

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

ในอุตสาหกรรมการผลิต โดยเฉพาะอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกได้มีการแข่งขันกันในเรื่องของคุณภาพ และราคาของผลิตภัณฑ์กันค่อนข้างสูง วัสดุอะลูมิเนียมผสม เกรดAA7075 ได้ถูกนำมาใช้ทำแม่พิมพ์ สำหรับฉีดพลาสติก แทนการใช้เหล็กกล้า เพราะนำความร้อนได้ดีกว่า ขึ้นรูปได้ง่าย และเครื่องจักรอัตโนมัติซีเอ็นซี เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตในปัจจุบันมาก ซึ่งตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการตัดเฉือนไม่ว่าจะเป็นระยะป้อนลึก, ความเร็วรอบ, อัตราป้อน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกกัด ฯลฯ เป็นต้น ตัวแปรเหล่านี้มีบทบาทต่อกระบวนการแปรรูปชิ้นงาน ถ้าเราเลือกมาใช้ที่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพ เพิ่มคุณภาพผิวของชิ้นงาน ยืดอายุการใช้งานมีดกัดและลดเวลาในการผลิตได้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินงานตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
- 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงาน
- 3.4 การทดลองเบื้องต้น
- 3.5 การออกแบบการทดลอง
- 3.6 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิว ในกระบวนการกัดอะลูมิเนียมผสม เกรดAA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง ได้ทำการศึกษา หลายขั้นตอน ตั้งแต่การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง จนถึงขั้นการวิเคราะห์ผลของข้อมูลที่ได้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ นั้นก็เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมนั้นจะเป็นเรื่องของเทคโนโลยีงานกัด ทฤษฎีการตัดเฉือนด้วยเครื่องมือตัดรวมถึงองค์ประกอบของการตัดเฉือน และการวัดคุณภาพผิวงาน ตามมาตรฐาน ISO 4287 การออกแบบการทดลองโดยวิธีแฟคทอเรียลดีไซน์ด์และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ได้มาจากการค้นคว้าจากวิทยานิพนธ์ในห้องสมุดทั้งภายในและภายนอกสถาบัน ค้นคว้าจากตำราทั้งภายในและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการทดลองและค้นคว้าจากวารสารต่างๆ และจากอินเทอร์เน็ต ในงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยกำหนดตัวแปรในการทดลอง ได้แก่ตัวแปรต้นซึ่งประกอบด้วย

ระยะป้อนลึก ความเร็วรอบ และอัตราป้อน วัสดุอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง ตัวแปรตาม คือ ความเรียบผิวงาน

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ในการศึกษานี้เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองหลายชนิด เครื่องมือหลักที่ต้องใช้ในงานทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและมีความแม่นยำจนเสร็จสิ้นกระบวนการ มีดังนี้

3.2.1 เครื่องกัดซีเอ็นซี

เครื่องกัดซีเอ็นซีเฟลาตั้ง เครื่องหมายการค้ายี่ห้อ CHEVALIER รุ่น QP2026-L ความเร็วรอบเพลางาน ตั้งแต่ 80 – 8000 rpm.



รูปที่ 3.1 เครื่องกัด ซีเอ็นซี ยี่ห้อ CHEVALIER รุ่น QP2026-L

3.2.2 เครื่องทดสอบค่าความแข็ง (Hardness Testing Machine)

ใช้สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลแบบการทดสอบความแข็ง โดยใช้วิธีการทดสอบความแข็งแบบ Vickers ด้วยเครื่องทดสอบ Hardness Tester เครื่องหมายการค้า MATSUZAWA Model MMT-X7B เป็นเครื่องทดสอบความแข็งที่สามารถปรับโหลดการทดสอบ ตั้งแต่ 10 gf – 2000 gf



รูปที่ 3.2 เครื่องทดสอบความแข็ง (Micro Hardness Tester)

3.2.3 เครื่องวัดความเรียบผิว (Surface Roughness Tester)

เป็นเครื่องวัดความเรียบผิวแบบพกพาเครื่องหมายการค้า Mitutoyo รุ่น Surftest SJ-210 ใช้ในการวัดความเรียบผิวงาน โดยการวัดผิวความเรียบเฉลี่ย (Roughness Average ,Ra) จะแสดงผลเป็นตัวเลขดิจิทัล มีหน่วยวัดเป็นไมโครเมตร (μm) มีความละเอียด 0.001 μm .



