

## 共通実験Ⅱ

### NC 工作機械のプログラミングと加工

世界最初の数値制御工作機械は、昭和 27 年に米国の MIT（マサチューセッツ工科大学）で公開された。真空管を使った回路による三次元 NC フライス盤であった。わが国における NC（Numerical Control）の開発は昭和 30 年代に入ってから行われ、昭和 32 年に東京工業大学が倣い旋盤を改良して NC 旋盤 1 号機を試作し、また工業技術院（現産業技術総合研究所）機械試験所では NC フライス盤を試作し、昭和 34 年に機械試験所で NC 治具中ぐり盤を完成した。そして、この年に日立精機(株)（現(株)森精機ハイテック）と富士通ファナック(株)（現ファナック(株)）が協力して NC フライス盤を商品として出荷し、工場で稼動し始めた。

その後、昭和 50 年代になると電子技術の発展と共に工作機械も改良が進み、多機能で使いやすく信頼性の高い CNC（Computerized NC）工作機械となり、現在のわが国の工作機械生産量は世界のトップである。

#### 題 目 I

#### NC フライスのプログラミング（I）と加工

##### 1. 目 的

NC 工作機械は汎用工作機械では加工するのに非常に困難、あるいは不可能な形状を比較的容易に加工することができる。この実験では NC フライスの初級のプログラミングを習得し、簡単な加工図面のプログラムを作り、それを NC に入力しワークを加工する。

##### 2. NC フライスの取扱い方

NC フライスによりワークを加工するには、まず、加工図面から NC フ

ライスに受け入れられるプログラムを作り、つぎにそれをNCフライスに  
入力し実行させる。

ワークと工具を機械に取り付け、プログラムをスタートさせて工具ある  
いはテーブルを動かし加工を行なう。

ここで言う工具とは、フライス盤で加工に用いる切削工具で、エンドミ  
ル、フルバックカッター、ドリル等の刃物類のことである。

## 2. 1 加工図面と工具の動き

加工図面に記入する座標系は、NCフライスのプログラムに適する座標  
系であることが必要である。

工具は入力されたプログラムに従って動く。

加工図面上の座標系とNCフライスの座標系を次図に示す。

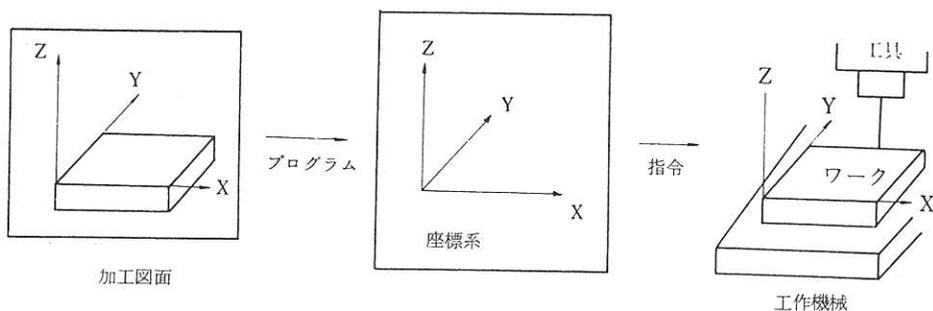


図 1

図 2

図 3

## 2. 2 機械原点

NC工作機械にはすべて機械固有の絶対座標（X軸、Y軸、Z軸）が0  
の機械原点があり、原点復帰を行わないと機種によっては機械は作動しな  
いこともある。これは機械操作のとき最初に行なう作業で、操作方法は機  
械操作のときに説明する。

## 2. 3 リファレンス点およびイニシアル点

リファレンス点は機械特定の位置に設けられ、この位置で工具の交換を行なう。また、座標系の設定を行なうのに用いる。

イニシアル点は加工基準点の上方に設け、プログラムをスタートさせる点である。そして簡単な加工の場合、工具交換を行なわないのでリファレンス点は設けずに、イニシアル点でプログラムの座標系の設定を行ない、機械を作動させる。

## 2. 4 イニシアル点の設定

イニシアル点をワークのどこにするかを決める。ここでは、比較的わかりやすいワークの中心、あるいは大きな円弧があればその中心（X軸、Y軸とも）および上方向100mm（Z軸）に設定する。この数値はプログラムを作成するときに必要なである。

