

## บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experiments Research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเรียบของผิวงาน และความลึกหระของคมตัด ในกัคคอลลูมิเนียมผสมทองแดงเกรด 2024 โดยใช้ดอกกัคคเป็นเหล็กโรบสูง (High Speed Steel) ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึก เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกัค CNC เครื่องวัดค่าความขรุขระของพื้นผิว เครื่องชั่งน้ำหนัก การวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการทดลองคือ ตัวแปรต้นได้แก่ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการป้อน ส่วนตัวแปรตามได้แก่ ค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) โดยใช้เครื่องวัดขนาดความเรียบผิวงาน ( $\mu\text{m}$ ) และการลึกหระของดอกกัค โดยเปรียบเทียบน้ำหนักก่อน และหลังการทดลอง กำหนดให้ความเร็วรอบ (Speed) 3 ระดับ คือ 1,000, 1,250, และ 1,500 รอบ/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับคือ 150, 200 และ 250 มม./นาที และความลึกในการป้อน (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 3, 4 และ 5 มม. ชิ้นงานมีความกว้างขนาด 80 มม. ยาว 100 มม. หนา 20 มม./ชิ้น จำนวน 54 ชิ้น ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงานและความลึกหระในการ ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design แบบ 3 ค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ANOVA และค่าระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5% ( $Q = .05$ ) ในการศึกษาได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) รวมชิ้นงาน 12 ชิ้น จากนั้นจึงได้ทดลองกับชิ้นงานตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 54 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) และการลึกหระ เพื่อหาค่าอิทธิพลหลัก (Main Effect) ของตัวแปรแต่ละตัวและค่าอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างตัวแปรทั้งสาม โดยได้ผลการทดลองดังนี้ซึ่งจากการทดลอง ผู้วิจัยจะเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตาราง และรูปภาพประกอบการบรรยายตามลำดับ ดังนี้

### 4.1 ผลของการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

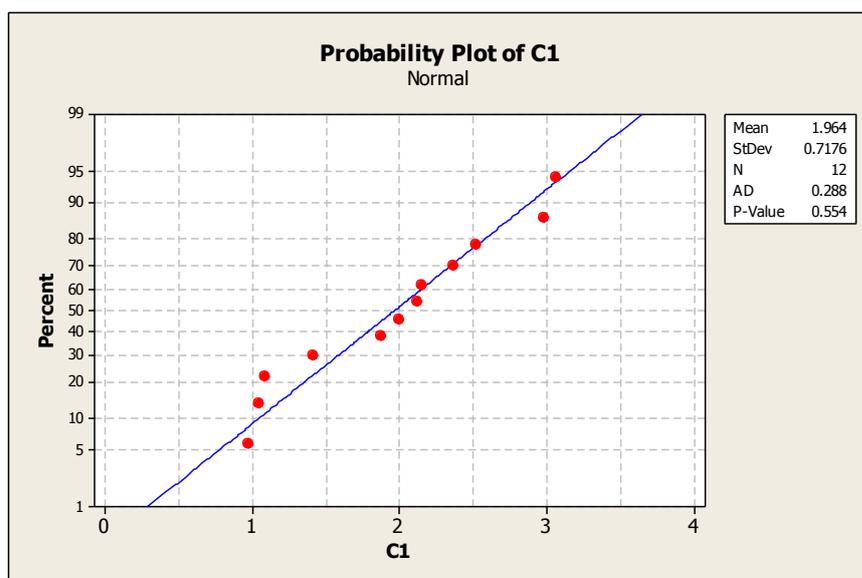
#### 4.1.1 การดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลอง ปัจจัยที่ศึกษาส่งผลต่อความเรียบผิว ในกัคคอลลูมิเนียมผสมทองแดง 2024 ผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานกัด ( $\mu m$ ) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น

ความเร็ว รอบ (rpm)	ระยะ ป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	1.0870				3.0614	
	4.00						
	5.00	2.1510				1.9982	
1,250	3.00	1.0443				2.9790	
	4.00						
	5.00	1.4116				2.5106	
1,500	3.00	1.8705				2.1125	
	4.00						
	5.00	0.9734				2.3668	

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วยรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรม Minitab ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ 0.554 ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติค่าความเรียบของผิวงานของการทดลองเบื้องต้น

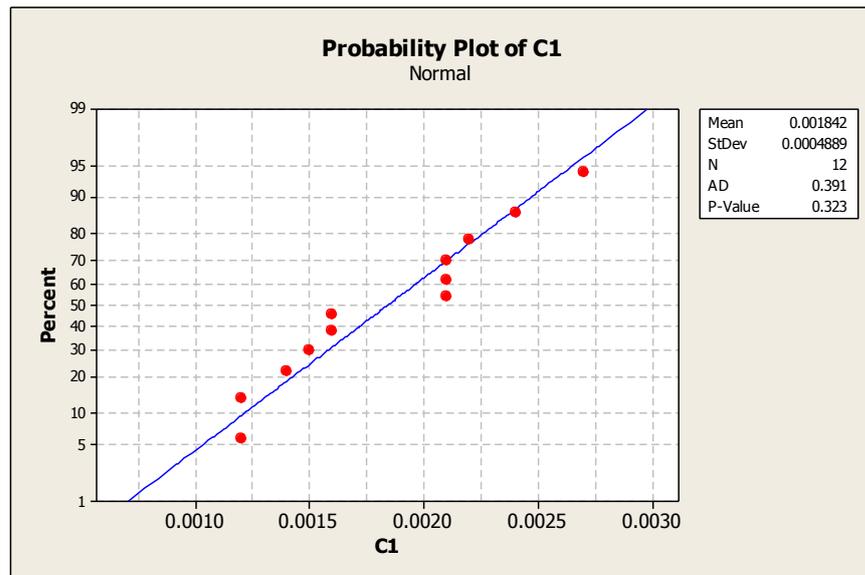
#### 4.1.2 การดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลอง ปัจจัยที่ศึกษาส่งผลกระทบต่อการสึกหรอของคมตัด ในกัศณูมิเนียมผสมทองแดง เกรด 2024 ผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของคมตัด (g) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น

ความเร็ว รอบ (rpm)	ระยะ ป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	0.0016				0.0016	
	4.00						
	5.00	0.0022				0.0021	
1,250	3.00	0.0012				0.0015	
	4.00						
	5.00	0.0024				0.0021	
1,500	3.00	0.0012				0.0014	
	4.00						
	5.00	0.0021				0.0027	

เมื่อได้ค่าการสึกหรอของดอกกัดที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วรอบ อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอของดอกกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรม Minitab ค่าการสึกหรอของดอกกัดของพารามิเตอร์การกัดมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า .05 คือ 0.323 ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติค่าการสึกหรอของการทดลองเบื้องต้น

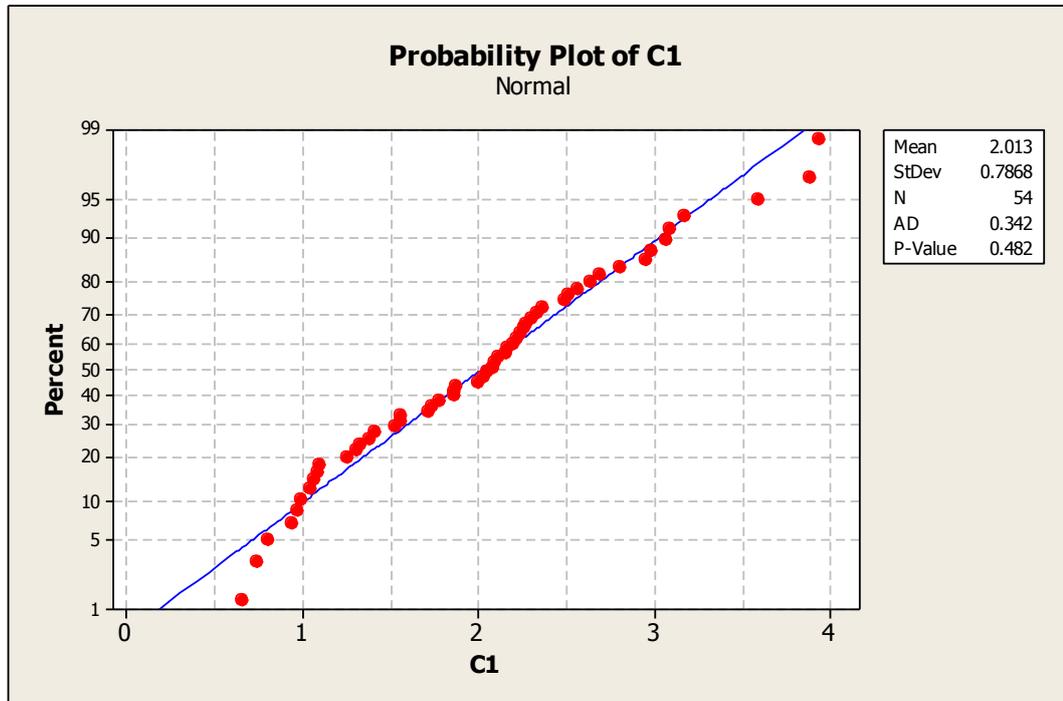
## 4.2 ผลของการทดลอง

4.2.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองคือค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ ออกแบบไว้ ผลที่ได้จากการทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานกัด ( $\mu m$ ) ที่วัดได้จากการทดลอง

ความเร็ว รอบ (rpm)	ระยะ ป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	1.0870	1.3798	2.0487	2.1586	3.0614	3.8751
	4.00	1.8622	1.3046	2.4876	2.2341	3.0874	3.9364
	5.00	2.1510	2.0280	2.2710	2.0912	1.9982	3.5830
1,250	3.00	1.0443	1.0936	1.7173	1.8645	2.9790	1.5543
	4.00	1.0691	1.3265	2.2554	2.2124	3.1650	2.9455
	5.00	1.4116	0.6591	2.3037	1.7767	2.5106	2.6294
1,500	3.00	1.8705	0.9928	2.6836	2.1929	2.1125	2.3307
	4.00	0.8076	1.5237	1.2580	2.0840	2.8020	2.5588
	5.00	0.9734	0.7401	0.9433	1.5579	2.3668	1.731

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วตัด อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรม Minitab ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า 0.05 คือ 0.482 ดังแสดงในรูปที่ 4.3



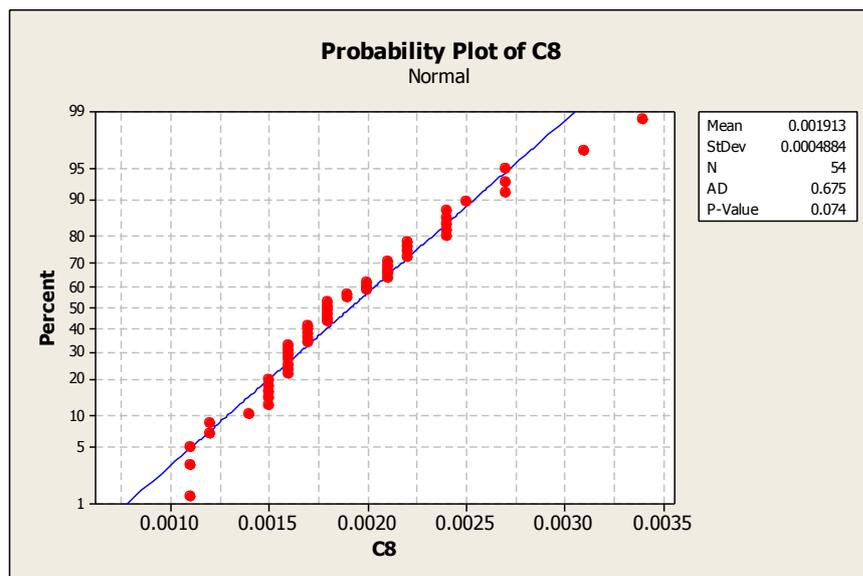
รูปที่ 4.3 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติค่าความเรียบของผิวงานของการทดลอง

4.2.2 ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองคือค่าการสึกหรอที่วัดได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลอง ที่ได้ ออกแบบไว้ตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการสึกหรอของคมตัด (g) ที่วัดได้จากการทดลอง

ความเร็ว รอบ (rpm)	ระยะ ป้อนลึก (mm)	อัตราป้อน (mm/min)					
		150		200		250	
		1	2	1	2	1	2
1,000	3.00	0.0016	0.0011	0.0017	0.0016	0.0016	0.0024
	4.00	0.0018	0.0020	0.0021	0.0020	0.0016	0.0025
	5.00	0.0022	0.0018	0.0020	0.0018	0.0021	0.0034
1,250	3.00	0.0012	0.0011	0.0017	0.0018	0.0015	0.0021
	4.00	0.0015	0.0018	0.0011	0.0018	0.0022	0.0015
	5.00	0.0024	0.0031	0.0024	0.0031	0.0021	0.0024
1,500	3.00	0.0012	0.0017	0.0016	0.0017	0.0014	0.0027
	4.00	0.0016	0.0019	0.0015	0.0024	0.0022	0.0022
	5.00	0.0021	0.0027	0.0016	0.0017	0.0027	0.0019

เมื่อได้ค่าการสึกหรอที่วัดได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของความเร็วตัด อัตราป้อน และระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อการสึกหรอ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรม Minitab ค่าการสึกหรอทุกระดับของพารามิเตอร์การกัดมีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่า P-Value มากกว่า 0.05 คือ 0.074 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟการทดสอบการแจกแจงปกติค่าการสึกหรอของการทดลอง

### 4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

#### 4.3.1 ปัจจัยของความเร็รรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลต่อความเรียบผิวงานกัด

ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง (Ra) ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Spss) ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ ANOVA ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Roughnessd

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27.517 <sup>a</sup>	26	1.058	5.395	.000
Intercept	218.780	1	218.780	1.115E3	.000
Speed	3.677	2	1.838	9.372	.001
Deep	.752	2	.376	1.918	.166
Feed	18.637	2	9.319	47.506	.000
Speed * Deep	1.337	4	.334	1.704	.178
Speed * Feed	.670	4	.167	.854	.504
Deep * Feed	.765	4	.191	.975	.437
Speed * Deep * Feed	1.678	8	.210	1.070	.413
Error	5.296	27	.196		
Total	251.593	54			
Corrected Total	32.813	53			

a. R Squared = .839 (Adjusted R Squared = .683)

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาค่า Sig ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการป้อน พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก (Main Effect) ส่งผลกระทบต่อความเร็วของผิวงานคือ ความเร็วรอบมีอิทธิพลต่อความเร็วของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเร็วของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปัจจัยอื่นๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความเร็วของผิวงาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความเร็วรอบมีอิทธิพลต่อความเร็วของผิวงาน จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วรอบอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่นดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์ แสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางความเร็วรอบ ที่มีอิทธิพลต่อความเร็วของผิวงาน โดยวิธี LSD

#### Multiple Comparisons

Roughnessd

LSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1000	1250	.451517	.2519471	.079	-.054288	.957322
	1500	.617539*	.2519471	.018	.111734	1.123344
1250	1000	-.451517	.2519471	.079	-.957322	.054288
	1500	.166022	.2519471	.513	-.339783	.671827
1500	1000	-.617539*	.2519471	.018	-1.123344	-.111734
	1250	-.166022	.2519471	.513	-.671827	.339783

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .571.

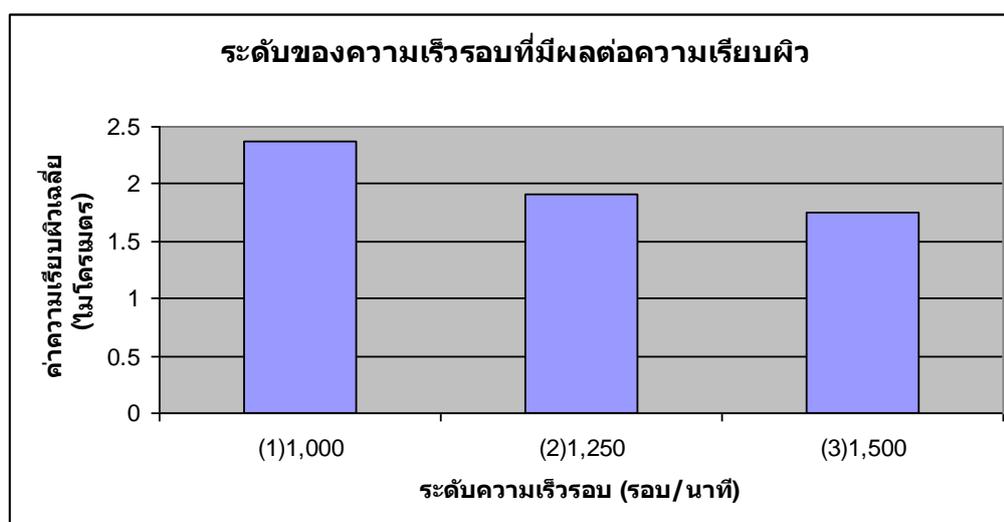
\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วรอบ จากตารางที่ 4.6 พบว่าความเร็วรอบที่ 1,000 และ 1,500 รอบ/นาที มีความแตกต่างต่อความเร็วของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบที่ระดับต่าง ๆ

