บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับวัสดุที่นำมาใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาวิเคราะห์และทดสอบตามโครงการ ดังนี้

3.1.1 อลูมิเนียมเกรด 6063 ผู้ทำการวิจัยได้ดำเนินการเลือกอลูมิเนียมผสมที่ผ่านการรีดร้อน มีลักษณะเป็นแผ่นหนา (Plate) มีความหนา 6.3 มิลลิเมตร ซึ่งมีสมบัติดังนี้

1) ส่วนผสมทางเคมี

อลูมิเนียม 6063 มีส่วนผสมของธาตุต่างๆ เป็นดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมทางเคมีของอลูมิเนียม เกรด 6063

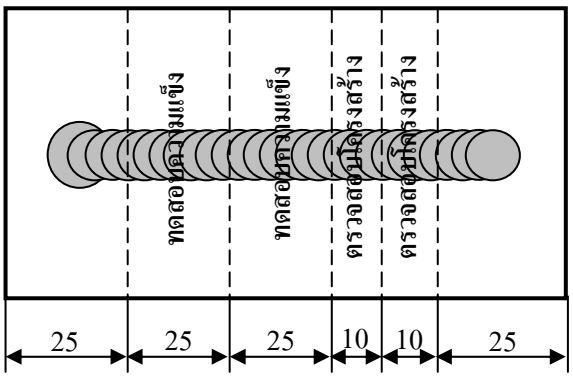
อลูมิเนียมเกรด 6063						
Al	Mg	Fe	Si	Si	Cu	Cr
สมดุล	0.42	0.06	0.16	0.59	0.02	0.01

2) ความแข็ง (Hardness)

การทดสอบหาค่าความแข็งของอลูมิเนียม 6063 ที่พื้นผิวพบว่ามีค่าความแข็งเฉลี่ย 44.2 HV โดยใช้แรงในการกด (Load) 200 กรัม กดแช่ที่ชิ้นงานเป็นเวลา 30 วินาที

3.1.2 ชิ้นงานที่ใช้ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกล

ชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างและทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ โครงสร้างด้านซึมลึก โครงสร้างด้านผิวหน้า และการทดสอบความแข็ง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ลักษณะการแบ่งชิ้นงานเพื่อใช้ในการทดสอบ

รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นชิ้นงานที่เหมาะสมที่ใช้ในการวิจัย คือขนาด 120 mm. เนื่องจากชิ้นงานเชื่อมที่ได้มีความยาวที่เหมาะสมที่จะตัดแบ่งชิ้นงานย่อยเพื่อทำการทดสอบแบบต่างๆ โดยชิ้นงานไม่ยาวหรือสั้นจนเกินไป

3.2 เครื่องเชื่อมและอุปกรณ์การเชื่อม

3.2.1 เครื่องหมุนวนอิเล็กโทรด

เครื่องหมุนวนอิเล็กโทรดสำหรับใช้ในการเชื่อม เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเชื่อมแบบหมุนวนหัวอิเล็กโทรดทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น และช่วยให้การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมทำได้ง่ายและเสถียรกว่าการใช้มือในการเดินแนวเชื่อม

รูปที่ 3.2 เครื่องหมุนวนอิเล็กโทรด

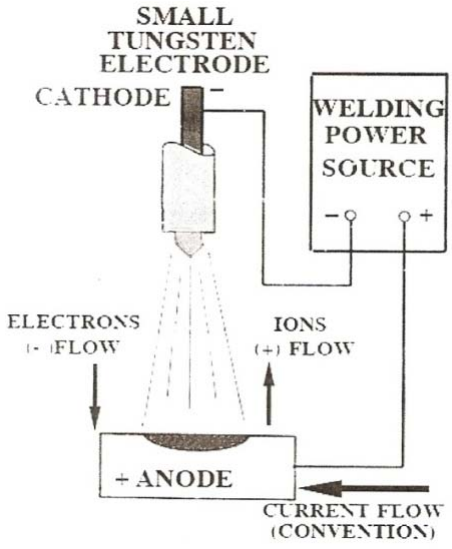
3.2.2 เครื่องเชื่อมอาร์คที่ปกคลุมด้วยแก๊สเฉื่อย

