Ma, Z.Y. 2005. Friction Stir Welding and Processing." Materials Science and Engineering R. 50: 1-78.
- [7] กิตติพงษ์ กิมะพงศ์. "อิทธิพลความเร็วเดินแนวของการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนต่อความแข็งแรงดึงของรอยต่ออลูมิเนียม 6063-T1" วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 19 ฉบับที่ 3 หน้า 47-51.
- [8] Jata, K.V. and Semiatin, S.L. 2003. Continuous Dynamic Recrystallization during Friction Stir Welding of High Strength Aluminum Alloys. Scripta Mater. 43: 743-74

