

## บทที่ 5

### การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อเขียนโปรแกรมการสั่งงานให้กับเครื่อง ซีเอ็นซี นั้น เราได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์บนโปรแกรมวาดแบบ
2. การทดสอบโดยการผลิตชิ้นงานจริง

#### การจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์บนโปรแกรมวาดแบบ

การจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์นี้ จะเป็นการนำรหัส จีโคดที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาทำการวาดแบบจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์บนโปรแกรมวาดแบบ ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

1. วาดแบบของชิ้นงานที่ต้องการบนโปรแกรมวาดแบบ และเก็บข้อมูลนั้นไว้ในรูปแบบของ DXF ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐาน
2. นำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผ่านเข้าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อทำการเขียนรหัส จีโคด
3. พิมพ์รหัส จีโคด ที่ได้ออกจากเครื่องพิมพ์
4. นำรหัส จีโคด ที่ได้ ไปทำการวาดแบบจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์บนโปรแกรมวาดแบบอีกครั้งหนึ่ง

จากการวาดแบบจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์บนโปรแกรมวาดแบบ จะทำให้เราทราบว่า ตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางของคัทเตอร์ที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องหรือไม่

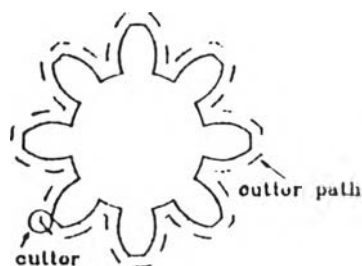
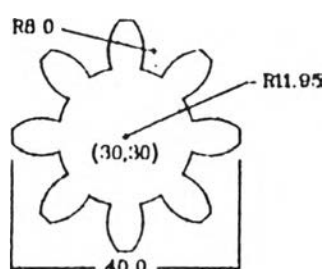
#### การทดสอบโดยการผลิตชิ้นงานจริง

การทดสอบโดยการผลิตชิ้นงานจริงจะกระทำภายหลังจากที่ได้ทำการจำลองการเคลื่อนที่บนโปรแกรมวาดแบบ ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

### 1. ลักษณะของชิ้นงานที่มีระดับความหนาเท่ากันตลอด

การผลิตชิ้นงานประเภทนี้จะใช้การกำหนดค่าความลึกเพียงค่าเดียวตลอดแนวทางเดินของจุดศูนย์กลางของคัทเตอร์ โดยผู้ใช้ทำการวาดแบบของชิ้นงานบนชื่อของชิ้นเก็บข้อมูลเดียวกัน

1.1 แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 1 แบบของชิ้นงานนี้เกิดจากการประกอบกันของเส้นโค้งดังในรูปที่ 5.1(ก) จุดอ้างอิงที่ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งและเขียนรหัส จีโคด คือ (30,30) แบบจำลองการเคลื่อนที่ การกำหนดสภาพการทำงานต่างๆ ของเครื่อง ซีเอ็นซี และผลของการเขียนรหัส จีโคด แสดงไว้ในรูปที่ 5.1(ข), 5.1(ค) และ 5.1(ง) ตามลำดับ



รูปที่ 5.1(ก) แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 1

รูปที่ 5.1(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename D:SPUR.DXF	Standard filename B:SPUR.STD	Output filename B:SPUR.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0	cutter Direction : CCW	drilling feed RATE : 10.00
cutter PATH : OUTSIDE	Dimension in : MILLIMETER	Height over object : 1.50
CUTTER diameter : 4.00	Cutting DEPTH : 3.00	drilling Same depth : YES
FEed rate : 30.00	TOol position : -30 -30 50	DRilling depth : 2.0
REFERENCE pt. : 30 30 0		Pocket Making (POH) : NO
		COMPensate I/Olar Canned cycle G40 G52 G01
		SCaling 1:1.00
Inform :		
command :		

รูปที่ 5.1(ค) การกำหนดสภาพการทำงาน สำหรับแบบของชิ้นงานชิ้นที่ 1

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : B:SPUR.CNC  
 LAYER NAME : 0 DIRECTION : CCM  
 PATH : OUTSIDE DIMENSION : MILLIMETER  
 MILLING DIA. : 4.00 MILLING DEPTH : 3.00  
 MILLING RATE : 30.00  
 TOOL POSITION : X -30.00 Y -30.00 Z 50.00  
 REFERENCE POSITION : X 30.00 Y 30.00 Z 0.00  
 DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.50  
 SAME DRILLING DEPTH : 2.00  
 SCALE : 1.00

