

## บทที่ 5

### การดำเนินการวิจัยและการทดลอง

#### 5.1 ระเบียบวิธีวิจัย

- 5.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากทางบริษัท NIDEC HI-TECH MOTOR
- 5.1.2 ศึกษาข้อมูลจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมด้วยเลเซอร์
- 5.1.3 จัดทำเงื่อนไขสำหรับการทดลองและทำการทดลอง
- 5.1.4 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อลักษณะของรอยเชื่อมที่เกิดขึ้น
- 5.1.5 ศึกษาและวิเคราะห์แบบจำลองลักษณะการถ่ายเทความร้อน
- 5.1.6 วิเคราะห์และสรุปผล
- 5.1.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

## 5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

### 5.2.1 เครื่อง YAG LASER MACHINE MODEL : LAY-822LXC



### 5.2.2 กล้องกำลังขยาย 30 เท่า



### 5.2.3 เครื่องตรวจสอบรอยรั่ว (He-leak)



#### 5.2.4 เครื่องตัดโลหะ

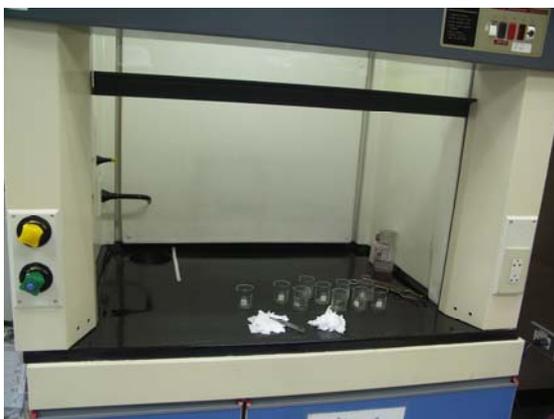


#### 5.2.5 เครื่องขัดโลหะ



#### 5.2.6 อุปกรณ์สำหรับการกัดกรด

##### 5.2.6.1 เครื่องดูดก๊าซพิษ



5.2.6.2 กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 12 mol/l

5.2.6.3 ปีกเกอร์ขนาด 140 ml

5.2.6.4 นาฬิกาจับเวลา

5.2.6.5 แท่งแก้วสำหรับคนสารเคมี

5.2.6.6 น้ำ DI (DEIONIZE)