## 2. 5 加工条件の設定

プログラミングは、加工図面よりどの位置から加工を開始するかを決める。また次の事項を考慮する。

1) ワークの取り付け方法・・・・・・・・・・バイス

2) 使用工具・・・・・・・・・・加工に適する径のエンドミル

3) 切削条件

この実験では軟材料を加工するので次に示す切削条件によりプログラミングを行なう。

X軸Y軸の切削送り 100mm/min、Z軸の切削送り30mm/min

（主軸回転数は機械の操作盤のダイヤルで設定するので、プログラムには入れない）

### 3. NCフライスの主なコードリスト

#### 3.1 Gコード

コード	グループ	意	味
* G 0 0 * G 0 1 * G 0 2 * G 0 3	0 1	位置決め 直線補間 円弧補間 C W 円弧補間 C C W	(早送り) (切削送り) (切削送り) (切削送り)
* G 0 4	0 0	ドウェル	
* G 1 7	0 2	X-Y平面	(加工する平面の指定)
* (G 4 0) * G 4 1 * G 4 2 G 4 3 G 4 4 (G 4 9)	0 7   0 8	工具径補正キャンセル 工具径補正進行方向左側にオフセット 工具径補正進行方向右側にオフセット 工具長補正 + 工具長補正 - 工具長補正キャンセル	
G 5 4 G 5 5 G 5 6 G 5 7 G 5 8 G 5 9	1 4	ワーク座標系 1 選択 ワーク座標系 2 選択 ワーク座標系 3 選択 ワーク座標系 4 選択 ワーク座標系 5 選択 ワーク座標系 6 選択	
G 7 3 G 7 4 G 7 6 (G 8 0) } G 8 9	0 9	固定サイクル	後 記
* G 9 0 * G 9 1	0 3	アブソリュート指令 インクレメンタル指令	

G 1 0 G 1 1 G 9 2	0 0	データ設定 データ設定モードキャンセル ワーク座標系の変更 (設定)
G 9 8 G 9 9	1 0	固定サイクルイニシャルレベル復帰 固定サイクルR点レベル復帰

Gコードのうち ( ) で囲まれたGコードは、電源投入時あるいは、リセットされた後、そのコードの状態になっている。

### 3. 2 Mコード・その他のコード

コード	機 能
M 0 0	一時停止・プログラムストップ
M 0 2	プログラム終了
* M 0 3	主軸正回転
M 0 4	主軸逆回転
M 0 5	主軸回転停止
M 0 6	工具交換
M 0 8	クーラント起動
M 0 9	クーラント停止
* M 3 0	全停止・リワインド
* M 9 8	サブプログラム呼出し
* M 9 9	サブプログラム終了
* F : 切削送り速度 mm/min	F <u>(数値)</u> 小数点は付けない
* D : 工具径補正・Dオフセット	D <u>(数値)</u> 小数点は付けない
H : 工具長補正・Hオフセット	H <u>(数値)</u> 小数点は付けない
* L : サブプログラムを駆動させる回数	L <u>(数値)</u> 小数点は付けない
* P : サブプログラムの番号の前に付ける	
* R : 円弧指令の半径	$0^\circ < \theta \leq 180^\circ$ の場合のみ
* I・J : 円弧指令の中心指定	I = X軸の中心までの距離 J = Y軸の中心までの距離 $0^\circ < \theta \leq 360^\circ$
S : スピンドル回転数 rev/min	S <u>(数値)</u> 小数点は付けない
T : 工具交換・工具番号	T <u>(数値)</u> 小数点は付けない

## 4. NCフライスのプログラム

NCフライスのプログラムは、前頁に示すGおよびMとD、F、P、Lなどのコードを用いて作る。

### 4. 1 Gコードのグループ

Gコードには次の2種類がある。

種 別	意 味
ワンショットのGコード	指令されたブロックに限りそのコードが意味を持つもの。 <u>00グループのGコードはモーダルでないGコードであり、指令されたブロックのみ有効である。</u>
モーダルなGコード	00グループ以外のGコードで、グループ別に分類され <u>同一グループの他のGコードが現れるまで有効なもの。</u> (次のブロックでは省略しても良い)

Gコードは異なるグループであれば、幾つでも同一ブロックに指令することができる。

ただし同じグループに属するGコードを同一ブロックに2つ以上指令した場合には、後で指令したGコードが有効となる。(G02 G03と同一ブロックに入力したときは、G02は無視されてG03が有効となる。)

