

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 เตาดอบไฟฟ้า

เตาดอบยี่ห้อ Carbolite กำลังไฟ 14 กิโลวัตต์ กระแส 21 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 220-380 โวลต์ สำหรับทดลองกรรมวิธีทางความร้อนของชิ้นงานเชื่อม

#### 3.2 อุปกรณ์ในการเชื่อม

เครื่องเชื่อมยี่ห้อ Frunius แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ 10-13 โวลต์ กระแส 130-160 แอมแปร์ ความเร็วในการเชื่อม 3-5 ซม.ต่อนาที การออกแบบงานเชื่อมแสดงในภาคผนวก จ

#### 3.3 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เหล็กกล้า P91 (9% โครเมียม)

3.3.2 เหล็กกล้า P22 (2.25% โครเมียม)

3.3.3 ลวดเชื่อมอินโคเนล 625

3.3.4 ลวดเชื่อมอินโคเนล 617

3.3.5 ฝ้ายสักหลาดและกระดาษทรายเบอร์ 80, 180, 320, 400, 600, 800, 1,000, 1,200 และ 2,000

3.3.7 ผงอะลูมินา ขนาด 1 ไมโครเมตร

3.3.8 สารละลายกรดไนตริก 10%

3.3.9 ก๊าซอาร์กอนเกรดอุตสาหกรรม

#### 3.4 เครื่องมือสำหรับการเตรียมชิ้นงาน

3.4.1 เครื่องตัดชิ้นงาน

3.4.2 เครื่องขัดชิ้นงาน

### 3.5 เครื่องมือวิเคราะห์

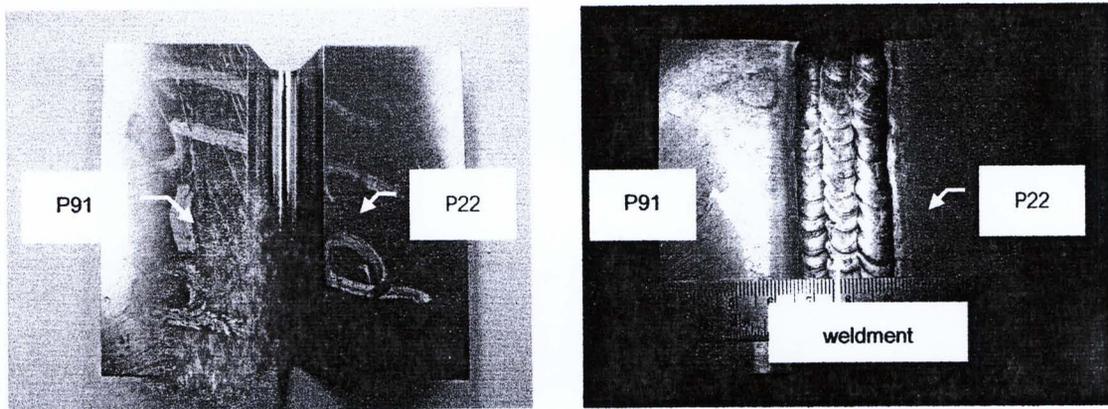
3.5.1 กล้องจุลทรรศน์แสง (Optical Microscopy)

3.5.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด (Scanning Electron Microscopy) ที่ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์ส่วนผสมเคมีด้วยวิธี Energy Dispersion X-Ray (EDX) หรืออีดีเอก

3.5.3 เครื่องทดสอบความแข็งไมโครวิกเกอร์ส (Microvicker Hardness Testing Machine)

### 3.6 วิธีการเตรียมชิ้นงานทดสอบ

3.6.1 เตรียมชิ้นงานเชื่อมโดยใช้วิธี Gas Tungsten Arc welding (GTAW) เหล็กกล้า P91 เชื่อมกับเหล็กกล้า P22 โดยจะเชื่อมด้วยลวดเชื่อมอินโคเนล 625 และอินโคเนล 617 โดยใช้อาร์กอนเป็นแก๊สปกคลุม ตัวอย่างชิ้นงานก่อนและหลังเชื่อมแสดงในรูปที่ 3.1



ก) ตัวอย่างชิ้นงานก่อนเชื่อม

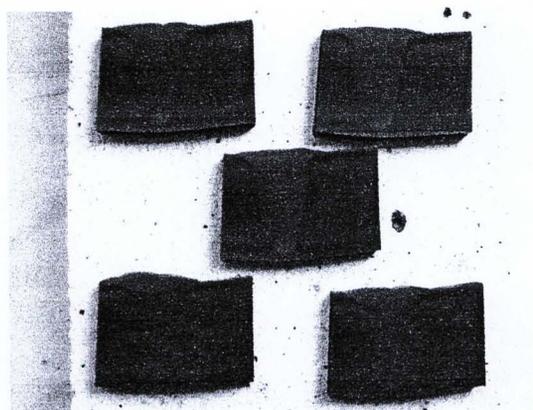
ข) ตัวอย่างชิ้นงานหลังเชื่อม

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างชิ้นงานก่อนเชื่อมและหลังเชื่อม

3.6.2 นำชิ้นงานเชื่อมทั้งหมดผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750 °C โดยใช้เวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง

### 3.7 กรรมวิธีทางความร้อนเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ เวลาต่อความแข็งและโครงสร้างจุลภาค

3.7.1 นำชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550, 633, 717 และ 800 °C เป็นเวลาเวลา 500, 1000, 2000 และ 2500 ชั่วโมง



รูปที่ 3.2 ภาพตัวอย่างชิ้นงานหลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C

3.7.2 นำชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550, 633, 717 และ 800 °C เป็นเวลาเวลา 500, 1000, 2000 และ 2500 ชั่วโมง

3.7.3 นำชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550, 633, 717 และ 800 °C เป็นเวลาเวลา 500, 1000, 2000 และ 2500 ชั่วโมง

### 3.8 วิธีการทดสอบสำหรับการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

นำชิ้นงานในหัวข้อ 3.7 ขัดผิวหยาบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 80, 180, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 และ 2000 และขัดละเอียดด้วยผงอะลูมินาขนาด 1 ไมโครเมตร แล้วจึงนำชิ้นงานที่ผ่านการขัดไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาดเพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของแนวเชื่อม

### 3.9 วิธีการทดสอบสำหรับการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารประกอบของชิ้นงาน

ตรวจสอบธาตุเชิงปริมาณด้วยเทคนิคดีเอส เพื่อศึกษาส่วนผสมทางเคมีที่เกิดขึ้นในแนวเชื่อม บริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเชื่อมกับบริเวณกระทัน และโครงสร้างจุลภาคที่สนใจ

### 3.10 ตรวจสอบคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นงานเชื่อม

การตรวจสอบคุณสมบัติเชิงกลในที่นี้ ใช้วิธีการวัดค่าความแข็งของชิ้นงานเชื่อมตลอดแนวตั้งแต่เนื้อโลหะเดิมของเหล็กกล้า P22 และ P91 บริเวณกระทันร้อน เนื้อเชื่อม ด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบไมโครวิกเกอร์ส ใช้น้ำหนักกด 100 กรัม เวลากด 10 วินาที