

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการหาอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานต่อสมบัติของอลูมิเนียมผสม A6061 ด้วยวิธีการเจาะแบบแรงเสียดทานด้วยเครื่องกัด CNC แบบเพลตตั้ง และกำหนดอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสดอกเจาะ โดยทำการศึกษาข้อมูลและวิธีการวิจัยจากเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อสมบัติทางกล และการทดลองในครั้งนี้ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพและมีความเที่ยงตรงสูง จึงได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมของภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและวิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกในการดำเนินการทดลอง ดังมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับงานกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน ของการทำวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศที่ผ่านมา ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของงานวิจัยหรือที่อาจจะสามารถนำมาใช้ในงานวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ของกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานที่มีผลต่อการสึกหรอของดอกเจาะและความเรียบผิวรูเจาะ

3.2 เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

3.2.1 เครื่อง CNC FACE MILLING รุ่น CHEVALIER (QP2026-L) สามารถปรับความปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 0 – 8,000 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องกัด CNC FACE MILLING

3.2.2 เครื่องเจียรระนาบผิวราบ (Horizontal Surface Grinding Machine)

3.2.3 เครื่องมือวัดละเอียด ที่ใช้ในการศึกษาทดลองประกอบด้วย

1. เครื่องวัดความหยาบผิว (Surface Roughness) เครื่องหมายการค้า Mahr รุ่น Marsurf PS1



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความหยาบผิว (Surface Roughness)

2. เครื่องตรวจสอบความเรียบผิว (Surface Roughness Testing Machine) เครื่องหมายการค้า Mitutoyo รุ่น SURFTEST - 301 เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในการหาขนาดความเรียบของผิวงาน โดยการวัดขนาดของความเรียบผิวเฉลี่ย (Roughness Average, Ra) จะแสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล มีหน่วยวัดเป็นไมครอน ที่ความละเอียด 0.01 ไมครอน โดยก่อนทำการวัดต้องทำการสอบเทียบ (Calibrate) เพื่อวัดค่า และปรับแต่งค่าตัวเลขการวัดให้ได้ตามผิวงานอ้างอิงมาตรฐาน (Reference Surface) การทำงานของเครื่องวัด/วิเคราะห์ จะเป็นการทำงานร่วมกันของหัวอ่าน (Transducer Probe) กับชุดขยายสัญญาณและควบคุม (Amplifier) ที่จะแปลงผลการสัมผัสของปลายวัด ซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นลงตามลักษณะพื้นผิวของชิ้นงาน เปลี่ยนไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้ารวมที่มีคลื่นของความถี่สูงและต่ำผสมกันอยู่ อันมีผลมาจากลักษณะโครงสร้างรวมของพื้นผิวที่วัดได้ เพื่อการจำแนกคุณสมบัติของผิวทั้งสองออกจากกันจึงกำหนดใช้การกรองสัญญาณ (Cutoff Filter) เป็นจุดแยกกันของสัญญาณที่เป็นคุณลักษณะแทนของคุณสมบัติสองแบบ ความแตกต่างนี้กำหนดโดยการผ่านค่าที่กำหนดของสัญญาณ หากเป็นสัญญาณผ่านย่านความถี่สูง (High Pass) จะเป็นลักษณะของความหยาบผิว (Roughness) และสัญญาณผ่านย่านความถี่ต่ำ (Low Pass) จะเป็นลักษณะของความเป็นคลื่น (Waviness)

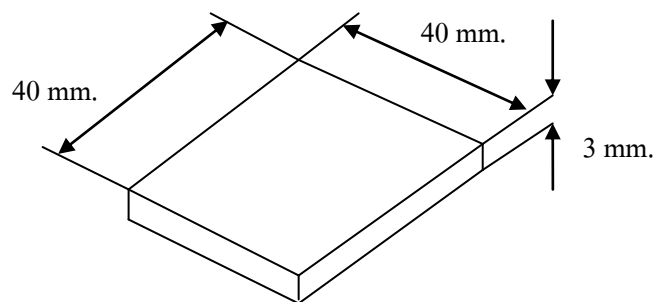
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องหมายการค้า OHAUS/Pioneer/ รุ่น PA214/Max 210g