5.2.6.7 เครื่องล้างชิ้นงานด้วยระบบ ultrasonic



5.2.6.8 เครื่องอบแห้ง



### 5.2.7 กล้อง VXH Digital Microscope

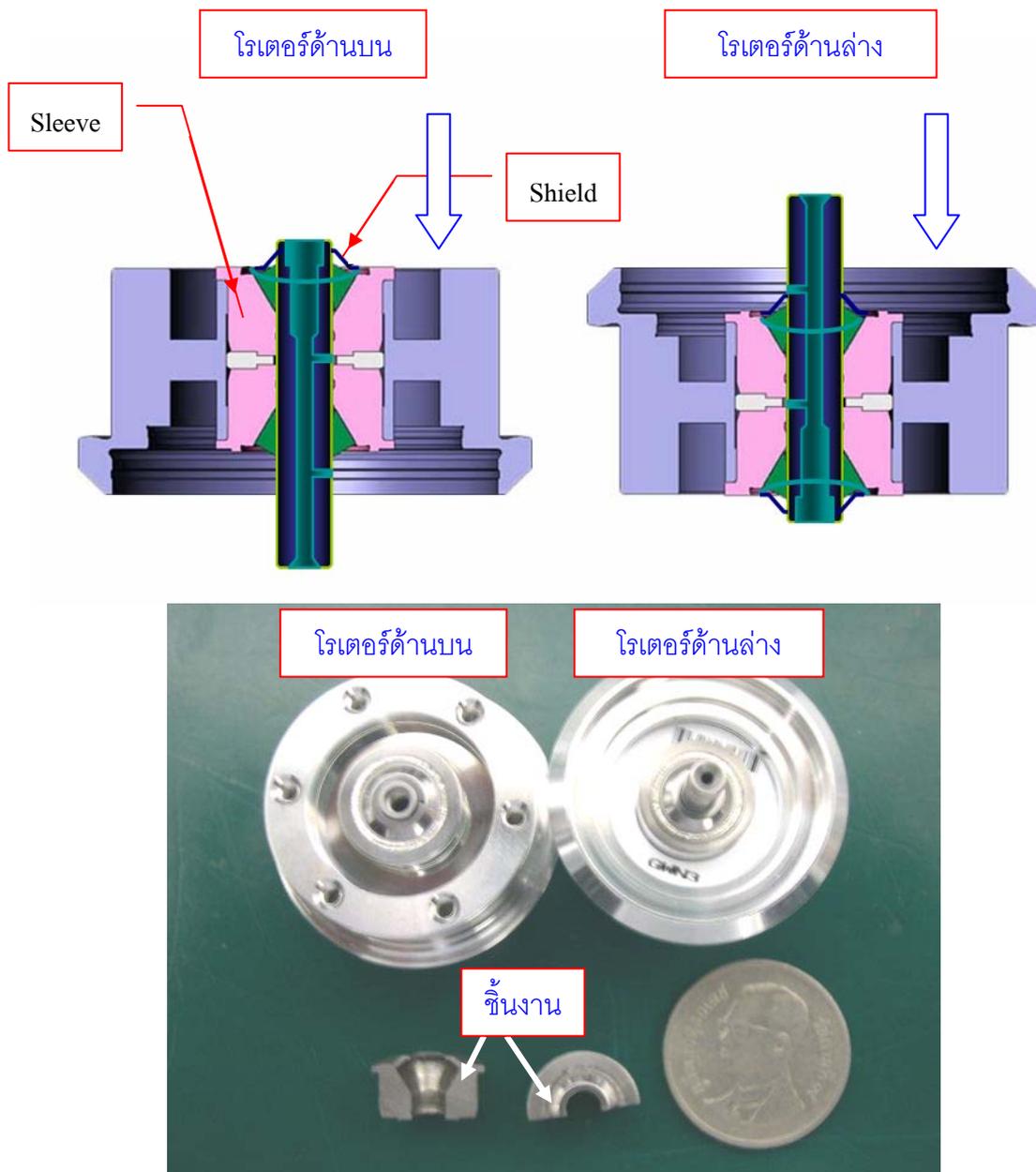


### 5.3 ชิ้นงานที่ใช้ในการวิจัย

ชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมของการวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- (1) sleeve ซึ่งมีหน้าที่ยึดเพลาเป็นโลหะประเภทเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด DHS\_1
- (2) shield มีหน้าที่ปิดทางออกของน้ำมันที่ใช้ลดแรงเสียดทานระหว่างเพลา กับ sleeve เป็นโลหะประเภทเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS 430

ซึ่งชิ้นงานทั้ง 2 นี้เป็นส่วนประกอบของโรเตอร์ ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 Shield และ Sleeve ที่ประกอบอยู่บนโรเตอร์ของหัวอ่านในฮาร์ดดิสก์

เนื่องจากเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด DHS\_1 นั้น เป็นเกรดที่ไม่ถูกนำมาใช้ทั่วไปทำให้ค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของโลหะชนิดนี้หาได้ยาก จึงใช้การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติทางความร้อนกับเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน คือ เกรด SUS 430F (ข้อมูลจากสถาบันเหล็กกล้าไร้สนิมแห่งประเทศไทย)

ต่อไปนี้เป็นตารางส่วนประกอบและคุณสมบัติต่าง ๆ ของเหล็กกล้าไร้สนิมที่ใช้ในการวิจัยนี้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้บริเวณรอยเชื่อมของชิ้นงานทั้ง 2 มีลักษณะต่างกัน

ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบทางเคมีของชิ้นงานที่ทำการวิจัย

Ferritic Types	Composition, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	other
SUS430	0.12	1.00	1.00	16.0-18.0	-	0.04	0.03	-
DHS_1	0.01	0.29	0.24	19.09	-	0.03	0.26	0.021Te

ตารางที่ 5.2 คุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ

Stainless	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Thermal conductivity (W/m.K)	Specific heat (J/kg.K)	Melting range (°C)
SUS430	7.8	26.1	460	1425 – 1510
SUS430F	7.8	26.1	460	1425 – 1510

#### 5.4 การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยนี้ทำการทดลองตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกำลังไฟฟ้า 3 ตัวแปรด้วยกัน คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุด จำนวนพัลส์ในหนึ่งวินาทีของนิโอดีเมียมแก็กเลเซอร์ และความเร็วในการเชื่อมชิ้นงาน โดยกำหนดให้ในแต่ละการทดลองมีค่าพลังอยู่ที่ 1.3 จูลต่อพัลส์