เครื่องเชื่อมอาร์คที่ปกคลุมด้วยแก๊สเฉื่อยแบบอินเวอร์เทอร์ เป็นเครื่องเชื่อมที่ให้กระแสเชื่อมชนิดกระแสตรง โดยจะแปลงจากกระแสสลับและความดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะแปรผันตรงกับกระแสที่เปลี่ยนไป ซึ่งเครื่องเชื่อมที่ใช้ได้แก่ ยี่ห้อ Falcon เป็นเครื่องเชื่อมขนาดเล็กสามารถใช้เสียบกับเต้าเสียบภายในบ้าน ใช้กระแสเชื่อมได้สูงสุด 200 แอมแปร์

3.2.3 กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม

ระบบกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมจะใช้กระแสตรงขั้ว (DCEN) คือ หัวเชื่อมหรืออิเล็กโทรดเป็นกระแสเชื่อมขั้วลบ ส่วนกระแสไฟเชื่อมขั้วบวกเป็นตำแหน่งของชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 เครื่องเชื่อมอาร์คแบบอินเวอร์เทอร์

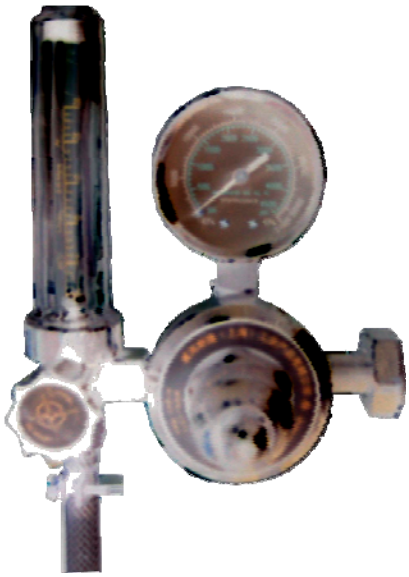


รูปที่ 3.4 ลักษณะกระแสไฟตรงขั้ว (DCEN)

3.2.4 แก๊สและมาตรวัดความดันแก๊สที่ใช้สำหรับปกคลุมแนวเชื่อม

แก๊สสำหรับปกคลุมแนวเชื่อมในการทดลอง คือ แก๊สอาร์กอนซึ่งมีความบริสุทธิ์ของแก๊ส 99.990 %

มาตรวัดความดันแก๊ส ใช้ในการวัดอัตราการไหลของแก๊สที่ปล่อยออกมาปกคลุมแนวเชื่อมในขณะเชื่อม หน่วยเป็นลิตรต่อนาที



รูปที่ 3.5 มาตรวัดความดันแก๊ส

3.2.5 ลวดเชื่อมทังสเตน

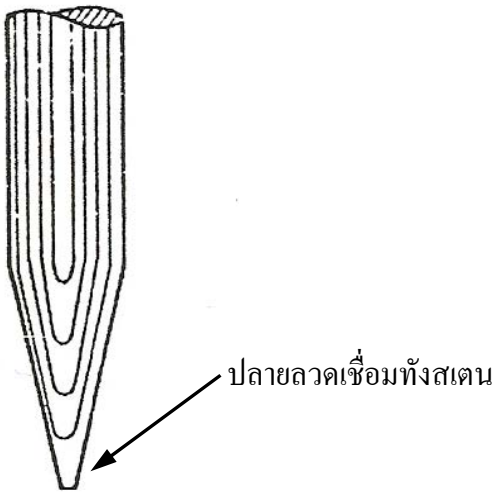
1) ชนิดของลวดเชื่อม

ลวดเชื่อมทังสเตนที่ใช้ในการเชื่อม คือ ลวดเชื่อมทังสเตนชนิดสีเขียวซึ่งเป็นทังสเตนบริสุทธิ์ (Pure tungsten) ดังแสดงในรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ลวดเชื่อมทังสเตนบริสุทธิ์ชนิดสีเขียว