รูปที่ 3.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.2.4 ชิ้นงานทดลอง ในการทดลองใช้ อลูมิเนียมผสม (A6061)

1. มีขนาดความกว้าง 40 mm. × ยาว 40 mm. ×หนา 3 mm. ความแข็ง 40-100 HB
2. ใช้เครื่องตัดและเจียรไนราบให้ได้ฉากทุกด้าน



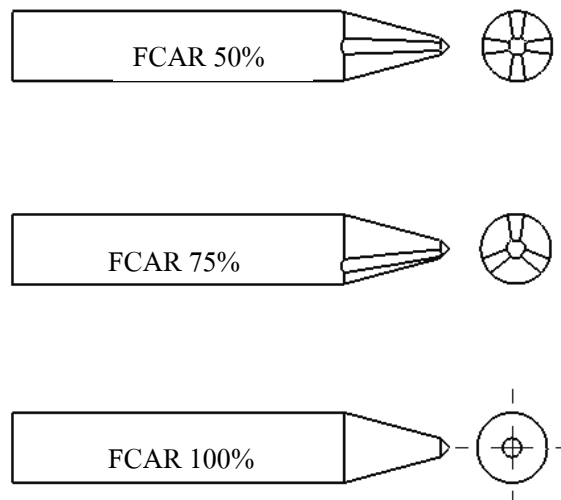
รูปที่ 3.4 แสดงขนาดชิ้นงานในการทดลอง



รูปที่ 3.5 รูปชิ้นงานจริงในการทดลอง

3.2.5 ลักษณะดอกเจาะ เหล็กกล้าคาร์บอนสูง(HSS.) ที่ใช้ในการศึกษานี้มีลักษณะดังนี้

1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 mm. และมีความยาว 50 mm.
2. อัตราส่วนพื้นที่สัมผัสดอกเจาะ 50% , 75% , 100%



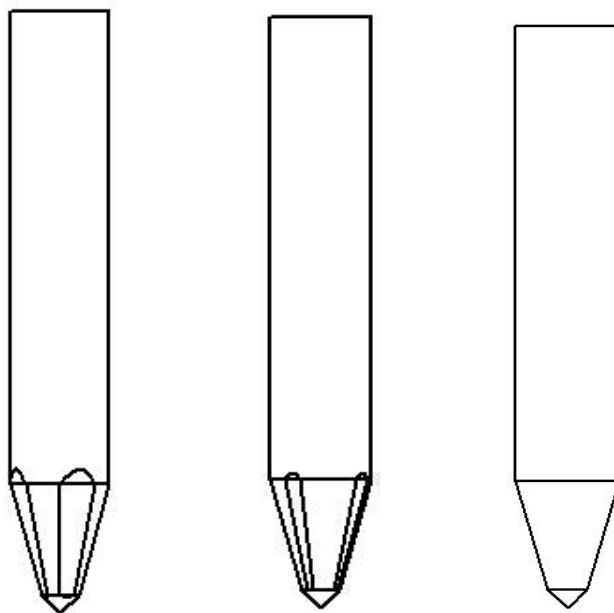
รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะรูปร่างดอกเจาะ



รูปที่ 3.7 แสดงรูปร่างดอกเจาะจริง

3.3 การเตรียมชิ้นงาน

1. นำชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองคืออลูมิเนียมผสม A6061 ขนาดกว้าง 40 มม. X ยาว 40 มม.หนา 3 มม. มาทำการตัดด้วยเครื่องตัดโลหะ
2. การเตรียมดอกเจาะ HSS. เกรด-1900 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. ยาว 50 มม. มาทำการตัดด้วยเครื่องตัดโลหะแล้วทำการลับมุมในการเจาะ โดยกำหนดอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสแรงเสียดทาน 100%, 75%, 50%



