บทที่ 4
ผลและการวิเคราะห์การดำเนินการวิจัย

การทดลองนั้นได้นำเนินการวิเคราะห์การวัดความหยาบของผิวชิ้นงาน ที่ได้จากเครื่องวัดความหยาบของผิวชิ้นงานรุ่น SV-400 และได้นำข้อมูลของความหยาบของผิวชิ้นงานมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ผลของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความเร็วรอบของชิ้นงานซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า คือ 100, 302 และ 600 rpm และ ความเร็วของโต๊ะชิ้นงานซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า คือ 0.076, 0.475 และ 1.000 m/min

4.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลผลการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์นั้นได้ทำการเก็บข้อมูลของความหยาบของผิวชิ้นงาน โดยใช้ค่า Ra มีหน่วยเป็น μm ซึ่งได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

StdOrder	RunOrder	ความเร็วรอบของชิ้นงาน (rpm)	ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน (m/min)	Roughness (Ra) (μm)
12	1	100	1.000	0.31
21	2	100	1.000	0.28
6	3	302	1.000	0.54
19	4	100	0.075	0.18
7	5	600	0.075	0.84
14	6	302	0.475	0.38
15	7	302	1.000	0.50
18	8	600	1.000	1.09
27	9	600	1.000	1.11
3	10	100	1.000	0.32
1	11	100	0.075	0.18
16	12	600	0.075	0.83
10	13	100	0.075	0.17
8	14	600	0.475	1.05
2	15	100	0.475	0.24
24	16	302	1.000	0.49
25	17	600	0.075	0.89
5	18	302	0.475	0.39
9	19	600	1.000	1.08
11	20	100	0.475	0.21
23	21	302	0.475	0.36
4	22	302	0.075	0.24
20	23	100	0.475	0.23
22	24	302	0.075	0.26
StdOrder	RunOrder	ความเร็วรอบของชิ้นงาน (rpm)	ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน (m/min)	Roughness (Ra) (μm)

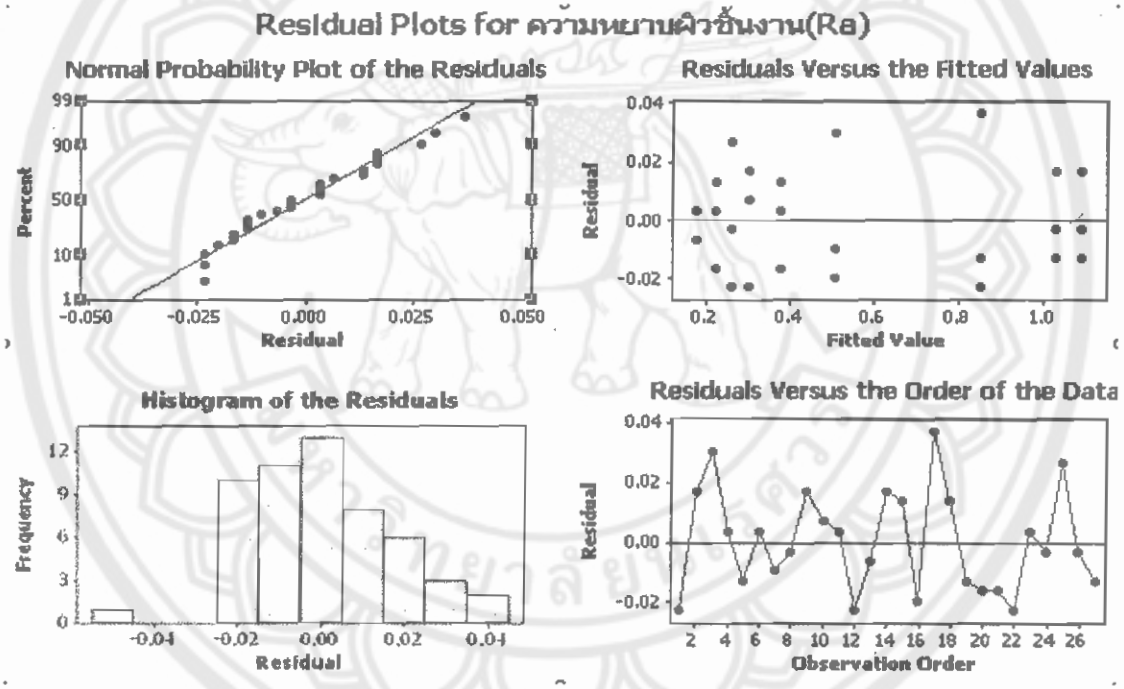
13	25	302	0.075	0.29
26	26	600	0.475	1.03
17	27	600	0.475	1.02

4.2 การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลของข้อมูลที่เก็บมาได้นั้น จะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ซึ่งจะได้ผลดังแผนภูมิรูปภาพ ดังต่อไปนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ผลจากกราฟ

แผนภูมิรูปภาพที่ 4.1 แผนภูมิกราฟแสดงส่วนตกค้างของข้อมูลของการวัดความหยาบผิวของชิ้นงาน



แผนภูมินี้เป็นการนำส่วนตกค้างของข้อมูลของการวัดความหยาบผิวของชิ้นงานที่ได้จากการเก็บข้อมูลนำมาวิเคราะห์ดูว่า ข้อมูลที่ได้เก็บมานั้นมีความน่าเชื่อถือหรือว่าพอเพียงต่อการวิเคราะห์โดยวิธีการปกติ หรือว่าจะต้องทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีขั้นสูงกว่า ซึ่งในแผนภูมิรูปภาพที่ 4.1 นี้จะแสดงถึงการวิเคราะห์ส่วนตกค้าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ

4.2.1.1 Normal Probability Plot of the Residuals เป็นกราฟที่แสดงค่าการกระจายตัวของส่วนตกค้าง (Residuals) ว่ามีการกระจายตัวเป็นแบบปกติหรือไม่ ซึ่งจะเห็นได้จากการที่จุดบนกราฟเรียงตัวกันเป็นลักษณะเส้นตรง และมีการกระจายตัวที่หนาแน่นบริเวณใกล้ๆ ศูนย์

4.2.1.2 Residuals Versus the Fitted Values **เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้เก็บมานั้นมีการกระจายตัวของส่วนตกค้างในแต่ละช่วงของข้อมูลนั้นควรมีการกระจายตัวใกล้ๆกันและลักษณะของกราฟควรมีการการกระจายตัวแบบสุ่มรอบค่า 0**

4.2.1.3 Histogram of the Residuals **เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบว่าส่วนตกค้างนั้นมีการกระจายตัวที่เป็นปกติหรือไม่ ซึ่งกราฟฮิสโตแกรมนั้นควรจะมีรูปทรงสมมาตรเป็นรูประฆังคว่ำ และมีการกระจายตัวแบบสุ่มรอบค่า 0**

4.2.1.4 Residuals Versus the Order of the Data เป็นกราฟที่ใช้ตรวจสอบดูว่าส่วนตกค้างนั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่เปลี่ยนไปในการเก็บข้อมูลหรือไม่ ซึ่งบนกราฟนี้ไม่ควรปรากฏลักษณะของแนวโน้มหรือรูปแบบใด ๆ อย่างชัดเจน ซึ่งควรจะมีการกระจายตัวที่ขึ้นลงอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้น จากกราฟนี้ สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์นั้น สามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ผลที่ถูกต้อง เชื่อถือได้

4.2.2 การวิเคราะห์ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 4.2 Analysis of Variance for Roughness, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ความเร็วรอบของชิ้นงาน	2	2.90450	2.90450	1.45225	3469.97	0.000
ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน	2	0.18899	0.18899	0.09449	225.78	0.000
ความเร็วรอบของชิ้นงาน* ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน	4	0.02050	0.02050	0.00513	12.25	0.000
Error	18	0.00753	0.00753	0.00042		
Total	26	3.12152				

S = 0.0204577 R-Sq = 99.76% R-Sq(adj) = 99.65%

การแปลผลสำหรับการทดลองนี้ จะพิจารณาความน่าจะเป็นทางสถิติหรือเรียกว่าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ ค่า P-value คือ ความน่าจะเป็นทางสถิติของพื้นที่ใต้โค้ง (Normal Curve) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ 0.05 จะยอมรับว่าข้อมูลที่ได้นำมา**วิเคราะห์นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่** 95% Confidence Interval

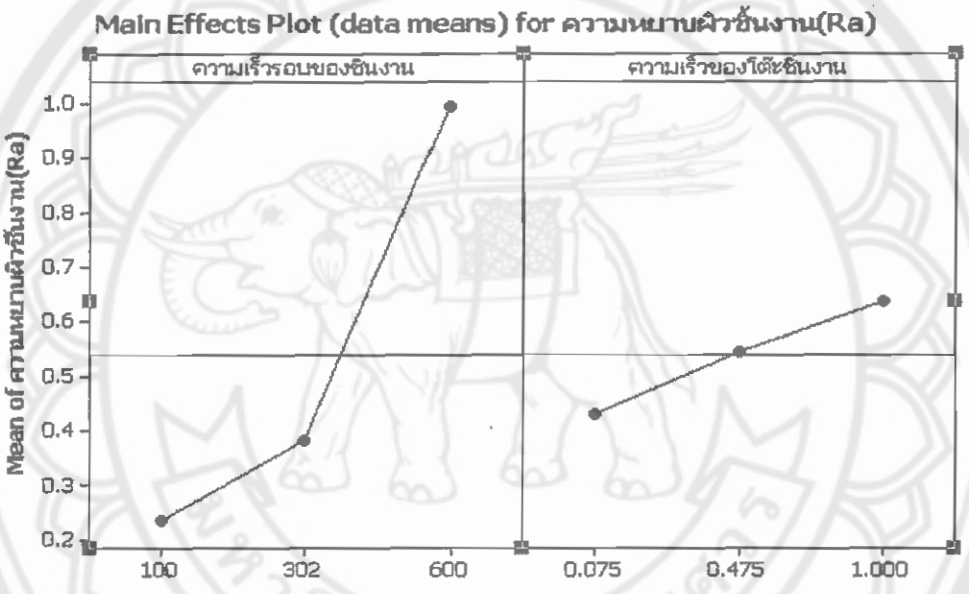
ถ้าค่า P-value **มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ** 0.05 **จะปฏิเสธว่าข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่** 95% Confidence Interval

ดังนั้น ข้อมูลของการวัดความเรียบผิวที่ได้วิเคราะห์ผ่านกระบวนการนี้ จะสรุปได้ว่าปัจจัยทั้ง 2ปัจจัย คือ ความเร็วรอบของชิ้นงาน และความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญที่ 95% Confidence Interval และผลจากตารางสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ได้นำมาใช้เป็นตัวแปรในการทดลองทั้ง ความเร็วรอบของชิ้นงาน และความเร็วของโต๊ะชิ้นงานมีผลต่อความหยาบผิวของชิ้นงาน ซึ่งมีค่าถึง 99.76%

Main Effects เป็นผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลตอบ (Response) ที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับของปัจจัยนั้น ๆ ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ระดับต่างๆ ของปัจจัยนั้นๆ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะได้ดังแผนภูมิรูปภาพที่ 4.2ดังต่อไปนี้

แผนภูมิรูปภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงผลของปัจจัยหลัก



จากแผนภูมิรูปภาพที่ 4.2 จะสามารถวิเคราะห์ปัจจัยหลัก(Main Effect) ได้ดังนี้คือ

- ความเร็วรอบของชิ้นงาน

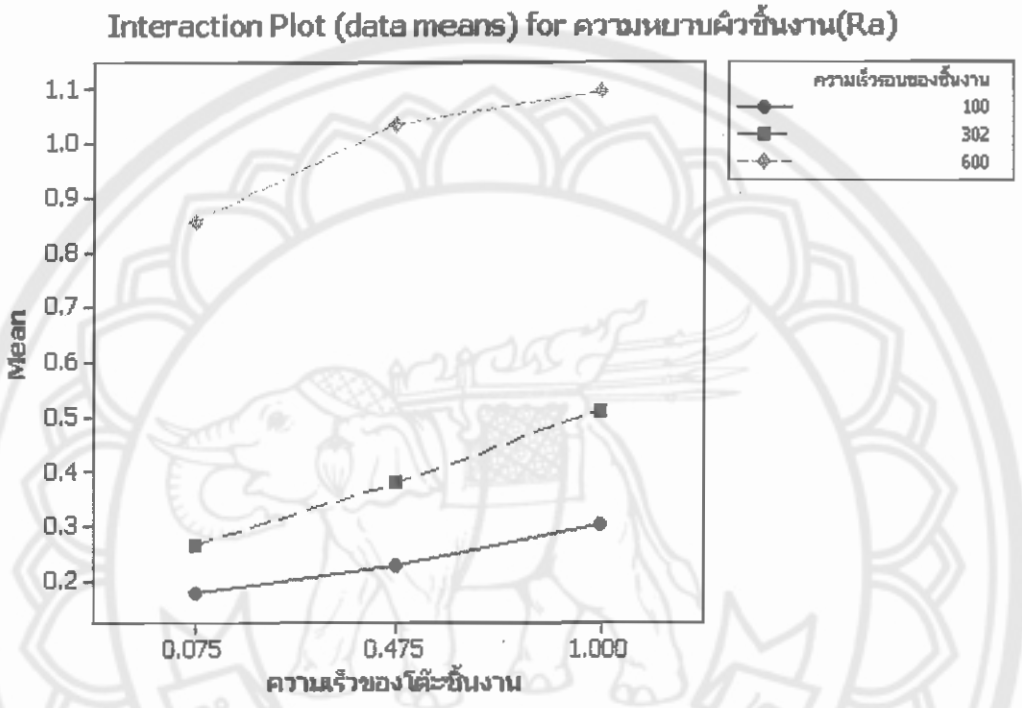
จากแผนภูมิจะพบว่า ค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูล จะเห็นได้ว่ายิ่งความเร็วรอบของชิ้นงานเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความหยาบของชิ้นงานมีค่ามากขึ้น สรุปได้ว่า ความเร็วรอบของชิ้นงานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวของชิ้นงาน ซึ่งความเร็วรอบของชิ้นงานยิ่งต่ำจะทำให้มีความหยาบผิวของชิ้นงานน้อยลง

- ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน

จากการทดลอง จะเห็นได้ว่ายิ่งความเร็วของโต๊ะชิ้นงานเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ความหยาบของชิ้นงานมีค่ามากขึ้น สรุปได้ว่า ความเร็วของโต๊ะชิ้นงานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบผิวของชิ้นงาน ซึ่งความเร็วของโต๊ะชิ้นงานยิ่งต่ำจะทำให้มีความหยาบผิวของชิ้นงานน้อยลง

การมีอันตรกริยา เป็นผลตอบของปัจจัยหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab จะได้ดังแผนภูมิรูปภาพที่ 4.3

แผนภูมิรูปภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงอันตรกิริยาระหว่างปัจจัย



ในการวิเคราะห์อันตรกริยานั้น ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่าง 2 ปัจจัย นั้นเราจะพิจารณาได้ดังนี้คือ อันตรกริยาระหว่าง ความเร็วรอบของชิ้นงาน กับ ความเร็วโต๊ะของชิ้นงาน นั้น จากแผนภูมิรูปภาพเราจะกล่าวได้ว่า ถ้าใช้ความเร็วรอบของชิ้นงาน กับ ความเร็วโต๊ะของชิ้นงาน ที่ระดับต่ำสุดจะให้ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานน้อยที่สุด

ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์การดำเนินการทดลองสอดคล้องกับการวิจัยของ นายสุรสิทธิ์ ทองทวีชัยกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปี พ.ศ. 2542 และ การดำเนินการทดลองของนายทอง พูน ทองดี และ นายดำรงค์ ลาผ่อย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ปี พ.ศ. 2544

4.2.3 การวิเคราะห์การถดถอย

เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent variable) ซึ่งเป็นตัวแปรที่แปรเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่เรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent variable) ซึ่งการวิเคราะห์ที่ได้เป็นการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ เนื่องจากเป็น

การศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรตาม 1 ตัว กับตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว ซึ่งมีสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณดังต่อไปนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x + \beta_3 x + \ldots + \beta_k x \quad (10)$$

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณด้วยโปรแกรม Minitab ได้ผลเป็นสมการต่อไปนี้

$$y = -0.0951 + 0.00156x_1 + 0.259x_2 \quad (11)$$

$$R^2 = 5.5084$$

ซึ่งในที่นี้ให้ y = Roughness (Ra) หน่วยเป็น µm

x_1 = ความเร็วรอบของชิ้นงาน หน่วยเป็น rpm (ค่าระหว่าง 100 ถึง 600)

x_2 = ความเร็วของโต๊ะชิ้นงาน หน่วยเป็น m/min (ค่าระหว่าง 0.075 ถึง 1.000)

ตัวอย่างการทดสอบสมการ

โดยที่ x_1 = 100 rpm และ x_2 = 0.075 m/min ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

$$y = -0.0951 + (0.00156 \times 100) + (0.259 \times 0.075)$$

$$= 0.10 \text{ µm}$$

โดยที่ x_1 = 302 rpm และ x_2 = 0.075 m/min ซึ่งเป็นค่าที่อยู่กึ่งกลาง

$$y = -0.1.13 + (0.00156 \times 302) + (0.259 \times 0.075)$$

$$= 0.39 \text{ µm}$$

โดยที่ x_1 = 600 rpm และ x_2 = 1.000 m/min ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุด

$$y = -0.1.13 + (0.00156 \times 600) + (0.259 \times 1.000)$$

$$= 1.10 \text{ µm}$$

ค่าความหยาบผิวที่ได้จากการทดลองโดยเฉลี่ยที่ x_1 = 100 rpm และ x_2 = 0.075 m/min เท่ากับ 0.17 µm, ที่x_1 = 302 rpm และ x_2 = 0.075 m/min เท่ากับ 0.39 µm และที่ x_1 = 600 rpm และ x_2 = 1.000 m/min เท่ากับ 1.09 µm ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดสอบสมการการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ ดังนั้น สมการการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณที่คำนวณโดยโปรแกรม Minitab มีความถูกต้อง เชื่อถือได้

และค่าความหยาบผิวเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.54 µm