2) ลักษณะของปลายลวดเชื่อม

ปลายลวดเชื่อมนั้นจะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน และเนื่องจากว่าลักษณะของชิ้นงานที่ค่อนข้างหนา จึงใช้ปลายลวดเชื่อมที่มีลักษณะเป็นปลายแหลม เพราะจะทำให้มีพื้นที่ในการดึงดูดความร้อนที่ปลายลวดน้อย จึงทำให้ปลายลวดเชื่อมมีอุณหภูมิสูง ซึ่งลักษณะปลายลวดเชื่อมทังสเตนจะกำหนดให้เป็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ลักษณะปลายลวดทังสเตนที่ใช้ในการทดลอง

3.3 การเตรียมชิ้นงานเพื่อทำการเชื่อม

3.3.1 การตัดชิ้นงาน

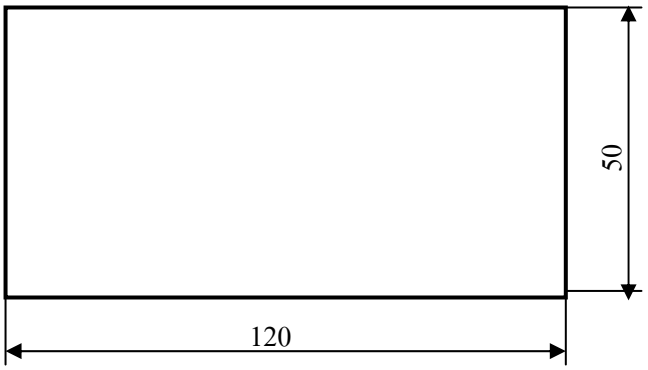
นำอลูมิเนียม 6063 มาตัดซอยให้มีขนาดความยาว 120 มิลลิเมตร กว้าง 50 มิลลิเมตร และตกแต่งครีบที่เกิดจากการตัดให้เรียบ ซึ่งขนาดชิ้นงานที่ตัดแล้วนั้น แสดงไว้ดังรูปที่ 3.8

3.3.2 การทำความสะอาดชิ้นงานเชื่อม

การกำจัดออกไซด์ออกจากผิวหน้าชิ้นงานก่อนทำการเชื่อม ดังนี้

1) ใช้กระดาษทรายเบอร์ 180 และ 400 ขัดให้ทั่วทั้งบริเวณผิวหน้าของชิ้นงานที่จะทำการเชื่อม

2) ใช้สำลีชุบด้วยแอมโมเนีย (Ammonia) เช็ดชิ้นงานให้ทั่วเพื่อทำความสะอาดชิ้น งานจากคราบสิ่งสกปรกและน้ำมัน และการเชื่อมต้องทำให้เร็วที่สุดหลังจากชิ้นงานผ่านการทำความสะอาดมา เพื่อไม่ให้พื้นผิวเกิดฟิล์มออกไซด์ขึ้นมาอีก



