

บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองได้แก่ อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 3 ระดับ ความเร็วตัด 3 ระดับ และ อัตราป้อน 3 ระดับ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกัด CNC ชนิดขึ้นงานเป็น อะลูมิเนียมผสม AA2024 ซึ่งมีค่าความแข็งเฉลี่ย 145.06 HV ขนาดกว้าง 40 มม. ยาว 40 มม.หนา 2 มม. ใช้ดอกเจาะเหล็กขอบสูง HSS เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ยาว 50 มิลลิเมตร มุมที่ใช้ในการเจาะ 30 องศา เครื่องทดสอบหาค่าความแข็ง เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดหาค่าความเรียบของพื้นผิว การวิจัยได้กำหนดตัวแปรในการทดลองคือ ตัวแปรต้นได้แก่ อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ส่วนตัวแปรตามได้แก่ ค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) โดยเปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากขอบเขตของผิวงานจากการเจาะ ($R_a = 1.8-6.3 \mu m$) กำหนดให้อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน 3 ระดับ คือ 50%, 75%, 100% ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 3000 รอบ/นาที, 3400 รอบ/นาที, 3800 รอบ/นาที และ อัตราป้อน (Feed Rate) 3 ระดับ คือ 60 มม./นาที, 100 มม./นาที, 150 มม./นาที ชิ้นงานมีขนาดกว้าง 40 มม. ยาว 40 มม. หนา 2 มม. ในการ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผิวงานในกระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA 2024 ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ Factorial Design แบบ 33 และทดลองซ้ำหนึ่งครั้ง ค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ANOVA และค่าระดับความเชื่อมั่น 95% หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5% ($\alpha = 0.05$) ในการศึกษาได้ทำการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) รวม 12 ชิ้น จากนั้นจึงได้ทดลองกับชิ้นงานตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 54 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าความเรียบผิว (คุณภาพของผิวงาน) เพื่อหาค่าอิทธิพลหลัก (Main Effect) ของตัวแปรแต่ละตัว และค่าอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระหว่างตัวแปรทั้งสามโดยได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลของการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

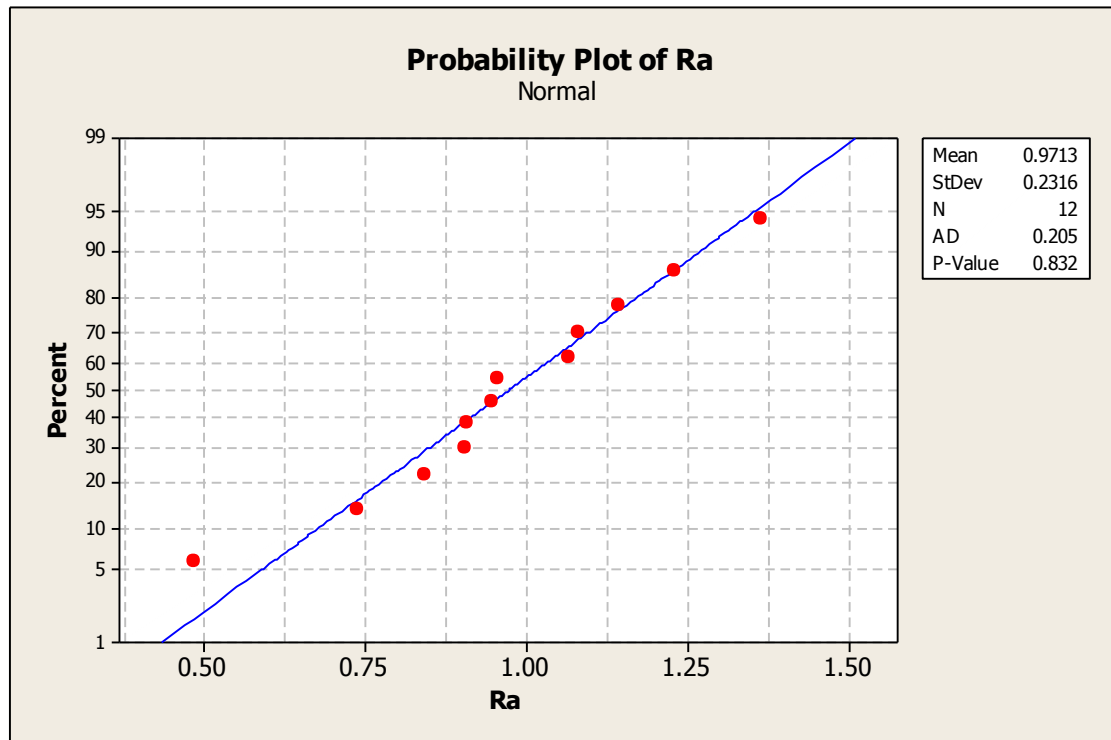
4.1.1 การดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลอง ผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ค่าความเรียบผิวที่ได้อยู่ในขอบเขตของผิวงานที่ได้จากการเจาะ ($R_a = 1.8-6.3 \mu m$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความเรียบผิวงานเจาะ (μm) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
50 %	3000	1.364				0.736	
	3400						
	3800	1.228				0.483	
75 %	3000	0.954				1.904	
	3400						
	3800	1.066				0.843	
100 %	3000	1.080				0.908	
	3400						
	3800	1.143				0.946	

