

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

การทำวิจัยในครั้งนี้ ได้ดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องจักรต่าง ๆ มีความจำเป็นอย่างมาก โดยในบทนี้ จะกล่าวถึงการวางแผนและการเตรียมการ การศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล การออกแบบเครื่องมือ และขั้นตอนการดำเนินการ โดยจะแสดงรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

- 1) การวางแผนและการเตรียมการ
- 2) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การออกแบบเครื่องมือ
- 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน

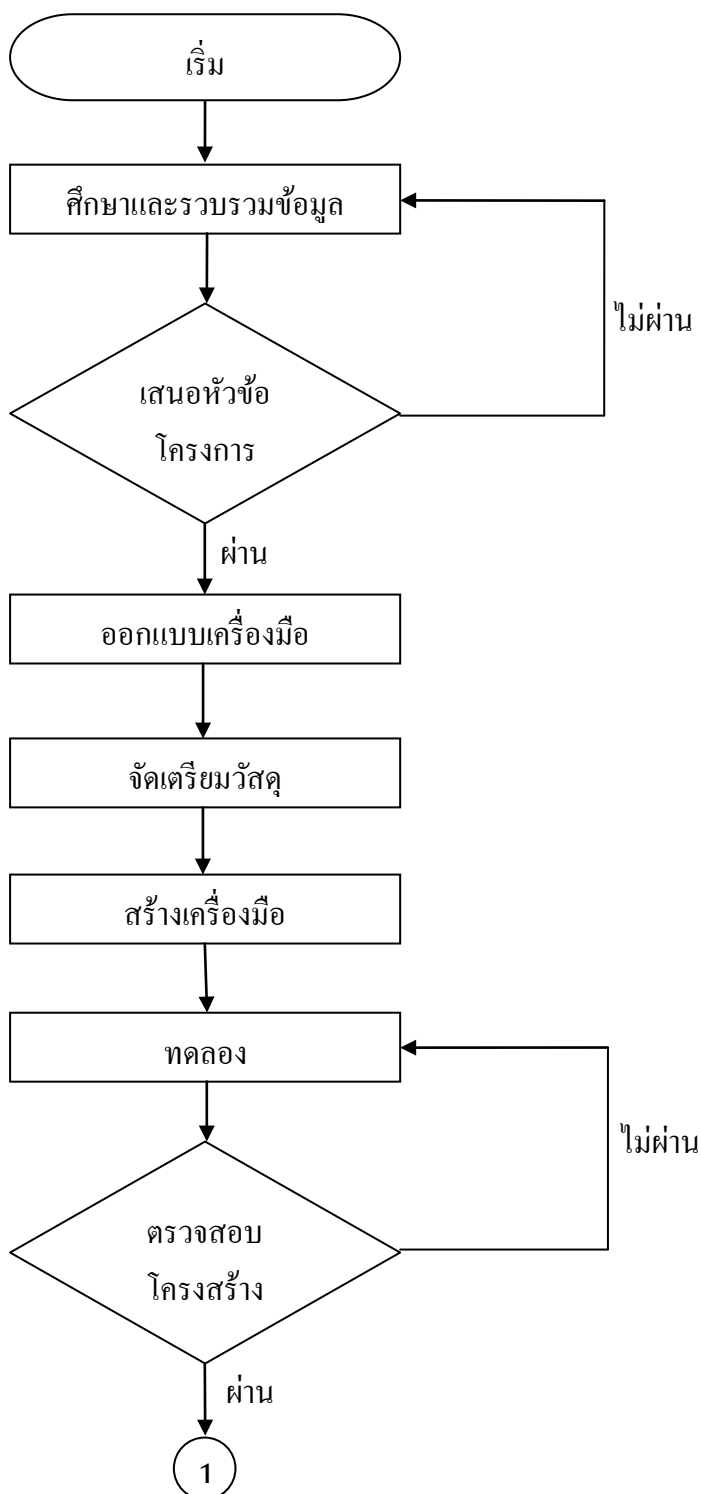
3.2 การวางแผนและเตรียมการ

ในการวางแผนและเตรียมการ จะแสดงเป็นรูปแบบของแผนภูมิแสดงการดำเนินการ (Gantt chart)