### 4. 2 平面指定、およびアブソリュート入力とインクリメンタル入力

加工する平面を指定する。 ここでは、G17を指定する。

※G17 X-Y平面      G18 X-Z平面  
G19 Y-Z平面

工具の移動指令を与えるのに、座標系の座標値で入力するアブソリュート入力と、工具の移動距離で入力するインクリメンタル入力とがある。

G90 アブソリュート入力

※G91 インクリメンタル入力

アブソリュート入力とインクリメンタル入力のそれぞれについて（工具の中心）移動指令の例を次に示す。

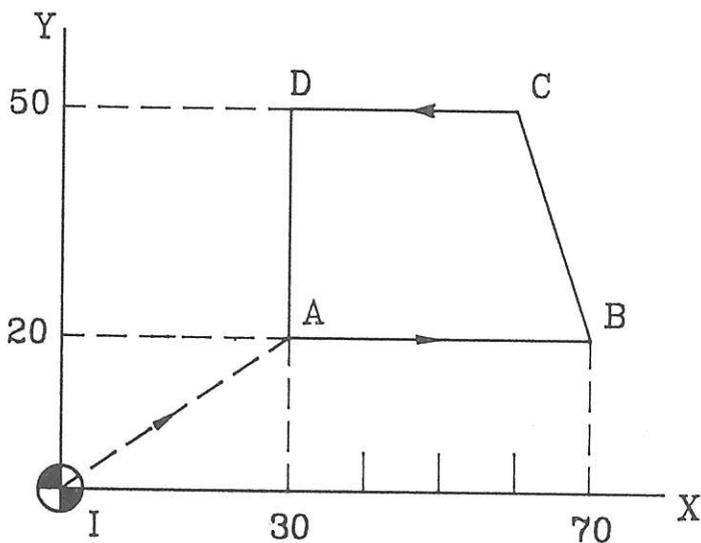


図4

	G90	アブソリュート入力	G91	インクリメンタル入力
I → A	(G00)	X30. Y20. ;	(G00)	X30. Y20. ;
A → B	(G01)	X70. Y20. ;	(G01)	X40. Y0 ;
B → C		X60. Y50. ;		X-10. Y30. ;
C → D		X30. Y50. ;		X-30. Y0 ;
D → A		X30. Y20. ;		X0 Y-30. ;
A → I	(G00)	X00 Y00 ;	(G00)	X-30. Y-20. ;

ここでは、G91（前の位置から次の位置までの距離）を使用する。

#### 4. 3 整数入力と小数点入力および改行

移動指令を与える際の寸法の単位は $\mu\text{m}$  (0.001mm) で指令することになっているが、65mm移動を指令するのに65000と入力しなければならないので、0の数多くて不便である。そこで、小数点を打つことにより0の数を少なくすることができる。すなわち、65. と入力すればよい。ただし、小数点を打ち忘れると0.065mmしか移動しないので注意が必要である。もちろん、12.538mmのときは12538が良いが、小数点を打ったり打たなかったりすると間違いの元となるので、長さの数値には必ず小数点を打つこと。

なお送り速度Fその他Dなどには小数点を打ってはならない。

改行はブロックの最後にEOB (End of Block) = ; を打つこと。

#### 4. 4 機械の基本運動

NCフライスの動きは、特殊なものを除けば次の4つが基本になっている。

G00	位置決め		(早送り)
G01	直線補間		(切削送り)
G02	円弧補間	CW	(時計回り切削送り)
G03	円弧補間	CCW	(反時計回り切削送り)

- ① G00の早送りは、送り速度を指示しなくて良い。機械固有の速度で移動する。

例 G00 X20. Y35. ; [ ; = EOB (End of Block) ]

- ② G01、G02、G03における切削送りではワークの材質および工具の種類、回転数等によりそれに適する送り速度を指令する。

送り速度はFに続く数値で入力する。(小数点は打たなくて良い)

例 G01 X35. F100 ; (Xの正の方向に35mmの距離を  
100 mm/min の速さで切削移動)

- ③ G02およびG03の円弧補間の命令には、R指令と、I・J指令とがある。

R指令は  $0^\circ < \theta \leq 180^\circ$ 、I・J指令は  $0^\circ < \theta \leq 360^\circ$

