

บทที่ 3

วิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะ การทำงาน ของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ในการสร้างต้นแบบ (Optimal Conditions of CNC Lathe for Plastic Prototyping Production) และศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สำหรับการสร้างต้นแบบเซรามิกส์ จากพลาสติก โดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี เพื่อทดแทนการสร้างต้นแบบ ที่ใช้วิธีการสร้างโดยการกลึงปูนปลาสเตอร์ โดยได้ทำการทดลองขึ้นรูปพลาสติก 2 ประเภทซึ่งมีคุณสมบัติในการขึ้นรูปและมีความคงทนที่ดีกว่าปูนปลาสเตอร์แบบเดิมและเป็นชนิดที่นิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมคือ โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) กับ โพลีออกซิเมทาทีน (Polyoxymethylene) โดยเปรียบเทียบคุณภาพผิวสำเร็จ เพื่อที่จะตัดสินใจเลือกชนิดของพลาสติกที่เหมาะสมมากที่สุด นอกจากนี้ได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตหรือ ระบบ CAD/CAM เข้ามาช่วยในกระบวนการ ทั้งนี้เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถมองเห็นภาพของผลิตภัณฑ์ ก่อนการผลิตจริง อีกทั้งยังสามารถปรับแต่งแก้ไขรูปร่างเพื่อความเหมาะสม สอดคล้องกับฟังก์ชันการทำงานจริง ก่อนที่นำข้อมูลที่ได้แปลงสู่ระบบข้อมูลการกลึงชิ้นงาน (NC Data) สำหรับสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ จากพลาสติก เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จ นอกจากเราจะสามารถนำไปใช้เป็นตัวแบบสำหรับทำแบบหล่อแล้ว เรายังสามารถใช้เป็นตัวแทน ในการบ่งบอกถึงลักษณะ และแสดงให้เห็นถึงรูปร่างความซับซ้อน ของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้น ๆ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะตัดสินใจสำหรับการผลิต ตลอดจนสามารถที่จะนำมาตรวจสอบคุณสมบัติการใช้งานได้อีกทางหนึ่งก่อนที่จะทำการผลิตจริง สร้างความมั่นใจว่า ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้น สามารถผ่านการทดสอบได้ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม ซึ่งมีลำดับขั้นของการศึกษาวิจัยดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและวิธีการต่างๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับ เรื่องของการสร้างต้นแบบเซรามิกส์
2. ศึกษากระบวนการ CAD/CAM ของโปรแกรมมาสเตอร์แคม(Mastercam) เวอร์ชัน 9.0
3. การออกแบบการทดลอง
4. เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ
5. ทดลองนำไปทำเป็นตัวแบบสำหรับทำแบบพิมพ์ (Casting Mold) สำหรับการขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ (Slip Casting)

6. นำชิ้นงานจากการผลิต โดยวิธีเดิมและวิธีใหม่ให้กลุ่มตัวอย่างประเมินและตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 20 คน

7. ศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสำหรับการสร้างต้นแบบเซรามิกส์จากพลาสติกทดแทนปูนปลาสเตอร์แบบเดิม

8. สรุปผลการศึกษาวิจัย รวบรวมปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

9. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์ และนำเสนอรายงาน

3.1 วิธีการสร้างต้นแบบเซรามิกส์จากปูนปลาสเตอร์

การสร้างต้นแบบจากเครื่องกลึงปูนปลาสเตอร์ โดยอาศัยหลักการหมุนของแท่งปูนปลาสเตอร์ทรงกลมหรือทรงกระบอก โดยในขั้นแรกทำการวัดขนาดของแป้นหมุนของเครื่องกลึงปูนปลาสเตอร์ว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่พอที่จะสร้างต้นแบบได้หรือไม่ ถ้าใหญ่ไม่พอก็ให้ทำการขยายแป้น โดยแท่งปูนปลาสเตอร์เพิ่มพื้นที่ให้ใหญ่ขึ้นจากนั้นใช้แผ่นพลาสติกรัดแป้นหมุนที่มีขนาดใหญ่กว่าก้นแบบที่จะสร้าง แต่ไม่ควรใหญ่มากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองปูนปลาสเตอร์โดยเปล่าประโยชน์ซึ่งแสดงให้เห็น ดังภาพ 3.1



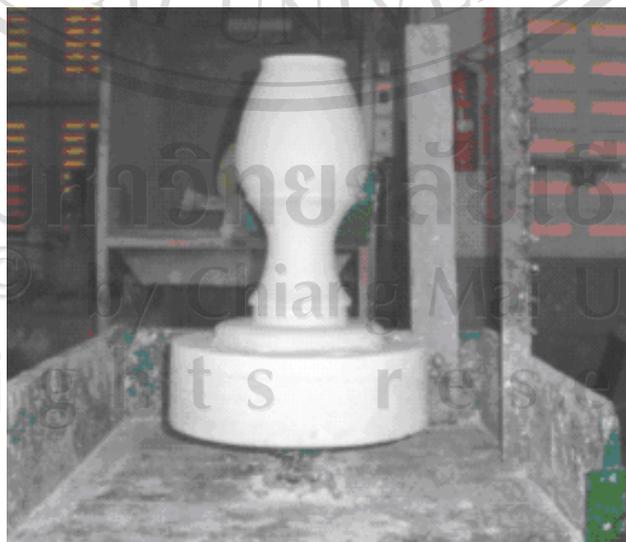
ภาพ 3.1 แสดงการรัดแผ่นพลาสติกเพื่อสร้างกรอบหล่อปูนปลาสเตอร์

ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำโดยคำนวณปริมาณที่ต้องใช้เทลงในแบบที่รัดไว้ เมื่อปูนปลาสเตอร์เริ่มเซตตัวให้แกะแผ่นกั้นพลาสติกแล้วรีบกลึงแท่งปูนให้ได้ศูนย์กลางขณะปูนยังอ่อนตัวอยู่ ซึ่งง่ายในการตั้งศูนย์ต้องระวังอย่าชูดแท่งปูนปลาสเตอร์เข้าไปลึก เพราะจะทำให้แท่งปูนปลาสเตอร์เล็กกว่าแบบ