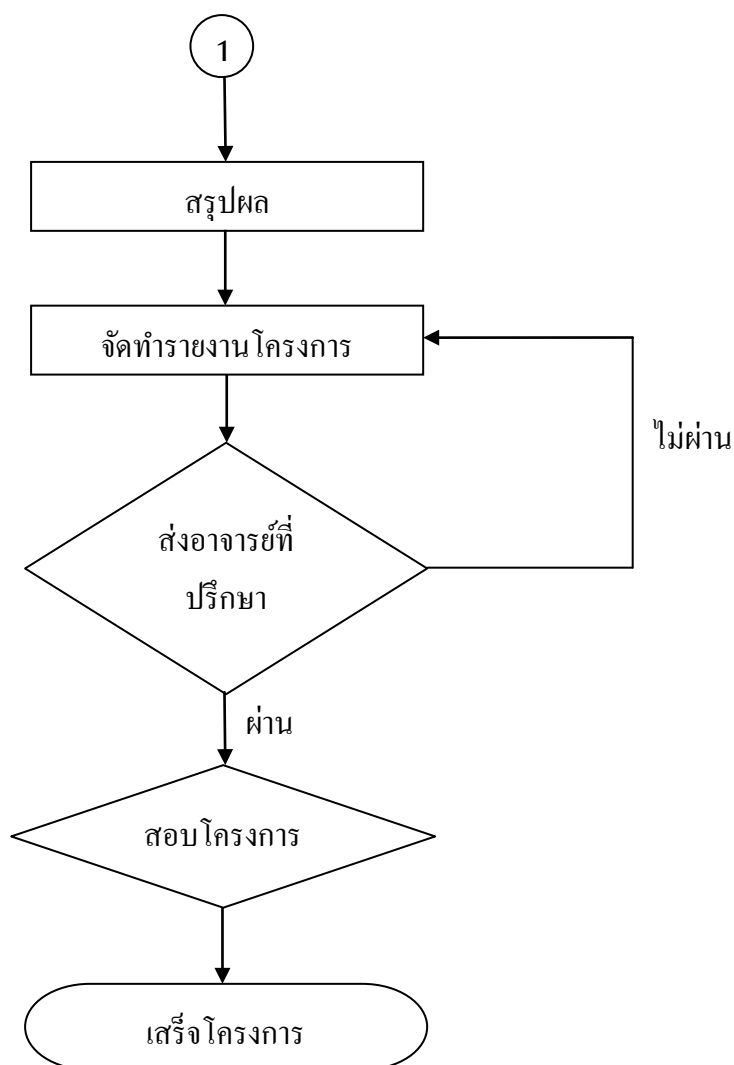
ตารางที่ 3.1 แสดงการดำเนินการโครงการ

รายการ	2554						2555						
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1. เลือกหัวข้อโครงการ													
2. เขียน Proposal													
3. เสนอหัวข้อโครงการ													
4. ออกแบบการทดลอง จัดเตรียมวัสดุ บทที่													
5. เขียนรายงานบทที่ 2 และ 3													
6. ทดลองเชื่อมงานด้วยวิธี FSW													
7. ทดสอบความแข็งแรงดึง													
8. ตรวจสอบโครงสร้าง													
9. วิเคราะห์ผลการทดลอง เขียนบทที่													
10. สรุปผลโครงการ เขียนบทที่													

ในการดำเนินโครงการตั้งแต่เริ่มจนเสร็จสิ้นโครงการ สามารถแสดงได้ในรูปแบบของการไหลของงานได้ ดังแผนภูมิที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการดำเนินโครงการ



รูปที่ 3.1 แสดงการดำเนิน โครงการ (ต่อ)

3.3 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ศึกษากระบวนการเชื่อมด้วยความเสียดทานแบบ

3.3.2 ศึกษางานวิจัยตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมเสียดทานแบบกวน

3.3.3 ศึกษาชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ในการเชื่อม และทำเครื่องมือ (Tool) ลักษณะและรูปร่างของเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการเชื่อม

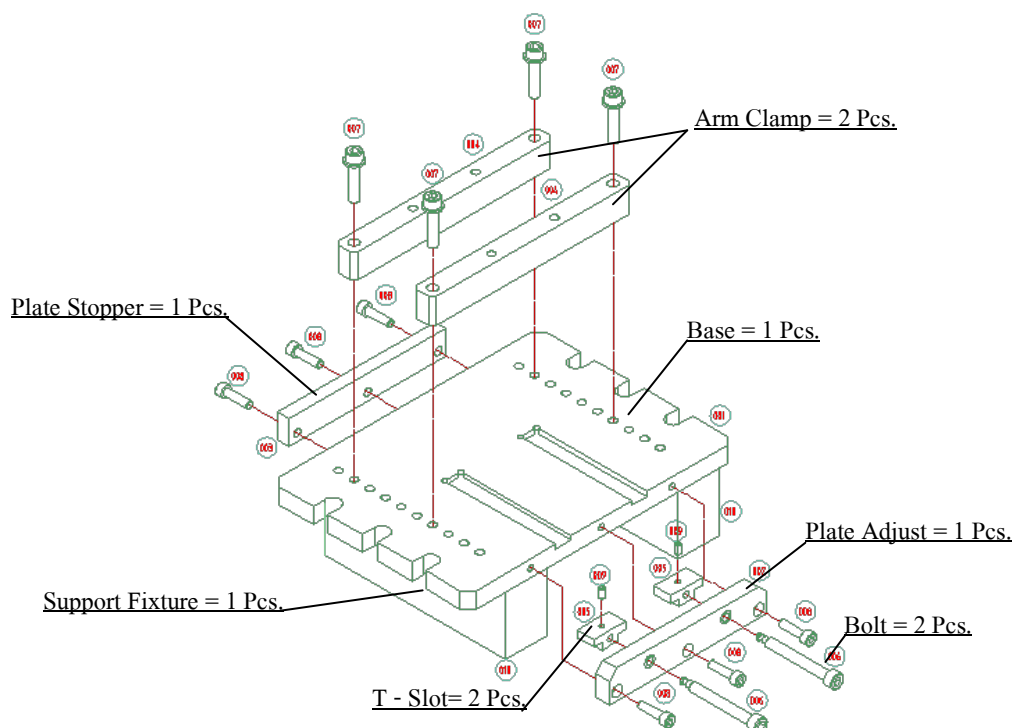
3.3.4 ศึกษาตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลต่อกระบวนการเชื่อมเสียดทานแบบกวน โดยนำผลที่ได้จากงานวิจัยเรื่อง “อิทธิพลตัวแปรการเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนต่อสมบัติทางกลของรอยต่ออลูมิเนียม 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิม 304” มาทำการออกแบบตัวแปร ทำให้ได้ตัวแปร คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวกวน, ระยะสอด, ความเร็วรอบ และความเร็วเดินแนวเชื่อม