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่าP-Value มากกว่า .05 คือ .832 ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการแจกแจงปกติของค่าความเรียบผิวของรูเจาะของข้อมูลจากการทดลองเบื้องต้น

4.1.2 การดำเนินการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

เพื่อปัจจัยที่ศึกษาที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหนักรูของดอกเจาะผลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นพบว่า น้ำหนักของดอกเจาะเพิ่มขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2

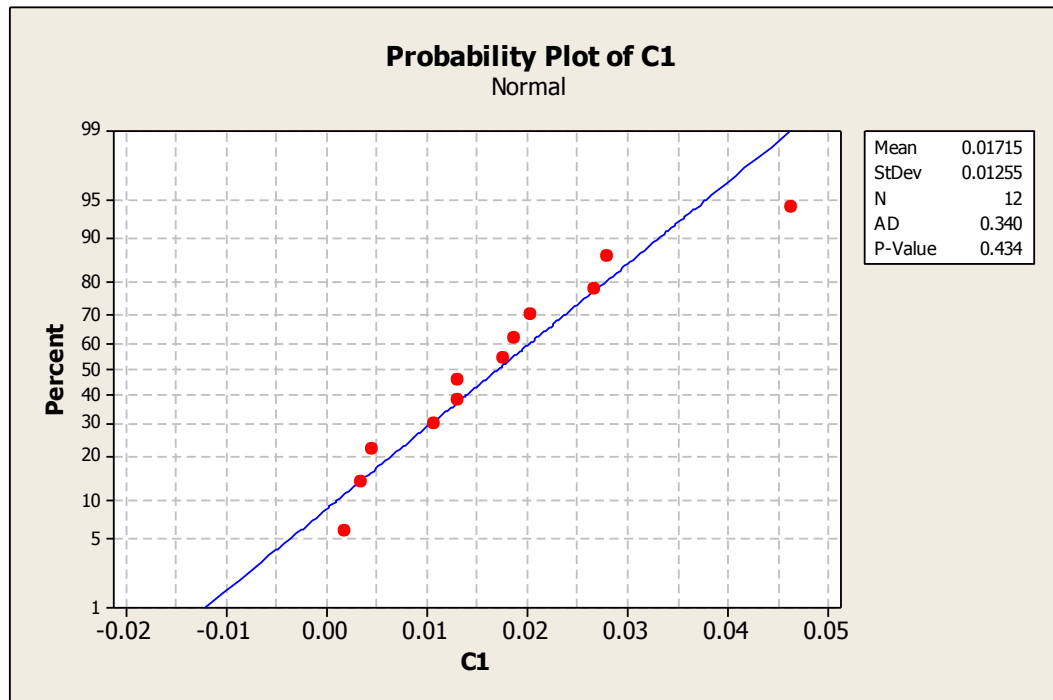
ตารางที่ 4.2 ปริมาณน้ำหนักรูของดอกเจาะ ที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองเจาะ (g) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
50 %	3000	0.0189				0.0132	
	3400						
	3800	0.0280				0.0205	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ปริมาณน้ำหนักรีดของดอกเงาะ ที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองเงาะ (g) ที่วัดได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study)

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
75 %	3000	0.0268				0.0109	
	3400						
	3800	0.0465				0.0131	
100 %	3000	0.0046				0.0036	
	3400						
	3800	0.0019				0.0017	

เมื่อได้ค่าปริมาณน้ำหนักรีดที่เพิ่มหลังจากการทดลองเงาะที่ซึ่งได้จากการทดลองเบื้องต้น (Pilot Study) แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มของน้ำหนักรีดของดอกเงาะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ทางสถิติ ค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์กระบวนการเงาะแบบแรงเสียดทานในการเงาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่าP-Value มากกว่า .05 คือ .434 ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการแจกแจงของค่าปกติปริมาณน้ำหนักรองดอกเจาะที่เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองเบื้องต้น

4.2 ผลของการทดลอง

4.2.1 ผลที่ได้จากการทดลองคือค่าความเรียบผิวที่วัดได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า ค่าความเรียบผิวที่ได้อยู่ในขอบเขตของผิวงานที่ได้จากการเจาะ ($R_a = 1.8-6.3 \mu m$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

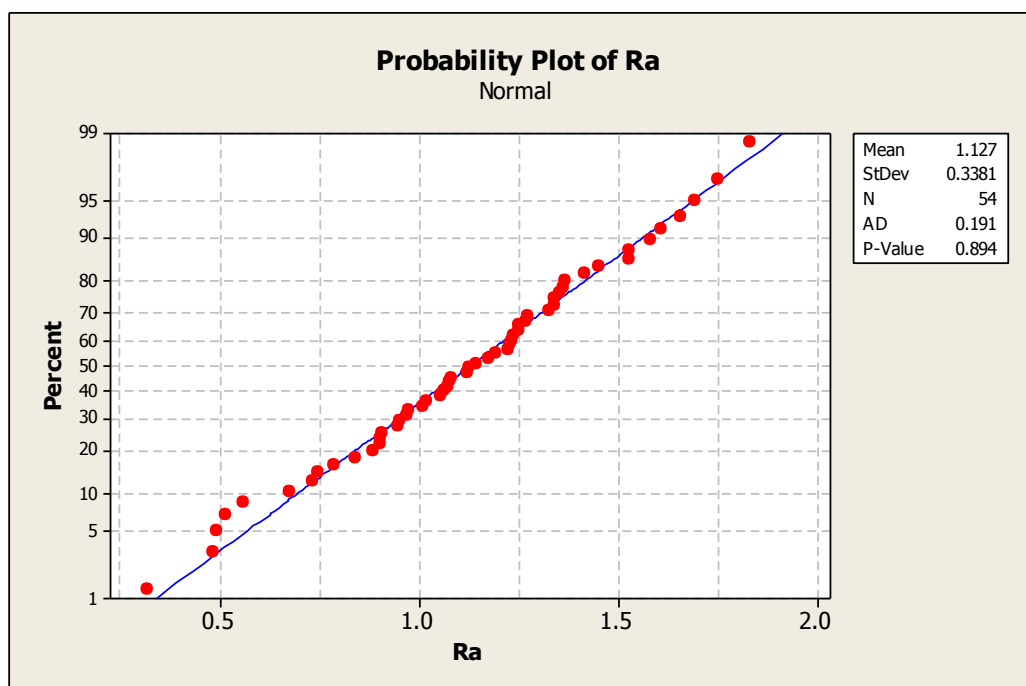
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลค่าเฉลี่ยค่าความเรียบผิวงานเจาะ (μm) ที่ได้จากการทดลอง

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
50 %	3000	1.364	1.273	1.692	0.749	0.736	1.527
	3400	1.339	1.749	0.495	1.174	0.322	0.561
	3800	1.228	1.056	1.530	0.789	0.483	0.516

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ข้อมูลค่าเฉลี่ยค่าความเรียบผิวงานเจาะ (μm) ที่ได้จากการทดลอง

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
75 %	3000	0.954	1.012	1.233	1.831	0.904	0.675
	3400	1.129	1.224	1.328	1.239	1.019	0.906
	3800	1.066	1.073	1.657	1.120	0.843	0.885
100 %	3000	1.080	1.451	1.415	0.976	0.908	1.353
	3400	1.582	1.369	1.340	1.253	1.251	0.972
	3800	1.143	1.080	1.194	1.609	0.946	1.268

เมื่อได้ค่าความเรียบผิวที่ได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติค่าความเรียบของผิวงานทุกระดับของพารามิเตอร์กระบวนการเจาะแบบแรงเสียดทานในการเจาะอะลูมิเนียมผสม AA2024 มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่าP-Value มากกว่า .05 คือ .894 ดังแสดงในรูปที่ 4.3



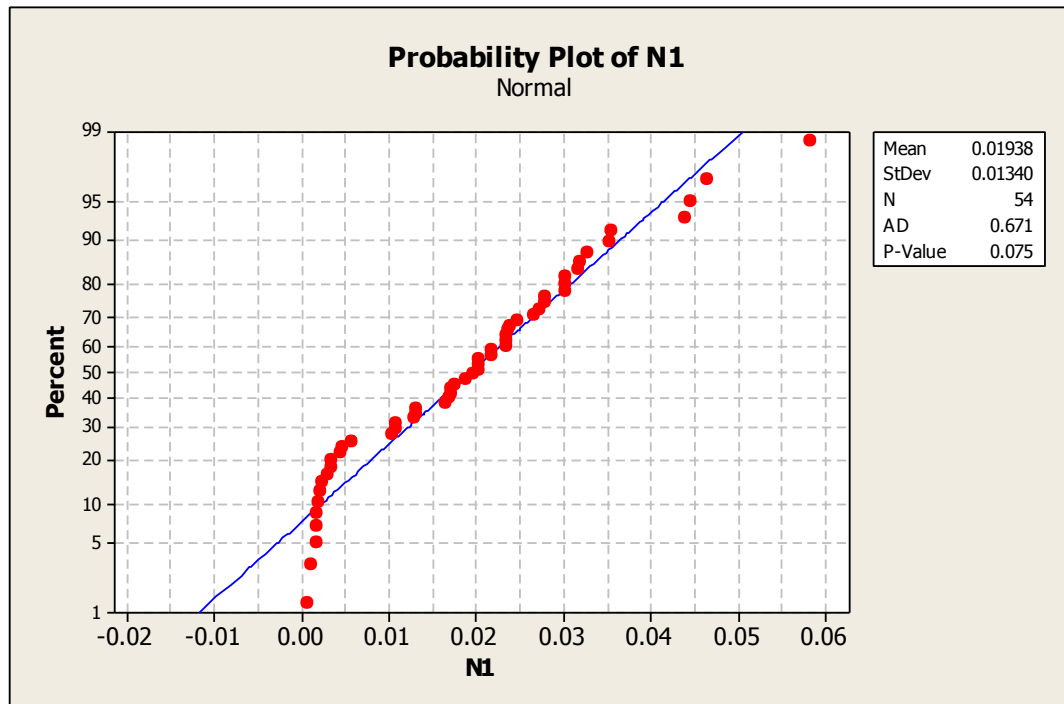
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการแจกแจงปกติของค่าความเรียบผิวของรูเจาะของข้อมูลจากการทดลอง

4.2.2 ผลที่ได้จากการทดลองคือค่าปริมาณน้ำหนักของดอกเงาะที่ชั่งได้จากการทดลองตามเงื่อนไขการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ผลที่ได้จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำหนักของดอกเงาะเพิ่มขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปริมาณน้ำหนักของดอกเงาะ ที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองเงาะ (g) ที่ชั่งได้หลังจากการทดลอง

อัตราพื้นที่ ผิวสัมผัสแรง เสียดทาน	ความเร็วรอบ (รอบ/ นาที)	อัตราป้อน (มม./ นาที)					
		60		100		150	
		1	2	1	2	1	2
50 %	3000	0.0189	0.0197	0.0204	0.0249	0.0132	0.0171
	3400	0.0220	0.0279	0.0235	0.0108	0.0303	0.0317
	3800	0.0280	0.0329	0.0235	0.0584	0.0205	0.0273
75 %	3000	0.0268	0.0441	0.0203	0.0239	0.0109	0.0304
	3400	0.0303	0.0172	0.0166	0.0239	0.0235	0.0353
	3800	0.0465	0.0321	0.0219	0.0446	0.0131	0.0356
100 %	3000	0.0046	0.0019	0.0025	0.0035	0.0036	0.0012
	3400	0.0017	0.0021	0.0048	0.0030	0.0008	0.0023
	3800	0.0019	0.0059	0.0105	0.0172	0.0178	0.0132

เมื่อได้ค่าปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นที่ชั่งได้จากการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาทำการแจกแจงข้อมูลของอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ความเร็วตัด และอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ปริมาณน้ำหนักของดอกเงาะที่เพิ่มขึ้นภายหลังจากการทดลองเงาะของกระบวนการเงาะแบบแรงเสียดทานในการเงาะอะลูมิเนียมผสม AA2024มีการแจกแจงแบบปกติ เพราะค่าP-Value มากกว่า .05 คือ .075 ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการแจกแจงปกติของค่าข้อมูลปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองเงาะ

4.3 ผลการวิเคราะห์การทดลองทางสถิติ

4.3.1 ผู้วิจัยได้นำค่าความเรียบผิวของชิ้นทดลอง (R_a) ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ผลของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบผิวของรูเงาะแบบแรงเสียดทานที่นัยสำคัญ $\alpha = .01$ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานเงาะ (μm)

Dependent Variable: RA

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวม กำลังสอง (SS)	องศาความ เป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง (MS)	ค่า F	Sig.
Corrected Model	3.827(a)	26	.147	1.782	.071
Intercept	68.616	1	68.616	830.486	.000
ผิวสัมผัส	.364	2	.182	2.206	.130

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงาน
เจาะ (μm)

Dependent Variable: RA

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวม กำลังสอง (SS)	องศาความ เป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง (MS)	ค่า F	Sig.
ความเร็วรอบ	.075	2	.038	.457	.638
อัตราป้อน	1.486	2	.743	8.995	.001
ผิวสัมผัส * ความเร็วรอบ	.293	4	.073	.888	.485
ผิวสัมผัส * อัตราป้อน	.749	4	.187	2.267	.088
ความเร็วรอบ * อัตราป้อน	.461	4	.115	1.396	.262
ผิวสัมผัส* ความเร็วรอบ* อัตรา	.397	8	.050	.601	.769
Error	2.231	27	.083		
Total	74.674	54			
Corrected Total	6.058	53			

a R Squared = .632 (Adjusted R Squared = .277)

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาค่า Sig ที่ได้จากการวิเคราะห์แจกแจงข้อมูลนำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของความเร็วตัด อัตราป้อน และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน พบว่าปัจจัยที่ศึกษาที่มีอิทธิพลหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวคืออัตราป้อนส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานเจาะแบบแรงเสียดทาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อิทธิพลหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลกระทบต่อความเรียบผิวคืออัตราป้อนส่งผลกระทบต่อความเรียบของผิวงานเจาะแบบแรงเสียดทานดังแสดงในตาราง 4.5

ตารางที่ 4.6 ตารางวิเคราะห์ความแตกต่างอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานโดยวิธี LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RA

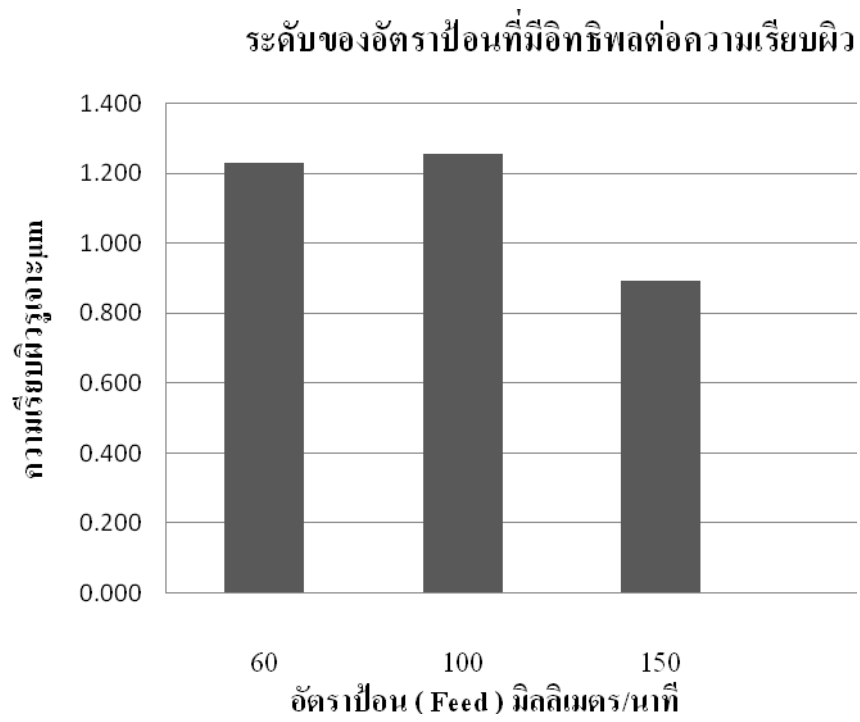
	(I) อัตรา ป้อน	(J) อัตรา ป้อน	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	60	100	-.02511	.095813	.795	-.22170	.17148
		150	.33872	.095813	.001	-.14213	.53531
	100	60	.02511	.095813	.795	-.17148	.22170
		150	-.36383	.095813	.001	-.16724	.56043
	150	60	-.33872	.095813	.001	-.53531	-.14213
		100	-.36383	.095813	.001	-.560043	-.16724

จากตารางที่ 4.6 อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อนที่ 60 มม./นาที่ คู่กับ 150 มม./นาที่ และอัตราป้อนที่ 100 มม./นาที่ คู่กับ 150 มม./นาที่ มีความแตกต่างต่อความเรียบผิวงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองที่อัตราป้อน 60 มม./นาที่ 100 มิลลิเมตรต่อนาที 150 มม./นาที่ และพบว่าค่าความเรียบผิว (Ra) ที่ดีที่สุด คือ อัตราป้อน 150 มิลลิเมตรต่อนาที ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.5

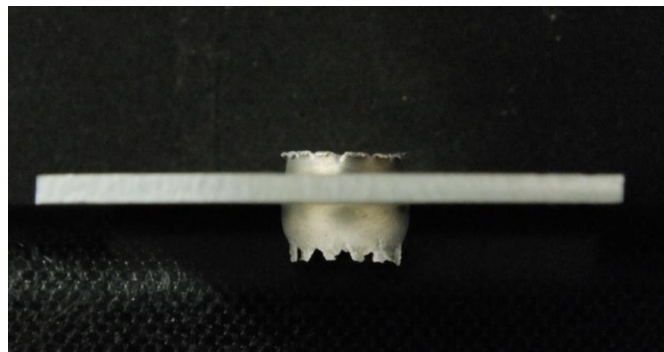
ตารางที่ 4.7 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราป้อนที่ระดับต่างๆ

อัตราป้อนที่ระดับ	60 มม./นาที่	100 มม./นาที่	150 มม./นาที่
60 มม./นาที่		.795	*
100 มม./			*
150 มม./			

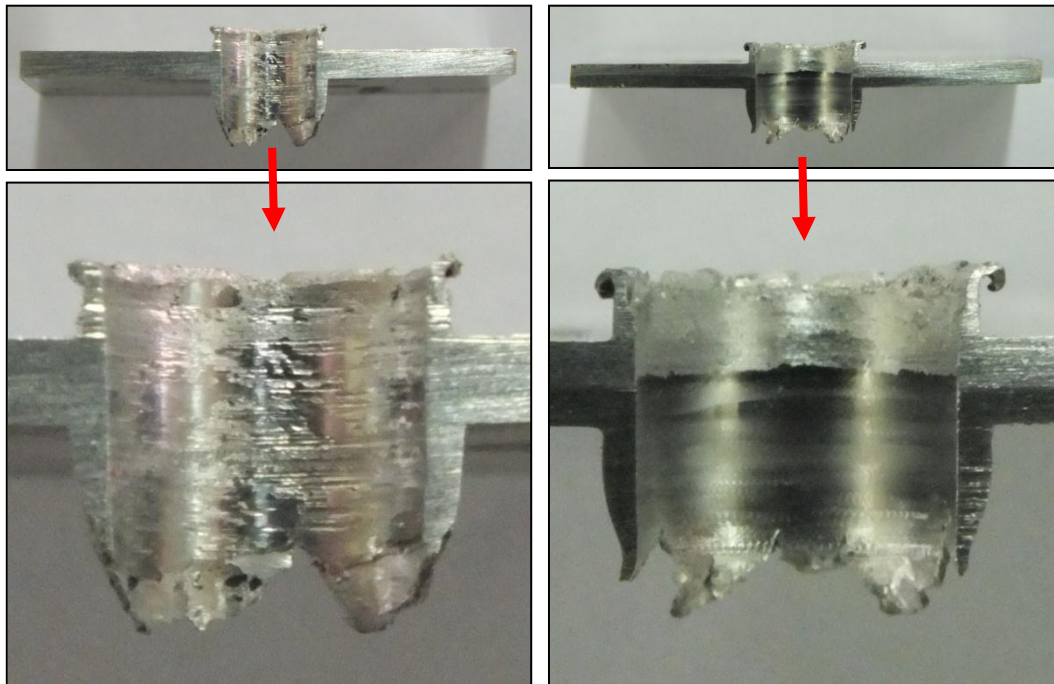
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่าง อัตราป้อนต่อความเรียบผิว



รูปที่ 4.6 ชิ้นงานทดลองภายหลังการเจาะ



รูปที่ 4.7 รูเจาะที่มีความเรียบผิวหยาบสุด

Ra = 1.831 μm

รูปที่ 4.8 รูเจาะที่มีความเรียบผิวเรียบสุด

Ra = 0.322 μm

4.3.2 ผู้วิจัยได้นำค่าปริมาณน้ำหนักของดอกเจาะที่เพิ่มขึ้น ที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยเทคนิค ANOVA ทำการวิเคราะห์ผลของค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหนักรที่เพิ่มขึ้นของดอกเจาะที่นัยสำคัญ $\alpha = .05$ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำหนักรที่เพิ่มขึ้น

Dependent Variable: N1

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมกำลัง สอง(SS)	องศาความ เป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง (MS)	ค่า F	Sig.
Corrected Model	.008(a)	26	.000	4.010	.000
Intercept	.020	1	.020	280.113	.000
ผิวสัมผัส	.005	2	.003	36.470	.000
ความเร็วรอบ	.001	2	.000	6.070	.007

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำหนักรากของ
ดอกเจาะที่เพิ่มขึ้น

Dependent Variable: N1

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมกำลัง สอง(SS)	องศาความ เป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ย กำลังสอง (MS)	ค่า F	Sig.
อัตราป้อน	3.981E-5	2	1.991E-5	.275	.762
ผิวสัมผัส * ความเร็วรอบ	.000	4	2.528E-5	.349	.842
ผิวสัมผัส * อัตราป้อน	.000	4	7.483E5	1.034	.408
ความเร็วรอบ * อัตราป้อน	.000	4	.000	1.494	.232
ผิวสัมผัส* ความเร็วรอบ* อัตราป้อน	.001	8	6.449E-5	.891	.537
Error	.002	27	7.240E-5		
Total	.030	54			
Corrected Total	.010	53			

a R Squared = .794 (Adjusted R Squared = .596)

จากตารางที่ 4.8 เมื่อพิจารณาค่า Sig. ที่ได้จากการวิเคราะห์แจกแจงข้อมูล นำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของความเร็วตัด อัตราป้อน และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน พบว่าปัจจัยที่ศึกษาที่มีอิทธิพลหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อิทธิพลหลัก (Main Effect) ที่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะคืออัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานและความเร็วรอบส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเจาะดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.9 ตารางวิเคราะห์ความแตกต่างอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน(FCAR) ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักของดอกเงาะ โดยวิธี LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: N1

	(I) ผิวสัมผัส	(J) ผิวสัมผัส	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-.002556	.0028363	.376	-.008375	.003264
		100	.019583*	.0028363	.000	.013764	.025403
	75	50	.002556	.0028363	.376	-.003264	.008375
		100	.022139*	.0028363	.000	.016319	.027959
	100	50	-.019583*	.0028363	.000	-.025403	-.013764
		75	-.022139*	.0028363	.000	-.027959	-.076319

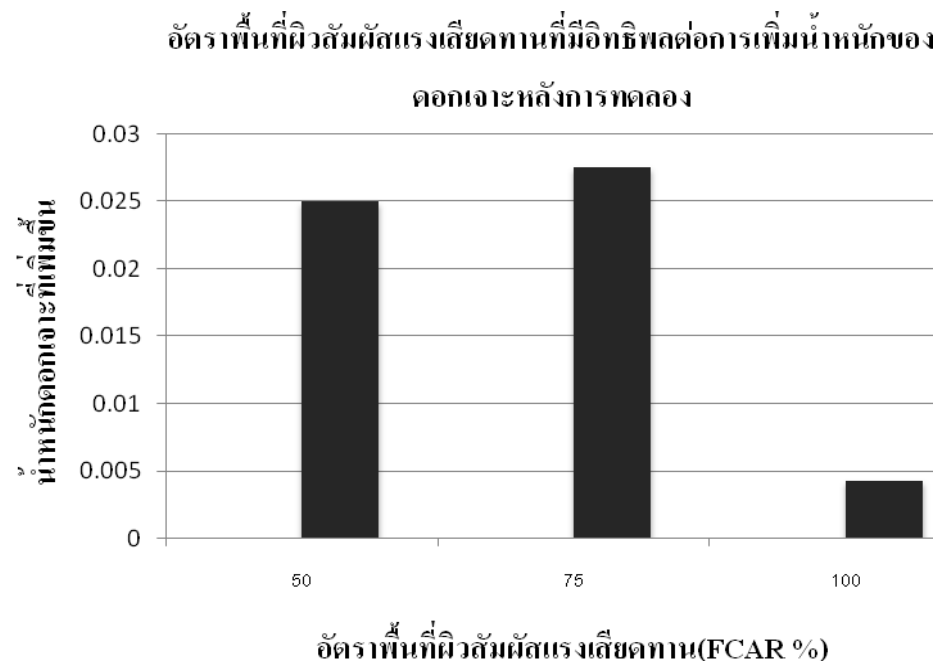
จากตารางที่ 4.9 อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทาน(FCAR) มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนัkdอกเงาะ จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างกันจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 50 % คู่กับ 100 % และอัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 75 % คู่กับ 100 % มีความแตกต่างต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนัkdอกเงาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลอง ที่อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 50 %, 75 %, 100 % พบว่าปริมาณน้ำหนัkdอกเงาะที่เพิ่มมากขึ้นที่สุดคือ อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 75 % และ ปริมาณน้ำหนัkdอกเงาะที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ 100 % ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.10 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนผิวสัมผัสแรงเสียดทานที่ระดับต่างๆ

อัตราส่วนผิวสัมผัส แรงเสียดทาน (%)	50%	75%	100%
50%		.376	*
75%			*
100%			

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01



รูปที่ 4.9 แสดงแผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่าง อัตราพื้นที่ผิวสัมผัสแรงเสียดทานต่อปริมาณน้ำหนักดอกเจาะที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองเจาะ

ตารางที่ 4.11 ตารางวิเคราะห์ความแตกต่างความเร็วรอบ (Speed) ที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะ โดยวิธี LSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: N1

	(I) ความเร็ว รอบ	(J) ความเร็ว รอบ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	3000	3400	-.001100	.0028363	.701	-.006920	.004720
		3800	-.009056*	.0028363	.004	.014875	-.003236
	3400	3000	.001100	.0028363	.701	-.004720	.006920
		3800	-.007956*	.0028363	.009	-.013775	-.002136
	3800	3000	.00956*	.0028363	.004	.003236	.014875
		3400	.007956*	.0028363	.009	.002136	.013775

จากตารางที่ 4.11 ความเร็วรอบ (Speed) มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะ จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วรอบอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วรอบที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วรอบ ที่ 3000 รอบ/นาที่ คู่กับ 3400 รอบ/นาที่ และความเร็วรอบ ที่ 3400 รอบ/นาที่ คู่กับ 3800 รอบ/นาที่ มีความแตกต่างต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองที่ความเร็วรอบ ที่ 3000 รอบ/นาที่ 3400 รอบ/นาที่ และความเร็วรอบ ที่ 3800 รอบ/นาที่ พบว่าปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะที่เพิ่มมากขึ้นที่สุดคือความเร็วรอบที่ 3800 รอบ/นาที่ และ ปริมาณน้ำหนักรากของดอกเงาะที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที่ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.7

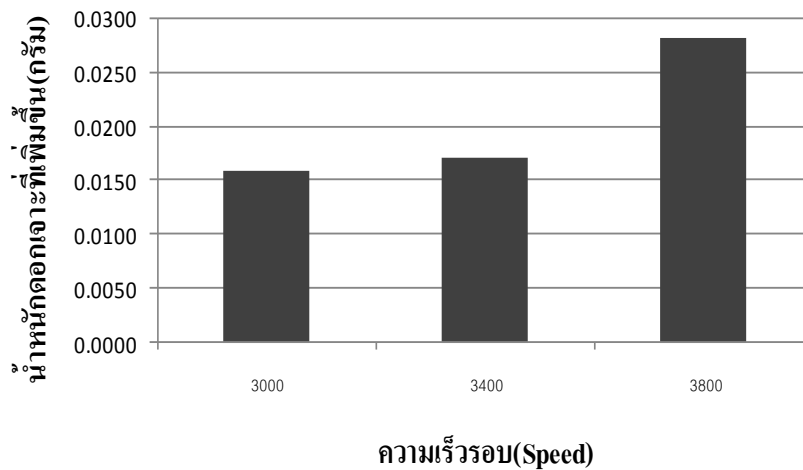
ตารางที่ 4.12 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบที่ระดับต่างๆ

ความเร็วรอบ (Speed)	3000 รอบ/นาที	3400 รอบ/นาที	3800 รอบ/นาที
3000 รอบ/นาที		.701	*
3400 รอบ/นาที			*
3800 รอบ/นาที			

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ความเร็วรอบที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มน้ำหนักของ

ดอกเจาะหลังการทดลอง



รูปที่ 4.10 แสดงแผนภูมิแท่งแสดงความแตกต่าง ความเร็วรอบ (Speed) ต่อปริมาณน้ำหนักดอกเจาะที่เพิ่มขึ้นภายหลังการทดลองเจาะ



รอยไหม้ที่เกิดจากการเสียดสี

อะลูมิเนียมที่ละลายมาเคลือบที่ผิว

รูปที่ 4.11 ดอก HSS ขนาด 8 มม. ก่อนเจาะวัสดุ รูปที่ 4.12 ดอก HSS ขนาด 8 มม. หลังเจาะวัสดุ