ภาพ 3.2 แสดงการขูดแต่งปูนปลาสเตอร์

หลังจากกลึงได้ขนาดก็ใช้ดินสอกำหนดขอบเขตที่จะทำการขึ้นรูป โดยการวัดด้วยไม้บรรทัด จากนั้นจึงทำการกลึงขึ้นรูปตามต้นแบบ ดังภาพ 3.2 สิ่งที่สำคัญของการขึ้นต้นแบบด้วยการกลึงปูนปลาสเตอร์ด้วยใบมีดการกลึงจะต้องนั่ง ต้นแบบไม่ส่ายไปมา หลังจากนั้นนำต้นแบบมาทำการตกแต่งด้วยกระดาษทรายเบอร์ละเอียดโดยใช้วิธีการขัดผิวขณะแป้นยังหมุนอยู่ จะช่วยให้กระดาษทรายกินเนื้อปูนปลาสเตอร์เท่า ๆ กัน การวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยใช้แคลิเปอร์ (เขาควาย) จะช่วยทำให้ต้นแบบมีความใกล้เคียงกับแบบที่ออกไว้มากที่สุด ดังแสดงในภาพ 3.3



ภาพ 3.3 แสดงต้นแบบที่กลึงจากปูนปลาสเตอร์

3.2 ระบบงาน CAD/CAM ของโปรแกรมมาสเตอร์แคม (Mastercam)

การใช้โปรแกรมมาสเตอร์แคม เป็นการผสมผสานความรู้ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (CAM) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD)

Computer Aided Design หรือคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบหรือจำลองชิ้นงาน ในลักษณะที่เป็นรูปทรง 3 มิติขึ้นมา ซึ่งเราอาจจะเรียกง่ายๆว่า CAD ช่วยทำให้ค้นหาจุดบกพร่องเข้าใจรูปทรง หรือ และทำให้การออกแบบถูกต้อง แม่นยำมากขึ้น และยังมีความหมายครอบคลุมอยู่หลายลักษณะ อาทิเช่น

- การสร้างชิ้นงานในลักษณะ Solid แบบ 3 มิติ ที่มีรูปทรงแน่นอน
- การนำชิ้นส่วนต่างๆ เข้ามาประกอบกันจนได้ชิ้นงานใหม่
- การจำลองรูปทรงการประกอบของชิ้นงาน เพื่อให้เห็นการเคลื่อนไหวขณะทำงาน
- การจำลองพื้นผิวคล้ายของจริง ไม่ว่าจะทำพื้นหยาบ หรือจำลองผิววัสดุ

การออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์โดยใช้โปรแกรมมาสเตอร์แคม นับว่ามีความสำคัญมากอีกประการหนึ่ง ซึ่งต้องออกแบบตามความยากง่ายตามรูปทรงของชิ้นงานซึ่งถูกออกแบบมาตามความต้องการของตลาด เช่น การออกแบบที่มีความคิดสร้างสรรค์ให้รูปทรงคุณทันสมัย สวยงาม สะดุดตา และทำให้สินค้ามีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งส่วนที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะต้องรวมอยู่ในผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ก่อนที่จะทำการผลิตออกมาจริง ๆ การใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อช่วยให้การทำงานเป็นแบบอัตโนมัติรวดเร็วขึ้นและลดความผิดพลาดในการทำงาน นอกจากนั้นยังสามารถ ช่วยให้ผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานน้อย สามารถเรียนรู้ในการทำงานได้เร็วมากยิ่งขึ้น โดยคำสั่งในการทำงานของโปรแกรมจะถูกออกแบบตามขั้นตอนของการทำงานจริงในอุตสาหกรรม และยังเก็บข้อมูลของชิ้นส่วนต่างซึ่งมีใช้ตามมาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อให้สามารถเรียกใช้งานและแก้ไขได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

3.2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (CAM)

Computer Aided Manufacturing หรือ คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตที่เรียกง่ายๆว่า CAM จะเป็นลักษณะที่นำข้อมูล CAD 3D นำมาแปลงเป็นข้อมูลเวกเตอร์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักร ซีเอ็นซี เพื่อสร้างชิ้นงานให้เป็นรูปทรงเดียวกับรูปทรง 3 มิติ ตรงกับที่ผู้ออกแบบได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะเปรียบเหมือนเป็น Output อย่างหนึ่งเพื่อนำไปสร้างชิ้นงานจริงขึ้นมา นอกจากนี้ก็ยังมีคามหมายในแง่อื่นๆ อีก อาทิเช่น

- การขึ้นรูปด้วยวิธีการ Printing Press ด้วยความดันจนได้รูปชิ้นงาน
- การทำ Die/Mold สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ

- การกลึงและกัดชิ้นงานแบบหลายแกนในชิ้นงานที่ซับซ้อนมาก
- การใช้ระบบวงจรถ้าสำหรับนำเข้ามาสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณมาก (Mass Product)

3.2.3 Process CAD/CAM

ขั้นตอนการทำ CAD/CAM มีดังนี้

- (1) CAD
- (2) CAM
- (3) Postprocessor

CAD: เป็นขั้นตอนแรกของ CAD/CAM จุดประสงค์หลักของ CAD คือการทำกรอกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยต้องทำการเขียนออกแบบเพื่อใช้ศึกษาส่วนประกอบของชิ้นงาน และคำนวณหาขนาดของวัตถุดิบ (Law Material) เสียก่อนที่จะไปสู่กระบวนการถัดไปคือ CAM