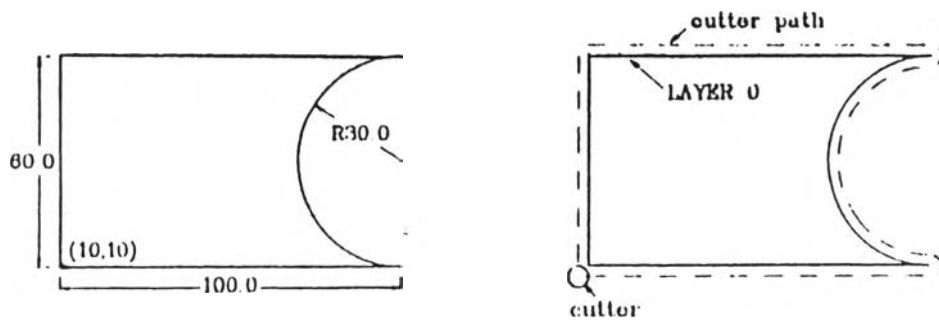
```

X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z50.00
N30 G0 X-30.00 Y-30.00
N35 T1
N40 G0 X-17.00 Y-13.98
N45 G0 Z1.50
N50 G1 Z-3.00 F10.00
N55 F30.00
N60 G3 X-13.98 Y-17.00 I0.00 J0.00
N65 G3 X-5.64 Y-12.78 I-13.82 J-7.00
N70 G3 X-5.03 Y-13.01 I0.00 J0.00
N75 G3 X-2.15 Y-21.89 I4.82 J-14.72
N80 G3 X2.15 Y-21.89 I0.00 J0.00
N85 G3 X5.03 Y-13.01 I-4.82 J-14.72
N90 G3 X5.64 Y-12.78 I0.00 J0.00
N95 G3 X13.98 Y-17.00 I13.82 J-7.00
N100 G3 X17.00 Y-13.98 I0.00 J0.00
N105 G3 X12.78 Y-5.64 I7.00 J-13.82
N110 G3 X13.01 Y-5.03 I0.00 J0.00
N115 G3 X21.89 Y-2.15 I14.72 J4.82
N120 G3 X21.89 Y2.15 I0.00 J0.00
N125 G3 X13.01 Y5.03 I14.72 J-4.82
N130 G3 X12.78 Y5.64 I0.00 J0.00
N135 G3 X17.00 Y13.98 I7.00 J13.82
N140 G3 X13.98 Y17.00 I0.00 J0.00
N145 G3 X5.64 Y12.78 I13.82 J7.00
N150 G3 X5.03 Y13.01 I0.00 J0.00
N155 G3 X2.15 Y21.89 I-4.82 J14.72
N160 G3 X-2.15 Y21.89 I0.00 J0.00
N165 G3 X 5.03 Y13.01 I4.82 J14.72
N170 G3 X-5.64 Y12.78 I0.00 J0.00
N175 G3 X-13.98 Y17.00 I-13.82 J7.00
N180 G3 X-17.00 Y13.98 I0.00 J0.00
N185 G3 X-12.78 Y5.64 I-7.00 J13.82
N190 G3 X-13.01 Y5.03 I0.00 J0.00
N195 G3 X-21.89 Y2.15 I-14.72 J-4.82
N200 G3 X-21.89 Y-2.15 I0.00 J0.00
N205 G3 X-13.01 Y-5.03 I-14.72 J4.82
N210 G3 X-12.78 Y-5.64 I0.00 J0.00
N215 G3 X-17.00 Y-13.98 I-7.00 J-13.82
N220 G1 Z1.50
N225 G0 Z50.00
N230 G0 X-30.00 Y-30.00
X

```

รูปที่ 5.1(ง) รหัส จีโคด สำหรับชิ้นงานชิ้นที่ 1

1.2 แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 2 แบบของชิ้นงานนี้เกิดจากเส้นตรงและเส้นโค้ง ประกอบกัน เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5.2(ก) จะพบว่ากรณีของการเซาะร่องชิ้นงานภายนอก เราจะไม่สามารถหาตำแหน่งที่เชื่อมต่อระหว่างเส้นตรงกับเส้นโค้งได้ แต่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะสามารถสร้างเส้นโค้งขึ้นมาเพื่อเชื่อมต่อระหว่างเส้นตรงและเส้นโค้งดังกล่าว ดังแสดงใน รูปที่ 5.2(ข) การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด ได้แสดงไว้ใน รูปที่ 5.2(ค) และ 5.2(ง) ตามลำดับ



รูปที่ 5.2(ก) แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 2

รูปที่ 5.2(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ คัทเตอร์

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename B:LINEARC.DXF	Standard filename B:LINEARC.STD	Output filename B:LINEARC.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0 cutter Direction : CCM cutter PATH : OUTSIDE DIMension in : MILLIMETER CUTLer diameter : 8.00 cutting DEpth : 3.00 FEed rate : 40.00 TOol position : -30 -30 50 REference pt. : 10 10 0	drilling feed RATE : 10.00 HRight over object : 2.00 drilling Same depth : YES DRilling depth : 1.5 PockeT Making (POM) : NO COmpensate POlar Canned-cycle G40 G52 G81 SCaling 1:1.00	
inform :		
command :		