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดความเรียบผิว

3.2.4 ดอกกัด (End Mill)

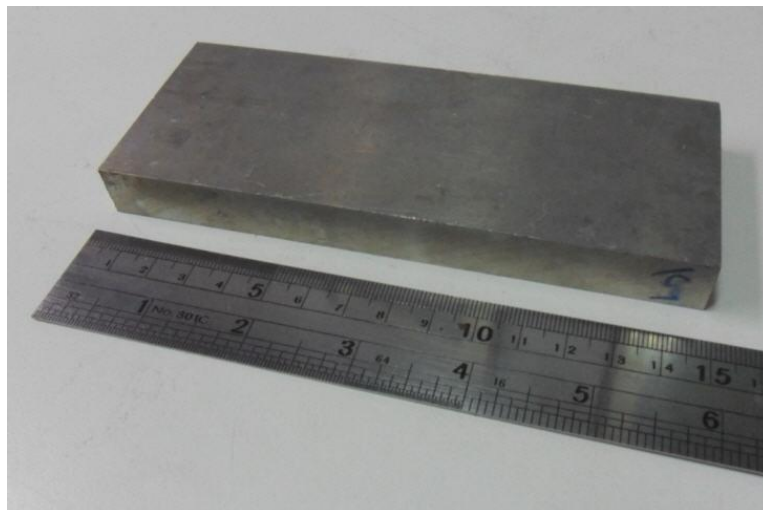
ดอกกัดทำจากวัสดุเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) แบบ 2 คมตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร, ความยาวช่วงคมตัด 45 มิลลิเมตร, ความยาวทั้งหมด 95 มิลลิเมตร เครื่องหมายการค้า OMER มีค่าความแข็งของดอกกัดเท่ากับ 64 HRC



รูปที่ 3.4 ดอกกัด (End Mill)

3.2.5 ชิ้นงาน

ชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบแท่งอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ที่ผ่านการบ่มแข็ง ขนาดความกว้าง 60 มิลลิเมตร ความยาว 150 มิลลิเมตร และความหนา 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.5 แท่งอะลูมิเนียมผสมเกรด AA 7075

3.3 ขั้นตอนในการเตรียมชิ้นงาน

3.3.1 การทดสอบหาคูณสมบัติของชิ้นงาน

ก่อนการทดลองนำชิ้นงานที่เตรียมไว้มาทดสอบส่วนผสมเคมี และทดสอบค่าความแข็งซึ่งได้ค่าความแข็ง 164 HB



รูปที่ 3.6 การทดสอบส่วนผสมเคมี



รูปที่ 3.7 การทดสอบค่าความแข็ง

ตารางที่ 3.1 ค่าส่วนผสมทางเคมีของชิ้นงานทดสอบ

Grade AA 7075	Zn	Mg	Cu	Mn	Fe	Si	Ti
ค่ามาตรฐาน	5.58	2.5	1.823	0.085	0.396	0.112	0.043

3.3.2 การเตรียมชิ้นงาน

ทำการเตรียมแท่งอะลูมิเนียมผสม เกรด AA7075 ให้ได้ขนาด 60 x 150 x 20 มิลลิเมตร แล้วทำการบ่มแข็งโดยการบ่มเทียม (Artificial Aging) จากนั้นทำการทดสอบค่าความแข็งของแท่งอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการบ่มแข็ง ซึ่งมีค่าความแข็ง 173 HB



