

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) ที่มุ่งจะศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวและความสึกหรอของคมตัด ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยเป็นไปด้วยความถูกต้อง และบรรลุตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 ศึกษาข้อมูลของงานวิจัย
- 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3 ชิ้นงานและเครื่องมือตัด
- 3.4 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงาน
- 3.5 ขั้นตอนการดำเนินการก่อนการทดลอง
- 3.6 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง
- 3.7 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง
- 3.8 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาข้อมูลของงานวิจัย

ในการกัดเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 ปัจจัยหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราป้อนตัดและระยะป้อนลึก เครื่องจักรที่ใช้ในการทดลองคือ เครื่อง CNC Milling เครื่องทดสอบหาค่าความขรุขระของพื้นผิว เครื่องชั่งน้ำหนักหาขนาดการสึกหรอของดอกกัด ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง ดอกกัด เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ เป็นต้น ในการทดลองได้ใช้เครื่อง CNC Milling ที่สามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100 - 4,000 รอบ/นาที โดยกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรในการทดลองได้แก่ ตัวแปรอิสระประกอบด้วย ความเร็วรอบ ประกอบด้วย 700, 750 และ 800 รอบ/นาที อัตราป้อนที่ระดับ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที โดยความลึกในการป้อนลึกที่ระดับ 0.7, 0.8 และ 0.9 มิลลิเมตร ส่วนตัวแปรตามคือคุณภาพของผิวงาน (โดยวัดค่าความเรียบของพื้นผิว) และอายุการใช้งานของคมมีดกัด การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงานกัด และอายุการใช้งานของคมมีดกัด

3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ในการศึกษาวิจัยนี้เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองหลายชนิด เครื่องมือหลักที่ต้องใช้ในงานทดลองเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำจนเสร็จสิ้นกระบวนการ ได้แก่

3.2.1 เครื่อง CNC Milling MIKRON

สามารถปรับความเร็วรอบตั้งแต่ 100 – 4,000 รอบ/นาที



รูปที่ 3.1 เครื่อง CNC Milling รุ่น T-POW MH1050 HERVY DUTY

3.2.2 เครื่องวัดความเรียบผิว

เครื่องหมายการค้า Mahr รุ่น PS1 ใช้ตรวจสอบความ ขรุขระของพื้นผิวของชิ้นทดสอบ



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความเรียบผิว

3.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการหาขนาดการสึกหรอของคมมีดตัด โดยเป็นการชั่งน้ำหนัก

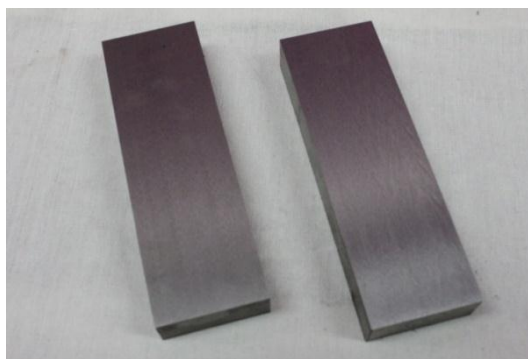


รูปที่ 3.3 อุปกรณ์หาขนาดการสึกหรอของคมตัดดอกกัด

3.3 ชิ้นงานและเครื่องมือตัด

3.3.1 วัสดุชิ้นงาน

วัสดุชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม กลุ่มออสเทนนิติก AISI 316 ขนาดความกว้าง 40 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร และความหนา 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.4 วัสดุชิ้นงาน

3.3.2 ดอกกัด แบบสองคมตัด เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.5 ดอกกัด

3.3.3 อุปกรณ์จับยึด

เครื่องมือตัดสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบต่าง ๆ



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างอุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัดสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบต่างๆ

3.4 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงาน

3.4.1 การเตรียมชิ้นงาน

นำเหล็กกล้าไร้สนิมกลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic Stainless Steels) AISI 316 นำมาตัดให้ได้ขนาด ความกว้าง 40 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร และความหนา 10 มิลลิเมตร จำนวน 27 ชิ้น

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการก่อนการทดลอง

การทดลองเบื้องต้นเป็นการศึกษาตัวแปรอิสระบางระดับเพื่อจะได้ทราบแนวทางที่เหมาะสมของการทดลอง เช่นทำให้ทราบถึงผลของตัวแปรและระดับที่นำมาศึกษาว่า มีความเหมาะสมหรือมีความสัมพันธ์กันแบบใดกับตัวแปรหลักที่ต้องการศึกษา เพื่อจะได้เลือกระดับของตัวแปรอิสระที่จะ

ทำการศึกษาวิจัยได้ถูกต้อง ไม่ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น ทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองด้วย ซึ่งเมื่อทราบถึงแนวทางที่ถูกต้องแล้วก็จะทำการทดลองกับตัวแปรที่กำหนดไว้ทีละชุด เพื่อหาข้อสรุปถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงาน (ค่าความขรุขระของพื้นผิว) และอายุการใช้งานของคมตัดดอกกัดของงานกัดเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 316 ในการทดลองเบื้องต้นผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองไว้โดยกำหนดให้ความเร็วรอบประกอบด้วย 700, 750 และ 800 รอบ/นาที อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที โดยความลึกในการป้อนลึก ที่ระดับ 0.7, 0.8 และ 0.9 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.1 ตารางการทดลองก่อนการทดลองจริง

ความเร็วรอบ ในการกัด (rpm/min)	ระยะป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		120		130		140	
700	0.7	1					3
	0.8						
	0.9	4					2
750	0.7	5				7	
	0.8						
	0.9		8				6
800	0.7	9				11	
	0.8						
	0.9	12					10