รูปที่ 3.8 ขนาดชิ้นงานที่จะใช้ในการเชื่อม

3.4 เชื่อมอลูมิเนียม 6063 ด้วยการเชื่อมอาร์คด้วยแท่งทังสเตนแบบหมุนวนอิเล็กโทรด

3.4.1 ตัวแปรต่าง ๆ ในการเชื่อม

1) ความเร็วการหมุนวนอิเล็กโทรด คือ 0 45 90 135 180 210 250 และ 300 รอบ/นาที

2) กระแสไฟฟ้า คือ 50 70 90 110 130 และ 150 แอมแปร์

3) ความเร็วในการเดินแนวเชื่อม คือ 0.12 0.15 0.21 0.30 และ0.40 เมตร/นาที

4) เส้นผ่านศูนย์กลางอิเล็กโทรด 2.4 มิลลิเมตร

5) ขนาดของปลอกควบคุมแก๊ส (Gas cup inside diameter) 11 มิลลิเมตร

6) ระยะยื่นอิเล็กโทรด ~ 3.6 มิลลิเมตร

7) ระยะอาร์ค 3 มิลลิเมตร

8) อัตราการไหลของแก๊ส 12 ลิตร/นาที

3.4.2 ขั้นตอนการเชื่อม

1) ต่อเครื่องเชื่อมเข้ากับเครื่องหมุนวนอิเล็กโทรดรวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ

2) จับยึดชิ้นงานที่เตรียมไว้ด้วยอุปกรณ์จับยึดเข้ากับเครื่องเครื่องหมุนวนอิเล็กโทรด

3) ปรับตั้งค่าความเร็วการหมุนวนอิเล็กโทรด กระแสไฟฟ้าและความเร็วในการเดินแนวเชื่อม ตามที่กำหนด

4) ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำการเชื่อม โดยการทดลองเดินเปล่าไม่กดปุ่มเชื่อม

5) กดปุ่มให้เครื่องทำการเชื่อมอลูมิเนียม 6063

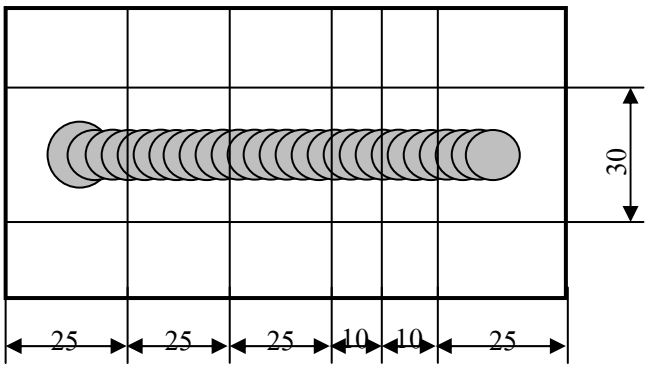
6) ทำการเชื่อมตามการทดลองที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 เงื่อนไขในการทดลอง

การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลการหมุนวนอิเล็กโทรด								
ตัวแปรที่คงที่	ความเร็วรอบการหมุนวนอิเล็กโทรด (รอบ/นาที)							
	0	45	90	135	180	210	250	300
กระแสไฟฟ้า 100 แอมแปร์ ความเร็วการเดินแนวเชื่อม 0.15 ม./นาที	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลกระแสไฟฟ้าในการเชื่อม						
ตัวแปรที่คงที่	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)					
	50	70	90	110	130	150
ความเร็วการเดินแนวเชื่อม 0.15 ม./นาที ความเร็วรอบหมุนวนอิเล็กโทรด XX รอบ/นาที	XX	XX	XX	XX	XX	XX

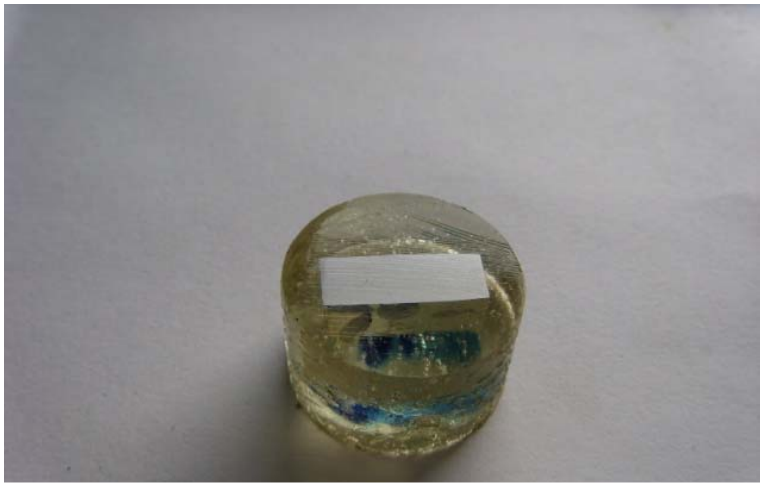
การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลความเร็วการเดินแนวเชื่อม					
ตัวแปรที่คงที่	ความเร็วการเดินแนวเชื่อม (ม./นาที)				
	0.12	0.15	0.21	0.30	0.40
ความเร็วรอบหมุนวนอิเล็กโทรด XX รอบ/นาที กระแสไฟฟ้า XX แอมแปร์	XX	XX	XX	XX	XX