ความเร็วรอบที่ระดับ	1,000	1,250	1,500
1,000		0.079	*
1,250			0.513
1,500			

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับความเร็วรอบ ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

จากรูปที่ 4.5 เมื่อพิจารณาความเร็วรอบทั้ง 3 ระดับ จะเห็นว่าที่ระดับความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวที่หยาบที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.3692  $\mu$ m. ที่ระดับความเร็วรอบ 1,250 รอบ/นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.9177  $\mu$ m. และที่ระดับความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวเรียบที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.7516  $\mu$ m.

2. อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน จากการทดสอบความแปรปรวน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน โดยวิธี LSD

### Multiple Comparisons

Roughnessd

LSD

(I) Feed	(J) Feed	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
150	200	-.712000*	.1757359	.000	-1.064805	-.359195
	250	-1.439011*	.1757359	.000	-1.791816	-1.086207
200	150	.712000*	.1757359	.000	.359195	1.064805
	250	-.727011*	.1757359	.000	-1.079816	-.374207
250	150	1.439011*	.1757359	.000	1.086207	1.791816
	200	.727011*	.1757359	.000	.374207	1.079816

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .278.

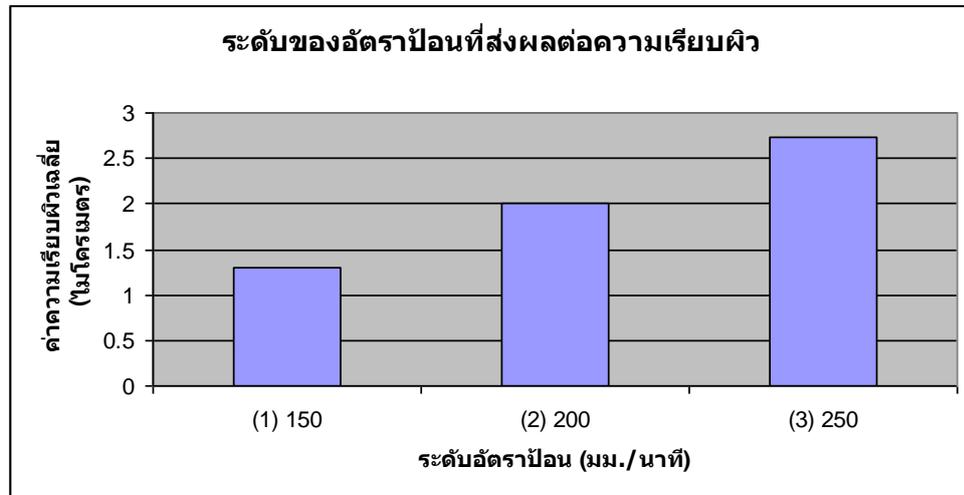
\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อน จากตารางที่ 4.8 พบว่าอัตราป้อนทั้ง 3 ระดับ คือ 150, 200, และ 250 มม./นาที มีความแตกต่างต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งหมด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.9 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ระดับต่าง ๆ

อัตราป้อนที่ระดับ	150	200	250
150		**	**
200			**
250			

\*\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01



**รูปที่ 4.6** กราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

จากรูปที่ 4.6 เมื่อพิจารณาอัตราป้อนทั้ง 3 ระดับ จะเห็นว่าที่ระดับอัตราป้อน 150 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวที่เรียบที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ  $1.2958 \mu m$ . ที่ระดับอัตราป้อน 200 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ  $2.0078 \mu m$ . และที่ระดับความเร็วรอบ 1,500 รอบ/นาที ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวที่หยาบที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ  $2.7348 \mu m$ .

#### 4.3.2 ปัจจัยของความเร็วรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลต่อความสึกหรอของดอกกัด

จากการทดลองพบว่า ความเร็วรอบ ความเร็วตัด และระยะป้อนลึก ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของดอกกัด (Tool Wear) ทำการวัดความสึกหรอโดยการชั่งน้ำหนักเอาค่าความแตกต่างของดอกกัดก่อนและหลังการทดลอง ภายใต้งื่อนไขการทดลองตามแผนการทดลอง แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Spss) ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของงานกัด ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์ ANOVA ของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความสึกหรอของดอกกัด

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Wear

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7.466E-6 <sup>a</sup>	26	2.872E-7	1.498	.151
Intercept	.000	1	.000	1.031E3	.000
Speed	1.337E-7	2	6.685E-8	.349	.709
Deep	2.935E-6	2	1.467E-6	7.656	.002
Feed	1.538E-6	2	7.691E-7	4.013	.030
Speed * Deep	5.041E-7	4	1.260E-7	.657	.627
Speed * Feed	5.607E-7	4	1.402E-7	.731	.578
Deep * Feed	3.396E-7	4	8.491E-8	.443	.776
Speed * Deep * Feed	1.455E-6	8	1.819E-7	.949	.495
Error	5.175E-6	27	1.917E-7		
Total	.000	54			
Corrected Total	1.264E-5	53			

a. R Squared = .591 (Adjusted R Squared = .196)

จากตารางที่ 4.10 เมื่อพิจารณาค่า Sig. ที่ได้จากการวิเคราะห์การกระจายข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของ ความเร็วรอบ อัตราป้อน และความลึกในการป้อน พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก (Main Effect) ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของดอกกัด คือ ความลึกในการป้อนมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปัจจัยอื่นๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของดอกกัด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ระยะเวลาป้อนลึกมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับระยะเวลาป้อนลึกอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่นดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด โดยวิธี LSD

### Multiple Comparisons

Wear

LSD

(I) Deep	(J) Deep	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
3	4	-.000222	.0001454	.133	-.000514	.000070
	5	-.000567*	.0001454	.000	-.000859	-.000275
4	3	.000222	.0001454	.133	-.000070	.000514
	5	-.000344*	.0001454	.022	-.000636	-.000053
5	3	.000567*	.0001454	.000	.000275	.000859
	4	.000344*	.0001454	.022	.000053	.000636

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.90E-007.

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

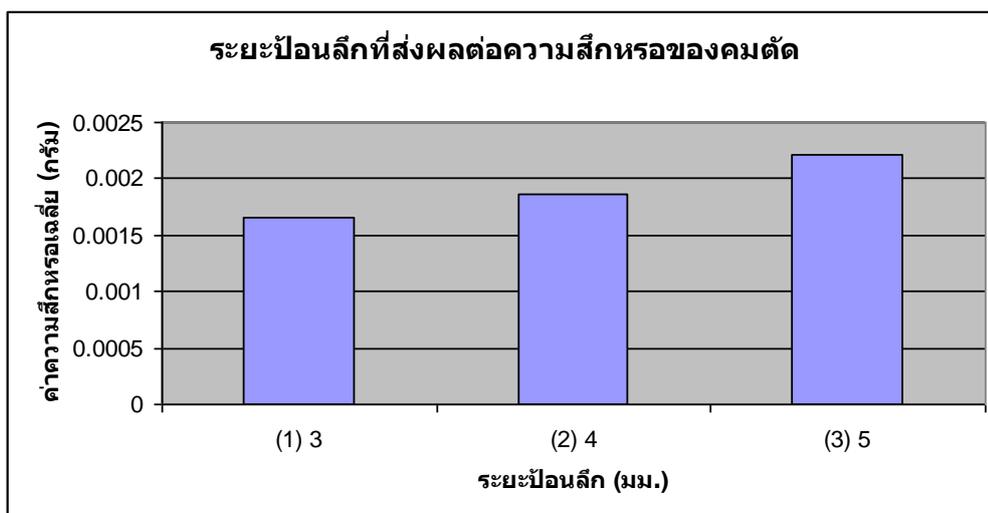
การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับระยะป้อนลึก จากตารางที่ 4.11 พบว่าระยะป้อนลึกที่ 3 และ 5 มม. มีความแตกต่างต่อความสึกหรอของคมตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และระยะป้อนลึกที่ 4 และ 5 มม. มีความแตกต่างต่อความสึกหรอของคมตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.12 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะป้อนลึกที่ระดับต่าง ๆ

ระยะป้อนลึกที่ระดับ	3	4	5
3		0.133	*
4			**
5			

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

\*\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับระยะป้อนลึก ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด

จากรูปที่ 4.7 เมื่อพิจารณาระยะป้อนลึกทั้ง 3 ระดับ จะเห็นว่าที่ระยะป้อนลึกที่ 3 มม. ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดที่น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00165 กรัม ที่ระยะป้อนลึกที่ 4 มม. ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00187 กรัม และที่ระยะป้อนลึกที่ 5 มม. ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00231 กรัม

2. อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด จากการทดสอบความแปรปรวน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด โดยวิธี LSD

### Multiple Comparisons

Wear

LSD

(I) Feed	(J) Feed	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
150	200	-.000133	.0001555	.395	-.000446	.000179
	250	-.000406*	.0001555	.012	-.000718	-.000093
200	150	.000133	.0001555	.395	-.000179	.000446
	250	-.000272	.0001555	.086	-.000584	.000040
250	150	.000406*	.0001555	.012	.000093	.000718
	200	.000272	.0001555	.086	-.000040	.000584

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.18E-007.

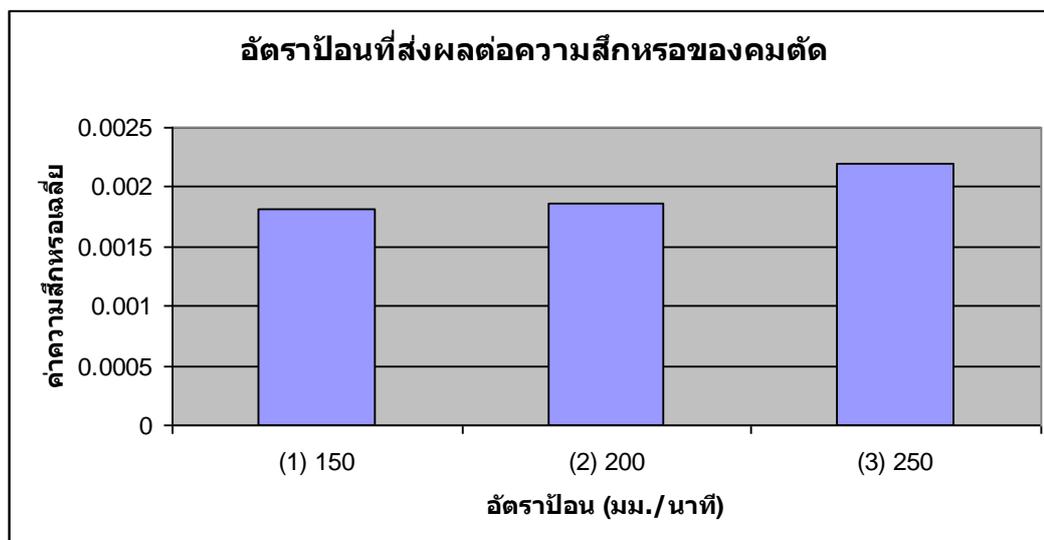
\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อน จากตารางที่ 4.13 พบว่าอัตราป้อนที่ 150 และ 250 มม./นาที่ มีความแตกต่างต่อความสึกหรอของคมตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.14 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ระดับต่าง ๆ

ระยะป้อนลึกที่ระดับ	150	200	250
150		0.395	*
200			0.086
250			

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความสึกหรอของคมตัด

จากรูปที่ 4.8 เมื่อพิจารณาอัตราป้อนทั้ง 3 ระดับ จะเห็นว่าที่ระดับอัตราป้อนที่ 150 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดที่น้อยที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00182 กรัม ที่อัตราป้อนที่ 200 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00187 กรัม และที่ระยะป้อนลึกที่ 250 มม./นาที ส่งผลกระทบต่อความสึกหรอของคมตัดมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.00219 กรัม