##### 5.4.1 การดำเนินการทดลอง เรื่อง กำลังไฟฟ้าสูงสุด มีขั้นตอนดังนี้

- (1) ทำการออกแบบการทดลองโดยกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าต่างกัน 5 เงื่อนไข คือ 0.57 0.65 0.72 0.81 และ 1.00 กิโลวัตต์ โดยที่ค่าจำนวนพัลส์ต่อวินาทีอยู่ที่ 20 พัลส์ต่อวินาที และความเร็วในการเชื่อมชิ้นงานอยู่ที่ 6 รอบต่อนาที
- (2) เตรียมชิ้นงาน 50 ชิ้นงาน โดยจะแบ่งออกเป็น 5 ชุด ชุดละ 4 ชิ้นงาน
- (3) ทำการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนด
- (4) นำชิ้นงานที่ได้ทำการทดลองแล้วมาทำการตรวจสอบรอยร้าวของการเชื่อมโดยใช้เครื่องตรวจสอบรอยร้าว
- (5) ตรวจสอบรอยเชื่อมเพื่อหาจุดบกพร่องบริเวณรอยเชื่อมด้วยกล้องขนาดกำลังขยาย 30 เท่า
- (6) ถ่ายรูปแนวการเชื่อม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมสุดท้าย และทำการวัดขนาด เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์
- (7) ผ่าชิ้นงานด้วยเครื่องผ่าโลหะ
- (8) เตรียมผิวหน้าชิ้นงานโดยการขัดด้วยเครื่องขัดโลหะ
- (9) กัดชิ้นงานด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 12 mol/l นำชิ้นงานใส่ลงไปแล้วทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที
- (10) นำชิ้นงานมาทำการอบเพื่อให้ไม่เกิดสนิมจะใช้เครื่องอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส
- (11) นำชิ้นงานมาทำการถ่ายรูปขนาดความกว้าง และความลึก เพื่อทำการเปรียบเทียบ

#### 5.4.2 การดำเนินการทดลอง เรื่อง จำนวนพัลส์ในหนึ่งวินาที มีขั้นตอนดังนี้

- (1) ทำการออกแบบการทดลองโดยกำหนดค่าจำนวนพัลส์ในหนึ่งวินาทีออกเป็น 6 เงื่อนไข คือ 10 12 14 16 18 และ 20 พัลส์ต่อวินาที โดยที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 0.72 กิโลวัตต์ และความเร็วในการเชื่อมชิ้นงานอยู่ที่ 6 รอบต่อนาที
- (2) เตรียมชิ้นงาน 60 ชิ้นงาน โดยจะแบ่งออกเป็น 6 ชุด ชุดละ 4 ชิ้นงาน
- (3) ทำการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนด
- (4) นำชิ้นงานที่ได้ทำการทดลองแล้วมาทำการตรวจสอบรอยร้าวของการเชื่อมโดยใช้เครื่องตรวจสอบรอยร้าว
- (5) ตรวจสอบรอยเชื่อมเพื่อหาจุดบกพร่องบริเวณรอยเชื่อมด้วยกล้องขนาดกำลังขยาย 30 เท่า
- (6) ถ่ายรูปแนวการเชื่อม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมสุดท้าย และทำการวัดขนาด เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์

#### 5.4.3 การดำเนินการทดลอง เรื่อง ความเร็วในการเชื่อมชิ้นงาน มีขั้นตอนดังนี้

- (1) ทำการออกแบบการทดลองโดยกำหนดค่าความเร็วในการเชื่อมชิ้นงานออกเป็น 6 เงื่อนไข คือ 3 4 5 6 7 และ 8 รอบต่อนาที โดยที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 0.72 กิโลวัตต์ และค่าจำนวนพัลส์ต่อวินาทีอยู่ที่ 20 พัลส์ต่อวินาที
- (2) เตรียมชิ้นงาน 60 ชิ้นงาน โดยจะแบ่งออกเป็น 65 ชุด ชุดละ 4 ชิ้นงาน
- (3) ทำการทดลองตามเงื่อนไขที่กำหนด
- (4) นำชิ้นงานที่ได้ทำการทดลองแล้วมาทำการตรวจสอบรอยร้าวของการเชื่อมโดยใช้เครื่องตรวจสอบรอยร้าว
- (5) ตรวจสอบรอยเชื่อมเพื่อหาจุดบกพร่องบริเวณรอยเชื่อมด้วยกล้องขนาดกำลังขยาย 30 เท่า
- (6) ถ่ายรูปแนวการเชื่อม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมสุดท้าย และทำการวัดขนาด เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์

หมายเหตุ : ในการทดลอง เรื่อง จำนวนพัลส์ในหนึ่งวินาที และความเร็วในการเชื่อมชิ้นงาน ไม่ศึกษาในส่วนของคุณลักษณะของรอยเชื่อมเนื่องจากเมื่อพิจารณาในส่วนความกว้างของรอยเชื่อมแล้วพบว่าตัวแปรทั้ง 2 ไม่ส่งผลต่อความกว้างของรอยเชื่อม ดังนั้น จึงมีแนวโน้มที่ว่าตัวแปรทั้ง 2 จะไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะของรอยเชื่อมเช่นกัน