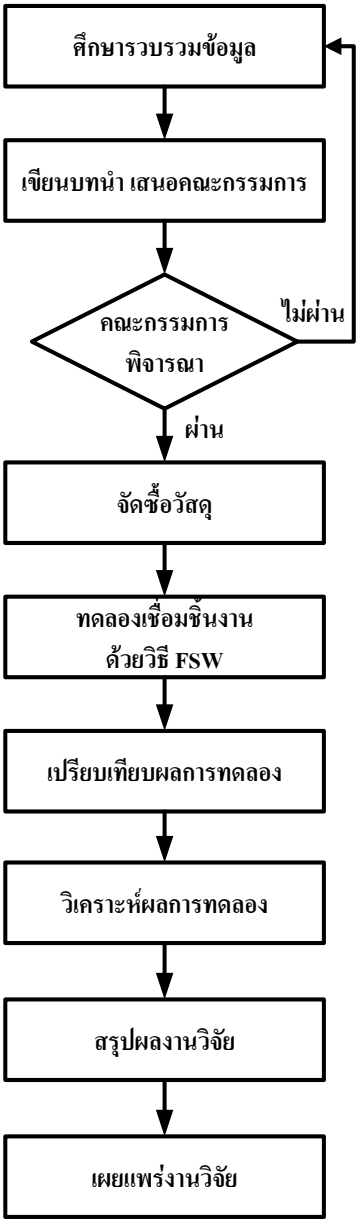
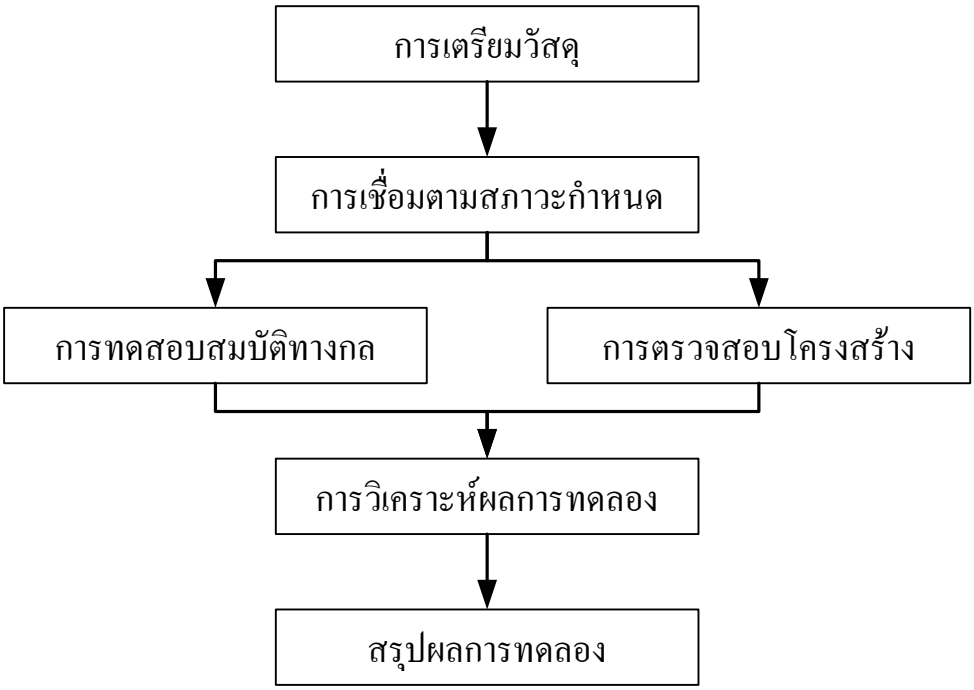
บทที่ 3
วิธีทดลอง

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

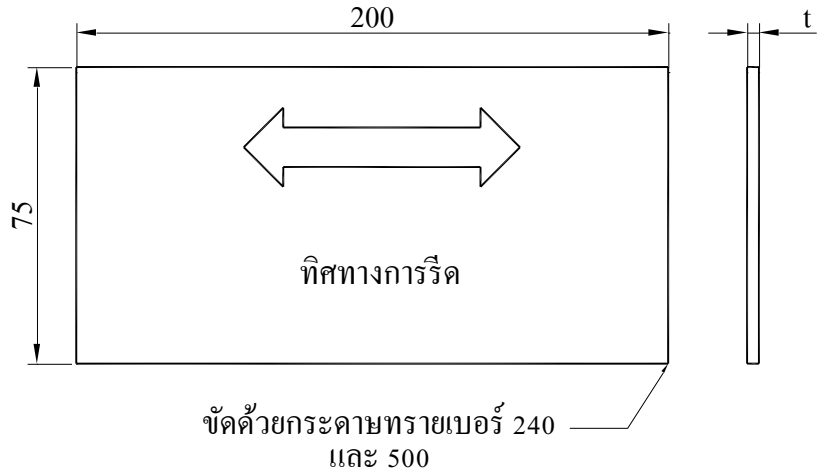
ธาตุ	Al	Mg	Mn	Cu	Cr
ปริมาณ (%น้ำหนัก)	สมดุล	4.00	0.05	0.01	0.02

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 แผ่นอลูมิเนียมถูกเตรียมให้มีรูป ร่างสี่เหลี่ยนผืนผ้า ขนาดกว้าง 75 มม. ยาว 200 มม. โดยให้ทิศทางของการรีดขนานกับด้านยาวของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.3 ผิวของแผ่นวัสดุทั้งสองที่ด้านที่ต้องการ

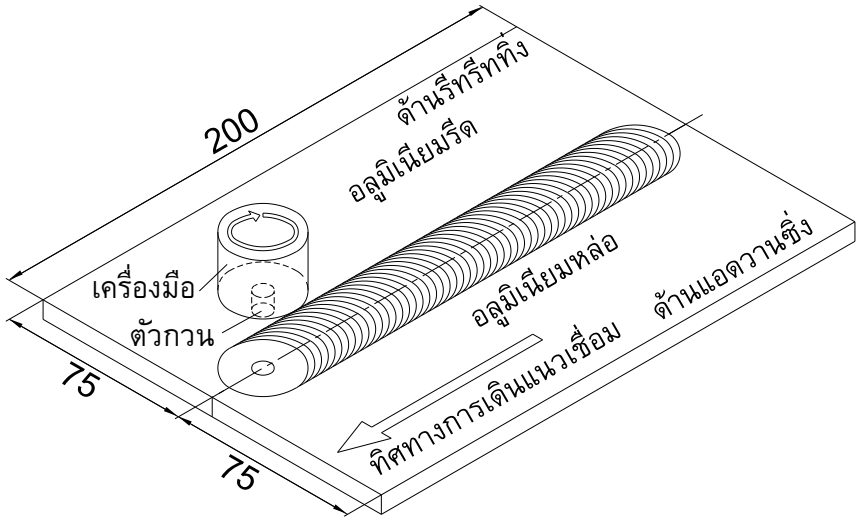
นำมาวางต่อเป็นรอยต่อชนถูกขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240 500 และทำความสะอาดด้วยอาซีโตน ก่อนการทำการต่อเป็นรอยต่อชนดังแสดงในรูปที่ 3.4



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

3.1.2 อลูมิเนียมแผ่นหล่อ

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



รูปที่ 3.4 รอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ

ก. การเตรียมทรายหล่อ

ทรายหล่อที่ใช้ในการทดแบบหล่อนี้เป็นทรายแม่น้ำที่มีความละเอียด ส่วนผสมของทรายที่ใช้ในการหล่อครั้งนี้อ้างอิงตามส่วนผสมสมาคมช่างหล่อแห่งประเทศอังกฤษ [27] ดังนี้

รูปที่ 3.5 เครื่องผสมทรายหล่อ

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

ทรายหล่อที่ได้นำมาคลุกเคล้าผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมทรายดังแสดงในรูปที่ 3.5 เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปทำแบบหล่อในขั้นตอนต่อไป

ข. การทำแบบหล่อ

- วางกระสวนลงไปในหีบหล่อ แล้วนำทรายหล่อที่ผสมจนคลุกเคล้าเข้ากันได้อย่างละเอียดมาทำการร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ทรายผิวหน้าที่ความละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.6
- เติมทรายหล่อลงไปในหีบหล่อให้เต็มดังแสดงในรูปที่ 3.7
- ใช้เหล็กกระทุ้งแบบกระทุ้งทรายในหีบหล่อให้แน่นเพื่อการเกาะยึดกระสวนโดยเริ่มต้นกระทุ้งจากขอบนอกของหีบวนเข้าสู่ศูนย์กลางของหีบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.8

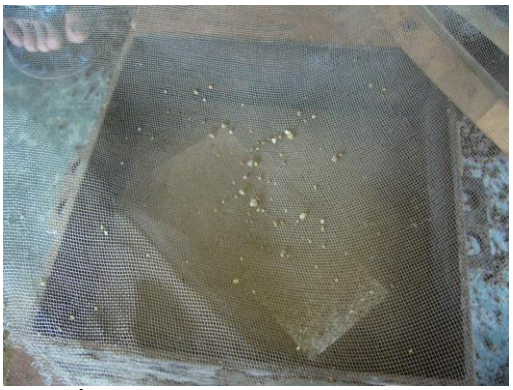
รูปที่ 3.7 การเติมทรายให้เต็มแบบหล่อ

รูปที่ 3.8 การกระทุ้งทรายในแบบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบ

รูปที่ 3.9 การตำทรายให้แน่นด้วยเท้าช้าง

รูปที่ 3.10 การปาดแบบทรายที่เกินแบบหล่อ

รูปที่ 3.11 การระบุตำแหน่งรูเทและรูล้น



รูปที่ 3.12 การร่อนทรายละเอียดปะหน้ากระสวนด้านล่าง

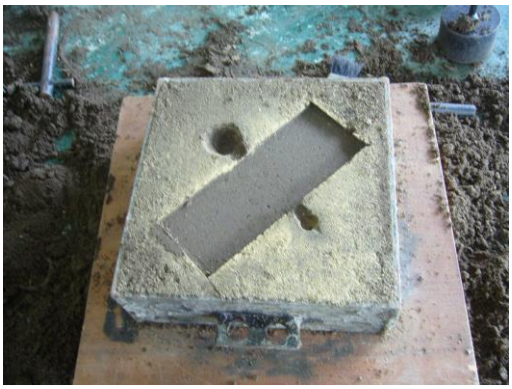
รูปที่ 3.13 การกระทุ้งทรายในแบบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบ

รูปที่ 3.14 การตำทรายให้แน่นด้วยเท้าช้าง

รูปที่ 3.15 การปาดแบบทรายที่เกินแบบหล่อ

รูปที่ 3.16 การทำแอ่งเท

รูปที่ 3.17 การถอดแบบหล่อ



รูปที่ 3.18 การถอดกระสวน

รูปที่ 3.19 การประกบแบบ

รูปที่ 3.20 การอุดรอยต่อระหว่างหีบหล่อ

- หลังจากที่กระทุ้งทรายหล่อในหีบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบแล้วให้เติมทรายหล่อลงไปในหีบหล่อและกระทุ้งต่อไปจนกระทั่งทรายในหีบหล่อเกาะยึดแน่นในหีบหล่อ จากนั้นใช้เท้าช้างกระทุ้งทรายในด้านบนหีบหล่อให้แน่นดังแสดงในรูปที่ 3.9

- ใช้เหล็กปาดแบบ ปาดทรายที่มีระดับสูงกว่าขอบของหีบหล่อออกดังแสดงในรูปที่ 3.10

- พลิกหีบหล่อเพื่อเอาด้านล่างขึ้นสู่ข้างบนจะเห็นตำแหน่งของกระสวนดังแสดงในรูปที่ 3.11 จากนั้นทำการวางตำแหน่งของรูเทและรูล้น ตามลำดับ

- ทำการร่อนทรายละเอียดในตำแหน่งที่ทรายสัมผัสกับผิวของกระสวนดังแสดงในรูปที่ 3.12

- เติมทรายหล่อลงไปในหีบหล่อให้เต็ม และใช้เหล็กกระทุ้งแบบกระทุ้งทรายในหีบหล่อให้แน่น โดยเริ่มต้นกระทุ้งจากขอบนอกของหีบวนเข้าสู่ศูนย์กลางของหีบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.13

- หลังจากที่กระทุ้งทรายหล่อในหีบหล่อด้วยเหล็กกระทุ้งแบบแล้วให้เติมทรายหล่อลงไปในหีบหล่อและกระทุ้งต่อไปจนกระทั่งทรายในหีบหล่อเกาะยึดแน่นในหีบหล่อ จากนั้นใช้เท้าช้างกระทุ้งทรายในด้านบนหีบหล่อให้แน่นดังแสดงในรูปที่ 3.14

- ใช้เหล็กปาดแบบ ปาดทรายที่มีระดับสูงกว่าขอบของหีบหล่อออกดังแสดงในรูปที่ 3.15

- ทำแอ่งเทที่ตำแหน่งรูเทเพื่อการเทโลหะหลอมเหลวอย่างเที่ยงตรงดังแสดงในรูปที่ 3.16

- ถอดหีบหล่อบนออกจากหีบหล่อร่างดังแสดงในรูปที่ 3.17

- ถอดรูเท รูล้น และกระสวนออกจากหีบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.18

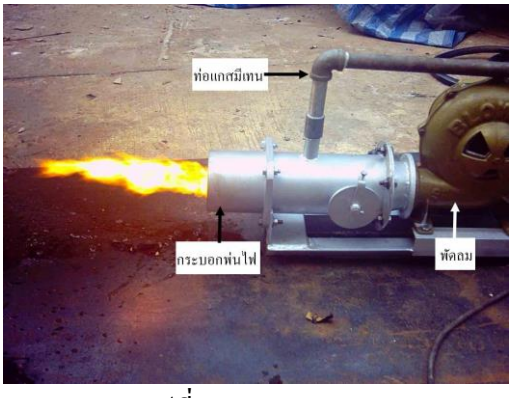
- ประกบหีบหล่อบนลงสู่หีบหล่อล่างอีกครั้งดังแสดงในรูปที่ 3.19

- ทำการอุดรอยต่อระหว่างหีบหล่อบนและล่างด้วยทรายหล่อผสมน้ำดังแสดงในรูปที่ 3.20 เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะหลอมเหลวไหลออกมาด้านนอก ในกรณีที่การประกบแบบไม่สนิท

ค. การหลอมอลูมิเนียมและการเตรียมแผ่นหล่อ

เตาหลอมที่ใช้เป็นเตาหลอมที่ออกแบบเพื่อให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิง 2 ชนิด คือ น้ำมันดีเซล และแกสมีเทน ดังแสดงในรูปที่ 3.21 อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองใช้เตาชนิดนี้แล้ว พบว่าเตาหลอมที่สร้างขึ้นมานี้ เมื่อใช้เชื้อเพลิงเป็นแกสมีเทนแล้ว พบว่ามีความประหยัดมากกว่า ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้แกสมีเทนในการหลอมอลูมิเนียมในการทดลอง [28] ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงใช้แกสมีเทนในการหลอมอลูมิเนียม โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองที่ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ขั้นตอนที่สำคัญในการติดเตามีดังนี้

รูปที่ 3.21 เตาหลอม



รูปที่ 3.22 การจุดเตา

รูปที่ 3.23 การกำจัดแกสโดยใช้โซเดียมคลอไรด์

รูปที่ 3.24 การเทอลูมิเนียมหลอมเหลวลงแบบหล่อ

- ทำการเปิดวาล์วหัวขวดและวาล์วควบคุมที่เตาเพื่อให้แกสไหลออกมาเพียงเล็กน้อย แล้วทำการจุดไฟที่ปลายกระบอกพ่นไฟดังแสดงในรูปที่ 3.22 จนกระทั่งไฟติด จากนั้นเพิ่มปริมาณการไหลของแกสมีเทนจนถึงขั้นสูงสุด จะพบว่าเปลวไฟแรงขึ้น

- สวมกระบอกพ่นไฟเข้าสู่เตาให้สนิท แล้วเปิดพัดลมเพื่อเพิ่มการเผาไหม้

- รอจนกระทั่งเบ้าหลอมร้อนแดง แล้วจึงใส่อลูมิเนียมลงไปในเบ้าหลอม ในช่วงนี้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง จึงได้อลูมิเนียมหลอมเหลวเต็มเบ้าหลอม

- ทำการกำจัดแกสในเบ้าหลอมโดยการใช้เกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) กดลงสู่ด้านล่างของเบ้าดังแสดงในรูปที่ 3.23 เกลือแกงที่ใส่ลงไปจะทำปฏิกิริยากับแกสต่างๆ ในอลูมิเนียมหลอมเหลวและลอยขึ้นสู่ผิวหน้าของอลูมิเนียมหลอมเหลวเปลี่ยนสภาวะเป็นขี้ตะกรัน (Dross) และทำการตักออกก่อนการเทอลูมิเนียมลงสู่แบบหล่อ

- ใช้เบ้าเทขนาดเล็กตักอลูมิเนียมลงไปเทในแบบหล่อดังแสดงในรูปที่ 3.24

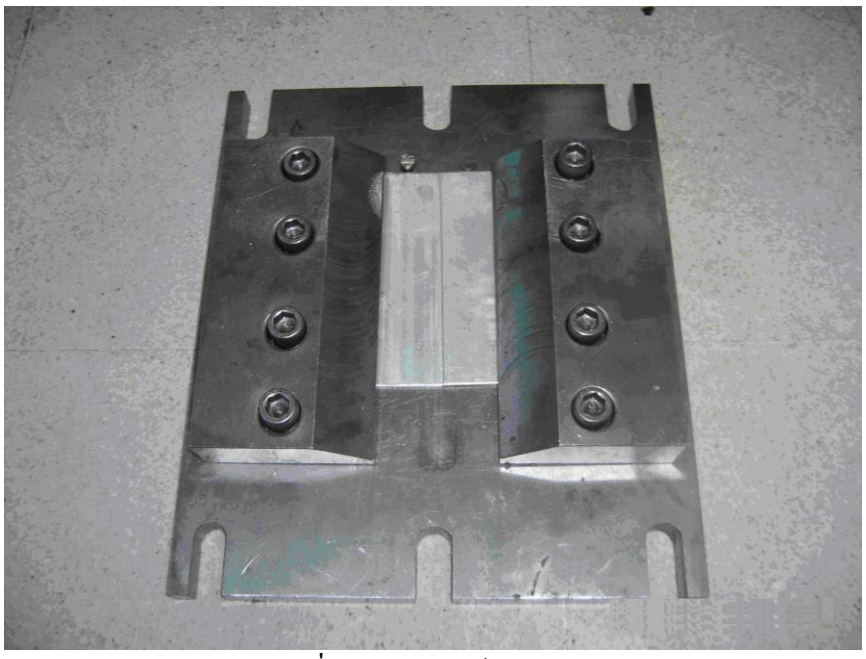
- ชิ้นงานหล่อที่ได้ นำไปทำการกัด (Milling) ให้มีขนาดของแผ่นชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.3

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

3.3.1 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.25 เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ เนื่องจากในกระบวนการเชื่อมเสียดทานแบบกวนนั้น ชิ้นงานที่ถูกจับยึดจะต้องแน่นหนาไม่เคลื่อนที่ขณะที่ทำการเชื่อม และที่สำคัญในขณะที่ทำการเชื่อมจำเป็นจะต้องมีแผ่นรองรับแนวแรงที่การกดของแกนหมุนที่ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงาน ดังนั้นจึงจะต้องออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถรองรับแรงกดจากตัวกวน และต้องออกแบบให้อุปกรณ์สามารถจับยึดชิ้นงานอย่างมั่นคง โดยใช้หลักการการดังนี้คือ

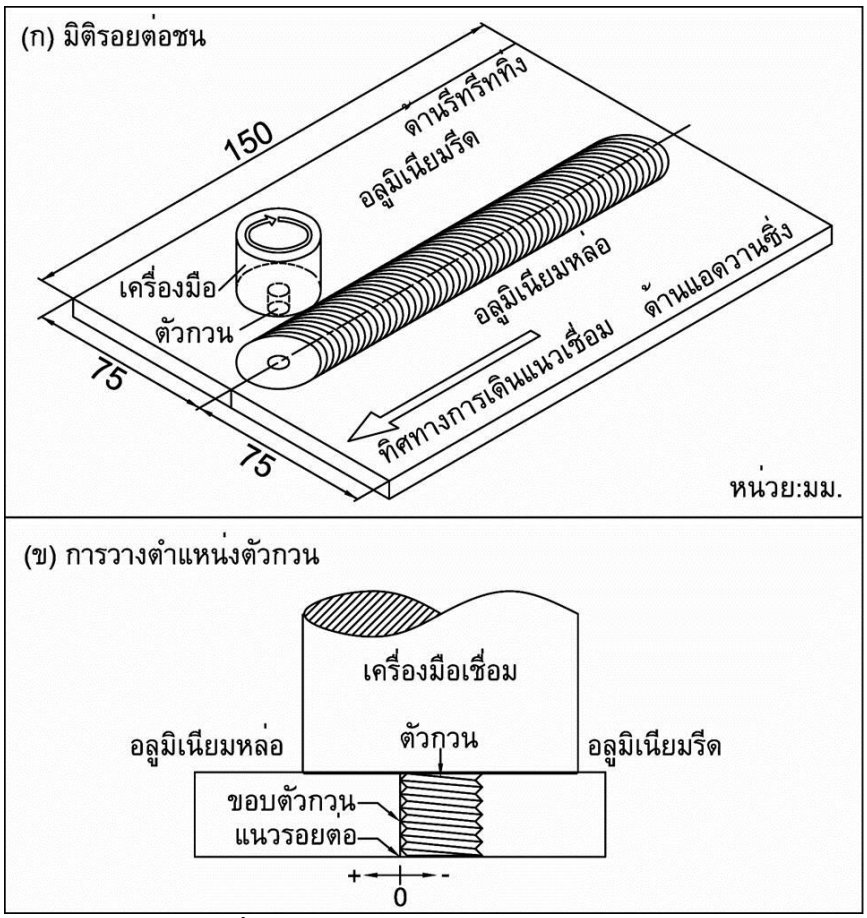
- แผ่นรองรับจะต้องรองรับแรงกดได้โดยไม่มีการเสียรูปขณะที่ทำการเชื่อม
- ทนอุณหภูมิได้สูงโดยไม่มีการเสียรูป
- อุปกรณ์จับยึดจะต้องแข็งแรงและให้แรงในการจับยึดมากพอที่ไม่ทำให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ขณะทำการเชื่อมและที่สำคัญสามารถถอดประกอบได้ง่ายหากเกิดการชำรุดอีกด้วย



รูปที่ 3.25 อุปกรณ์จับยึด [6]

ในการจับยึดแผ่นโลหะทั้งสองในอุปกรณ์การจับยึดนั้น ตำแหน่งการวางแผ่นโลหะแสดงในรูปที่ 3.26 (ก) คือ แผ่นอลูมิเนียมหล่อวางอยู่ที่ด้านแอดวานซิ่ง หรือด้านที่ทิศทางการหมุนมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเดินแนวเชื่อม จากนั้นทำการตรวจสอบแนวของรอยต่อว่าขนานกับแนวการเคลื่อนที่หรือไม่ โดยการใช้ไดอัลเกจวัดตลอดแนวความยาวของรอยต่อ หากมีค่าที่ไม่เที่ยงตรงต้องปรับให้สม่ำเสมอ ก่อนการยึดชิ้นงานเข้ากับอุปกรณ์จับยึด และยึดอุปกรณ์การจับยึดเข้าแท่นของเครื่องกัดอัตโนมัติ

ในการจับยึดชิ้นงานนั้นขอบของชิ้นงานต้องวางขนานกับแท่นรองรับชิ้นงานของเครื่องกัดอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือนาฬิกาวัดระดับแนวขนาน (Dial gauge) ดังแสดงในรูปที่ 3.27 เพื่อทำการวัดระดับแนวของชิ้นงานที่ได้ทำการเตรียมไว้ในการทดลองให้มีความเที่ยงตรง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเชื่อมที่จำเป็นต้องมีการเดินแนวเชื่อมที่เที่ยงตรงและสม่ำเสมอ หลังจากทำการติดตั้งชิ้นงานอย่างเที่ยงตรงแล้ว จึงทำการติดตั้งเครื่องมือเชื่อมเข้ากับตัวจับยึดเครื่องมือของเครื่องกัดอัตโนมัติ โดยได้ทำการใส่เครื่องมือเชื่อมอย่างหนาแน่นเพื่อป้องกันการสะบัดของเครื่องมือเชื่อมขณะทำการเชื่อม รวมถึงอาจทำให้เครื่องมือเชื่อมเกิดการยุบตัวเข้าไปในตัวจับยึดเครื่องมือได้



รูปที่ 3.26 รอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ

รูปที่ 3.27 เครื่องมือนาฬิกาวัดระดับแนวขนาน (Dial Gauge) [6]

3.3.2 เครื่องมืออื่นๆ ที่ใช้ประกอบการทดลองในครั้งนี้มีดังนี้

- เครื่องตัดแผ่นโลหะ ผู้ทำการวิจัยได้ใช้เครื่อง ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังรูปที่ 3.28

- เครื่องกลึงโลหะ เพื่อการทำตัวกวน ดังรูปที่ 3.29

- เครื่องกัดอัตโนมัติซีเอนซี (CNC Milling Machine) ผู้ทำการวิจัยใช้เครื่องทดสอบภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม 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 เครื่องกัดอัตโนมัติซีเอนซี (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

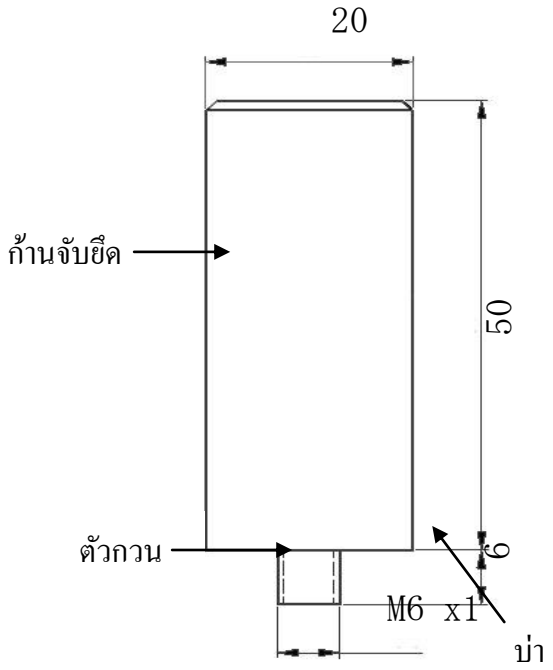
3.3.1 เครื่องมือเชื่อม

ในการทดลองจำเป็นต้องมีตัวกวน (Tool) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการทดลอง ซึ่งจะเป็นตัวกวนที่ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานขณะเชื่อม โดยมีส่วนประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.35

- ก้านจับยึด เป็นส่วนที่สวมเข้าไปในแกนหมุน (Spindle) ของเครื่องกัด เพื่อส่งแรงหมุนไปยังตัวกวน

- บ่า (Shoulder) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานจนเกิดความร้อนที่ชิ้นงาน จนเนื้อของวัสดุเกิดการเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติก

- 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

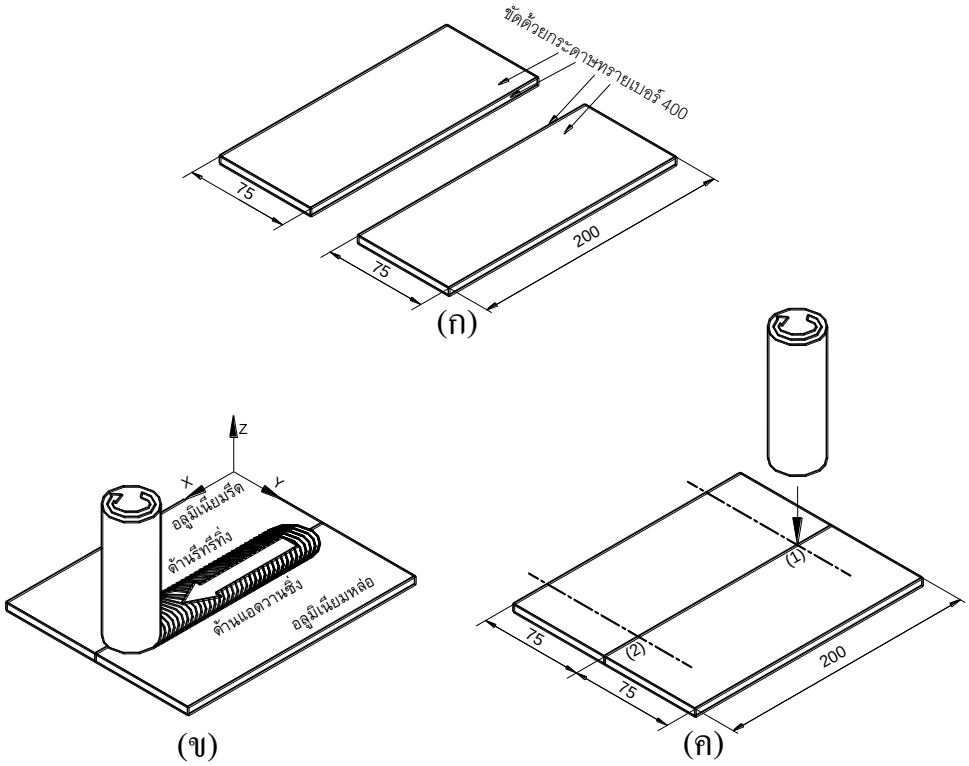
- ก่อนทำการเชื่อมต้องมั่นใจว่าขอบของชิ้นงานมีความเรียบและสะอาด ด้วยเหตุนี้จึงทำความสะอาดอีกครั้งด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 ที่ขอบของรอยต่อดังแสดงในรูปที่ 3.37 (ก)