รูปที่ 5.2(ค) การกำหนดสภาพการทำงาน สำหรับแบบของชิ้นงานชิ้นที่ 2

1.3 แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 3 แบบของชิ้นงานนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบของชิ้นงานชิ้นที่ 2 ดังรูปที่ 5.3(ก) ปัญหาสำคัญของแบบชิ้นงานนี้ คือ ในกรณีของการเจาะร่องชิ้นงานภายนอก เราจะไม่สามารถหาตำแหน่งที่เชื่อมต่อระหว่างเส้นตรงกับเส้นโค้ง และเส้นโค้งกับเส้นโค้งได้ แต่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถสร้างเส้นโค้งขึ้นมาเพื่อเชื่อมต่อระหว่างเส้นตรงกับเส้นโค้ง และเส้นโค้งกับเส้นโค้ง ดังรูป 5.3(ข) การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด แสดงไว้ในรูปที่ 5.3(ค) และ 5.3(ง) ตามลำดับ

```

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : B:LINEARC.CNC
LAYER NAME : 0   DIRECTION : CCM
PATH : OUTSIDE  DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 8.00  MILLING DEPTH : 3.00
MILLING RATE : 40.00
TOOL POSITION : X -30.00 Y -30.00 Z 50.00
REFERENCE POSITION : X 10.00 Y 10.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00  HEIGHT ABOVE OBJECT : 2.00
SAME DRILLING DEPTH : 1.50
SCALE : 1.00

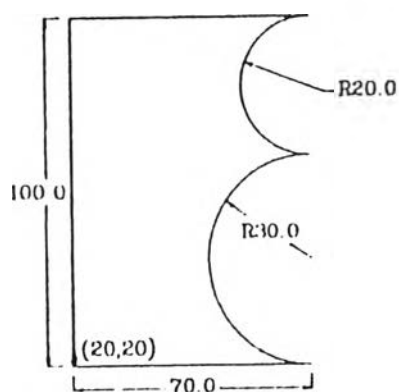
```

```

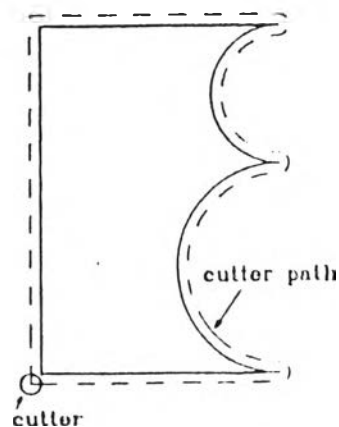
X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z50.00
N30 G0 X-30.00 Y-30.00
N35 T1
N40 G0 X-3.00 Y-3.00
N45 G0 Z2.00
N50 G1 Z-3.00 F10.00
N55 F40.00
N60 G1 X100.00 Y-3.00
N65 G3 X100.00 Y3.00 I100.00 J-0.00
N70 G2 X100.00 Y57.00 I100.00 J30.00
N75 G3 X100.00 Y63.00 I100.00 J80.00
N80 G1 X-3.00 Y63.00
N85 G1 X-3.00 Y-3.00
N90 G1 Z2.00
N95 G0 Z50.00
N100 G0 X-30.00 Y-30.00
X

```

รูปที่ 5.2(ง) รหัส จีโคด สำหรับชิ้นงานชั้นที่ 2



รูปที่ 5.3(ก) แบบของชิ้นงานชั้นที่ 3



รูปที่ 5.3(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ คัทเตอร์

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename B:ARCARC.DXF	Standard filename B:ARCARC.STD	Output filename B:ARCARC.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0 cutter Direction : CCW outter PATH : OUTSIDE DIMension in : MILLIMETER Cutter diameter : 6.00 cutting DEpth : 3.00 FEed rate : 40.00 TOL position : -30 -30 50 REference pt. : 20 20 0	drilling feed RATE : 10.00 HEight over object : 2.00 drilling Same depth : YES DRilling depth : 2.0 Pooket Making (POM) : NO COmpensate POLar CAnned-cycle G40    G52    G81 SCaling 1:1.00	
inform :		
command :		

รูปที่ 5.3(ค) การกำหนดสภาพการทำงาน สำหรับแบบของชิ้นงานชั้นที่ 3

```

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : B:ARCARC.CNC .
LAYER NAME : 0 DIRECTION : CCW
PATH : OUTSIDE DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 6.00 MILLING DEPTH : 3.00
MILLING RATE : 30.00
TOOL POSITION : X -30.00 Y -30.00 Z 50.00
REFERENCE POSITION : X 20.00 Y 20.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 2.00
SAME DRILLING DEPTH : 2.00
SCALE : 1.00

```

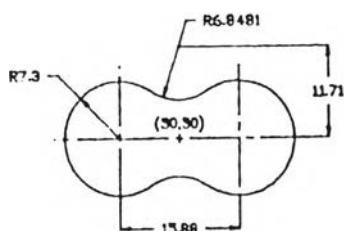
```

X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z50.00
N30 G0 X-30.00 Y-30.00
N35 T1
N40 G0 X-3.00 Y-3.00
N45 G0 Z2.00
N50 G1 Z 3.00 F10.00
N55 F30.00
N60 G1 X70.00 Y-3.00
N65 G3 X70.00 Y3.00 I70.00 J-0.00
N70 G2 X70.00 Y57.00 I70.00 J30.00
N75 G3 X70.00 Y63.00 I70.00 J60.00
N80 G2 X70.00 Y97.00 I70.00 J80.00
N85 G3 X70.00 Y103.00 I70.00 J100.00
N90 G1 X-3.00 Y103.00
N95 G1 X-3.00 Y-3.00
N100 G1 Z2.00
N105 G0 Z50.00
N110 G0 X-30.00 Y-30.00
X

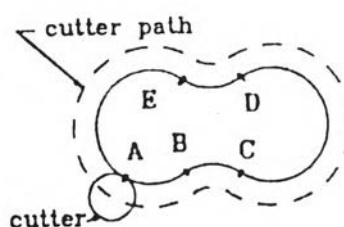
```

รูปที่ 5.3(ง) รหัส จีโค้ด สำหรับชิ้นงานชั้นที่ 3

1.4 แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 4 แบบของชิ้นงานชิ้นนี้เกิดจากการประกอบกันของเส้นโค้ง 5 ส่วน ได้แก่ เส้นโค้ง AB, BC, CD, DE และ EA ตามลำดับดังรูปที่ 5.4(ก) โดยปกติชิ้นงานนี้ควรประกอบด้วยเส้นโค้งเพียง 4 ส่วน ได้แก่ เส้นโค้ง BC, CD, DE และ EC สาเหตุที่เราต้องแยกเส้นโค้ง EB ออกเป็นเส้นโค้ง EA และ AB คือ ในกรณีที่ใช้เส้นโค้งเพียง 4 ส่วน จะพบว่าจุด B ซึ่งเป็นจุดที่ใกล้จุดกำเนิดมากที่สุด จะเป็นจุดเริ่มต้นในการพิจารณาตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ แต่เนื่องจากคอร์ดของเส้นโค้งที่ประกอบกันที่จุด B ทำมุมกันเกินกว่า 180 (แกนของมุมที่ประกอบกันที่จุดพิจารณาจะต้องมีความยาวเท่ากันสำหรับค่าความยาวแกนของมุมที่ใช้ จะได้จากการเปรียบเทียบค่าความยาวที่สั้นกว่า จากจุดพิจารณาไปยังจุดสิ้นสุดของแต่ละเส้นที่ประกอบกันที่จุดพิจารณา) ซึ่งจะทำให้ตำแหน่งและทิศทางการโคจรตรงข้ามกับที่ผู้ใช้กำหนดดังได้กล่าวในหัวข้อ 3.4 แบบจำลองการเคลื่อนที่ การกำหนดสถานการณ์ทำงาน และผลของการเขียนรหัส G-code ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.4(ข), 5.4(ค) และ 5.4(ง) ตามลำดับ



รูปที่ 5.4(ก) แบบของชิ้นงานชิ้นที่ 4



รูปที่ 5.4(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของคัทเตอร์

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987		
Source filename B:CHAIN.DXF	Standard filename B:CHAIN.STD	Output filename B:CHAIN.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0 cutter Direction : CCH cutter PATH : OUTSIDE Dimension in : MILLIMETER Cutter diameter : 6.00 cutting DEPTH : 10.00 FEed rate : 15.00 TOol position : -30 -30 50 Reference pt. : 30 30 0	drilling feed RATE : 10.00 HEight over object : 2.00 drilling Same depth : YES DRilling depth : 11.0 PockeL Making (POM) : NO COmpensate 101er CAMed-cycle G40 G52 G01 SCalling 1:1.00	
Inform :		
Command :		

รูปที่ 5.4(ค) การกำหนดสถานการณ์ทำงาน สำหรับแบบของชิ้นงานชิ้นที่ 4

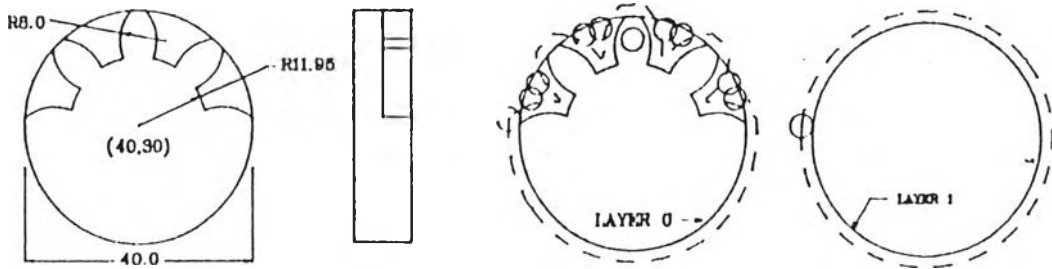
```

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : B:CHAIN.CNC
LAYER NAME : 0   DIRECTION : CCW
PATH : OUTSIDE  DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 6.00  MILLING DEPTH : 10.00
MILLING RATE : 15.00
TOOL POSITION : X -30.00 Y -30.00 Z 50.00
REFERENCE POSITION : X 30.00 Y 30.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00  HEIGHT ABOVE OBJECT : 2.00
SAME DRILLING DEPTH : 11.00
SCALE : 1.00
    
```

```

X
N5  GO G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 GO Z50.00
N30 GO X-30.00 Y-30.00
N35 T1
N40 GO X-13.21 Y-8.85
N45 GO Z2.00
N50 G1 Z-10.00 F10.00
N55 F15.00
N60 G3 X-2.16 Y-8.53 I-7.94 J0.00
N65 G2 X2.16 Y-8.53 I0.00 J-11.71
N70 G3 X2.16 Y8.53 I7.94 J0.00
N75 G2 X-2.16 Y8.53 I0.00 J11.71
N80 G3 X-13.21 Y-0.00 I-7.94 J0.00
N85 G3 X-13.21 Y-8.85 I-7.94 J0.00
N90 G1 Z2.00
N95 GO Z50.00
N100 GO X-30.00 Y-30.00
X
    
```

รูปที่ 5.4(ง) รหัส จีโคด สำหรับชิ้นงานชั้นที่ 4



รูปที่ 5.5(ก) แบบของชิ้นงานชั้นที่ 5

รูปที่ 5.5(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ คัทเตอร์

2. ลักษณะของชิ้นงานที่มีระดับความหนาแตกต่างกัน

การผลิตชิ้นงานประเภทนี้จะค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากการผลิตชิ้นงานจะต้องมีการลดระดับความหนาของชิ้นงานบางส่วนลง ดังนั้น การวาดแบบของชิ้นงานบนโปรแกรมวาดแบบ จึงต้องมีการแยกชั้นของการเก็บข้อมูลตามความหนาของชิ้นงาน



Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename B:II_SPUR.DXF	Standard filename B:II_SPUR.STD	Output filename B:II_SPUR.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0 cutter Direction : CCW cutter PATH : OUTSIDE Dimension in : MILLIMETER CUTTER diameter : 4.00 cutting DEpth : 1.50 FFed rate : 30.00 TOOL position : -30 -30 50 REference pt. : 40 30 0	drilling feed RATE : 10.00 HEight over object : 2.00 drilling Same depth : NO DRilling depth : 1.50 Pocket Making (POM) : NO COMPensate Polar Canned-cycle G40       G52       G01 SCallng 1:1.00	
Inform :		
command :		

รูปที่ 5.5(ค) การกำหนดสภาพการทำงาน สำหรับแบบของชิ้นงานชั้นที่ 5

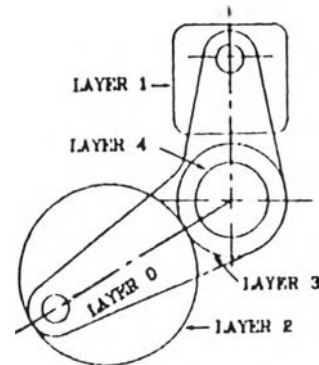
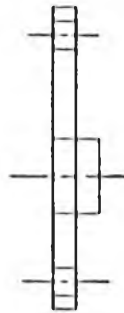
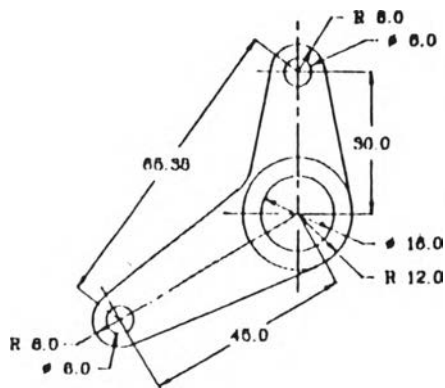
2.1 แบบของชิ้นงานชั้นที่ 5 แบบของชิ้นงานนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบของชิ้นงานชั้นที่ 1 แต่เนื่องจากชิ้นงานนี้มีระดับความหนาที่ไม่เท่ากัน จึงต้องแยกการผลิตออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกจะเป็นการเจาะรูชิ้นงานเมื่อกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการบนชิ้นงานออกไป และทำการเซาะร่องชิ้นงานด้วยค่าความลึกค่าหนึ่งเพื่อให้ได้ลักษณะตามแบบของชิ้นงาน ดังรูปที่ 5.5(ก) ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะเป็นงานเซาะร่องชิ้นงานที่ค่าความลึกอีกค่าหนึ่ง ดังรูปที่ 5.5(ข) การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.5(ค) และ 5.5(ง) ตามลำดับ

2.2 แบบของชิ้นงานชั้นที่ 6 แบบของชิ้นงานดังในรูปที่ 5.6(ก) นี้มีการแบ่งชั้นของการเก็บข้อมูลออกเป็น 5 ชั้นดังรูปที่ 5.6(ข) ซึ่งแต่ละชั้นของการเก็บข้อมูลจะหมายถึงแต่ละขั้นตอนของการผลิตชิ้นงาน ดังนี้

1. ชื่อของชั้นเก็บข้อมูล LAYER 1 ใช้สำหรับงานทำ pocket สี่เหลี่ยม เพื่อลดระดับความหนาของชิ้นงาน การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.6(ค)
2. ชื่อของชั้นเก็บข้อมูล LAYER 2 ใช้สำหรับงานทำ pocket วงกลม เพื่อลดระดับความหนาของชิ้นงาน การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.6(ง)
3. ชื่อของชั้นเก็บข้อมูล LAYER 3 ใช้สำหรับงานเซาะร่องชิ้นงานภายนอก เพื่อลดระดับความหนาของชิ้นงานที่เหลือจากงานทำ pocket การกำหนดสภาพ

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : B:H\_SFUR.CNC  
 LAYER NAME : 0 DIRECTION : CCM  
 PATH : OUTSIDE DIMENSION : MILLIMETER  
 MILLING DIA. : 4.00 MILLING DEPTH : 1.50  
 MILLING RATE : 30.00  
 TOOL POSITION : X -30.00 Y -30.00 Z 50.00  
 REFERENCE POSITION : X 40.00 Y 30.00 Z 0.00  
 DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 2.00  
 SAME DRILLING DEPTH : 1.50  
 SCALE : 1.00

X  
 N5 GO G40 G52 G71 G80 G90  
 N10 T1  
 N15  
 N20 T2  
 N25  
 N30 T0  
 N35 GO Z50.00  
 N40 GO X-30.00 Y-30.00  
 N45 T1  
 N50 G29 LV20=10.00 V21=2.00  
 N55 G81  
 N60 GO X-18.00 Y5.70 Z-1.50  
 N65 GO X-16.70 Y8.40 Z-1.50  
 N70 GO X-8.50 Y16.80 Z-1.50  
 N75 GO X-5.60 Y17.00 Z-1.50  
 N80 GO X5.80 Y17.70 Z-1.50  
 N85 GO X8.60 Y16.80 Z-1.50  
 N90 GO X16.90 Y8.40 Z-1.50  
 N95 GO X18.00 Y5.70 Z-1.50  
 N100 GO X0.00 Y16.00 Z-3.00  
 N105 G80  
 N110 GO Z50.00  
 N115 GO X-30.00 Y-30.0000  
 N120 T0  
 N125 GO Z50.00  
 N130 GO X-30.00 Y-30.00  
 N135 T2  
 N140 GO X-21.89 Y2.15  
 N145 GO Z2.00  
 N150 G1 Z-1.50 F10.00  
 N155 F30.00  
 N160 G3 X21.89 Y2.15 I0.00 J0.00  
 N165 G3 X13.01 Y5.03 I14.72 J-4.82  
 N170 G3 X12.78 Y5.64 I0.00 J0.00  
 N175 G3 X17.00 Y13.98 I7.00 J13.82  
 N180 G3 X13.98 Y17.00 I0.00 J0.00  
 N185 G3 X5.64 Y12.78 I13.82 J7.00  
 N190 G3 X5.03 Y13.01 I0.00 J0.00  
 N195 G3 X2.15 Y21.89 I-4.82 J14.72  
 N200 G3 X-2.15 Y21.89 I0.00 J0.00  
 N205 G3 X-5.03 Y13.01 I4.82 J14.72  
 N210 G3 X-5.64 Y12.78 I0.00 J0.00  
 N215 G3 X-13.98 Y17.00 I-13.82 J7.00  
 N220 G3 X-17.00 Y13.98 I0.00 J0.00  
 N225 G3 X-12.78 Y5.64 I-7.00 J13.82  
 N230 G3 X-13.01 Y5.03 I0.00 J0.00  
 N235 G3 X-21.89 Y2.15 I-14.72 J-4.82  
 N240 G1 Z2.00  
 N245 GO Z50.00  
 N250 GO X-20.33 Y8.42  
 N255 GO Z2.00  
 N260 G1 Z-3.00 F10.00  
 N265 F30.00  
 N270 G3 X22.00 Y0.00 I0.00 J0.00  
 N275 G3 X-0.00 Y22.00 I0.00 J0.00  
 N280 G3 X-20.33 Y8.42 I0.00 J0.00  
 N285 G1 Z2.00  
 N290 GO Z50.00  
 N295 GO X-30.00 Y-30.00  
 X



รูปที่ 5.6(ก) แบบของชิ้นงานชั้นที่ 6

รูปที่ 5.6(ข) แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ  
คัทเตอร์

การทำงาน และผลของการเขียนรหัส จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.6(จ)

4. ชื่อของชั้นเก็บข้อมูล LAYER 4 ใช้สำหรับงานเซาะร่องชิ้นงานภายใน  
ใน เมื่อว่าเร การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส

จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.6(ฉ)

5. ชื่อของชั้นเก็บข้อมูล LAYER 0 ใช้สำหรับงานเซาะร่องชิ้นงานเมื่อ  
ให้ได้ตามแบบที่กำหนดไว้ การกำหนดสภาพการทำงาน และผลของการเขียนรหัส

จีโคด ได้แสดงไว้ในรูปที่ 5.6(ช)

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename B:CRANK.DXF	Standard filename B:LAY1.STD	Output filename B:LAY1.CNC
Milling & Drilling condition		
CIRcu. or rectANG.(TPOCK):TAN roughing feed rate(PFE):30 starting height(HIE):1.00 Max. XYstep over(XY):4.2 Max Zdepth per pass(MZ):1.00 Stock left Finish Cut(SFC):.03 Fe rate for Finish Cut(FFC):35 Tool Diameter(CU):6.00 Pocket Depth.Z(DR):3.00	RETURN to the root menu(RET)	
Inform :		
command :		

```

PROGRAM FOR RECTANGULAR POCKET : B:LAY1.CNC
LAYER NAME : 1 DIRECTION : CCW
DIMENSION : MILLIMETER
ROUGHING FEED RATE : 30.00
HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.00
POCKET DEPTH : 3.00
MAXIMUM XY STEP OVER : 4.20
MAXIMUM Z DEPTH PER PASS : 1.00
STOCK LEFT FOR FINISH CUT : 0.03
FEED RATE FOR FINISH CUT : 35.00
TOOL DIA : 6.00
TOOL POSITION : X -70.00 Y -70.00 Z 70.00
REFERENCE POINT : X 80.00 Y 80.00 Z 0.00
SCALE : 1.00
X
M5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z70.00
N30 G0 X-70.00 Y-70.00
N35 G0 X-12.50 Y14.20
N40 F 30.00
N45 G29 LV10 1.00 V41 25.00 V42 23.10 V43 -3.00
V44 3.00 V45 4.20 V46 1.00 V47 0.03 V48 35.00 V49 8.00
N50 G70
N55 G0 Z70.00
N60 G0 X-70.00 Y-70.00
X

```

รูปที่ 5.6(ค) การกำหนดสภาพการทำงาน และ รหัส ซีโคด สำหรับ LAYER 1

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename B:CRANK.DXF	Standard filename B:LAY2.STD	Output filename B:LAY2.CNC
Milling & Drilling condition		
CIRcul. or recTANG.(TPOCK):CIR roughing feed rate(PFE):30 starting height(HH):1.00 Max. XYstep over(XY):4.2 Max Zdepth per pass(MZ):1.00 Stock left Finish Cut(SFC):.03 Fe.rate for Finish Cut(FFC):35 Tool Diameter(CU):6.00 Pocket DepthZ(DR):3.00		RETURN to the root menu(RET)
inform :		
command :		

```

PROGRAM FOR CIRCULAR POCKET : B:LAY2.CNC
LAYER NAME : 2  DIRECSION : CCH
DIMENSION : MILLIMETER
ROUGHING FEED RATE : 30.00
HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.00
POCKET DEPTH : 3.00
MAXIMUM XY STEP OVER : 4.20
MAXIMUM Z DEPTH PER PASS : 1.00
STOCK LEFT FOR FINISH CUT : 0.03
FEED RATE FOR FINISH CUT : 35.00
TOOL DIA : 6.00
TOOL POSITION : X -70.00 Y -70.00 Z 70.00
REFERENCE POINT : X 80.00 Y 80.00 Z 0.00
SCALE : 1.00
X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z70.00
N30 G0 X-70.00 Y-70.00
N35 F 30.00
N40 G29 L V40 1.00 V41 -27.28 V42 -15.75 V43 -3.00
V44 39.00 V45 4.20 V46 1.00 V47 0.03 V48 35.00 V49 G 00
N45 G77
N50 G0 Z70.00
N55 G0 X-70.00 Y-70.00
X

```

รูปที่ 5.6(ง) การกำหนดสภาพการทำงาน และ รหัส จีโค้ด สำหรับ LAYER 2



Application of Microcomputer Graphical to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chuln. 1987.		
Source filename D:\CRANK.DXF	Standard filename D:\LAY3.STD	Output filename D:\LAY3.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 3 cutler Direction : CCW cutler PATH : OUTSIDE Dimension in : MILLIMETER CUTLER diameter : 6.00 cutting DEPTH : 3.00 FEED rate : 30.00 TOOL position : -70 -70 70 REFERENCE pt. : 80 80 0	drilling feed RATE : 10.00 HEIGHT over object : 1.00 drilling Same depth : YES DRILLING depth : 2.00 Pocket Making (POM) : NO Componente Polar Canned cycle G40 G52 G81 Scaling 1:1.00	
inform :		
command :		

```
PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : D:\LAY3.CNC
LAYER NAME : 3 DIRECTION : CCW
PATH : OUTSIDE DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 6.00 MILLING DEPTH : 3.00
MILLING RATE : 30.00
TOOL POSITION : X -70.00 Y -70.00 Z 70.00
REFERENCE POSITION : X 80.00 Y 80.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.00
SAME DRILLING DEPTH : 3.00
SCALE : 1.00
```

```
*
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z70.00
N30 G0 X-70.00 Y-70.00
N35 T1
N40 G0 X-8.30 Y5.80
N45 G0 Z1.00
N50 G1 Z-3.00 F10.00
N55 F30.00
N60 G3 X10.24 Y-4.02 I0.00 J0.00
N65 G3 X7.00 Y8.40 I0.00 J0.00
N70 G3 X-0.30 Y5.80 I0.00 J0.00
N75 G1 Z1.00
N80 G0 Z70.00
N85 G0 X-70.00 Y-70.00
*
```

รูปที่ 5.6(จ) การกำหนดสภาพการทำงาน และ รหัส จีโคด สำหรับ LAYER 3

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chula. 1987.		
Source filename D:CRANK.DXF	Standard filename D:LAY4.STD	Output filename D:LAY4.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 4 cutter Direction : CCW cutter PATH : INSIDE Dimension in : MILLIMETER Cutter diameter : 8.00 cutting Depth : 8.00 Feed rate : 30.00 Tool position : -70 -70 70 Reference pt. : 80 80 0	drilling feed RATE : 10.00 Height over object : 1.00 drilling Same depth : YES Drilling depth : 2.00 Pocket Making (POM) : NO Compensate Polar Canned cycle G40 G52 G81 Scaling 1:1.00	
Inform :		
command :		

```

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : D:LAY4.CNC
LAYER NAME : 4 DIRECTION : CCW
PATH : INSIDE DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 8.00 MILLING DEPTH : 8.00
MILLING RATE : 30.00
TOOL POSITION : X -70.00 Y -70.00 Z 70.00
REFERENCE POSITION : X 80.00 Y 80.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.00
SAME DRILLING DEPTH : 3.00
SCALE : 1.00

```

```

X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z70.00
N30 G0 X-70.00 Y-70.00
N35 T1
N40 G0 X-8.80 Y1.80
N45 G0 Z1.00
N50 G1 Z-6.00 F10.00
N55 F30.00
N60 G3 X0.21 Y-3.69 10.00 J0.00
N65 G3 X2.32 Y8.70 10.00 J0.00
N70 G3 X-8.80 Y1.80 10.00 J0.00
N75 G1 Z1.00
N80 G0 Z70.00
N85 G0 X-70.00 Y-70.00
X

```

รูปที่ 5.6(จ) การกำหนดสภาวะการทำงาน และ รหัส ซีโค้ด สำหรับ LAYER 4

Application of Microcomputer Graphics to control of a CNC Machine		
Version 1.0 (C) Copyright Control Lab., Mech. Dept., Chuln. 1987.		
Source filename D:CRANK.DXF	Standard filename D:LAYO.STD	Output filename D:LAYO.CNC
Milling & Drilling condition		
Layer name : 0 cutter Direction : CCW cutter PATH : OUTSIDE Dimension in : MILLIMETER Cutter diameter : 6.00 milling Depth : 6.00 Feed rate : 30.00 Tool position : -70 -70 70 Reference pt. : 80 80 0	drilling feed Rate : 10.00 Height over object : 1.00 drilling Same depth : YES Drilling depth : 2.00 Pocket Making (POM) : NO Compensate Polar Canned cycle G40 G52 G81 Scaling 1:1.00	
Inform :		
Command :		

```

PROGRAM FOR MILLING & DRILLING : D:LAYO.CNC
LAYER NAME : 0 DIRECTION : CCW
PATH : OUTSIDE DIMENSION : MILLIMETER
MILLING DIA. : 6.00 MILLING DEPTH : 6.00
MILLING RATE : 30.00
TOOL POSITION : X -70.00 Y -70.00 Z 70.00
REFERENCE POSITION : X 80.00 Y 80.00 Z 0.00
DRILLING RATE : 10.00 HEIGHT ABOVE OBJECT : 1.00
SAME DRILLING DEPTH : 2.00
SCALE : 1.00

```

```

X
N5 G0 G40 G52 G71 G80 G90
N10 T1
N15
N20 T0
N25 G0 Z70.00
N30 G0 X-70.00 Y-70.00
N35 T1
N40 G0 X-35.55 Y-70.02
N45 G0 Z1.00
N50 G1 Z-6.00 F10.00
N55 F30.00
N60 G1 X5.70 Y-13.07
N65 G3 X14.70 Y3.00 I0.00 J0.00
N70 G1 X0.02 Y31.80
N75 G3 X-0.02 Y31.80 I0.00 J30.00
N80 G1 X-13.21 Y10.29
N85 G2 X-15.05 Y7.33 I-18.11 J11.29
N90 G1 X-44.47 Y-15.38
N95 G3 X-35.55 Y-30.02 I-38.97 J-22.50
N100 G1 Z1.00
N105 G0 Z70.00
N110 G0 X-70.00 Y-70.00
X

```

รูปที่ 5.6(ข) การกำหนดสภาพการทำงาน และ รหัส ซีโคด สำหรับ LAYER 0