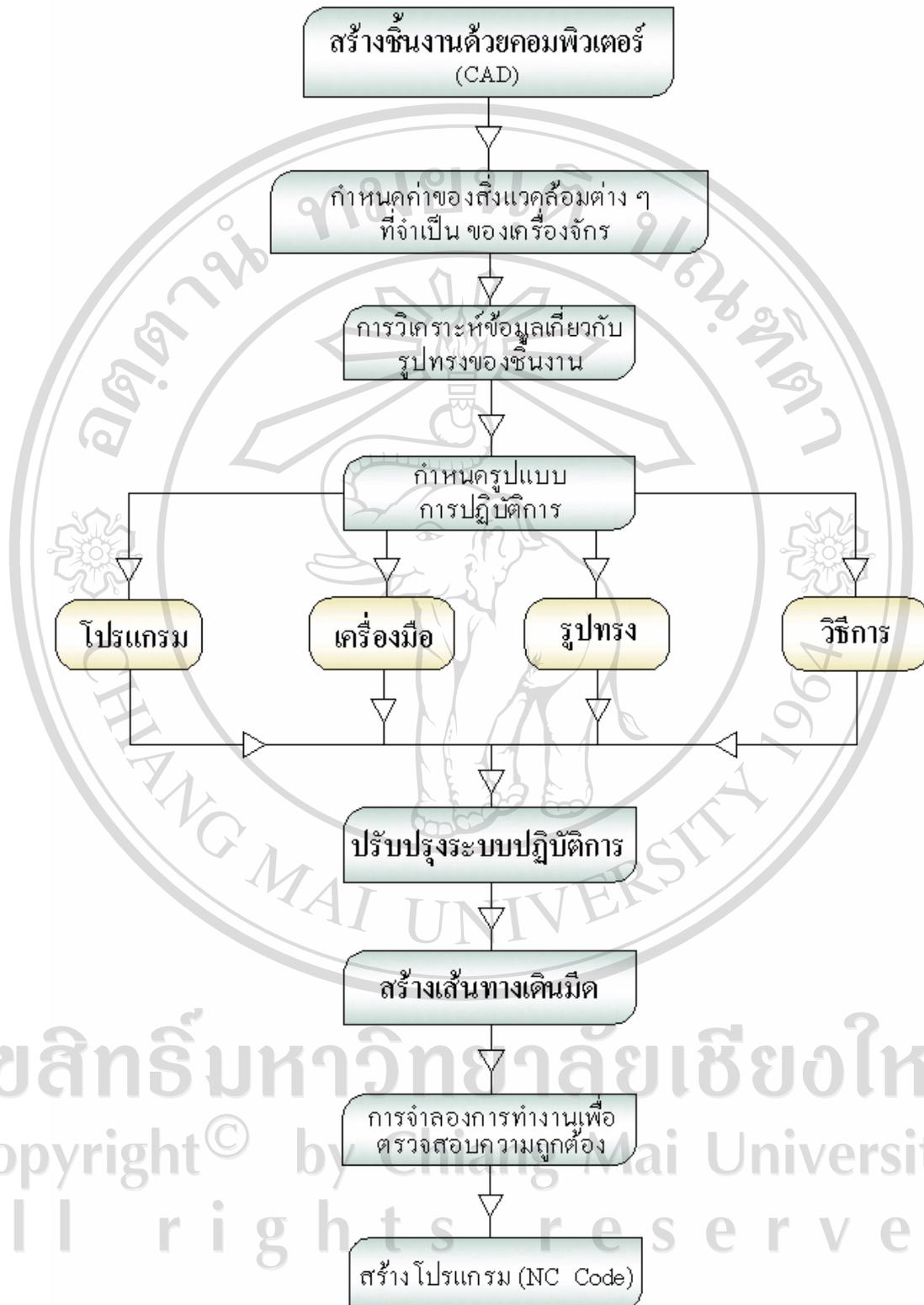
CAM : CAM Program จะใช้ข้อมูล 2 อย่างที่ต้องป้อนเข้า คือ

- (1) รูปร่างของชิ้นงาน (Part Geometry)
- (2) ข้อมูลการแปรรูป (Machining Data)

แล้ว CAM program จะทำโปรแกรมที่เรียกว่า NCI file ที่บอกข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง (Coordinate) ของทางเดินมีด (Cutter Path), ความเร็วรอบ (Spindle Speed) อัตราการป้อนตัด (Feed Rate) ฯลฯ

POST PROCESSOR : Post Processor จะเปลี่ยน NCI file ให้ไปเป็น NC Codes ที่เครื่องซีเอ็นซี สามารถอ่านได้ โดยเครื่องซีเอ็นซี แต่ละยี่ห้อก็จะมี NC Codes ที่แตกต่างกัน

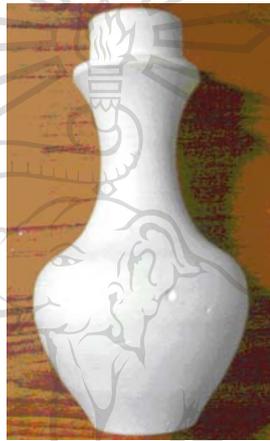
NCI file จะเป็นแค่ภาษากลางของเครื่องจักรคล้ายภาษาอังกฤษ โดยต้องมี Post Processor ซึ่งเปรียบเสมือนล่าม ที่แปลภาษาอังกฤษให้เป็นภาษาท้องถิ่นแต่ละเครื่อง ตามภาพ 3.4 ได้แสดงขั้นตอนการทำ CAD/CAM



ภาพ 3.4 ขั้นตอนการทำ CAD/CAM

3.3 การออกแบบการทดลอง

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างต้นแบบโดยมุ่งเน้นลักษณะของผลิตภัณฑ์ เซรามิกส์ บนโต๊ะอาหาร เช่น ถ้วย, ชาม, จาน, และชุดน้ำชากาแฟ และของตกแต่งบ้าน ดังนั้น ขั้นตอนในการดำเนินงานที่ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยประยุกต์ใช้ระบบ CAD/CAM ซึ่งสามารถที่จะลดเวลาในการสร้างต้นแบบได้เมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในขั้นตอนของการสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหารจากปูนปลาสเตอร์แบบเดิม