例 1

図の左から右へ進行するとき  
円弧補間は G02

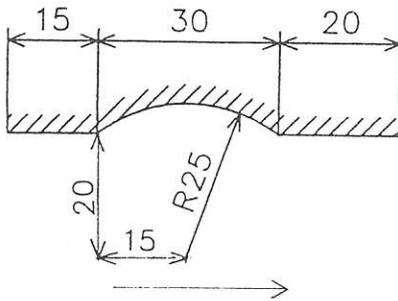


図 5

例 2

図の左から右上に進行するとき  
円弧補間は G03

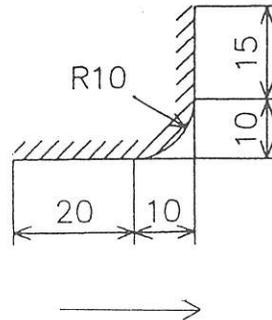


図 6

\* 上図の動きについてのプログラムを次に示す。

R指令は円弧の始まる位置から終る位置までのXとYの長さと同半径を指令する。

例 1 (図 5)

```
G01 X15. F100 ;
G02 X30. Y0 R25. ;
G01 X20. ;
```

例 2 (図 6)

```
G01 X20. F100 ;
G03 X10. Y10. R10. ;
G01 Y15. ;
```

I・J指令は円弧の始まる位置から終る位置までのXとYの長さと同半径を指令する。円弧の始まる位置から見た円弧の中心をI(X), J(Y)で指令する。

例 1 (図 5)

```
G01 X15. F100 ;
G02 X30. Y0 I15. J-20. ;
G01 X20. ;
```

例 2 (図 6)

```
G01 X20. F100 ;
G03 X10. Y10. I0 J10. ;
G01 Y15. ;
```

#### 4. 5 工具補正 (オフセット)

プログラムは加工図面の寸法により入力されるので、工具の中心はそれより半径Rだけ離れなければならない。このように工具を加工形状より、

ある距離だけ離すことをオフセットと言う。オフセットはあらかじめオフセット表に登録しておき、G41またはG42のブロックにD\*\*で入力する。

また、加工が終了したときは、G40によりオフセットをキャンセルしなければならない。（加工終了後、加工基準点に戻すため）

G40 工具補正キャンセル

G41 工具進行方向の左側にオフセット

G42 工具進行方向の右側にオフセット

オフセットはX軸、Y軸での動きのあるブロックのうち直線移動をするG00、G01と共に指令する。G02、G03あるいはZ軸で指令してはならない。オフセットキャンセルも同様である。（G17指令のとき）

図7はワーク形状とオフセットされた工具経路を示す。

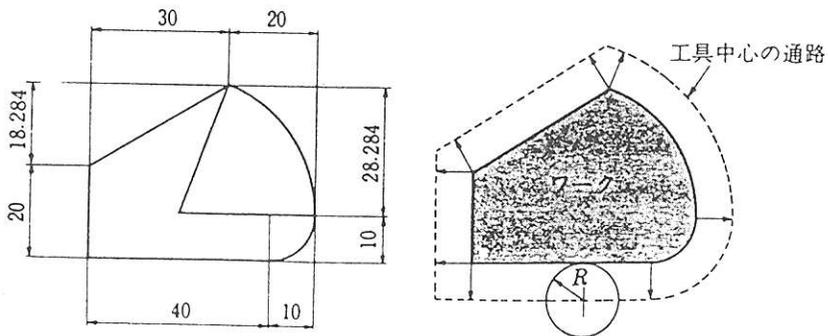


図7

#### 4. 6 主軸回転、主軸回転停止、プログラム終了

M03：主軸回転開始、回転数は操作盤にあるダイヤルで決める。

M05：主軸回転停止

M30：プログラム終了（M05を省いてM30を入力しても良い）

#### 4. 7 ドウエル

ドウエル (G04) の指令により、次のブロックの動作に移るのを遅らせることができる。

例えば、主軸を回転させたとき、所定の回転数になるまで次の動作に移らない。またはドリル加工のとき所定の深さに到達したとき、少なくとも2回転に相当する時間はその場に止めておくようなときに用いる。

ドウエルの時間は X\*\*sec で入力する。

例 M03;

G04 X2. ; (工具を回転させて2秒間次の動作に移らない)

G01 Z-55. F30 ;

G04 X0.5 ; (ドリル加工中55mmの深さで0.5秒待つ)