- การเชื่อมปลายของตัวกวน จะถูกลดลงจนถึงบ่าเครื่องมือเชื่อมสัมผัสกับผิวของแผ่นอลูมิเนียมที่เตรียมเป็นรอยต่อที่จุด 1 ของรอยต่อในรูปที่ 3.37 (ค)

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

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

- รอให้ชิ้นงานเย็นตัวและทำการถอดชิ้นงานไปปฏิบัติการขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 3.37 การเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนรอยต่อชนอลูมิเนียมรีดและหล่อ

3.3.3 ตัวแปรการเชื่อม

ในการทดลองนี้ตัวแปรการเชื่อมประกอบไปด้วยตัวแปรต่างๆ ดังนี้

- ความหนาของวัสดุ ในการทดลองครั้งนี้ใช้วัสดุที่มีความหนาเท่ากัน คือ อลูมิเนียมหนา 6.3 มิลลิเมตร

- ชนิดของรอยต่อ เลือกศึกษารอยต่อชน

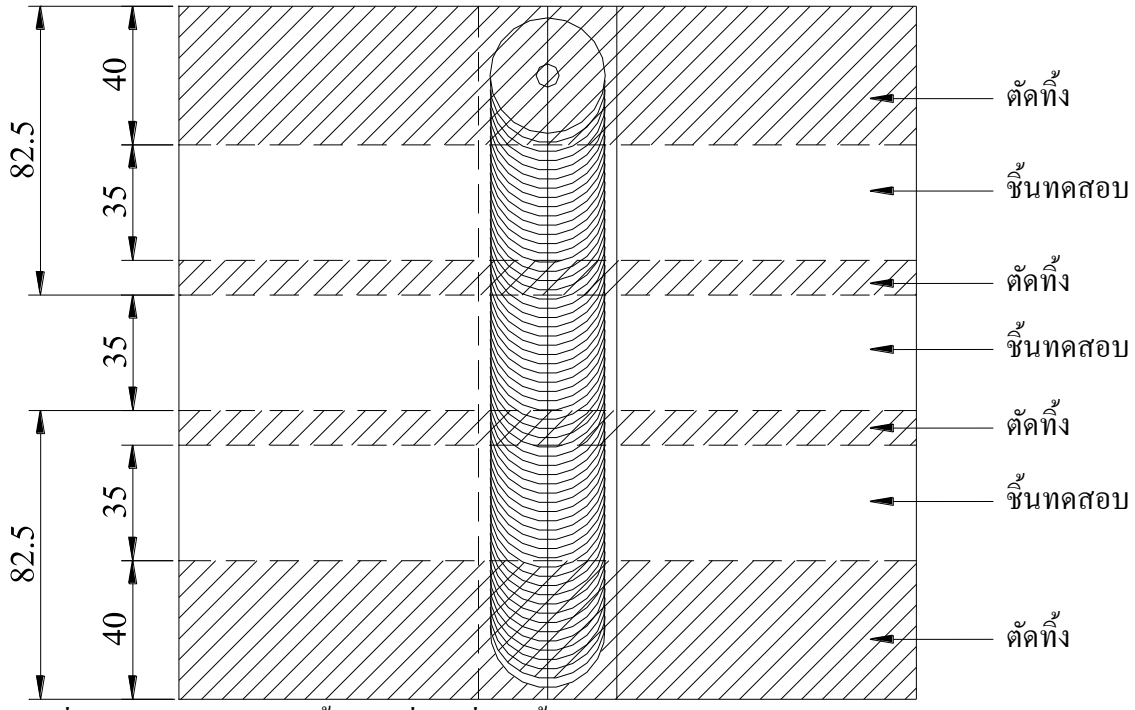
- รูปร่างของตัวกวน คือ ทรงกระบอกผิวเกลียวซ้ายขนาด M6

- ความเร็วรอบของตัวกวน เลือกใช้ความเร็วรอบเท่ากับ 500-2000 rpm เนื่องจากเป็นความเร็วรอบที่ใช้ในการเชื่อมรอยต่อชนอลูมิเนียม 6063 ที่ใช้เครื่องกัดตัวเดียวกันที่รายงานไว้ [29]

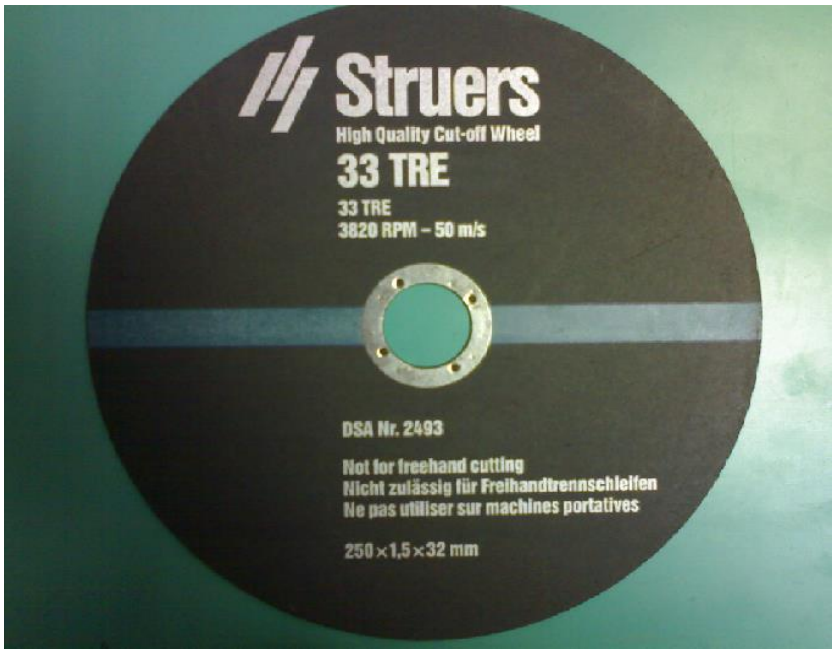
- ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม เลือกศึกษาที่ความเร็วเดินแนวเชื่อมตั้งแต่ 50-200 mm/min [29]

- ความเอียงของตัวกวน ที่ทำให้เกิดแนวเชื่อมที่สมบรูณ์มีค่าประมาณ 2-6 องศา [14] ในการทดลองนี้เลือกที่ 2 องศา เนื่องจากในรายงานที่ผ่านมาพบว่าค่าความแข็งแรงสูงที่ค่ามุมเอียงนี้ [29]

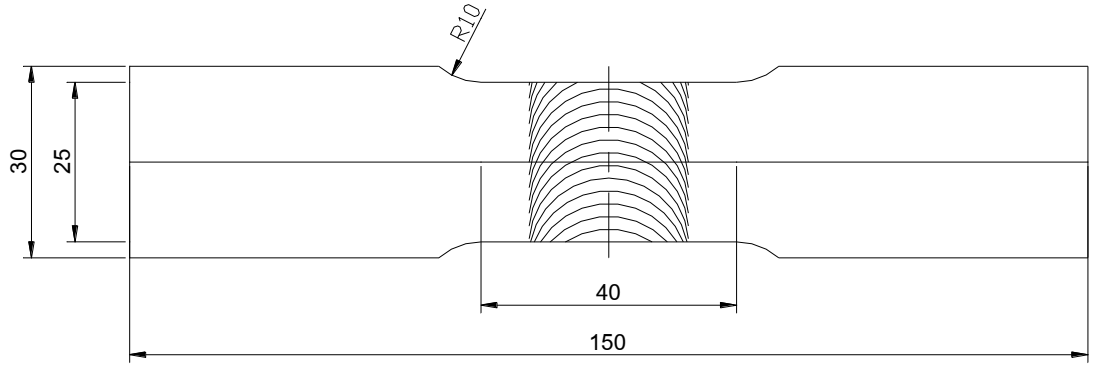
3.4 การทดสอบสมบัติทางกล [6]



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



รูปที่ 3.39 ใบเครื่องมือตัด [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 ตาม ลำดับ 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 การตัดอลูมิเนียม [6]

รูปที่ 3.42 ชิ้นงานที่หล่อเสร็จแล้ว [6]

รูปที่ 3.43 การขัดกระดาษทราย [6]

รูปที่ 3.44 น้ำยาที่ใช้ในการกัดกรด [6]

- ตัดชิ้นงานด้วยใบตัดพร้อมทั้งหล่อเย็นชิ้นงานตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระหว่างการเลื่อย ดังรูปที่ 3.41

- นำชิ้นงานไปหล่อด้วยการเรซิ่น ด้วยเครื่องหล่อ ดังรูปที่ 3.42

- นำชิ้นงานไปขัดกระดาษทรายตั้งแต่เบอร์ 120 320 400 600 1000 1200 ตามลำดับโดยการขัดผ่านน้ำเพื่อให้น้ำเป็นตัวช่วยในการคายเศษที่ขัดแล้ว หลังจากนั้นนำงานที่ขัดแล้วไปขัดด้วยผงเพชรขนาด 3 2 และ 1 ไมครอน บนผ้าสักลาดบนเครื่องขัด ดังรูปที่ 3.43 ตามลำดับ โดยผงเพชรที่ใช้นั่นเนื่องจากมีราคาแพง คณะผู้วิจัยจึงตกลงที่ร่วมใช้ผงเพชรร่วมกันระหว่างแผนงานวิจัยการปรับปรุงสมบัติรอยเชื่อมอลูมิเนียมผสมด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวน ของโครงการวิจัยย่อยทั้งสามที่ประกอบด้วย โครงการวิจัยย่อย 1 อิทธิพลการอบชุบด้วยความร้อนหลังการเชื่อมต่อสมบัติของโลหะเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนอลูมิเนียม เกรด6063 โครงการวิจัยย่อย 2 อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนต่อสมบัติรอยต่อชนระหว่างอลูมิเนียมเกรด 6063 สภาพหล่อและรีด และโครงการวิจัยย่อย 3 โครงสร้างและความแข็งแรงดึงของรอยต่อชนอลูมิเนียม 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิม 430 ด้วยการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนตัวกวนรูปร่างต่างๆ

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

- ถ่ายรูปโครงสร้างและจุดพร่องของชิ้นงานเพื่อหาสาเหตุของการขาดของชิ้นงานด้วยกล้องจุลทรรศน์ดังแสดงในรูปที่ 3.33