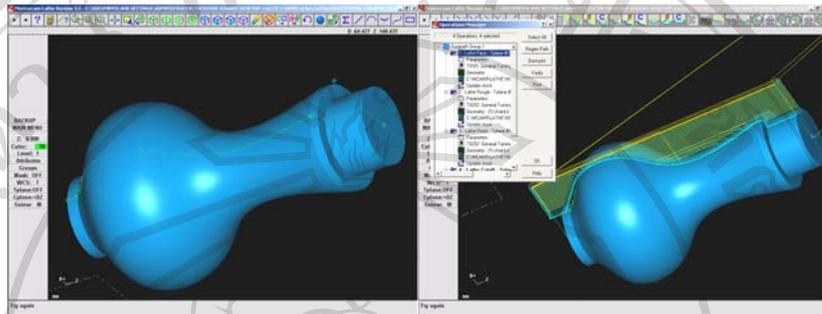
ภาพ 3.5 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เซรามิกส์จากปูนปลาสเตอร์

การออกแบบชิ้นงานที่มีรูปร่างสมมาตร (Symmetry) ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้ด้วยวิธีการกลึง โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์คือเป็นแจกันดังภาพ 3.5 และขึ้นรูปจากพลาสติก 2 ชนิดคือ โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) กับโพลีออกซิเมทาไลน (Polyoxymethylene) ขนาด $\varnothing 35 \times 54$ มิลลิเมตร ดังภาพ 3.6

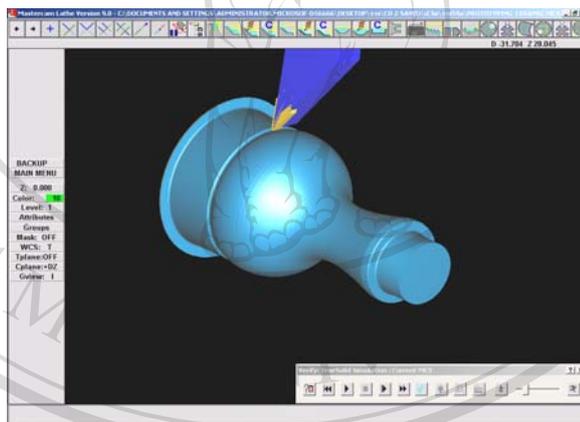


ภาพ 3.6 พลาสติกสำหรับทดลองกลึงต้นแบบ

การออกแบบ และการวางแผนการผลิตชิ้นงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (CAD/CAM) โดยใช้โปรแกรม มาสเตอร์แคม (Master cam) เวอร์ชัน 9.0 ในการออกแบบและสร้างโปรแกรม สำหรับเส้นทางเดินของมีดตัด (NC - Code) ดังภาพ 3.7 รวมทั้งการจำลองการกลึง (Simulation) ดังภาพ 3.8



ภาพ 3.7 การออกแบบชิ้นงาน และการสร้างเส้นทางเดินของมีดตัด (CAD/CAM)



ภาพ 3.8 การจำลองการกลึง (Simulation)

```

Programmer's File Editor - [โปรแกรมกลึงแบบเรซวิค. NC]
File Edit Options Template Execute Macro Window Help
00000
G21
(PROGRAM NAME - โปรแกรมกลึงแบบเรซวิค. NC DATE=DD-MM-YY -
(TOOL - 1 OFFSET - 1)
(LFACE OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)
G0T0101
G97S1000M13
G0G54X70.Z0.
G50S1000
G96S500
G99G1X-1.6F.2
G0Z2.
G28U0.W0.M05
T0100
M01
(TOOL - 2 OFFSET - 2)
(LROUGH OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - UNMG 16 04 08)
  
```

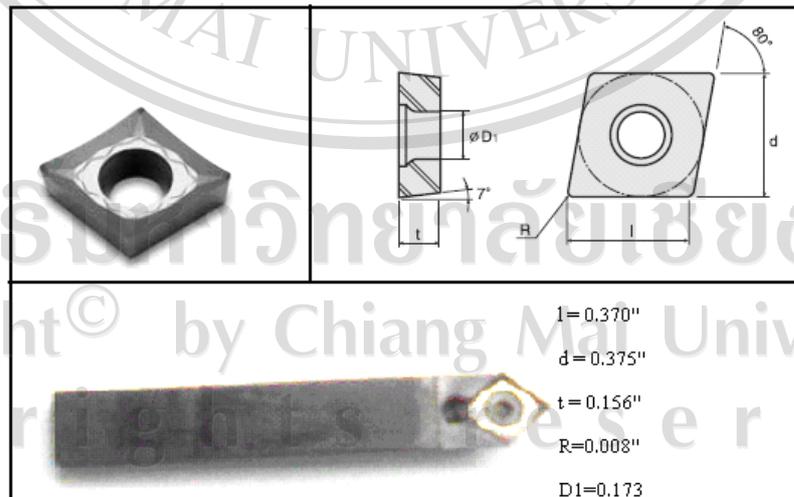
ภาพ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับกลึงต้นแบบ (NC Code)

กลึงขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ โดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Lathe) ยี่ห้อ OKUMA & HOWA รุ่น ACT – 20 ระบบควบคุม (Control) FANUC : SERIES 18 – T ดังภาพ 3.10 ที่สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคเหนือตอนบนจังหวัดลำปาง



ภาพ 3.10 เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Lathe)

ใช้มีดกลึงสำหรับกลึงอลูมิเนียม (Cutting Inserts for Aluminum – CCGT 32.50.5 FL) ในการทดลอง



ภาพ 3.11 มีดกลึงที่ใช้ในการทดลองกลึงขึ้นรูปต้นแบบ

ระดับขอบเขตของปัจจัย (พารามิเตอร์) สำหรับการกลึงขึ้นรูปโดยใช้ปัจจัยที่สำคัญตาม ตาราง 3.1 ดังนี้

ตาราง 3.1 แสดงค่าขอบเขตและปัจจัยที่สนใจศึกษา

พารามิเตอร์/หน่วย	ระดับการตั้งค่า		สัญลักษณ์
	ระดับต่ำ(-1)	ระดับสูง(1)	
1) ความลึกของใบมีด (Depth of Cut) mm	0.5	1	a
2) อัตราการป้อน (Feed Rate) mm/rev	0.1	0.2	f
3) ค่าความเร็วตัด (Cutting speed) m/min	100	120	v

โดยระดับของแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ (-) และระดับสูง (+) ผู้วิจัย ใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2^k หรือการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ของพลาสติกแต่ละชนิด (2 ชนิด) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดลอง ซึ่งมีจำนวนการทดลอง 32 การทดลอง

ตาราง 3.2 การออกแบบการทดลองในการทดลองเบื้องต้น

ลำดับการทดลองตาม การสุ่ม	ลำดับการทดลอง มาตรฐาน	ค่าระดับปัจจัย		
		a (mm)	f (mm/min)	v (m/min)
10	1	1	0.1	100
9	2	0.5	0.1	100
12	3	1	0.2	100
15	4	0.5	0.2	120
7	5	0.5	0.2	120
6	6	1	0.1	120
11	7	0.5	0.2	100
4	8	1	0.2	100
5	9	0.5	0.1	120
13	10	0.5	0.1	120
1	11	0.5	0.1	100
14	12	1	0.1	120
16	13	1	0.2	120
3	14	0.5	0.2	100
8	15	1	0.2	120
2	16	1	0.1	100

หลังจากได้ทำการออกแบบตารางการทดลองตลอดจนการจัดเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับการทดลองแล้วจึงได้เริ่มปฏิบัติการทดลองตาม ภาพ 3.12 แสดงการกลึงและ ภาพ 3.13 คือชิ้นงานสำเร็จ ตามแบบ



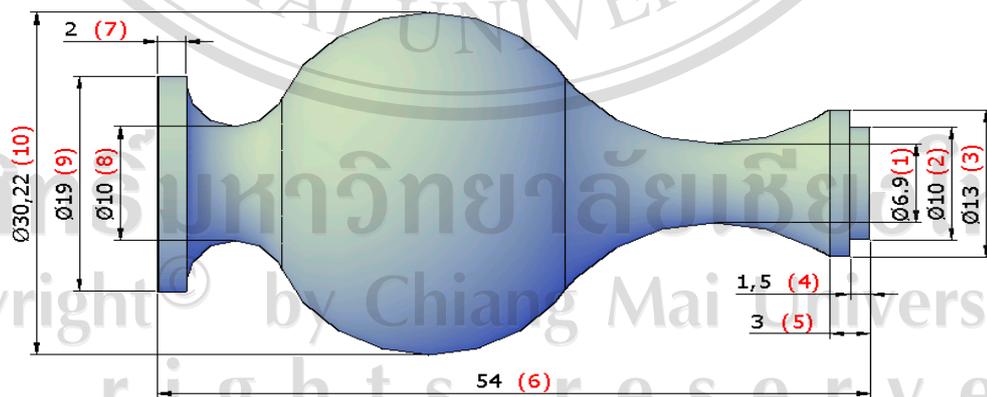
ภาพ 3.12 การกลึงโดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี



ภาพ 3.13 ชิ้นงานสำเร็จ

3.4 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

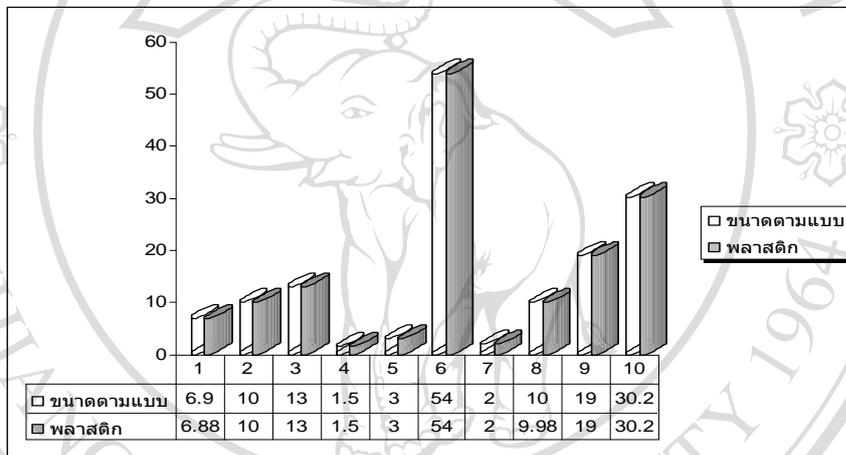
โดยเปรียบเทียบเวลาในการผลิตระหว่างการผลิตแบบดั้งเดิมกับวิธีการขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซีและเปรียบเทียบขนาดความแตกต่างของชิ้นงานระหว่างการผลิตแบบดั้งเดิมกับวิธีการขึ้นรูปโดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี ซึ่งขนาดของชิ้นงานได้กำหนดตามภาพ 3.14



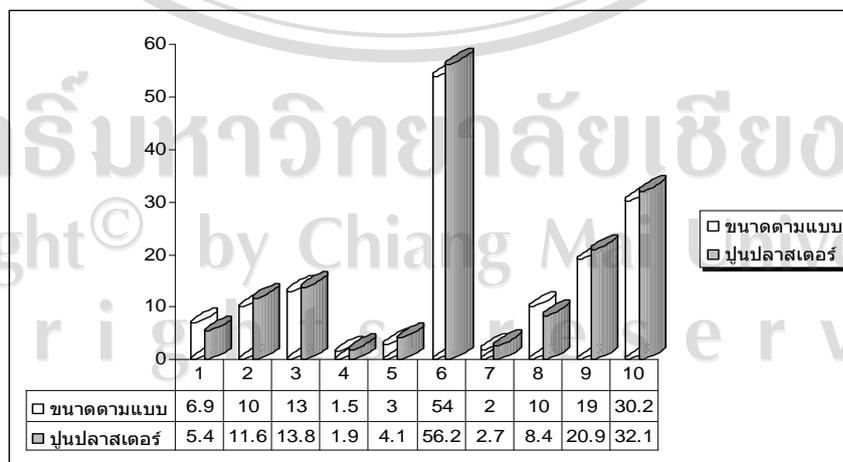
ภาพ 3.14 ลักษณะชิ้นงานและตำแหน่งตรวจเช็คขนาด 10 ตำแหน่ง