รูปที่ 3.8 แท่งอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการบ่มแข็ง

3.4 การทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

การทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) เป็นการศึกษาตัวแปรอิสระบางระดับ เพื่อจะได้ทราบความเหมาะสมของการกำหนดตัวแปรอิสระที่ใช้ในการทดลอง เช่น ทำให้ทราบถึงผลของตัวแปรและระดับที่นำมาศึกษา ว่ามีความเหมาะสม หรือมีความสัมพันธ์กับตัวแปรหลักอย่างไร เพื่อจะได้เลือกระดับของตัวแปรอิสระที่จะทำการศึกษาวิจัยได้ถูกต้อง เพื่อไม่ให้เสียเวลาหรือค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น และป้องกันการชำรุดเสียหายของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และเมื่อทราบแนวทางที่ถูกต้องแล้วก็ทำการทดลองกับตัวแปรที่กำหนดไว้ เพื่อหาข้อสรุปถึงปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิงานในการทดลองเบื้องต้นนี้ ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองไว้โดยได้ทำการเตรียมดอกกัด (End mill) ในการทดลองจำนวน 12 ดอก ทำการลุ่มเตรียมชิ้นงานแท่งอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการบ่มแข็ง จำนวน 12 ชิ้น และกำหนดปัจจัยดังนี้ ระยะป้อนลึก 3 ระดับ ได้แก่ 1.0 ,2.0 และ 3.0 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 2 ระดับ ได้แก่ 1500 และ 3000 รอบต่อนาที อัตราป้อน 2 ระดับ ได้แก่ 100 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที ดังแสดงตารางที่ 3.2 โดยสามารถคำนวณความเร็วรอบได้จากสูตร

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d}$$

กำหนดให้ V = ความเร็วตัด (เมตร/นาที)

d = เส้นผ่าศูนย์กลางของดอกกัด (มิลลิเมตร)

n = ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการทดลองเบื้องต้น

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
1.0	1500	A1		A3
	2300			
	3000	C1		C3
2.0	1500	D1		D3
	2300			
	3000	F1		F3

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) แสดงแผนการทดลองเบื้องต้น

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
3.0	1500	G1		G3
	2300			
	3000	I1		I3

3.5 การออกแบบการทดลอง

ในการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ ให้ตรงกับวัตถุประสงค์และสมมุติฐาน จึงได้กำหนดแผนการทดลองดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนการทดลอง

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
1.0	1500	A1	A2	A3
		A11	A22	A33
	2300	B1	B2	B3
		B11	B22	B33
	3000	C1	C2	C3
		C11	C22	C33
2.0	1500	D1	D2	D3
		D11	D22	D33
	2300	E1	E2	E3
		E11	E22	E33
	3000	F1	F2	F3
		F11	F22	F33

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) แสดงแผนการทดลอง

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
3.0	1500	G1	G2	G3
		G11	G22	G33
	2300	H1	H2	H3
		H11	H22	H33
	3000	I1	I2	I3
		I11	I22	I33

หมายเหตุ

A1, A2 และ A3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 1.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (A11, A22 และ A33 คือ การทดลองครั้งที่ 2)

B1, B2 และ B3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 1.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 2300 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (B11, B22 และ B33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

C1, C2 และ C3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 1.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (C11, C22 และ C33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

D1, D2 และ D3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 2.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (D11, D22 และ D33 คือ การทดลองครั้งที่ 2)

E1, E2 และ E3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 2.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 2300 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (E11, E22 และ E33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

F1, F2 และ F3 หมายถึง การกัดที่ระดับความลึก 2.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (F11, F22 และ F33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

G1, G2 และ G3 หมายถึง การกักที่ระดับความลึก 3.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (G11, G22 และ G33 คือ การทดลองครั้งที่ 2)

H1, H2 และ H3 หมายถึง การกักที่ระดับความลึก 3.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 2300 รอบต่อนาที และใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (H11, H22 และ H33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

I1, I2 และ I3 หมายถึง หมายถึง การกักที่ระดับความลึก 3.0 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาทีและใช้อัตราป้อน 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที (I11, I22 และ I33 คือการทดลองครั้งที่ 2)

3.6 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองจะสุ่มเลือกชิ้นงานดังตารางที่ 3.4 มาทำการกัดภายใต้เงื่อนไขที่ได้ออกแบบการทดลองจนครบ 54 ชิ้น ส่วนอีก 12 ชิ้นได้ทดลองเบื้องต้นไปแล้ว และสามารถนำผลจากการทดลองไปใช้ได้ จึงไม่จำเป็นต้องทดลองใหม่ทั้ง 54 ชิ้น ซึ่งตัวแปรในการทดลองประกอบด้วย ระยะป้อนลึกในการกัด 3 ระดับ ได้แก่ 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิเมตร, ความเร็วรอบ 3 ระดับ ได้แก่ 1500, 2300 และ 3000 รอบต่อนาที อัตราป้อนได้แก่ 100, 140 และ 180 มิลลิเมตรต่อนาที

ตารางที่ 3.4 การสุ่มเลือกดอกกัดและชิ้นงานสำหรับการทดลอง

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
1.0	1500	49	27	20
		40	53	24
	2300	29	39	42
		2	9	51
	3000	6	26	12
		23	5	31

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) การสุ่มเลือกดอกกัดและชิ้นงานสำหรับการทดลอง

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)		
		100	140	180
2.0	1500	13	35	8
		44	34	30
	2300	15	45	4
		38	32	48
	3000	7	54	36
		21	43	33
3.0	1500	22	19	41
		25	46	1
	2300	37	28	50
		17	11	52
	3000	14	47	3
		18	16	10

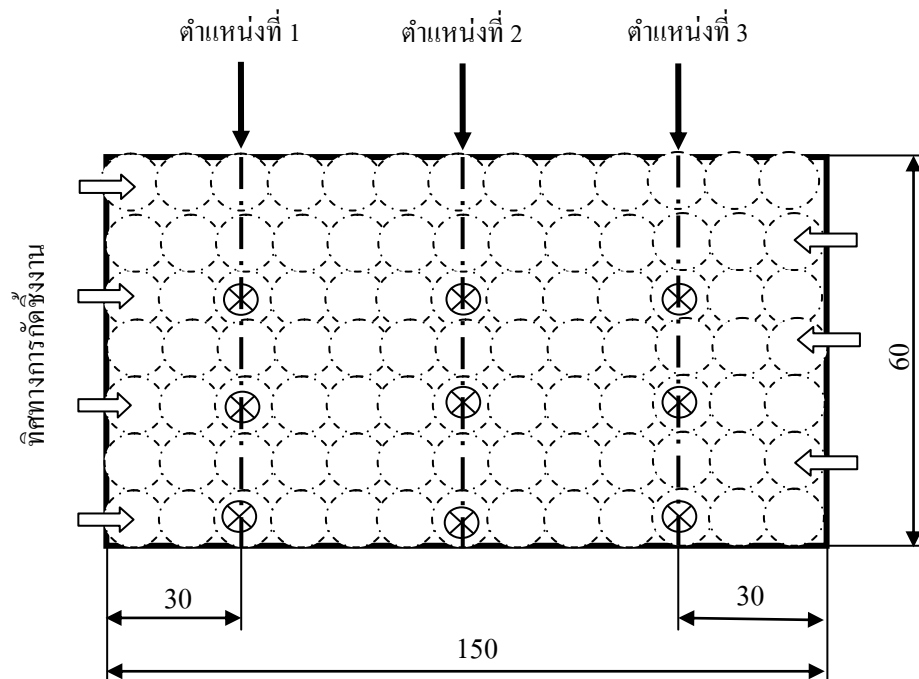
ในการทดลองจะใช้วิธีการสุ่มเลือกชิ้นงานและดอกกัด จากตารางที่ 3.4 มาทำการกัดภายใต้เงื่อนไขที่ได้ออกแบบการทดลองไว้จนครบ 54 ชิ้น โดยได้ดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ป้อนคำสั่งโปรแกรมในการกัดชิ้นงาน โดยกัดให้ทั่วทั้งแผ่นตามขนาดความกว้างและความยาวของชิ้นงาน
2. จับยึดชิ้นงานที่ใช้ในการทดลอง (แท่งอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการบ่มแข็ง) ที่ปากกาจับยึดชิ้นงานบนเครื่องกัดซีเอ็นซี
3. จับยึดดอกกัด (End Mill) เข้ากับเครื่องกัดซีเอ็นซี
4. ตั้งค่าระยะป้อนลึก, ความเร็วรอบ และอัตราป้อนลงในโปรแกรมคำสั่งของเครื่องกัดซีเอ็นซีตามที่กำหนดในแผนการทดลอง
5. กัดชิ้นงานแท่งอะลูมิเนียมผสมที่ผ่านการบ่มแข็ง โดยทำการกัดตลอดความกว้าง และความยาวของชิ้นงาน (60 x 150 มม.) คิดเป็นระยะทางความยาวในการกัดของดอกกัด 1,050 มม.
6. ถอดดอกกัดและชิ้นงานออกจากเครื่องกัด นำชิ้นงานไปวัดค่าความเรียบผิว

7. ทำการทดลองและดำเนินการตามข้อ 2. ถึง ข้อ 6. จนครบทุกชั้น

8. นำชิ้นงานทดลองไปวัดค่าความเรียบผิวงานกัด ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะถูกวัด 3 ตำแหน่งโดยแต่ละตำแหน่งจะทำการวัด 3 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยความเรียบผิวของแต่ละตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่งแรกห่างจากขอบประมาณ 30 มม.,ตำแหน่งที่ 2 อยู่กึ่งกลางชิ้นงาน และตำแหน่งสุดท้ายห่างจากขอบประมาณ 30 มม.การวัดความเรียบผิวงานทุกๆจุด ทุกๆตำแหน่ง จะเลือกแนวของทิศทางการกัดชิ้นงานไปเดียวกันทั้งชิ้นงาน

9. แล้วหาค่าเฉลี่ยความเรียบผิว(Ra) ทั้งชิ้นงาน แล้วนำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ



รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งวัดและจุดวัดความเรียบผิวงาน

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการทดลองโดยสถิติดังนี้

3.7.1 การหาค่าเฉลี่ย

โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

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

$$N = \text{จำนวนของข้อมูลทั้งหมด}$$

3.7.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เป็นการวัดการกระจายข้อมูล ที่เบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้สูตร

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

เมื่อ $S.D.$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = ข้อมูลแต่ละจำนวน

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

n = จำนวนของข้อมูล

3.7.3 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA)

เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดจากตัวแปรอิสระ ที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	F
A	SS_A	$a-1$	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$	$F_0 = \frac{MS_A}{MS_E}$
B	SS_B	$b-1$	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$	$F_0 = \frac{MS_B}{MS_E}$
AB	SS_{AB}	$(a-1)(b-1)$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$	$F_0 = \frac{MS_{AB}}{MS_E}$
Error	SS_E	$ab(n-1)$	$MSE = \frac{SS_E}{ab(n-1)}$	
Total	SS_T	$abn-1$		

3.7.4 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression) [17]

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอิทธิพลตัวแปรตาม ว่ามีความสัมพันธ์กันเพียงใด และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตัวหนึ่งจะทำให้ตัวแปรอีกตัวหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นเท่าไร ซึ่งการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน ประกอบด้วยตัวแปรที่ต้องการทราบค่าหรือต้องการจะประมาณค่าขึ้นมาเรียกว่า “ตัวแปรตาม (Dependent

Variable)” ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยอักษร Y ส่วนตัวแปรที่สมมติว่า มีผลหรือมีอิทธิพลต่อตัวแปรที่ต้องการประมาณค่าเรียกว่า “ตัวแปรอิสระ” (Independent Variable) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยอักษร X โดยมีสมการถดถอยเชิงซ้อน ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$