3.6 ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

ในการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ให้ตรงกับวัตถุประสงค์และสมมุติฐานจึงได้กำหนดแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.2 แผนการทดลองกำหนดให้เงื่อนไขละ 2 Replicates การทดลองซ้ำ

ความเร็วรอบ ในการกัด (rpm/min)	ระยะป้อนลึก (mm))	อัตราป้อน (มิลลิเมตร/นาที)		
		120	130	140
700	0.7	A ₁	A ₂	A ₃
		A ₁₁	A ₂₂	A ₃₃
	0.8	B ₁	B ₂	B ₃
		B ₁₁	B ₂₂	B ₃₃
	0.9	C ₁	C ₂	C ₃
		C ₁₁	C ₂₂	C ₃₃
750	0.7	D ₁	D ₂	D ₃
		D ₁₁	D ₂₂	D ₃₃
	0.8	E ₁	E ₂	E ₃
		E ₁₁	E ₂₂	E ₃₃
	0.9	F ₁	F ₂	F ₃
		F ₁₁	F ₂₂	F ₃₃
800	0.7	G ₁	G ₂	G ₃
		G ₁₁	G ₂₂	G ₃₃
	0.8	H ₁	H ₂	H ₃
		H ₁₁	H ₂₂	H ₃₃
	0.9	I ₁	I ₂	I ₃
		I ₁₁	I ₂₂	I ₃₃

A₁ , A₂ , และ A₃ หมายถึง ความเร็วรอบ 700 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.7 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (A₁₁ , A₂₂ , A₃₃ คือการทดลองครั้งที่ 2)

B₁ , B₂ , และ B₃ หมายถึง ความเร็วรอบ 700 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.8 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120 , 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (B₁₁ , B₂₂ , B₃₃ คือการทดลองครั้งที่ 2)

C_1, C_2 , และ C_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 700 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.9 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (C_{11}, C_{22}, C_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

D_1, D_2 , และ D_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 700 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.9 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (D_{11}, D_{22}, D_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

E_1, E_2 , และ E_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 750 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.8 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (E_{11}, E_{22}, E_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

F_1, F_2 , และ F_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 750 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.9 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (F_{11}, F_{22}, F_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

G_1, G_2 , และ G_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 800 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.7 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (G_{11}, G_{22}, G_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

H_1, H_2 , และ H_3 หมายถึง ความเร็วรอบ 800 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.8 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (H_{11}, H_{22}, H_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

I_1, I_2 , และ I_3 หมายถึง หมายถึง ความเร็วรอบ 800 รอบ/นาที ระยะป้อนลึก 0.9 มิลลิเมตร อัตราป้อนที่ระดับ 120, 130 และ 140 มิลลิเมตร/นาที (I_{11}, I_{22}, I_{33} คือการทดลองครั้งที่ 2)

3.7 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ลำดับการทดลองจะสุ่มเลือกชิ้นงานโดยใช้โปรแกรมทางสถิติแล้วบันทึกลำดับการทดลองในตารางที่ 3.4 ทดลองภายใต้เงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 54 ชิ้น

ตารางที่ 3.3 สุ่มชิ้นงานสำหรับการทดลอง

ความเร็วรอบ ในการกัด (rpm/min)	ระยะป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		120		130		140	
700	0.7	1	50	52	16	18	3
	0.8	31	13	26	28	17	34
	0.9	4	27	36	47	43	2
750	0.7	5	24	49	46	7	15
	0.8	19	48	53	29	40	51
	0.9	39	8	33	22	42	6
800	0.7	9	25	30	23	11	21
	0.8	38	44	45	41	14	32
	0.9	12	35	20	37	54	10

3.8 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.8.1 ขั้นตอนการกัด

ในการกัดงานทดลองจะทำการสุ่มเลือกชิ้นงานจากตาราง ที่ 3.4 มาทำการกัดภายใต้เงื่อนไขที่ได้
ออกแบบการทดลองไว้จนครบทั้ง 54 ชิ้น

3.8.2 ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ก. นำชิ้นงานทดลองที่จะกัดมาทีละ 1 ชิ้น ตามตารางที่ 3.4 โดยวิธีการสุ่ม เมื่อสุ่มได้ตัวใดก็ปรับ
ค่าที่เครื่องกัด ตามระดับตัวแปรตามที่กำหนดในตารางที่ 3.4

ข. ทำการกัดตามตัวแปรที่กำหนดในตารางที่ 3.4

ค. เปลี่ยนดอกกัดใหม่สำหรับงานต่อไป

ง. ถอดชิ้นงานออกจากเครื่องกัด ดำเนินการตามข้อ ก. ถึง ง. จนครบทุกชิ้น

จ. นำชิ้นงานทดลองไปวัดหาค่าความเรียบของพื้นผิวงานกัด ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกวัด 3

ตำแหน่งแล้วหาค่าเฉลี่ยความเรียบผิว ข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในตารางที่ 3.3 และนำดอกกัดไปทำการวัด

ความถี่หรือโดยนำมาซึ่งน้ำหนักหาค่าการถี่หรือก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในตารางที่ 3.3

จ. นำผลที่ได้จากการทดลองนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.9 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการทดลองโดยสถิติดังนี้

3.9.1 การหาค่าเฉลี่ยของความแข็งและค่าความเรียบของพื้นผิว

ใช้สูตรคือ [19]

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

จากสูตร (3.1)

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

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

N = จำนวนของข้อมูล

3.9.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

เป็นการวัดการกระจายของข้อมูล (Measure of Variability) ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูล [19]

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \overline{X})^2}{N - 1}}$$

สูตร (3.2)

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลแต่ละจำนวน

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

n = จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

3.9.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

โดยการนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อความเรียบผิวและอายุการใช้งานของคมดอกกัดที่ระดับการสึกหรอ $V_{B\max} = 0.60$ มิลลิเมตร [20]