ภาพ 3.15 แสดงการวัดขนาดชิ้นงานโดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์



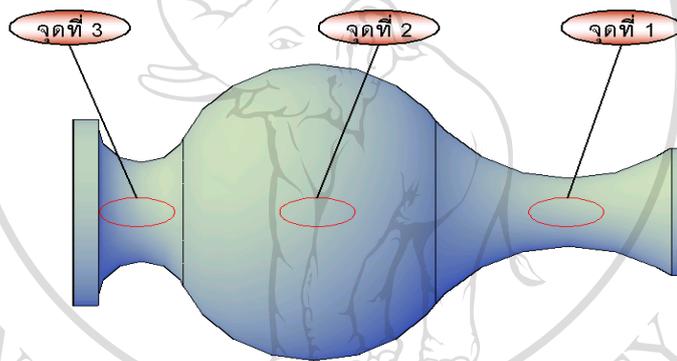
ภาพ 3.16 แสดงการเปรียบเทียบขนาดชิ้นงานพลาสติกกับขนาดจริงตามแบบ



ภาพ 3.17 แสดงการเปรียบเทียบขนาดชิ้นงานปูนพลาสติกกับขนาดจริงตามแบบ

จากภาพ 3.16 ซึ่งได้แสดงการเปรียบเทียบขนาดชิ้นงานพลาสติกที่ขึ้นรูปโดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี กับขนาดกำหนดตามแบบ พบว่าขนาดที่วัดได้นั้นคลาดเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดเพียง 0.066 % และในภาพ 3.17 ได้เปรียบเทียบขนาดชิ้นงานปูนปลาสเตอร์ที่ขึ้นรูปโดยเครื่องจักรึงกับขนาดกำหนดตามแบบ พบว่าขนาดที่วัดได้นั้นคลาดเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดถึง 4.99 %

การวัดค่าความหยาบของผิวชิ้นงานจากพลาสติกทั้ง 2 ชนิด โดยวัดบริเวณผิวขอบด้านบน ตรงกลางและบริเวณฐานล่าง ดังภาพ 3.18 โดยใช้เครื่องมือวัดค่าความหยาบผิวชิ้นงาน ที่ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังแสดงในภาพ 3.19 และภาพ 3.20



ภาพ 3.18 แสดงตำแหน่งวัดค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน



ภาพ 3.19 เครื่องวัดความหยาบผิว (Mitutoyo SurfTest SJ - 400)

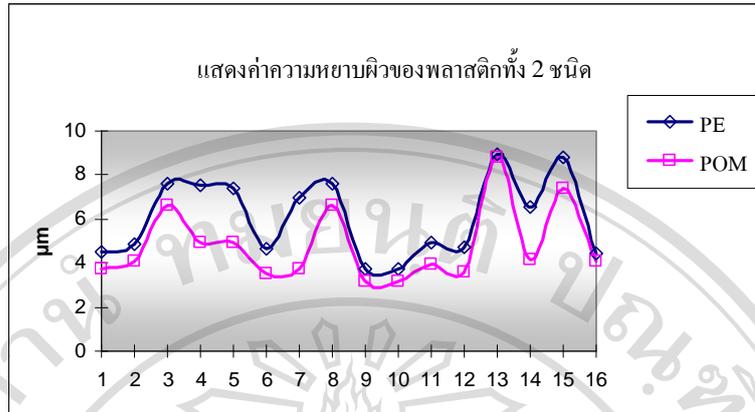


ภาพ 3.20 การวัดค่าด้วยเครื่องวัดความหยาบผิวชิ้นงาน (Mitutoyo Surftest SJ - 400)

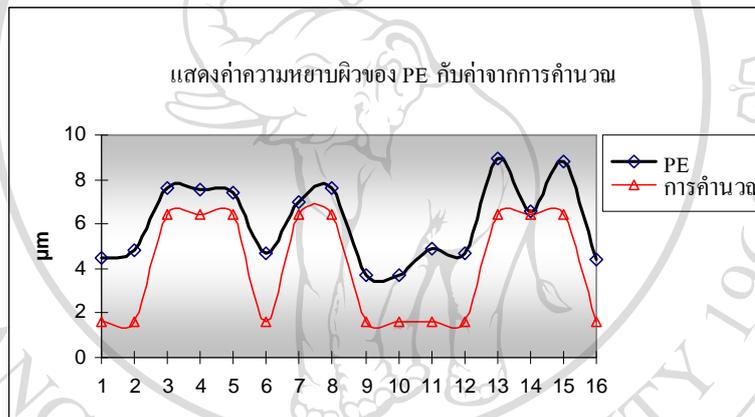
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมประมวลผลด้วยโปรแกรมมินิแทบ เพื่อหาผลลัพธ์และข้อสรุปที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ส่วนผลการทดลองเบื้องต้นได้บันทึกค่าเฉลี่ย และแสดงไว้ตามตาราง 3.3 โดยค่าดังกล่าวได้ทำการทดสอบสมมติฐาน(Hypothesis Testing) ของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทั้ง 3 จุดแล้ว (ดังแสดงในภาคผนวก ง) พบว่าค่าเฉลี่ยของความหยาบผิวทั้ง 3 จุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 3.3 แสดงการบันทึกผลการทดลองด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2^k