3.3.5 ศึกษารายละเอียดของการทดสอบการแข็งแรงของวัสดุและการตรวจสอบโครงสร้าง จุลภาค

3.4 การออกแบบเครื่องมือ

การจัดทำโครงการมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์บางอย่างมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบขึ้นมาใช้เฉพาะ เพื่อใช้ในการจัดยึดชิ้นงานในระหว่างการเชื่อมเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัย เช่น อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (อุปกรณ์จับยึด) เครื่องมือที่ใช้เป็นตัวทวน (Tool)

3.4.1 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (อุปกรณ์จับยึด) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากต่อการดำเนินงานของโครงการ เนื่องจากเกิดการสั่นสะเทือนระหว่างการเชื่อม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้จับยึดชิ้นงาน ให้สามารถจับยึดชิ้นงานได้มั่นคง แน่นหนาเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของชิ้นงานในระหว่างการเชื่อม และที่สำคัญพื้นล่างของอุปกรณ์จับยึดแนบนี้จะต้องมีพื้นรองชิ้นงาน เพราะในขณะที่ทำการเชื่อมจะทำให้ชิ้นงานเกิดความร้อนซึ่งอาจทำให้ชิ้นงานที่เชื่อมติดกับหน้าสัมผัสของโต๊ะเครื่องกัด (Table) และยากต่อการนำชิ้นงานออก โดยในการออกแบบควรมีหลักการ คือ แผ่นรองรับต้องสามารถรับแรงกดได้ดี ไม่เสียรูปทรงในระหว่างการเชื่อม และอุปกรณ์จับยึดต้องแข็งแรงและให้แรงจับยึดมากพอที่จะไม่ทำให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ในขณะที่ทำการเชื่อม โดยสามารถดูได้จากแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Drawing อุปกรณ์จับยึด) ดังนี้



รูปที่ 3.2 แบบอุปกรณ์จับยึด (Drawing อุปกรณ์จับยึด)

1) แผ่นฐานอุปกรณ์จับยึด (Base) แผ่นฐานอุปกรณ์จับยึดเป็นชิ้นส่วนหลักที่รองรับชิ้นส่วนย่อยตัวอื่นๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้ อุปกรณ์จับยึด ทำงานได้สมบูรณ์แบบ วัสดุที่นำมาทำเป็นเหล็ก SS41 ขนาด 340x250x20 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling)

2) ตัวยึดชิ้นงาน (Arm Clamp) ใช้สำหรับยึดชิ้นงานให้เข้ากับแผ่นฐานของ อุปกรณ์จับยึด ให้แน่นป้องกันไม่ชิ้นงานขยับ วัสดุทำเป็นเหล็ก SS41 ขนาด 340x30x30 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling)

3) ตัวดันปรับระยะชิ้นงาน (T-Slot) มีหน้าที่ปรับดันชิ้นงานให้วิ่งไปชนตัวกำหนดตำแหน่ง Stopper โดยจะวิ่งไปตามร่อง T-Slot ที่ทำไว้บนแผ่นฐาน (Base) จะทำงานก็ต่อเมื่อเราขัน Bottom Bolt เท่านั้น วัสดุที่ใช้ทำเป็นเหล็ก SS41 ขนาด 20x30x20 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling) ต๊าปเกลียว (Screw Tap)

4) ตัวยึดปรับระยะชิ้นงาน (Plate Adjust) สำหรับชิ้นส่วนนี้จะยึดอยู่กับที่ เพื่อให้ขัน Bottom Bolt ผ่านเข้าไปดันตัวปรับระยะชิ้นงาน (T-Slot) ซึ่งจะขันยึดติดกับแผ่นฐาน (Base) อีกครั้งหนึ่ง วัสดุที่ใช้ทำเป็นเหล็ก SS41 ขนาด 20x280x15 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling)

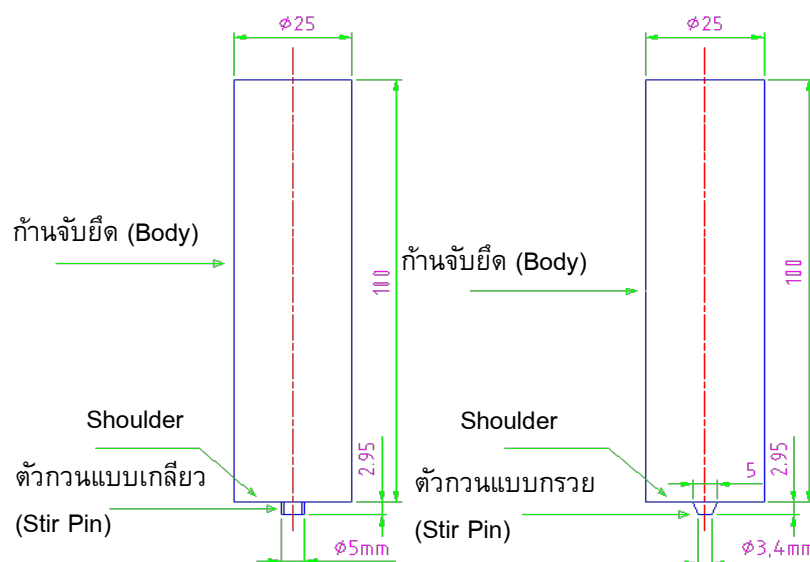
5) ตัวกำหนดตำแหน่งชิ้นงาน (Plate Stopper) ทำหน้าที่เป็นตัวหยุดชิ้นงานไม่ให้ไหลออกไปเกินตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อให้ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการสำหรับการเชื่อม โดยขันยึดติดกับแผ่นฐาน (Base) วัสดุที่ใช้ทำเหล็ก SS41 ขนาด 20x300x15 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling)

6) ฐานรองอุปกรณ์จับยึด (Support อุปกรณ์จับยึด) ทำหน้าที่รองรับอุปกรณ์จับยึดทั้งตัว เพื่อวางบนเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง วัสดุที่ใช้ทำเหล็ก SS41 ขนาด 20x300x15 มม. โดยผ่านกระบวนการกัด (Milling) เจาะรู (Drilling)

7) ตัวขันปรับระยะ (Bolt) ทำหน้าที่ดันปรับระยะชิ้นงานให้ได้ตำแหน่งซึ่งโดนกำหนดด้วยตัวกำหนดตำแหน่งแล้วโดยให้ชิ้นงานกว่าชิ้นงานจะวิ่งชนตัวกำหนดตำแหน่ง (Stopper) โดยทำงานผ่านตัวยึดปรับระยะชิ้นงาน (Plate Adjust) และตัวดันปรับระยะชิ้นงาน (T-Slot) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนมาตรฐานหาซื้อได้ตามท้องตลาด ขนาด M10x150

3.4.2 หัวกวน (Stir Pin) ที่ใช้ในการเชื่อม ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญเนื่องจากหัวกวนเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ใช้ในการเชื่อม ถือว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งหัวกวนนั้นทำจากเหล็กกล้าความเร็วรอบสูง (HSS) มีหน้าที่ให้ความร้อน และกวนเนื้อของวัสดุให้ประสานติดกัน มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกผิวเรียบ และปากของเครื่องมือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (ที่มา: งานวิจัยเรื่อง อิทธิพลตัวแปรของงานเชื่อมด้วยการเสียดทานแบบกวนต่อสมบัติทางกลของล้อยต่อ

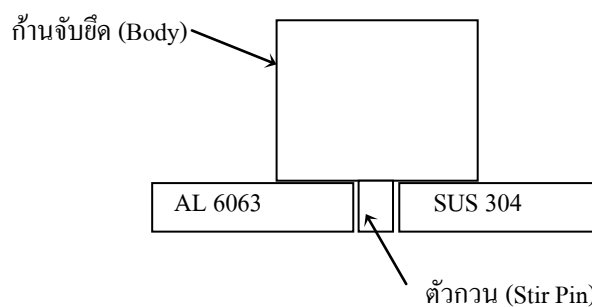
อลูมิเนียม 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิม 304) ในการจัดทำโครงการในครั้งนี้ได้ออกแบบตัวกวนไว้ 2 แบบสำหรับนำมาทดลอง คือ แบบหัวเกลียว และแบบหัวเรียบ สามารถดูได้จากรูปที่ 3.3 ซึ่งแบบ (Drawing) ของตัวกวนมีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 3.3 ลักษณะของตัวกวน

1) ก้านจับยึด (Body) ทำหน้าที่จับยึดเข้ากับเครื่องจักรซึ่งในครั้งนี้เรานำเครื่องกวดแนวตั้งมาใช้งาน ทำมาจากวัสดุ S45C ขนาด $\varnothing 25 \times 100$ มม. ซึ่งก้านจับยึดจะใช้งานร่วมกันระหว่างแบบเกลียว และแบบเรียบ

2) ตัวกวน (Stir Pin) ซึ่งในครั้งนี้เรามี 2 แบบเหมือนที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ตัวกวนจะทำหน้าที่กวนวัสดุให้ประสานติดกันโดยใช้การหมุนของเครื่องกวด ทำมาจากวัสดุ HSS ขนาด $\varnothing 3, 4 \times 2.95$ มม. (สำหรับใช้ในการทดลองครั้งนี้)



รูปที่ 3.4 ลักษณะการทำงานของตัวกวน

3.5 ขั้นตอนการจัดเตรียมวัสดุ

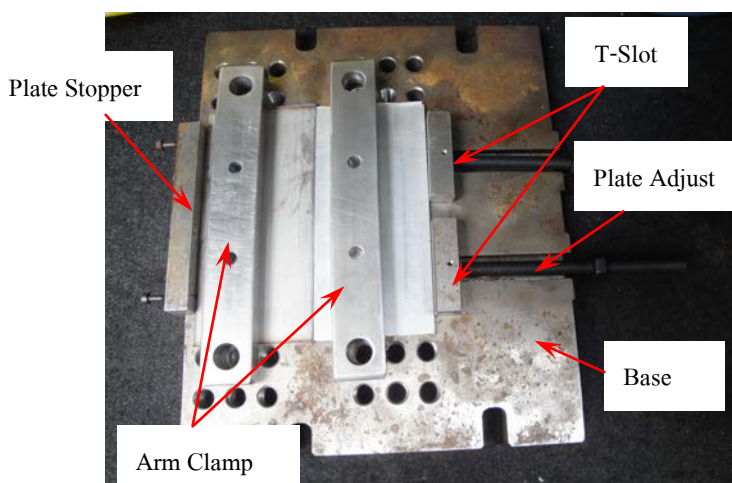
ในการจัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อจะนำมาสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (อุปกรณ์จับยึด) และหัวทวน (Stir) สำหรับนำมาใช้ในการทดลองในครั้งนี้ ทางทีมผู้จัดทำได้พิจารณาเลือกวัสดุต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในโครงการ โดยคำนึงถึง การนำไปใช้งาน ความปลอดภัย อายุการใช้งาน และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะให้โครงการสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ โดยได้แยกอุปกรณ์ต่างๆ ออกได้ดังนี้

3.5.1 เหล็ก HSS เป็นเหล็ก High Speed Steel ใช้สำหรับทำหัวทวน เนื่องจากต้องรองรับการเสียดสีสูงในระหว่างการหมุนของเครื่องจักรในขณะทำการทดลอง โดยในการนำไปใช้งานต้องนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปให้ได้รูปทรง และขนาดตามที่ต้องการอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 3.5 เหล็ก High Speed Steel (HSS)

3.5.2 เหล็ก S45C เป็นเหล็กเหนียวเกรดธรรมดา ส่วนมากใช้ทำโครงสร้างเครื่องจักรทั่วไป โดยที่ไม่ต้องรับน้ำหนัก หรือแรงเสียดทานมากนัก ในโครงการครั้งนี้เราใช้เหล็ก S45C เป็นหลักในการนำไปสร้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ย่อยๆ ของอุปกรณ์จับยึด และก้านจับยึดหัวทวน เช่น แผ่นฐาน ตัวยึดชิ้นงาน ตัวดันปรับระยะชิ้นงาน เป็นต้น ในการนำไปใช้งานในครั้งนี้ส่วนใหญ่เราจะนำไปผ่านเครื่องกัด กลึง และเจาะ เพื่อให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการ



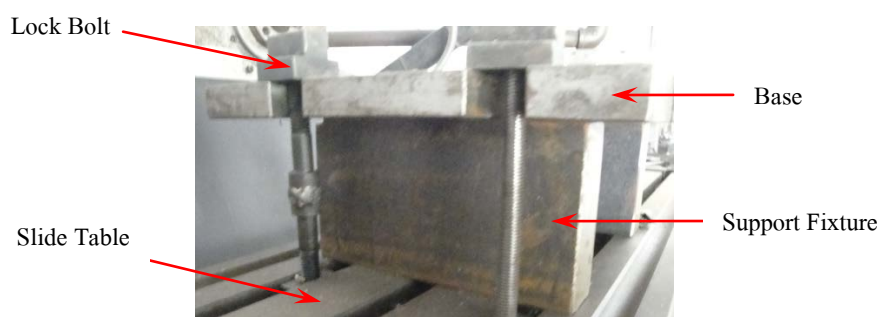
รูปที่ 3.6 เหล็ก S45C

3.6 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ในการดำเนินการสร้างเครื่องประกอบลูกบอลเหล็กเข้ากับสวิทช์ควบคุมกระจุกรถยนต์ เป็นการนำอุปกรณ์ต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้นมาประกอบยึดเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้เป็นเครื่องประกอบลูกบอลเหล็กที่สมบูรณ์ขึ้นมา และนำไปติดตั้งในกระบวนการผลิต เพื่อทดลองประกอบลูกบอลเหล็กว่าสามารถประกอบได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนการสร้างและประกอบเครื่องประกอบลูกบอลเหล็ก

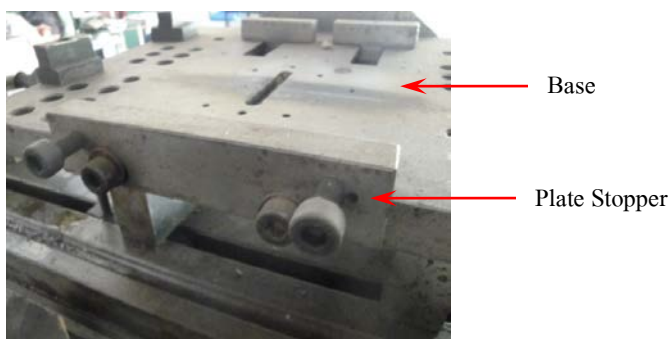
3.6.1 การประกอบอุปกรณ์จับยึด (อุปกรณ์จับยึด)

1) ประกอบแผ่นฐาน (Base) กับแผ่นรอง (Support อุปกรณ์จับยึด) โดยการยึดให้ติดกันด้วยสกรู M8 ให้แน่น



รูปที่ 3.7 การประกอบแผ่นฐานกับแผ่นรอง

2) ประกอบ Plate Stopper กับแผ่นฐาน (Base) โดยการยึดติดกันด้วยสกรู M8 ให้แน่น



รูปที่ 3.8 การประกอบแผ่นฐานกับ Plate Stopper

3) ประกอบตัว T-Slot เข้ากับแผ่นฐาน (Base) โดยการยึดติดกันด้วยสกรู M8 ให้แน่น



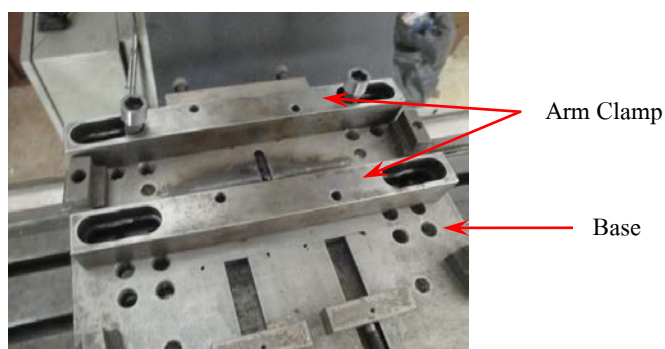
รูปที่ 3.9 การตัว T-Slot กับแผ่นฐาน

4) ประกอบตัวปรับระยะ (Plate Adjust) กับแผ่นฐาน (Base) โดยการยึดติดกันด้วยสกรู M8 ให้แน่น



รูปที่ 3.10 การประกอบตัวปรับระยะกับแผ่นฐาน

5) ประกอบตัวยึดชิ้นงาน (Arm Clamp) โดยการยึดติดกันด้วยสกรู M8 ให้แน่น



รูปที่ 3.11 การประกอบตัวยึดชิ้นงาน

3.6.2 การประกอบหัวกวน (Stir) กับก้านจับยึด

- 1) ประกอบหัวกวนเข้ากับก้านจับยึด ดันหัวกวนเข้าไปในก้านจับแล้วทำการยึดด้วยสกรูเกลียวหนอน M 5



รูปที่ 3.12 การประกอบชุดหัวกวน

3.7 ขั้นตอนการทดลอง

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงขั้นตอนของการดำเนินงานโดยมีเครื่องจักรต่างๆ คือเครื่องกัดอัตโนมัติ เครื่องทดสอบแรงดึง เครื่องกัดเพื่อส่งคูโครงสร้าง ก่อึงจุลทรรศน์ เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.7.1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นงานเชื่อม ในขั้นตอนการเชื่อมจะดำเนินการเชื่อมเหมือนกันทั้งสองแบบ คือแบบเกลียว และแบบกรวย โดยมีลำดับขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

- 1) เตรียมชิ้นงานที่จะใช้ในการเชื่อม คือ อลูมิเนียมเกรด 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 304 โดยขัดผิวหน้าที่ใช้เป็นรอยต่อด้วยกระดาษทราย และเช็ดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่มีผลต่อแนวเชื่อม



รูปที่ 3.13 ชิ้นงานอลูมิเนียม 6063 และเหล็กกล้าไร้สนิม 304

- 2) ทำการปรับแนวของอุปกรณ์จับยึดบนเครื่องกัดอัตโนมัติให้ขนานกับแนวแกน X ของเครื่องกัด เพื่อให้เดินของหัวกวนเป็นแนวเส้นตรงไม่ให้บิดเอียง โดยใช้นาฬิกาวัด (Dial Gauge) เป็นตัวปรับตั้ง



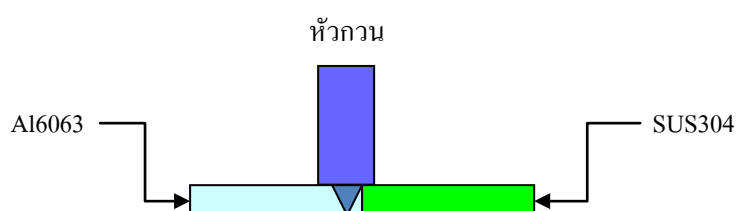
รูปที่ 3.14 ปรับแนวอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

3) ทำการจับยึดชิ้นงานบนอุปกรณ์จับยึดที่เตรียมไว้ในรูปแบบการต่อชน โดยการขันน็อต ให้ดันชิ้นงานลงแนบกับ อุปกรณ์จับยึดให้แน่น ไม่ชิ้นงานขยับ



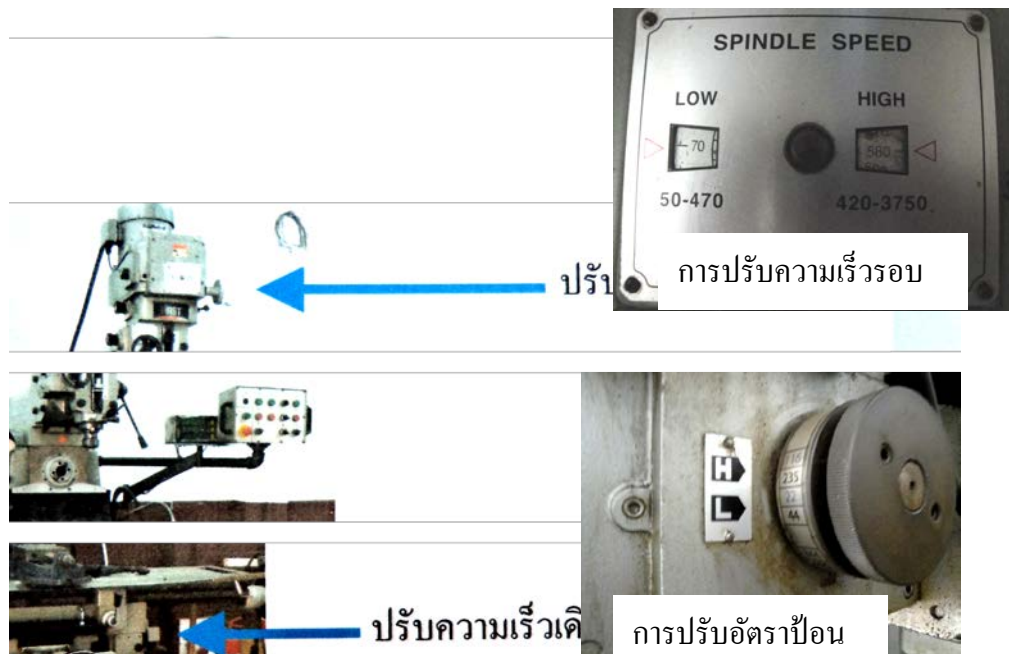
รูปที่ 3.15 การจับยึดชิ้นงาน

4) ปรับตั้งตำแหน่งของตัวกวนกับชิ้นงานโดยกำหนดให้ความมิดนอกของตัวกวน (Pin) ห่างจากตัวต่อตามตัวแปรการทดลองของระยะสอด โดยเอียงไปทางด้านของอลูมิเนียม