รูปที่ 3.8 อัตราส่วนพื้นที่สัมผัสแรงเสียดทาน ดอกเจาะ HSS. เกรด 1900

3. การทดสอบหาคุณสมบัติของชิ้นงาน ของอลูมิเนียมผสม A6061 ก่อนทำการทดลองในการวัดค่าส่วนผสมทางเคมี ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานทดสอบ

ส่วนผสมทางเคมีของ อลูมิเนียมผสมA6061	ค่ามาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมทางเคมี	ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมทางเคมี
Mg	0.8-1.20	1.00
Si	0.4-0.80	0.77
Cu	0.15-0.40	0.182
Mn	0.15	0.03
Zn	0.25	0.060
Ti	0.15	0.024
Fe	0.70	0.30

3.4 ขั้นตอนการออกแบบการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

3.4.1 การออกแบบการทดลองขั้นต้นใช้หลักการของ Factorial Design 3^3 โดยกำหนดตัวแปรออกเป็น 3 ตัวแปร แต่ละตัวแปรถูกกำหนดออกเป็น 3 ระดับ โดยให้มีการทดลองเบื้องต้นที่ค่าตัวแปรในระดับที่ต่ำสุดและสูงสุด จำนวน 12 ชิ้น ในการทดลองผู้วิจัยได้ใช้ตัวแปรอิสระคือความเร็วรอบ (Drilling speed) อัตราป้อน (Feed) จากคู่มือบริษัท Sandvik (Thailand) จำกัด ในการหาความเร็วรอบการเจาะและอัตราป้อนที่เหมาะสมกับวัสดุอลูมิเนียมผสม A6061 จากตาราง Cutting data for gun drill อยู่ในภาคผนวก ก. อลูมิเนียมอัลลอยด์ความเร็วตัด 65-300 เมตร/นาที อัตราป้อน 0.02-0.070 มม./รอบ โดยเลือกอัตราป้อนที่ 0.02, 0.03, 0.04 มม./รอบ และความเร็วตัดที่ 70, 80, 90 เมตร/นาที แทนค่าความเร็วตัดในสูตรตารางคู่มืองานโลหะ $n = v / \pi d$ [35]

กำหนดให้

v = ความเร็วตัด (ม./ นาที)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงาน (มม.)

n = ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)

ได้ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 2,800 รอบ/นาที 3,200 รอบ/นาที 3,600 รอบ/นาที นำความเร็วรอบคูณอัตราป้อนที่เลือก 0.02,0.03,0.04 มิลลิเมตร/รอบ ได้อัตราป้อนมี 3 ระดับ คือ 56 , 95 ,145 มิลลิเมตร/นาที อัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 3 ระดับ ได้แก่ 100% ,75 % , 50% ดังแสดงในตารางที่ 3.3

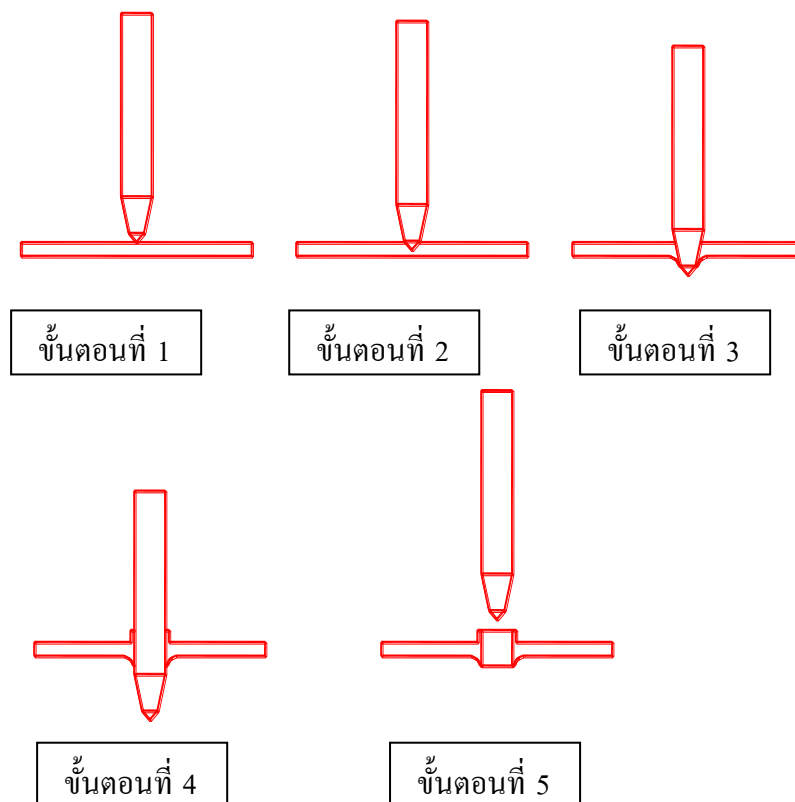
ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบหาประสิทธิภาพในกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทาน

อัตราส่วน พื้นที่สัมผัส แรงเสียดทาน (%) N	Drilling Speed rpm./min R	อัตราป้อน (Feed) F					
		56 mm./min		95 mm./min		145 mm./min	
		1	2	1	2	1	2
50	2,800	22				47	
	3,200						
	3,600	50				52	
75	2,800	43				11	
	3,200						
	3,600	20				4	
100	2,800	32				1	
	3,200						
	3,600	29				49	

3.5 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

3.5.1 การออกแบบการทดลองใช้หลักการของ Factorial Design 3^3 โดยกำหนดตัวแปรออกเป็น 3 ตัวแปร แต่ละตัวแปรถูกกำหนดออกเป็น 3 ระดับ โดยให้มีการทดลองซ้ำในแต่ละตัวแปร 2 ครั้ง รวมการทดลองทั้งหมด 54 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 3.4

1. พารามิเตอร์ N แทนค่าอัตราส่วนพื้นที่สัมผัสกำหนดระดับไว้ที่
 - N 1 แทน ค่าอัตราส่วนพื้นที่สัมผัส 50 %
 - N 2 แทน ค่าอัตราส่วนพื้นที่สัมผัส 75 %
 - N 3 แทน ค่าอัตราส่วนพื้นที่สัมผัส 100 %
2. พารามิเตอร์ R แทนค่าความเร็วรอบกำหนดระดับไว้ที่
 - R₁ แทนค่าความเร็วรอบ 2,800 rpm /min
 - R₂ แทนค่าความเร็วรอบ 3,200 rpm/min
 - R₃ แทนค่าความเร็วรอบ 3,600 rpm/min
3. พารามิเตอร์ F แทน ค่าอัตราการป้อน แบ่งที่ระดับ 56 , 95, 145 mm/min



รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานของอลูมิเนียมผสม A6061

ตารางที่ 3.3 ตารางออกแบบการทดลอง

อัตราส่วนพื้นที่ สัมพัทธ์แรงเสียด ทาน (%) N	Drilling Speed rpm./min R	อัตราป้อน(Feed) F					
		56 mm./min		95 mm./min		145 mm./min	
		1	2	1	2	1	2
50	2,800	A11	A12	B11	B12	C11	C12
	3,200	D11	D12	E11	E12	F11	F12
	3,600	G11	G12	H11	H12	I11	I12
75	2,800	J11	J12	K11	K12	L11	L12
	3,200	M11	M12	N11	N12	O11	O12
	3,600	P11	P12	Q11	Q12	R11	R12
100	2,800	S11	S12	T11	T12	U11	U12
	3,200	V11	V12	W11	W12	X11	X12
	3,600	Y11	Y12	Z11	Z12	A111	A112

ตารางที่ 3.4 แสดงการสุ่มลำดับการทดลองการแปรค่าพารามิเตอร์

อัตราส่วนพื้นที่ สัมพัทธ์แรงเสียด ทาน (%) N	Drilling Speed rpm./min R	อัตราป้อน (Feed) F					
		56 mm./min		95 mm./min		145 mm./min	
		1	2	1	2	1	2
50	2,800	22	38	5	21	47	25
	3,200	34	3	13	37	16	40
	3,600	50	15	24	7	52	45
75	2,800	43	8	44	48	11	19
	3,200	42	2	53	39	30	36
	3,600	20	33	12	27	4	26

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) แสดงการหาค่าระดับการทดลองการแปรค่าพารามิเตอร์

อัตราส่วนพื้นที่ สัมผัสแรงเสียดทาน (%) N	Drilling Speed rpm./min R	อัตราป้อน (Feed) F					
		56 mm./min		95 mm./min		145 mm./min	
		1	2	1	2	1	2
100	2,800	32	35	41	31	1	9
	3,200	23	14	54	46	10	28
	3,600	29	51	6	18	49	17

3.6 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

3.5.1 ก่อนการทดลอง ต้องดำเนินการเก็บข้อมูลต่างๆ ของชิ้นงานและดอกเจาะ HSS. ดังนี้

1. นำชิ้นงานเจียรในผิวหน้าให้เรียบ ได้จากทุกมุมและกำหนดตำแหน่งรูเจาะและดอกนำศูนย์
2. นำดอกเจาะ HSS. ไปล้างคราบน้ำมัน แล้วชั่งน้ำหนักก่อนเจาะ

3.5.2 ดำเนินการทดลองดังนี้

1. จับยึดดอกเจาะ HSS. เข้ากับหัวจับของเครื่องกัดพร้อมตรวจเช็คดอกเจาะให้ได้จากด้วย Dial Indicator
2. นำชิ้นงานที่ได้จากการสุ่มทีละชิ้นตามตารางที่ 3.5 จับยึดชิ้นงานบนแท่นเครื่องกัดตรงบริเวณกึ่งกลางแท่นเครื่อง ตั้งระนาบ X, Y ของชิ้นงาน
3. เลือกดอกเจาะตามตารางที่ 3.5 และจับดอกให้ตรงกับตำแหน่งรูเจาะและเช็คอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน
4. เซ็ตค่าพารามิเตอร์เครื่องกัดที่ใช้ในการทดลองเมื่อเจาะเสร็จต้องตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกัดทุกครั้งตามตารางที่สุ่มการทดลองทำแบบนี้ จนทดลองในการเจาะครบ 54 ดอก
5. เมื่อตั้งค่าพารามิเตอร์เสร็จ เดินเครื่องในการเจาะชิ้นงาน

6. ปลดชิ้นงานออกติดหมายเลขรูเจาะและถอดดอกเจาะ HSS. ออก แล้วนำดอกเจาะไปซั้
น้ำหนักดอกเจาะหลังเจาะ โดยการและหาความเรียบผิวรูเจาะ
7. ทำความสะอาดเครื่องกัดและเก็บอุปกรณ์

3.5.3 ภายหลังจากการทดลอง

ดำเนินการเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลองดังนี้

1. หลังการเจาะนำดอกเจาะไปซั้ น้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนเจาะและหลังเจาะ
2. หาความหยาบของผิวงานรูเจาะ Ra (μm) โดยตำแหน่งแรกวัดห่างจากขอบประมาณ 1 มม. ที่
0 องศา, 90 องศา, 180 องศา, 270 องศา จดบันทึกแต่ละจุดแล้วหาค่าเฉลี่ย
3. นำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาค่า
ดังต่อไปนี้

1. ค่าเฉลี่ย (Mean) ($\bar{X}$) การหาค่าเฉลี่ยของความหยาบผิวโดยใช้สูตร [37]

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

$$\sum_{i=1}^n X = \text{ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด}$$

$$n = \text{จำนวนของข้อมูลทั้งหมด}$$

2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard error of mean) เป็นการวัดค่าการกระจายของข้อมูล
(Measure Variability) ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้สูตร [37]

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ	S	=	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	=	ข้อมูลแต่ละจำนวน
	$\bar{x}$	=	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
	n	=	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน [37] ANOVA