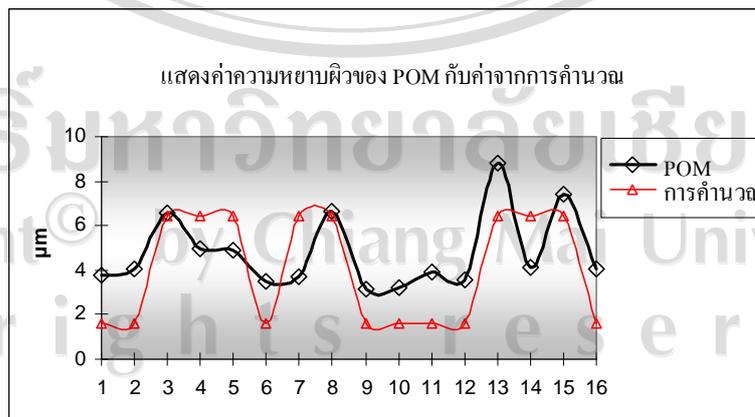
Std Order	Run Order	Depth of Cut	Feed Rate	Cutting Speed	Surface Roughness (μm)			Time (min)
					คำนวณ	PE	POM	
10	1	1	0.1	100	1.6	4.51	3.75	32.58
9	2	0.5	0.1	100	1.6	4.83	4.09	34.17
12	3	1	0.2	100	6.4	7.6	6.59	16.29
15	4	0.5	0.2	120	6.4	7.54	4.94	14.17
7	5	0.5	0.2	120	6.4	7.4	4.9	14.17
6	6	1	0.1	120	1.6	4.68	3.53	27.28
11	7	0.5	0.2	100	6.4	6.99	3.71	17.08
4	8	1	0.2	100	6.4	7.6	6.61	16.29
5	9	0.5	0.1	120	1.6	3.71	3.15	28.34
13	10	0.5	0.1	120	1.6	3.74	3.2	28.34
1	11	0.5	0.1	100	1.6	4.9	3.94	34.17
14	12	1	0.1	120	1.6	4.71	3.56	27.28
16	13	1	0.2	120	6.4	8.93	8.79	13.44
3	14	0.5	0.2	100	6.4	6.56	4.12	17.08
8	15	1	0.2	120	6.4	8.8	7.42	13.44
2	16	1	0.1	100	1.6	4.42	4.08	32.58
						$\bar{x} = 6.0575$	$\bar{x} = 4.7738$	
					$Ra \approx 0.032 f^2/R$	Surftest SJ-400		



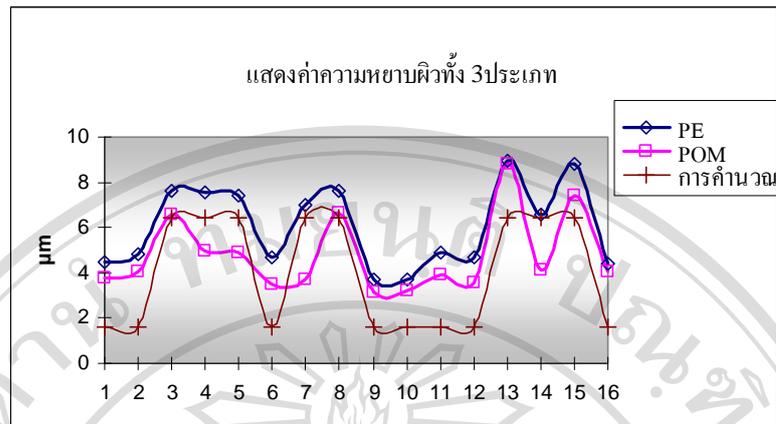
ภาพ 3.21 แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวของ PE กับ POM



ภาพ 3.22 แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวของ PE กับค่าจากการคำนวณ



ภาพ 3.23 แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวจากการวัดด้วยเครื่องกับค่าจากการคำนวณ



ภาพ 3.24 แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวทั้ง 3 ประเภท

จากภาพ 3.21- 3.24 ได้แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวของพลาสติกที่วัดได้ด้วยเครื่องวัดค่าความหยาบผิวกับค่าที่ได้จากการคำนวณ สำหรับการดำเนินงานวิจัยเพื่อหาสภาวะการทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซี ในการสร้างต้นแบบจากพลาสติก แต่จากการทดลองกลึงขึ้นรูปได้ใช้พลาสติก 2 ชนิดเพื่อเปรียบเทียบความหยาบผิว ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องวิเคราะห์หาพลาสติกที่เหมาะสม เพียงชนิดเดียว โดยผู้วิจัยได้ทดลองเชิงเปรียบเทียบแบบง่าย (Simple Comparative Experiment) โดยเปรียบเทียบค่าความหยาบของผิวชิ้นงานกลึงของพลาสติกทั้ง 2 ชนิดว่าแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งใช้เทคนิค การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) และใช้ t (t - test) สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

ซึ่งในการทดลองนี้เราอาจคิดว่ามัชฌิมของความหยาบผิวของพลาสติกทั้งสองมีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

โดยที่ μ_1 เป็นมัชฌิมของความหยาบผิวของ Polypropylene (PE) และ μ_2 เป็นมัชฌิมของความหยาบผิว ของ Polyoxymethylene (POM)

การทดสอบที่เหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบมัชฌิมของ 2 ปัจจัย คือ

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

ตาราง 3.4 แสดงค่าทางสถิติ ซึ่งประมวลผลด้วยโปรแกรมมินิแทป (Minitab)

Descriptive Statistics: PE						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
PE	16	6.057	5.730	6.020	1.792	0.448
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
PE	3.710	8.930	4.553	7.585		
Descriptive Statistics: POM						
Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
POM	16	4.774	4.085	4.603	1.678	0.419
Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3		
POM	3.150	8.790	3.598	6.178		

โดยที่ \bar{y}_1 และ \bar{y}_2 เป็นมัชฌิม ที่มี n_1 และ n_2 เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง และ S_p^2 เป็นค่าประมาณของความแปรปรวนร่วม $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ ซึ่งคำนวณได้จาก