รูปที่ 3.16 การตั้งตำแหน่งของหัวกวน

5) ปรับตั้งความเร็วรอบ และความเร็วเดินแนวเชื่อมให้เหมาะสมกับวัสดุที่นำมาเชื่อมเสียดทานบนเครื่องกัดอัตโนมัติ



รูปที่ 3.17 การตั้งปรับความเร็วรอบและอัตราป้อน

6) เริ่มทำการเชื่อมโดยการกดตัวกวนเข้าไปในเนื้อของอลูมิเนียม โดยที่ปากของตัวกวนจะจมอยู่ในเนื้อของอลูมิเนียม จากนั้นเปิดเดินเครื่องแบบอัตโนมัติไปตามทิศทางที่กำหนดจนสิ้นสุดความยาวของชิ้นงาน



รูปที่ 3.18 เริ่มเชื่อมชิ้นงาน



รูปที่ 3.19 ชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อม

7) การวัดอุณหภูมิขณะเครื่องทำงาน เพื่อให้ทราบว่าขณะหัวกวนทำการหมุนตามความเร็วรอบและอัตราป้อนที่ตั้งไว้ทำให้เกิดความร้อนขึ้นบนชิ้นงานกึ่งองศา โดยวัดค่าความร้อนด้านอุณหภูมิตามระยะที่กำหนดไว้ 5, 10 และ 15 มม. โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นเครื่องมือในการตรวจจับความร้อนที่เกิดขึ้น



รูปที่ 3.20 การตรวจจับความร้อนด้วยเทอร์โมคัปเปิล



รูปที่ 3.21 แสดงขั้นตอนการเชื่อมด้วยแรงเลเซอร์แบบกวน

จากรูปที่ 3.21 แสดงขั้นตอนการเชื่อมด้วยแรงเลเซอร์แบบกวนเหล็กกล้าไร้สนิม SS304 วางในตำแหน่งแอดวานซ์ซึ่งกับชิ้นงานอลูมิเนียม Al6063 วางในตำแหน่งรีทรีต โดยติดตั้งหัววัดอุณหภูมิไว้ที่ตำแหน่งตรงกลางของความยาวชิ้นงานเชื่อมแบ่งเป็นสามจุด คือ จุดที่ 1 ห่างจากกึ่งกลางรอยต่อ 5 มิลลิเมตร จุดที่ 2 ห่างจากกึ่งกลางรอยต่อ 10 มิลลิเมตร และจุดที่ 3 ห่างจากรอยต่อ 15 มิลลิเมตร การเชื่อมเริ่มจากการปรับความเร็วรอบของตัวกวนตามตัวแปรที่กำหนดไว้ โดยกดให้หัวกวนลงด้านอลูมิเนียมแล้วจึงปรับหัวกวนให้สอดเข้าผิวหน้าเหล็กกล้าไร้สนิมที่ระยะสอด 1 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงเดินแนวเชื่อมตามความเร็วป้อนที่กำหนดไว้ จนครบทุกตัวแปร

3.7.3 การเตรียมชิ้นงานสำหรับการทดสอบดึง ในการเตรียมชิ้นงานเชื่อมทั้งชิ้นโดยการนำชิ้นงานมาตัดเพื่อให้ได้ขนาดความกว้างหลังจากปรับแต่งโดยละเอียดแล้วชิ้นงานจะมีความกว้างเท่ากับ 25.4 มิลลิเมตร ตามที่กำหนดโดยให้ขนาดความยาวรวมเท่ากับ 150 มิลลิเมตร ในการตัดด้วยเลื่อยสายพานจะต้องใช้น้ำหล่อเย็นตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดความร้อนขึ้นขณะตัดชิ้นงานซึ่งอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโลหะวิทยาของบริเวณรอยเชื่อมได้หากมีความร้อนสูงเกินไป

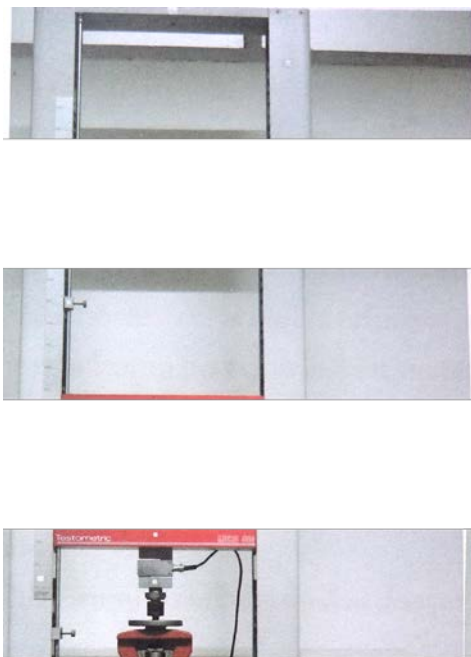


รูปที่ 3.22 แบ่งชิ้นงานทดสอบแรงดึงออกเป็นชิ้นๆ



รูปที่ 3.23 ชิ้นงานสำหรับเตรียมทดสอบ

3.7.4 ขั้นตอนการทดสอบแรงดึง ในการทดสอบในครั้งนี้จะเป็นการทดสอบแบบทำลายสภาพชิ้นงาน ซึ่งเป็นการนำผลที่ได้จากการเชื่อมที่มีตัวแปรต่างกันมาทำการทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งแรงดึงสูงสุดของแนวเชื่อมระหว่างวัสดุอะลูมิเนียมกับเหล็กกล้าไร้สนิม โดยเครื่องที่ใช้ในครั้งนี้เป็นเครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Machine) ขนาด 50 KN ซึ่งเป็นเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ สามารถวัดค่าความเค้นแรงดึง, ความเครียด, แรงดึง, การยืดตัว, เปอร์เซ็นต์การลดของพื้นที่หน้าตัด, ความเค้นที่จุดคราก, แรงที่จุดคราก, ความเค้นที่แรงดึงสูงสุด และค่าแรงดึงสูงสุด สามารถปรับความเร็วในการดึงให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 10 มิลลิเมตร นาทีได้



รูปที่ 3.24 เครื่องทดสอบแรงดึง (Tensile Machine)

3.7.5 การเตรียมชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

- 1) นำชิ้นงานที่ได้จากการเชื่อมแรงเสียดทานมาตัดแบ่งให้ได้ตามขนาดที่ต้องการโดยแบ่งเป็นชิ้นๆ เพื่อนำไปขัดอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 3.25 ตัดแบ่งชิ้นงานเพื่อนำไปขัด

2) ขัดชิ้นงาน นำชิ้นงานที่ได้จากการตัดแบ่งส่วนมาขัดด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายเบอร์เบอร์ 220, 320, 400 และขัดจนถึงเบอร์ 600 ตามลำดับ ในการขัด ควรวางกระดาษทรายลงบนกระจกหนาเรียบแล้วขัดผิวตรวจสอบลงบนกระดาษทรายนั้น ในขณะที่ขัดนั้นจะต้องเปิดน้ำอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้น้ำชำระสิ่งสกปรกซึ่งได้แก่ผงโลหะ และซิลิคอนคาร์ไบด์ออกให้หมด และเมื่อต้องการเปลี่ยนกระดาษทรายแผ่นต่อไปควรขัดชิ้นตรวจสอบไปอีกแนวทางหนึ่งสลับกันเป็นตารางกับแนวเดิม ทำเช่นนี้จนถึงกระดาษทรายเบอร์ 1500 จึงขัดละเอียดด้วยหนังขัดอีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งชิ้นงานปราศจากเส้นขนแมวที่เกิดจากรอยขัด



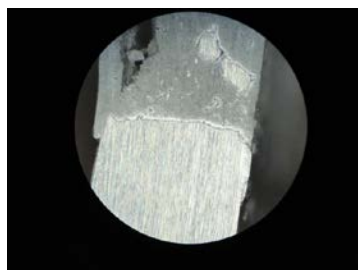
รูปที่ 3.26 วิธีการขัดชิ้นงาน

3) การกัดด้วยน้ำยา (Etching) ชิ้นงานตรวจสอบที่ถูกขัดจนเป็นมันแล้วนั้นจะต้องล้างด้วยแอลกอฮอล์ จากนั้นจะถูกนำไปกัดด้วยน้ำยากรดไฮโดรฟลูออริก (Hydrofluoric Acid) เสร็จแล้ว จุ่มหรือแช่นาน 15-45 วินาที



รูปที่ 3.27 การกัดกรดชิ้นงาน

4) ต่อดูโครงสร้างมหภาคของชิ้นงาน เพื่อดูแนวเชื่อมระหว่างวัสดุสองชิ้นมีการหลอมละลายเป็นในลักษณะใด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ขนาดขยาย 5X



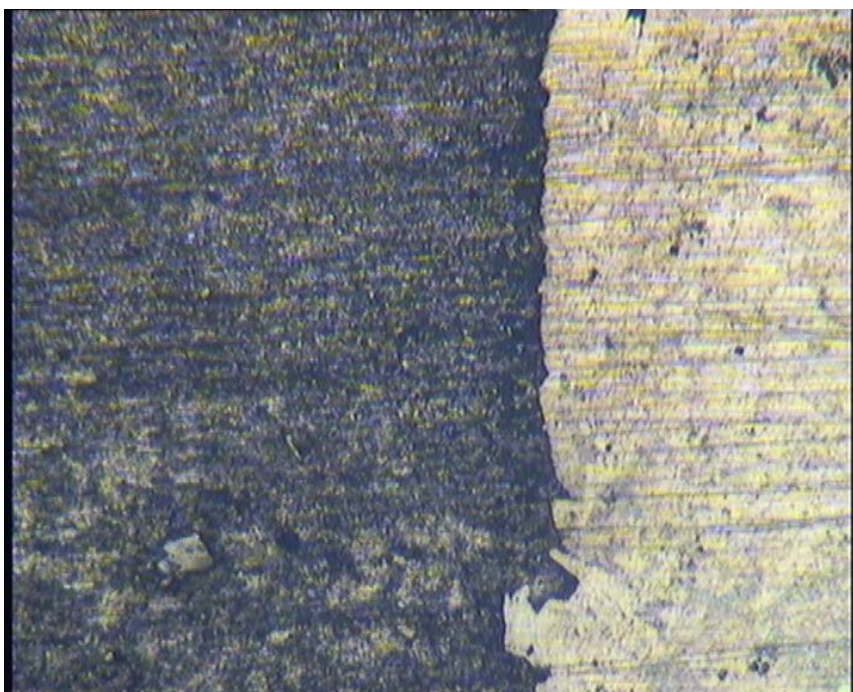
หัวเกลียว



หัวกรวย

รูปที่ 3.28 โครงสร้างแบบมหภาค

4) ต่อดูโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงาน เพื่อดูแนวเชื่อมระหว่างวัสดุสองชิ้นมีการหลอมละลายเป็นในลักษณะใด โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ขนาดขยาย 400X



รูปที่ 3.29 แสดงโครงสร้างแบบจุลภาคบริเวณอินเทอร์เฟซของงานเชื่อม