รูปที่ 3.9 ลักษณะการตัดแบ่งชิ้นงานทดสอบ

3.5 การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค

รูปที่ 3.10 เครื่องตัดชิ้นทดสอบหล่อเย็นด้วยน้ำ



รูปที่ 3.11 ลักษณะชิ้นทดสอบหลังจากหล่อตัวเรือน

การทดสอบโครงสร้างจุลภาคของอลูมิเนียม 6063 เพื่อศึกษาความสมบูรณ์ของแนวเชื่อม ซึ่งมีขั้นตอนกระทำดังนี้

3.5.1 ทำการตัดแบ่งชิ้นงานบริเวณกลางแนวเชื่อมออกเป็นส่วน ๆ

ซึ่งลักษณะการตัดแบ่งชิ้นงานเป็นดังรูปที่ 3.9 โดยใช้เครื่องเลื่อยกลตัดดังรูปที่ 3.10 และหล่อเย็นชิ้นงานด้วยน้ำขณะที่ทำการตัด

3.5.2 หล่อตัวเรือนชิ้นทดสอบด้วยเรซิ่น

นำชิ้นงานที่ได้จากการตัดมาวางในถ้วยยาง ทำการหล่อชิ้นงานด้วยเรซิน โดยทำการผสมเรซิน 100 กรัม ต่อน้ำยาทำแข็ง 3 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วเทลงในถ้วยยาง ปล่อยให้แข็งตัวประมาณ 10 ชั่วโมง จึงแกะออกจากแบบหล่อได้

3.5.3 ขัดชิ้นงานแบบหยาบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 240 320 400 600 800 1000 และ 1200 ตามลำดับ โดยใช้เครื่องขัดดูโครงสร้างดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 เครื่องขัดดูโครงสร้าง

3.5.4 ขัดชิ้นงานแบบละเอียดด้วยผงเพชรขนาด 3 และ 1 ไมครอน บนผ้าสักหลาดดังรูปที่ 3.13 โดยเครื่องขัดดูโครงสร้าง

รูปที่ 3.13 ผ้าสักหลาดที่ใช้ขัดชิ้นงานด้วยผงเพชร

3.5.5 ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยน้ำสะอาด และเป่าชิ้นงานให้แห้งด้วยลมร้อนอย่างรวดเร็ว เพื่อไม่ให้มีคราบติดที่ผิวด้านที่จะทดสอบดูโครงสร้างจุลภาค ด้วยเครื่องอบชิ้นงานดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 เครื่องอบชิ้นงาน

3.5.6 ทำการกัดกรด ที่ส่วนผสมของกรดประกอบด้วย น้ำกลั่น 60 เปอร์เซ็นต์ กรดไฮโดรฟูริก 30 เปอร์เซ็นต์ และกรดไฮโดรคลอริก 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการแช่นาน 30 วินาที ถึง 1 นาที จากนั้นล้างกรดด้วยน้ำและเป่าแห้งด้วยลมร้อน

3.5.7 ถ่ายรูปโครงสร้างมหภาคและจุลภาคของแนวเชื่อม ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 กล้องจุลทรรศน์แบบแสง