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

ค่า S_1^2 และ S_2^2 เป็นความแปรปรวนของแต่ละตัว โดยจะทำการเปรียบเทียบ t_0 กับการแจกแจง t ที่ระดับชั้นความเสรี $n_1 + n_2 - 2 = 16 + 16 - 2 = 30$ และเลือกให้ $\alpha = 0.05$ และสามารถแทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_p^2 = \frac{15(3.211) + 15(2.816)}{30}$$

$$S_p^2 = 3.0135$$

$$S_p = 1.74$$

และสถิติที่ใช้ทดสอบคือ

$$t_0 = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{6.0575 - 4.77375}{1.74 \sqrt{\frac{1}{16} + \frac{1}{16}}} = 2.087$$

เนื่องจาก $t_0 = 2.087 > t_{0.025,30} = 2.042$ จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปว่ามีชนิดของค่าความหยาบผิวของพลาสติกทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้ โพลีออกซิเมทาไลีน (Polyoxymethylene) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความหยาบของผิวชิ้นงานน้อยกว่า เพื่อทำการวิเคราะห์หาสถานะ การทำงานของเครื่องกลึงซีเอ็นซีในการสร้างต้นแบบ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในบทที่ 4

3.5 การสร้างแบบพิมพ์ (Casting Mold) จากต้นแบบพลาสติก

ซึ่งจะทำการขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อ (Slip Casting) และทดลองผลิตชิ้นงานจากแบบพิมพ์นี้ โดยใช้สถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่าง ๆ ที่ภาควิชาเซรามิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำปางดังแสดงในภาพ 3.25 และภาพ 3.26



ภาพ 3.25 แสดงการสร้างกรอบกันแบบพิมพ์ด้วยไม้

ที่สำคัญหลังจากลากเส้นแบ่งครึ่งรอบแนวตัวต้นแบบแล้วจะต้องใช้น้ำสบู่ทาป้องกันต้นแบบก่อน เพื่อป้องกันปูนปลาสเตอร์เกาะติดแน่นซึ่งจะทำให้แกะแบบแม่พิมพ์ได้ยาก เนื่องจาก

ต้นแบบที่ทำจากพลาสติกมีผิวมันในตัวของมันเองอยู่แล้วและยังไม่ดูดซับความชื้นจึงไม่จำเป็นต้องทาน้ำสบู่หลายครั้ง



ภาพ 3.26 แสดงการตกแต่งผิวหน้าแบบพิมพ์ชิ้นแรก

ทำการตกแต่งผิวตามแนวแบ่งครึ่งให้เรียบแล้วนำไปทาน้ำสบู่เพื่อเตรียมเทแบบพิมพ์ชิ้นที่ 2



ภาพ 3.27 แสดงแบบพิมพ์ที่เทเสร็จแล้วพร้อมทั้งตกแต่งผิวและลบคมทุกด้าน

หลังจากเทแบบพิมพ์ชั้นที่ 2 แล้วและได้ตกแต่งผิวโดยรอบให้เรียบและลบคมขอบของแบบพิมพ์ทุกด้าน เมื่อปูนปลาสเตอร์เซตตัวแล้วจึงแกะแบบพิมพ์ออกโดยใช้ค้อนยางเคาะเบา ๆ เพื่อแยกแบบพิมพ์ทั้ง 2 ออกจากกันและทำการตกแต่งปูนปลาสเตอร์ส่วนที่เกินออก



ภาพ 3.28 แสดงแบบพิมพ์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

หลังจากได้แบบพิมพ์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้วตามภาพ 3.28 และต้องนำไปตากแดดให้แห้งก่อนจึงจะสามารถนำไปใช้งานเพื่อการขึ้นรูปด้วยการหล่อได้ ส่วนต้นแบบจากพลาสติกนั้นสามารถนำไปสร้างแบบพิมพ์ได้เรื่อย ๆ เนื่องจากมีความแข็งแรงคงทนกว่าปูนปลาสเตอร์แบบเดิมมาก

3.6 การเปรียบเทียบชิ้นงานจากการผลิตโดยวิธีเดิมกับวิธีการใหม่

โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจให้กลุ่มตัวอย่างประเมินและตอบแบบสอบถาม จำนวน 20 คนเพื่อประเมินและเปรียบเทียบกันในด้านต่าง ๆ ระหว่างต้นแบบจากปูนปลาสเตอร์ซึ่งเป็นการผลิตแบบดั้งเดิมและการผลิตวิธีใหม่ซึ่งทำจากพลาสติกและกลึงขึ้นรูปโดยเครื่องกลึงซีเอ็นซี ตามแบบสำรวจความพึงพอใจต่อไปนี้

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบสำรวจความพึงพอใจในต้นแบบเซรามิกส์ที่ทำจากพลาสติก

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. การศึกษา

ต่ำกว่าปริญญาตรี

ปริญญาตรีหรือเทียบเท่า

ปริญญาโท

ปริญญาเอก

3. สถานะภาพในการทำงาน

ข้าราชการระดับ

ลูกจ้างประจำ

พนักงานราชการ

อื่นๆ (โปรดระบุ)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. ความสวยงาม					
2. ความแข็งแรง ทนทาน (อายุการใช้งาน)					
3. คุณภาพของผิวชิ้นงาน					
4. ความรวดเร็วในการสร้าง					
5. ความเที่ยงตรงของขนาดชิ้นงาน					
6. การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย					
7. การลดปริมาณของเสีย					
8. ส่งเสริมความรู้และเพิ่มทักษะการทำงาน					
9. ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต					
10. ความเหมาะสมในการนำมาใช้ทดแทน ปูนปลาสเตอร์แบบเดิม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....(ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ)

3.7 ศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมสำหรับการสร้างต้นแบบเซรามิกส์ จากพลาสติกทดแทนปูนปลาสเตอร์แบบเดิม

โดยการประเมินทางเลือกระหว่างวิธีการเดิมกับวิธีการใหม่ที่ใช้เครื่องซีเอ็นซี ซึ่งจะ
วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน และการวิเคราะห์การเปรียบเทียบเงินลงทุนด้วยวิธีมูลค่า
เทียบเท่าปัจจุบัน (Present worth – comparison equal lived alternatives) วิเคราะห์อัตรา
ผลตอบแทน (Rate of Return) และการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของทางเลือกที่ได้เลือกใช้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved