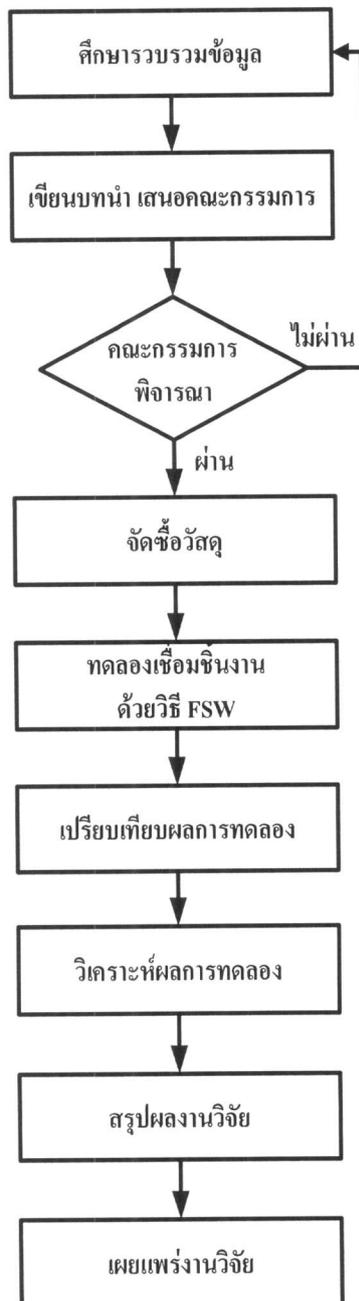


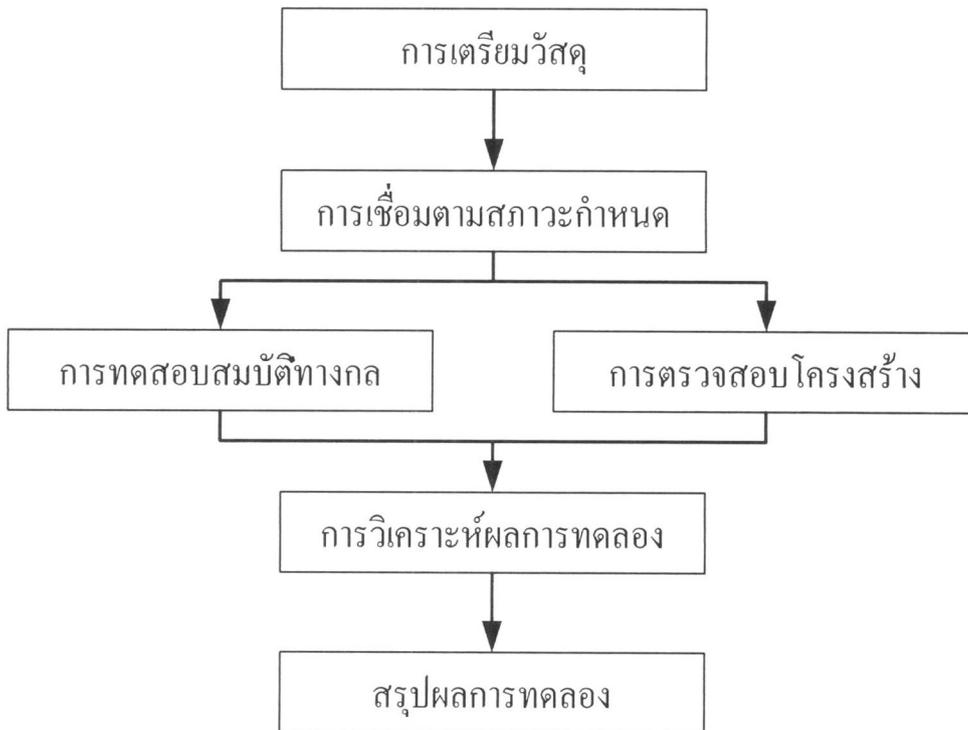
บทที่ 3 วิธีทดลอง

3.1 แผนการดำเนินการ

จากการดำเนินการศึกษาข้อมูลต่างๆ และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนอลูมิเนียมแผ่นรีด 6063 และอลูมิเนียมผสม Mg-Si หล่อ ได้มีการวางแผนการดำเนินการวิธีการทดลองเพื่อจะได้ดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ตามข้อในบทนี้ ซึ่งมีแผนการดำเนินงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 3.1 ภาพการไหลโดยรวมขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.2 แผนภาพการไหลขั้นตอนการทดลอง

ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดยแบ่งออกการทดลองออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ คือ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ การทำการทดลองเชื่อมที่สภาวะการเชื่อมต่างๆ การทดสอบสมบัติของโลหะเชื่อม และการวิเคราะห์สรุปผลการทดลอง รายละเอียดของวิธีการดำเนินการทดลองมีดังนี้

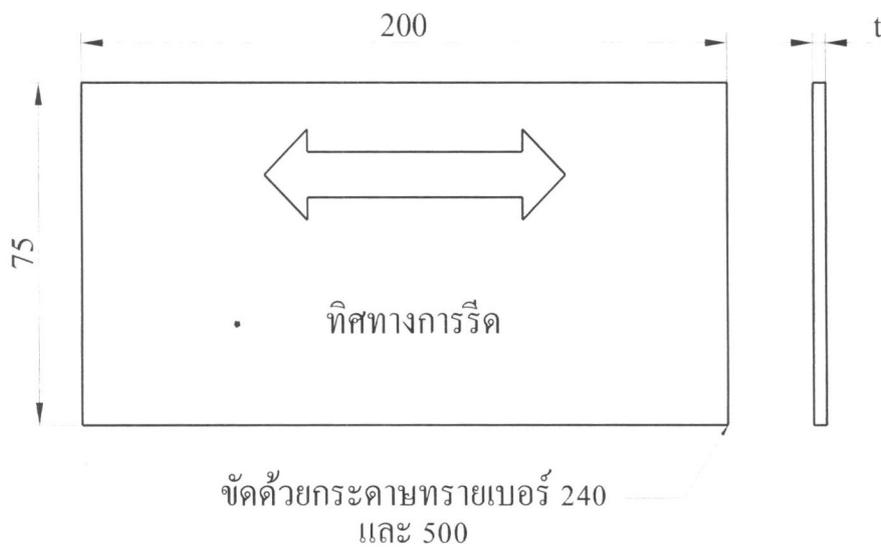
ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

ธาตุ	Al	Mg	Mn	Cu	Cr
ปริมาณ (%น้ำหนัก)	สมดุล	4.00	0.05	0.01	0.02

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อลูมิเนียมแผ่นรีด

วัสดุในการทดลองแบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ อลูมิเนียมแผ่นรีด และอลูมิเนียมหล่อ โดยอลูมิเนียมแผ่นรีดนั้นใช้อลูมิเนียมเส้นรีดหนา 6.3 มม. ยาว 6 เมตร จาก บริษัท เอ็ม เอฟ ที เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด โดยมีส่วนผสมทางเคมีและความต้านทานแรงดึงดังแสดงในตารางที่ 3.1 แผ่นอลูมิเนียมถูกเตรียมให้มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 75 มม. ยาว 200 มม. โดยให้ทิศทางของการรีดขนานกับด้านยาวของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.3 ผิวของแผ่นวัสดุทั้งสองที่ด้านที่ต้องการนำมาวางต่อเป็นรอยต่อชนถูกขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240 500 และทำความสะอาดด้วยอะซิโตนก่อนการทำการต่อเป็นรอยต่อชนดังแสดงในรูปที่ 3.4



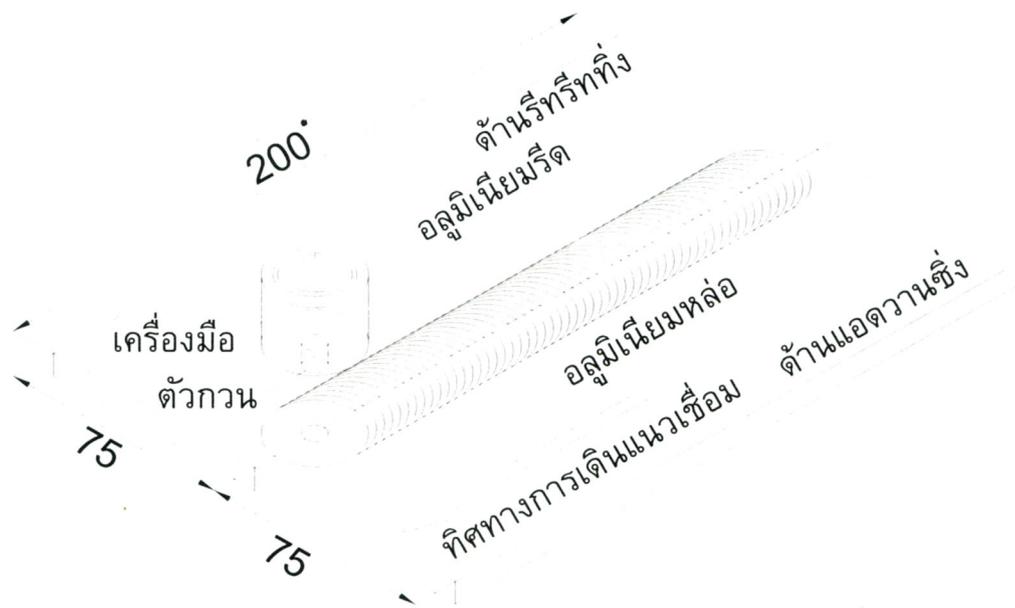
รูปที่ 3.3 มิติแผ่นอลูมิเนียม ($t = 6.3$ มม., หน่วย: มม.)

3.1.2 อลูมิเนียมแผ่นหล่อ

เนื่องจากอลูมิเนียมเกรดหล่อกลุ่ม 6xx นั้นเป็นอลูมิเนียมหล่อที่มีการขายทางการค่าน้อยมาก และบริษัทจัดจำหน่ายไม่สามารถที่จะเตรียมแท่งอินกอทอลูมิเนียมเหล่านี้ได้ คณะผู้วิจัยจึงได้แก้ปัญหาโดยการนำเอาอลูมิเนียมแผ่นรีดที่ได้จาก บริษัท เอ็ม เอฟ ที เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด มาทำการหล่อใหม่อีกครั้งโดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

ก. การเตรียมทรายหล่อ

ทรายหล่อที่ใช้ในการทดสอบหล่อนี้เป็นทรายแม่น้ำที่มีความละเอียด ส่วนผสมของทรายที่ใช้ในการหล่อครั้งนี้อ้างอิงตามส่วนผสมสมาคมช่างหล่อแห่งประเทศไทย [27] ดังนี้



รูปที่ 3.4 รอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ



รูปที่ 3.5 เครื่องผสมทรายหล่อ

- ขนาดเม็ดทราย 120 (AFS No.)
- ปริมาณดินเหนียว 10%
- ปริมาณความชื้น 6%
- ความโปร่งอากาศ 50 (AFS No.)
- ความแข็งแรงกดขึ้น 8 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ทรายห่อที่ได้นำมาคลุกเคล้าผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมทรายดังแสดงในรูปที่ 3.5 เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปทำแบบหล่อในขั้นตอนต่อไป

ข. การทำแบบหล่อ

- วางกระสวนลงไปบนที่บดแล้วนำทรายห่อที่ผสมจนคลุกเคล้าเข้ากันได้อย่างละเอียดมาทำการร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ทรายผิวหน้าที่ความละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.6

- เติมทรายห่อลงไปบนที่บดให้เต็มดังแสดงในรูปที่ 3.7

- ใช้เหล็กกระทุ้งแบบกระทุ้งทรายในที่บดให้แน่นเพื่อการเกาะยึดกระสวนโดยเริ่มต้นกระทุ้งจากขอบนอกของที่บดเข้าสู่ศูนย์กลางของที่บดดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 การเติมทรายให้เต็มแบบหล่อ



รูปที่ 3.8 การกระทุ้งทรายในแบบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบ



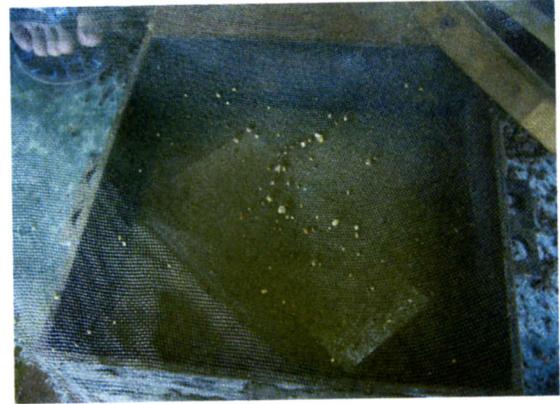
รูปที่ 3.9 การดำทรายให้แน่นด้วยเท้าข้าง



รูปที่ 3.10 การปาดแบบทรายที่เกินแบบหล่อ



รูปที่ 3.11 การระบุตำแหน่งรูเทและรูสั่น



รูปที่ 3.12 การร่อนทรายละเอียดปะหน้า
กระสวนด้านล่าง



รูปที่ 3.13 การกระทุ้งทรายในแบบหล่อด้วย
เหล็กกระทุ้งแบบ



รูปที่ 3.14 การต้ำทรายให้แน่นด้วยเท้าข้าง



รูปที่ 3.15 การปาดแบบทรายที่เกินแบบหล่อ



รูปที่ 3.16 การทำแฉ่งเท



รูปที่ 3.17 การถอดแบบหล่อ



รูปที่ 3.18 การถอดกระสวน



รูปที่ 3.19 การประกบแบบ



รูปที่ 3.20 การอุดรอยต่อระหว่างหีบหล่อ

- หลังจากทีกระทุ้งทรายหล่อในหีบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบแล้วให้เติมทรายหล่อลงไป
ในหีบหล่อและกระทุ้งต่อไปจนกระทั่งทรายในหีบหล่อเกาะยึดแน่นในหีบหล่อ จากนั้นใช้
เท้าข้างกระทุ้งทรายในด้านบนหีบหล่อให้แน่นดังแสดงในรูปที่ 3.9

- ใช้เหล็กปาดแบบ ปาดทรายที่มีระดับสูงกว่าขอบของหีบหล่อออกดังแสดงในรูปที่
3.10

- พลิกหีบหล่อเพื่อเอาด้านล่างขึ้นสู่ข้างบนจะเห็นตำแหน่งของกระสวนดังแสดงในรูปที่
3.11 จากนั้นทำการวางตำแหน่งของรูเทและรูสั้น ตามลำดับ

- ทำการร่อนทรายละเอียดในตำแหน่งที่ทรายสัมผัสกับผิวของกระสวนดังแสดงในรูปที่
3.12

- เติมทรายหล่อลงไป
ในหีบหล่อให้เต็ม และใช้เหล็กกระทุ้งแบบกระทุ้งทรายในหีบ
หล่อให้แน่น โดยเริ่มต้นกระทุ้งจากขอบนอกของหีบวนเข้าสู่ศูนย์กลางของหีบหล่อดังแสดงในรูป
ที่ 3.13

- หลังจากทีกระทุ้งทรายหล่อในหีบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบแล้วให้เติมทรายหล่อลงไป
ไปในหีบหล่อและกระทุ้งต่อไปจนกระทั่งทรายในหีบหล่อเกาะยึดแน่นในหีบหล่อ จากนั้นใช้
เท้าข้างกระทุ้งทรายในด้านบนหีบหล่อให้แน่นดังแสดงในรูปที่ 3.14

- ใช้เหล็กปาดแบบ ปาดทรายที่มีระดับสูงกว่าขอบของหีบหล่อออกดังแสดงในรูปที่
3.15

- ทำแอ่งเทที่ตำแหน่งรูเทเพื่อการเทโลหะหลอมเหลวอย่างเที่ยงตรงดังแสดงในรูปที่
3.16

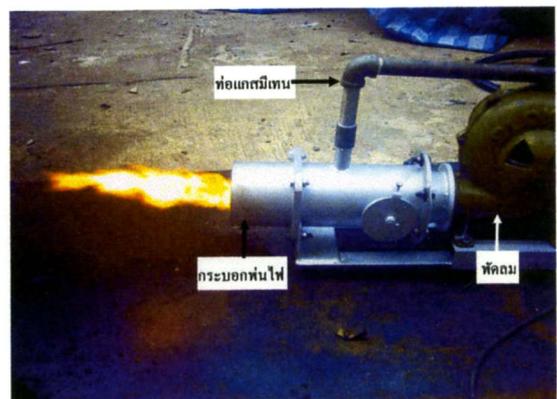
- ถอดหีบหล่อบนออกจากหีบหล่อร่างดังแสดงในรูปที่ 3.17
- ถอดรูเท รูสั้น และกระสวนออกจากหีบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.18
- ประคบหีบหล่อบนลงสู่หีบหล่อล่างอีกครั้งดังแสดงในรูปที่ 3.19
- ทำการอุดรอยต่อระหว่างหีบหล่อบนและล่างด้วยทรายหล่อผสมน้ำดังแสดงในรูปที่
3.20 เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะหลอมเหลวไหลออกมาด้านนอก ในกรณีที่มีการประกบแบบไม่สนิท

ค. การหลอมอลูมิเนียมและการเตรียมแผ่นหล่อ

เตาหลอมที่ใช้เป็นเตาหลอมที่ออกแบบเพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิง 2 ชนิด คือ
น้ำมันดีเซล และแก๊สมีเทน ดังแสดงในรูปที่ 3.21 อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองใช้เตาชนิดนี้แล้ว
พบว่าเตาหลอมที่สร้างขึ้นมานี้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเป็นแก๊สมีเทนแล้ว พบว่ามีความประหยัดมากกว่า
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้แก๊สมีเทนในการหลอมอลูมิเนียมในการทดลอง [28] ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัย
จึงใช้แก๊สมีเทนในการหลอมอลูมิเนียม โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองที่ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขั้นตอน
ที่สำคัญในการติดตามนี้



รูปที่ 3.21 เตาหลอม



รูปที่ 3.22 การจุดเตา



รูปที่ 3.23 การกำจัดแก๊สโดยใช้โซเดียมคลอไรด์



รูปที่ 3.24 การเทลูมิเนียมหลอมเหลวลงแบบหล่อ

- ทำการเปิดวาล์วหัวขวดและวาล์วควบคุมที่เตาเพื่อให้แก๊สไหลออกมาเพียงเล็กน้อย แล้วทำการจุดไฟที่ปลายกระบอกพ่นไฟดังแสดงในรูปที่ 3.22 จนกระทั่งไฟติด จากนั้นเพิ่มปริมาณการไหลของแก๊สมิเทนจนถึงขั้นสูงสุด จะพบว่าเปลวไฟแรงขึ้น

- สวมกระบอกพ่นไฟเข้าสู่เตาให้สนิท แล้วเปิดพัดลมเพื่อเพิ่มการเผาไหม้

- รอจนกระทั่งเบ้าหลอมร้อนแดง แล้วจึงใส่ลูมิเนียมลงไป ในเบ้าหลอม ในช่วงนี้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง จึงได้ลูมิเนียมหลอมเหลวเต็มเบ้าหลอม

- ทำการกำจัดแก๊สในเบ้าหลอมโดยการใส่เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) กดลงสู่ด้านล่างของเบ้าดังแสดงในรูปที่ 3.23 เกลือแกงที่ใส่ลงไปจะทำปฏิกิริยากับแก๊สต่างๆ ในลูมิเนียมหลอมเหลวและลอยขึ้นสู่ผิวหน้าของลูมิเนียมหลอมเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นขี้ตะกรัน (Dross) และทำการตักออกก่อนการเทลูมิเนียมลงสู่แบบหล่อ

- ใช้เบ้าเทขนาดเล็กตักลูมิเนียมลงไปที่แบบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.24

- ชิ้นงานหล่อที่ได้ นำไปทำการกัด (Milling) ให้มีขนาดของแผ่นชิ้นงานดังแสดงในรูป

ที่ 3.3

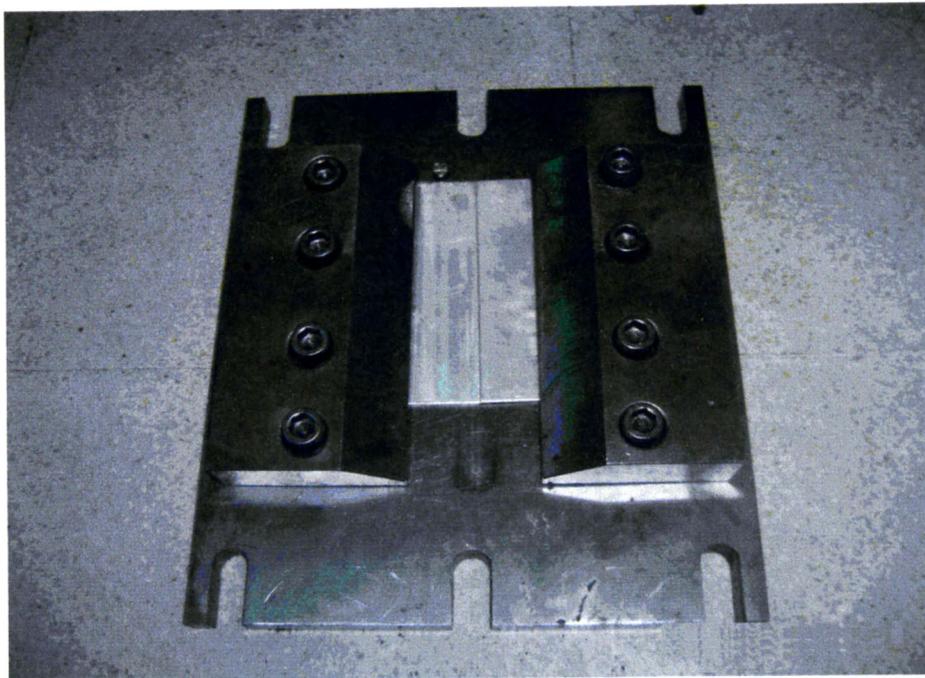
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

3.3.1 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.25 เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ เนื่องจากในกระบวนการเชื่อมเสียดทานแบบกวนนั้น ชิ้นงานที่ถูกจับยึดจะต้องแน่นหนาไม่เคลื่อนที่ขณะที่ทำการเชื่อม และที่สำคัญในขณะที่ทำการเชื่อมจำเป็นจะต้องมีแผ่นรองรับแนวแรงที่การกดของแกนหมุนที่ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน ดังนั้นจึงจะต้องออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถรองรับแรงกดจากตัวกวน และต้องออกแบบให้อุปกรณ์สามารถจับยึดชิ้นงานอย่างมั่นคง โดยใช้หลักการการดังนี้คือ



- แผ่นรองรับจะต้องรองรับแรงกดได้โดยไม่มี การเสี ยรูปขณะ ที่ ทำการ เชื่อม
- ทนอุณหภูมิ ได้สูง โดยไม่มี การเสี ยรูป
- อุปกรณ์จับยึด จะต้อง แข็งแรง และ ให้แรง ในการ จับยึด มากพอ ที่ไม่ ทำ ให้ ชิ้นงาน เคลื่อน ที่ ขณะ ทำการ เชื่อม และ ที่ สำคัญ สามารถ ถอด ประกอบ ได้ ง่าย หาก เกิด การ ชำรุด อี ก ด้วย

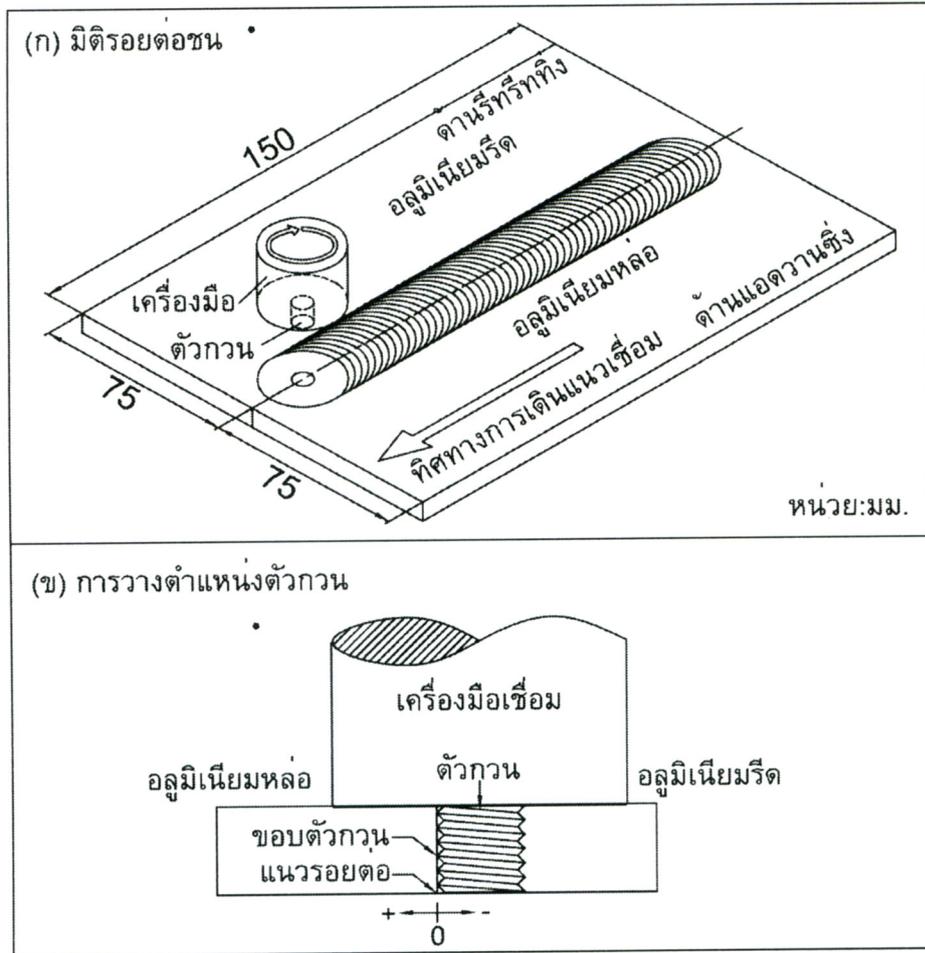


รูปที่ 3.25 อุปกรณ์จับยึด [6]

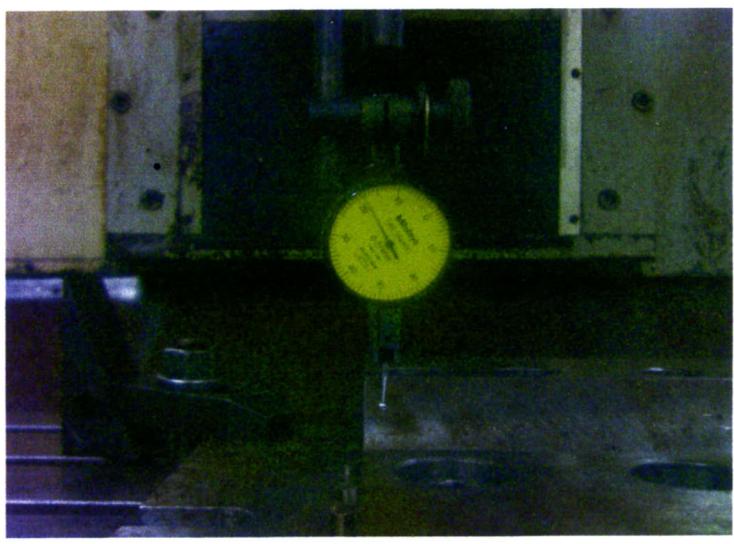
ในการจับยึดแผ่น โลหะ ทั้ง สอง ใน อุปกรณ์ การ จับยึด นั้น ตำแหน่ง การ วาง แผ่น โลหะ แสดง ใน รูปที่ 3.26 (ก) คือ แผ่น อลูมิเนียม หล่ อวาง อยู่ ที่ ด้าน แอดวานซิ่ง หรือ ด้าน ที่ ทิศ ทาง การ หมุน มี ทิศ ทาง เดียว กัน กับ ทิศ ทาง การ เดิน แนว เชื่อม จากนั้น ทำ การ ตรวจสอบ แนว ของ รอย ต่อ ว่า ขนาน กับ แนว การ เคลื่อน ที่ หรือ ไม่ โดย การ ใช้ ไคอัล เกจ วัด ตลอด แนว ความ ยาว ของ รอย ต่อ หาก มี ค่า ที่ ไม่ เท่า ด้ ยตรง ต้อง ปรับ ให้ สม่า เสมอ ก่อน การ ยึด ชิ้นงาน เข้า กับ อุปกรณ์ จับยึด และ ยึด อุปกรณ์ การ จับยึด เข้า แทน ของ เครื่อง กัด อัด โน มัต

ในการจับยึด ชิ้นงาน นั้น ขอบ ของ ชิ้นงาน ต้อง วาง ขนาน กับ แทน รองรับ ชิ้นงาน ของ เครื่อง กัด อัด โน มัต โดย ใช้ เครื่อง มือ นาฬิกา วัด รัศมี แนว ขนาน (Dial gauge) ดัง แสดง ใน รูปที่ 3.27 เพื่อ ทำ การ วัด รัศมี แนว ของ ชิ้นงาน ที่ ได้ ทำ การ เตรียม ไว้ ใน การ ทดลอง ให้ มี ความ เท่า ด้ ยตรง ซึ่ง เป็น ปัจจัย ที่ สำคัญ ในการ เชื่อม ที่ จำ เป็น ต้อง มี การ เดิน แนว เชื่อม ที่ เท่า ด้ ยตรง และ สม่า เสมอ หลังจาก ทำ การ คิด ตั้ง ชิ้นงาน อย่าง เท่า ด้ ยตรง แล้ว จึง ทำ การ คิด ตั้ง เครื่อง มือ เชื่อม เข้า กับ ตัว จับยึด เครื่อง มือ ของ เครื่อง กัด

อัตโนมัติ โดยได้ทำการใส่เครื่องมือเชื่อมอย่างหนาแน่นเพื่อป้องกันการสับคของเครื่องมือเชื่อม
ขณะทำการเชื่อม รวมถึงอาจทำให้เครื่องมือเชื่อมเกิดการยุบตัวเข้าไปในตัวจับยึดเครื่องมือได้



รูปที่ 3.26 รอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและทล่อ



รูปที่ 3.27 เครื่องมือนาฬิกาวัดระดับแนวขนาน (Dial Gauge) [6]

3.3.2 เครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้ประกอบการทดลองในครั้งนี้มีดังนี้

- เครื่องตัดแผ่นโลหะ ผู้ทำการวิจัยได้ใช้เครื่อง ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังรูปที่ 3.28

- เครื่องกลึงโลหะ เพื่อการทำตัวกวน ดังรูปที่ 3.29

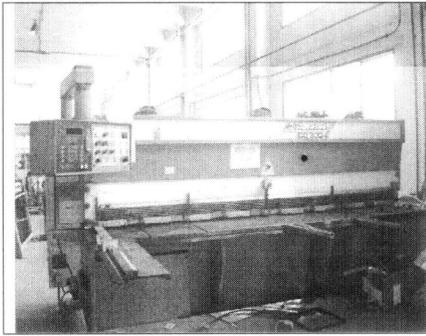
- เครื่องกัดอัตโนมัติซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) ผู้ทำการวิจัยใช้เครื่องทดสอบภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังรูปที่

3.30 ที่ใช้เชื่อมชิ้นงานอลูมิเนียมทดลอง

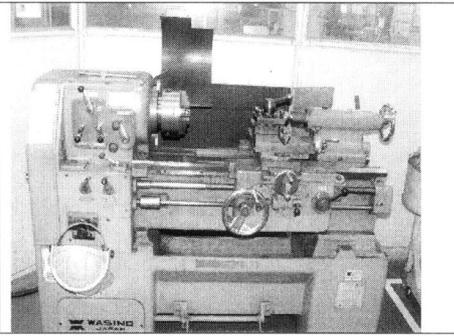
- เครื่องตัดชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคดังรูปที่ 3.31

- เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง ดังรูปที่ 3.32

- กล้องจุลทรรศน์แบบแสง (Optical Microscope) ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.28 เครื่องตัดแผ่นโลหะ [6]



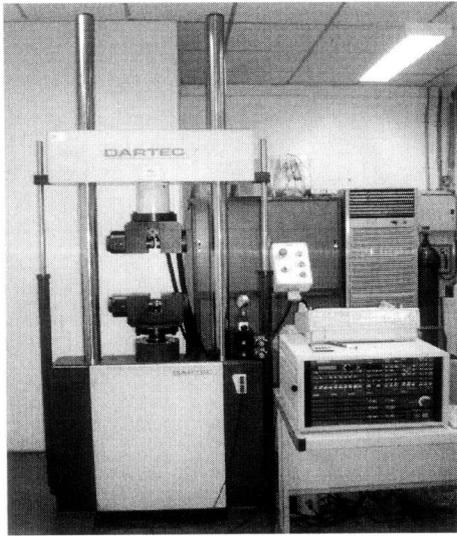
รูปที่ 3.29 เครื่องกลึง (Machine lathe) [6]



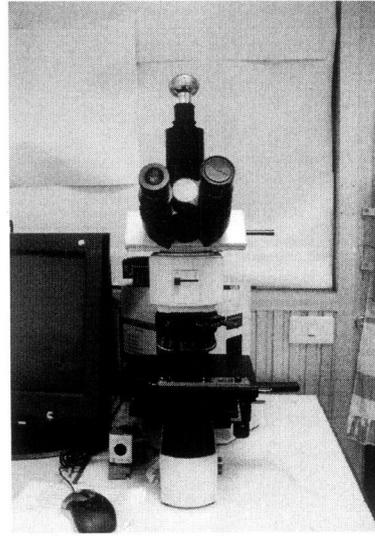
รูปที่ 3.30 เครื่องกัดอัตโนมัติ โนมติซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) [6]



รูปที่ 3.31 เครื่องตัดชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค [6]



รูปที่ 3.32 เครื่องทดสอบความต้านทานแรงดึง [6]



รูปที่ 3.33 กล้องจุลทรรศน์แบบแสง [6]

3.3 การเชื่อมเสียดทานแบบกวนที่สภาวะการเชื่อมต่างๆ



รูปที่ 3.34 แผงควบคุมของเครื่อง [6]

ในการทดลองเชื่อมจะใช้เครื่องกัดอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC Milling) ดังแสดงในรูปที่ 3.30 โดยการเขียนชุดคำสั่งให้เครื่องทำงาน โดยในการทดลองนี้ใช้เครื่องกัดแนวตั้ง MAKINO typeA06B-1008-B100 ซึ่งมีวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ดังนี้

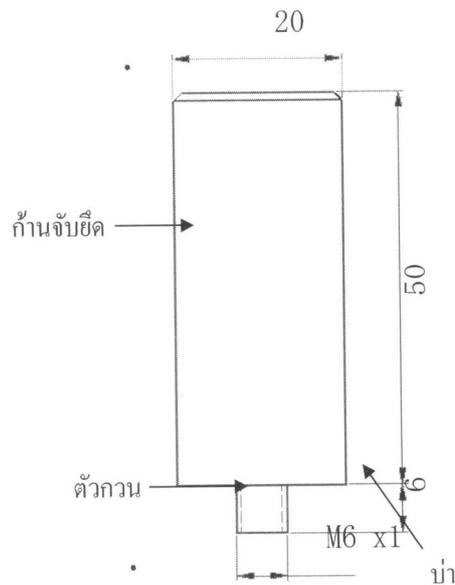
- ป้อนชุดคำสั่งโดยใช้มือผ่านทางแผงควบคุมของเครื่องดังแสดงในรูปที่ 3.34

- ปรับตำแหน่งศูนย์ให้กับเครื่องโดยใช้หัวเซตตำแหน่งศูนย์
- ทดลองเดินเครื่องโดยไม่มีชิ้นงาน (Dry run) เพื่อดูความถูกต้องของโปรแกรม
- จับยึดชิ้นงานเพื่อเตรียมทดลองเชื่อม

3.3.1 เครื่องมือเชื่อม

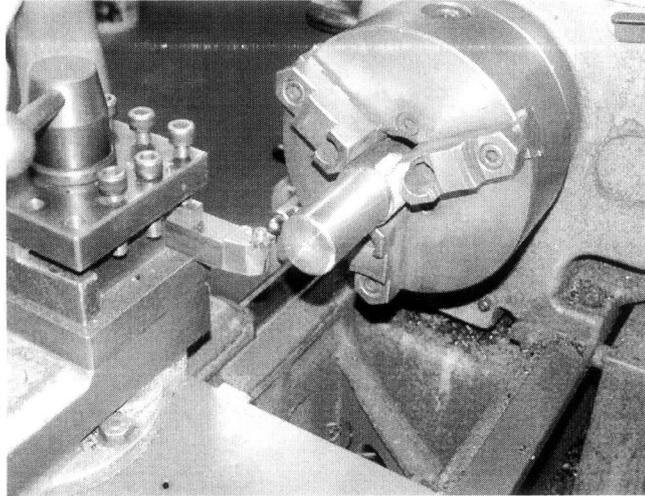
ในการทดลองจำเป็นต้องมีตัวกวน (Tool) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการทดลอง ซึ่งจะเป็นตัวกวนที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานขณะเชื่อม โดยมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.35

- ก้านจับยึด เป็นส่วนที่สวมเข้าไปในแกนหมุน (Spindle) ของเครื่องกัด เพื่อส่งแรงหมุนไปยังตัวกวน
- บ่า (Shoulder) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานจนเกิดความร้อนที่ชิ้นงาน จนเนื้อของวัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นพลาสติก
- ตัวกวน (Stirrer) เป็นส่วนที่หมุนอยู่ในเนื้อของวัสดุ และทำการกวนเนื้อของวัสดุที่อยู่ในสภาพพลาสติกให้เคลื่อนที่มารวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 3.35 ส่วนต่างๆ ของตัวกวน

โดยชิ้นส่วนทั้งหมดได้จากการขึ้นรูปเหล็กกล้าเครื่องมือ SKH-57 และซีเมนต์คาร์ไบด์ เพื่อให้ได้รูปร่างของตัวกวนดังแสดงในรูปที่ 3.35 โดยการนำเหล็กกล้าเครื่องมือเกรด SKH-57 ที่ใช้ทำเครื่องมือเชื่อมมาทำการกลึงขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึง ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การขึ้นรูปเครื่องมือเชื่อมด้วยการกลึง [6]

3.3.2 วิธีการเชื่อม

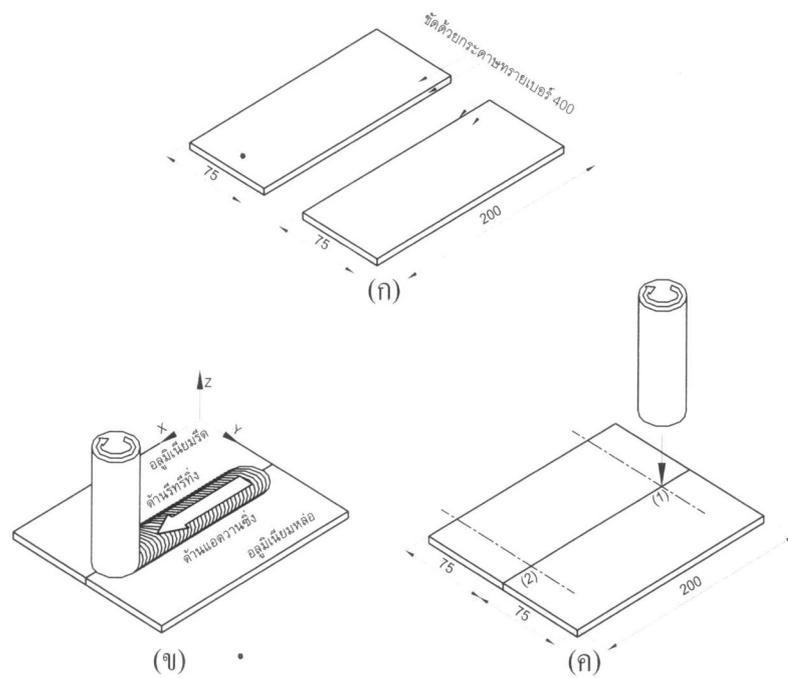
- ก่อนทำการเชื่อมต้องมั่นใจว่าขอบของชิ้นงานมีความเรียบและสะอาด ด้วยเหตุนี้จึงทำความสะอาดอีกครั้งด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 ที่ขอบของรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 3.37 (ก)

- การเชื่อมปลายของตัวกวน จะถูกลดลงจนถึงบ่าเครื่องมือเชื่อมสัมผัสกับผิวของแผ่นอลูมิเนียมที่เตรียมเป็นรอยต่อที่จุด 1 ของรอยต่อในรูปที่ 3.37 (ค)

- ตัวกวนรูปตัวเกลียวที่ขึ้นรูปจากอะลูมิเนียมคาร์ไบด์ ถูกสอดเข้าไปตรงตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3.26 (ข) เพื่อให้ขอบของตัวกวนสัมผัสกับขอบของด้านอลูมิเนียมหล่อ จุดที่สัมผัสนี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.0 มิลลิเมตร จนกระทั่งบ่าเครื่องมือสัมผัสผิวด้านบนของอลูมิเนียม

- เครื่องเชื่อมเดินทางตามแนวรอยต่อจากจุดที่ 1 ไปยังจุดที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.37 (ค) และทำการแช่ไว้ที่จุดที่ 2 10 วินาทีก่อนยกตัวกวนออก

- รอให้ชิ้นงานเย็นตัวและทำการถอดชิ้นงานไปปฏิบัติการขึ้นตอนต่อไป



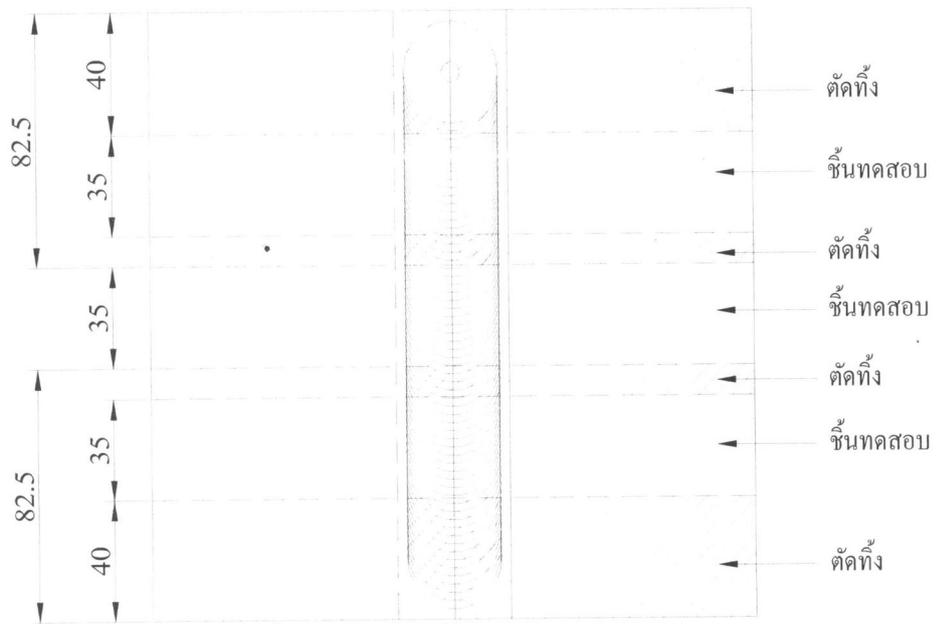
รูปที่ 3.37 การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนรอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ

3.3.3 ตัวแปรการเชื่อม

ในการทดลองนี้ตัวแปรการเชื่อมประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- ความหนาของวัสดุ ในการทดลองครั้งนี้ใช้วัสดุที่มีความหนาเท่ากัน คือ อลูมิเนียมหนา 6.3 มิลลิเมตร
- ชนิดของรอยต่อ เลือกศึกษารอยต่อชน
- รูปร่างของตัวกวน คือ ทรงกระบอกผิวเกลียวซ้ายขนาด M6
- ความเร็วรอบของตัวกวน เลือกใช้ความเร็วรอบเท่ากับ 500-2000 rpm เนื่องจากเป็นความเร็วรอบที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่อชนอลูมิเนียม 6063 ที่ใช้เครื่องกัดตัวเดียวกันที่รายงานไว้ [29]
- ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม เลือกศึกษาที่ความเร็วเดินแนวเชื่อมตั้งแต่ 50-200 mm/min [29]
- ความเอียงของตัวกวน ที่ทำให้เกิดแนวเชื่อมที่สมบูรณ์มีค่าประมาณ 2-6 องศา [14] ในการทดลองนี้เลือกที่ 2 องศา เนื่องจากในรายงานที่ผ่านมาพบว่าค่าความแข็งแรงสูงที่ค่ามุมเอียงนี้ [29]

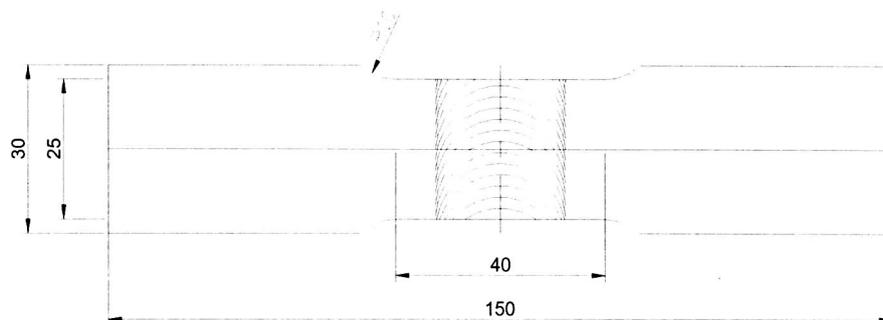
3.4 การทดสอบสมบัติทางกล [6]



ภาพที่ 3.38 ตำแหน่งการตัดชิ้นงานเชื่อมเพื่อทำชั้นทดสอบแรงดึงแบบเฉือน (หน่วย: มม.) [6]



รูปที่ 3.39 ใยเครื่องมือตัด [6]

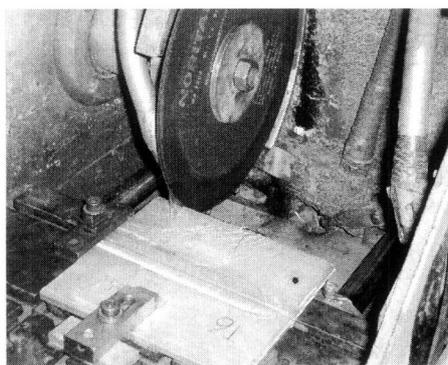


รูปที่ 3.40 ชิ้นงานทดสอบแรงดึง (หน่วย: มม.) [6]

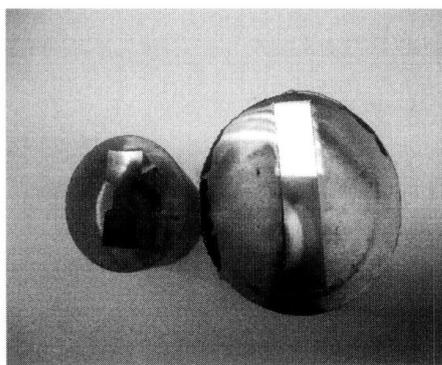
ชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมจะถูกนำมาทำการเตรียมชิ้นทดสอบความแข็งแรงดึง โดยมีการวางแผน การตัดชิ้นงานเพื่อทำชิ้นทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.38 โดยทำการเตรียมชิ้นทดสอบตัดขวางแนวเชื่อมด้วยใบตัด Noritake เกรด WA120N BA สำหรับเหล็กเหนียว ระยะห่างจากหัวท้าย 40 มม. ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของแนวเชื่อมจะถูกตัดทิ้งไปด้วยเครื่องตัดและใบตัดที่แสดงในรูปที่ 3.31 และ 3.39 ตามลำดับ จากนั้นส่วนที่เหลือจะถูกนำมาทำการเตรียมชิ้นทดสอบที่มีขนาดและมิติดังแสดงในรูปที่ 3.40 จำนวนชิ้นทดสอบในแต่ละตัวแปรการเชื่อม กำหนดให้เลือกชิ้นทดสอบ 6 ชิ้นจากรอยต่อที่เชื่อม 3 รอย ต่อแบบสุ่ม เพื่อนำไปทำการทดสอบค่าความแข็งแรงดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile test machine) ดังแสดงในรูปที่ 3.32 ต่อไป

3.5 การตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค [6]

การตรวจสอบโครงสร้างมหภาคของแนวเชื่อมเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของแนวเชื่อมที่สภาวะตัวแปรต่างๆ ที่ทำการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้



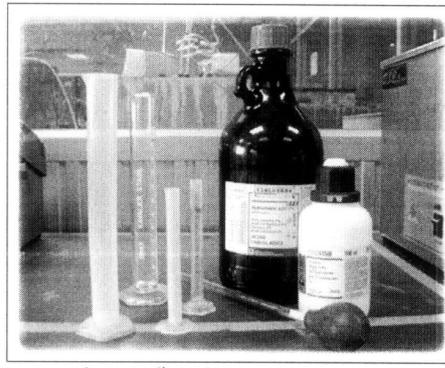
รูปที่ 3.41 การตัดคูลูมิเนียม [6]



รูปที่ 3.42 ชิ้นงานที่หล่อเสร็จแล้ว [6]



รูปที่ 3.43 การขัดกระดาษทราย [6]



รูปที่ 3.44 น้ำยาที่ใช้ในการกัดกรด [6]

- ตัดชิ้นงานด้วยใบตัดพร้อมทั้งหล่อเย็นชิ้นงานตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระหว่างการเลื่อย ดังรูปที่ 3.41

- นำชิ้นงานไปหล่อด้วยการเรซิน ด้วยเครื่องหล่อ ดังรูปที่ 3.42

- นำชิ้นงานไปขัดกระดาษทรายตั้งแต่เบอร์ 120 320 400 600 1000 1200 ตามลำดับโดยการขัดผ่านน้ำเพื่อให้เป็นตัวช่วยในการคายเศษที่ขัดแล้ว หลังจากนั้นนำงานที่ขัดแล้วไปขัดด้วยผงเพชรขนาด 3 2 และ 1 ไมครอน บนผ้าสักหลาดบนเครื่องขัด ดังรูปที่ 3.43 ตามลำดับ โดยผงเพชรที่ใช้ นั้นเนื่องจากมีราคาแพง คณะผู้วิจัยจึงตกลงที่ร่วมใช้ผงเพชรร่วมกันระหว่างแผนงานวิจัยการปรับปรุงสมบัติรอยเชื่อมอลูมิเนียมผสมด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน ของโครงการวิจัยย่อยทั้งสามที่ประกอบด้วย โครงการวิจัยย่อย 1 อิทธิพลการอบชุบด้วยความร้อนหลังการเชื่อมต่อสมบัติของโลหะเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนอลูมิเนียมเกรด6063 โครงการวิจัยย่อย 2 อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนต่อสมบัติรอยต่อชนระหว่างอลูมิเนียมเกรด 6063 สภาพหล่อและรีด และโครงการวิจัยย่อย 3 โครงสร้างและความแข็งแรงดึงของรอยต่อชนอลูมิเนียม 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิม 430 ด้วยการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนตัวกวนรูปร่างต่างๆ

- หลังจากนั้นนำงานไปกัดกรดไฮโดรฟลูอริก (HF) 30% โดยการผสมกรดไฮโดรคลอริก 10% น้ำกลั่น 60% ทำการกัดนาน 3-5 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำและเอทานอลเพื่อไล่น้ำออกจากผิวหน้าผิวงาน ดังรูปที่ 3.44

- ถ่ายรูปโครงสร้างและจุดพร่องของชิ้นงานเพื่อหาสาเหตุของการขาดของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์ดังแสดงในรูปที่ 3.33