3.6 การทดสอบความแข็ง

3.6.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

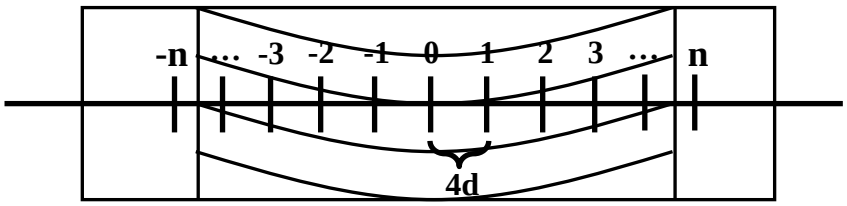
รูปที่ 3.16 เครื่องทดสอบความแข็งแบบวิกเกอร์ส

ในการเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับการทดสอบความแข็งนั้น มีขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดสอบเหมือนกับการเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค เพราะเป็นการทดสอบความแข็งแบบไมโคร (Micro hardness) โดยตัวฐานของชิ้นงานที่จะรองรับการกดนั้น จะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ ซึ่งเป็นเรซิ่นที่ผ่านการหล่อตัวเรือนมา โดยความแข็งแรงของตัวเรือนจะเกี่ยวข้องกับส่วนผสมที่ใช้ในการเตรียมเรซิ่น

3.6.2 การทดสอบค่าความแข็ง ด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบไมโครวิกเกอร์ส

ทำการทดสอบความแข็งด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบไมโครวิกเกอร์ส ที่ใช้หัวกดเพชรทรงปิรามิด โดยกำหนดให้ใช้แรงกด 200 กรัม กดแช่นาน 30 วินาที วัดรอยกดและคำนวณค่าความแข็งที่มีหน่วย HV ค่าความแข็งที่ได้จากการทดสอบจะสามารถอ่านค่าได้ที่เครื่องทดสอบ

การวัดค่าความแข็งจะวัดบริเวณผิวหน้าแนวเชื่อม กำหนดที่จุดกึ่งกลางแนวเชื่อมเป็นตำแหน่งเริ่มต้นและจะวัดออกไปทางด้านซ้ายและด้านขวาของแนวเชื่อมในแนวเส้นตรง โดยระยะห่างของตำแหน่งถัดไปที่จะวัดมีขนาดเป็น 4 เท่าของขนาดรอยกดก่อนหน้า ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ตำแหน่งในการวัดค่าความแข็ง

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ได้นำข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาค่าที่ได้จากการตรวจสอบโครงสร้างและสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสม 6063 หลังการปรับปรุงพื้นผิวด้วยการเชื่อมอาร์คด้วยแท่งทังสเตนแบบหมุนวนอิเล็กโทรด ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ดังนี้

3.7.1 การศึกษาลักษณะโครงสร้างมหภาค (Macrostructure)

การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบโครงสร้างมหภาค จะเป็นการวิเคราะห์ลักษณะของความกว้างและการซึมลึกของแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรในการเชื่อมกับผลที่เกิดขึ้นกับขนาดของแนวเชื่อม

3.7.2 การศึกษาลักษณะโครงสร้างจุลภาค (Microstructure)

การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค จะเป็นการการวิเคราะห์ทางโครงสร้างจุลภาคตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ใช้ในการเชื่อม โดยการศึกษาอิทธิพลของความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรในการเชื่อมกับผลที่เกิดขึ้นกับขนาดของเกรน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเกรนกับตัวแปรในการเชื่อม

3.8.3 การศึกษาค่าของสมบัติทางกล (Mechanical properties)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาสมบัติทางกลของพื้นผิวอลูมิเนียมผสม 6063 ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงพื้นผิวด้วยการเชื่อม โดยการนำค่าการทดสอบความแข็งมาแสดงผลด้วยกราฟ เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลความร้อนจากตัวแปรการเชื่อมที่ส่งผลต่อค่าความแข็งในแต่ละตำแหน่ง