#### 4. 8 サブプログラム

サブプログラムは、同一加工を何回も繰り返して行なう場合で、メインプログラムを短縮するとき用いる。

例えば (1) 同じ形状で切り込みを数回行なって加工するとき。

(2) 同一形状の物を数個加工するとき。

(3) (1) と (2) を織り混ぜて行なうとき。

メインプログラム中に M98 を指令して、サブプログラムを呼び出す。また、サブプログラムの最後には、M99 を指令してサブプログラムが終了したことを示す。

P = サブプログラムの番号      L = サブプログラムを駆動させる回数

以上がコード類についての簡単な説明であったが、次に例題でプログラミングについて説明する。

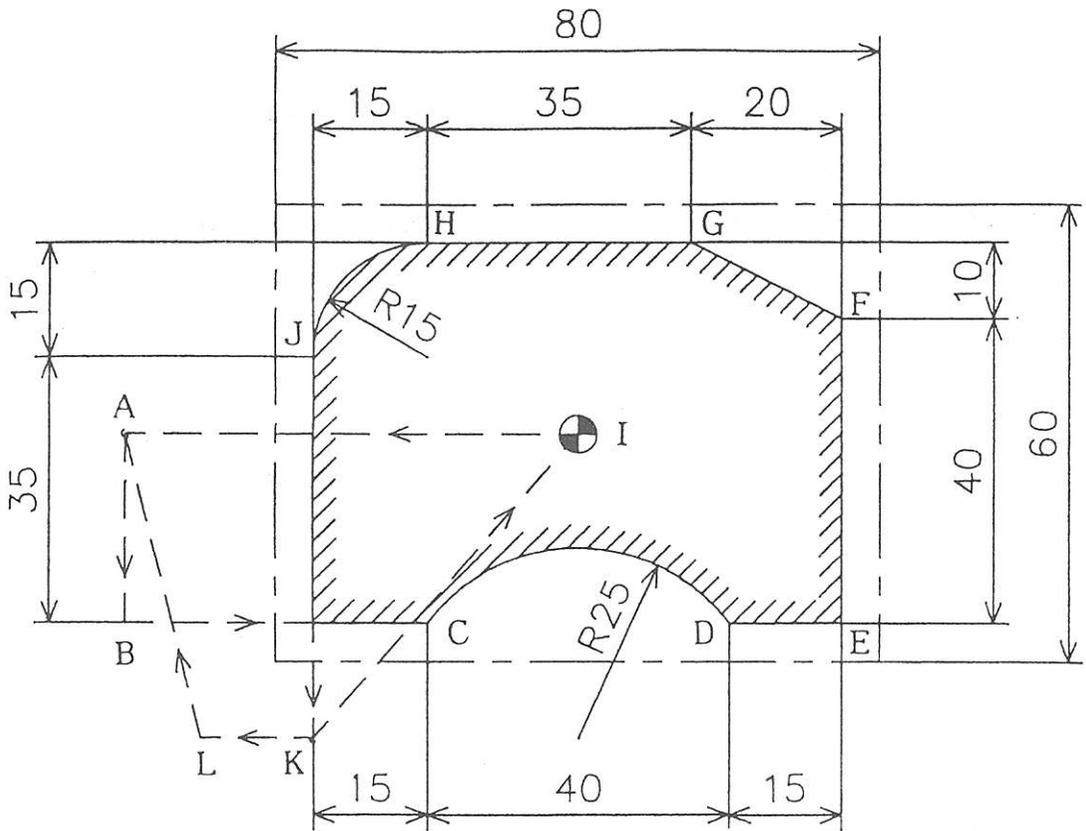


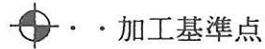
図 8

上図で工具の動きを説明する。

- I 点ではワーク上方 100 mm ( Z 軸 ) に工具の先端がある。(加工原点)
- N2 I 点から A 点まで早送りで移動する。
- N3 A 点で工具の先端を 98 mm 下方に早送りで移動する。( 2 mm 上方 )
- N6 A 点から B 点間で早送りで移動しながらオフセットを入れる。
- N7 B 点で下方に直線補間で 7 mm 移動する。( 切り込み深さ 5 mm )
- N8 B 点から C 点までを直線補間で切削移動する。
- N9 C 点から D 点までを円弧補間 CW ( 時計回り ) で切削移動する。
- N10 D 点から E 点までを直線補間で切削移動する。
- N11 E 点から F 点までを直線補間で切削移動する。
- N12 F 点から G 点まで斜めに直線補間で切削移動する。
- N13 G 点から H 点までを直線補間で切削移動する。
- N14 H 点から J 点までを円弧補間 C CW ( 反時計回り ) で切削移動する。

#### 4.9 プログラムの例

図8に示すワークはバイスに取り付けられており、加工部分はバイスの口金よりZ方向に10mm以上出ている。深さ5mm外側加工



O1001 ;	プログラム番号
N1 G17 G91 ;	X-Y平面、インクリメンタル
N2 G00 X-60. ;	早送りで-X方向へ60mm移動
N3 Z-98. ;	早送りで-Z方向へ98mm移動
N4 M03 ;	主軸回転
N5 G04 X2. ;	ドウエル 2秒待機
N6 G00 G42 Y-25. D15 ;	Y-25mm進行方向右へオフセット
N7 G01 Z-7. F30 ;	切削送り30で-Z方向へ7mm移動
N8 X40. F100 ;	切削送り100でX方向へ40mm移動
N9 G02 X40. R25. ;	切削送り100で半径25mm時計回り
N10 G01 X15. ;	切削送り100
N11 Y40. ;	切削送り100
N12 X-20. Y10. ;	切削送り100
N13 X-35. ;	切削送り100
N14 G03 X-15. Y-15. R15. ;	切削送り100で半径15mm反時計回り
N15 G01 Y-50. ;	切削送り100
N16 G00 Z105. ;	Z方向に105mm移動
N17 G40 X35. Y40. ;	オフセットキャンセル
N18 M30 ;	プログラム終了

\* オフセットG41またはG42を指令したブロック以後に続けてZ軸の移動を2回以上続けて指令してはならない。

例 G00G41 X35. Y40. D15 ;

G00 Z-98. ;

G01 Z-7. F30 ;

このときはオフセットが次の加工のブロックで実行される。

例題の加工で、サブプログラムを使用し、切削切り込み深さを3回に分けて行なうときの、メインプログラムとサブプログラムとを示す。

メインプログラム	サブプログラム
O 1001 ;	O 1002 ;
N1 G 17 G 91 ;	② G 17 G 91 ;
N2 G 00 X -60. ;	G 00 G 42 Y -25. D 15 ;
N3 Z -98. ;	③ G 01 Z -7. F 30 ;
N4 M 03 ;	X 40. F 100. ;
N5 G 04 X 2. ;	G 02 X 40. R 25. ;
N6 M 98 P 1002 L 3 ;	G 01 X 15. ;
N7 G 00 Z 113. ;	Y 40. ;
N8 X 60. ;	X -20. Y 10. ;
N9 M 30 ;	X -35. ;
	G 03 X -15. Y -15. R 15. ;
	G 01 Y -50. ;
	④ Z 2. ;
	④ G 00 X -15. ;
	G 40 X -10. Y 40. ;
	⑤ M 99 ;

注) G 4 0 , G 4 1 , G 4 2 はサブプログラムの中で指令する。

メインプログラムN6でサブプログラム②～⑤を呼び出して、3回実行させる。(このとき④、⑤は工具がワークに接触しないよう離れて通るようにしてある)したがって、③～⑤より切り込み深さは一回につき5mmとなり、合計15mmの深さまで加工することとなる。

4. 8の(3)の場合にはメインプログラムN06のあと、次に加工する場所へ移動を指令してから、メインプログラムでサブプログラム②～⑤を呼び出し、実行させればよい。このようにメイン→サブ→メイン→サブ→メインあるいはメイン→サブ→サブ→メインとプログラミングすることが多い。

## 5. プログラムの入力および機械の操作（加工）

- (1) 機械のメインスイッチをONにする。次に操作盤のスイッチをONにする。
- (2) 機械原点復帰 X、Y、Z軸を機械固有の原点に復帰させる。  
(これはプログラムチェックをするときに必要である)
- (3) ディスプレーの右側にある数値入力キーと、ディスプレイの下部にあるソフトキーの「挿入、削除」を用いてプログラムを入力する。このときEOBの；はプログラム番号では別々に、また他のブロックでは同時に入力する。
- (4) プログラムの入力が終わったら描画とプログラムチェックを用いてプログラムを点検する。

描画ではプログラムをディスプレイ画面に描かせてプログラムを確認する。

プログラムチェックではディスプレイ画面の相対座標のX、Y、を0にZを100とし、マシンロック及びドライランのボタンを押してからスタートさせる。このとき、機械は停止したままで、プログラムだけが進行する。プログラムに誤りがあるとアラームが出る。このときはプログラムを再点検する。

- (5) プログラムが正しいと確認出来たら、ワークの加工に移る。  
まず手送りのハンドルを操作して、ワークの加工原点にエンドミルの中心を合わせ、ディスプレイ画面の相対座標のX、Y、Zを0にする。次にエンドミルをワーク上方100mmに移動させる。このときディスプレイ画面の相対座標は $X=0$ 、 $Y=0$ 、 $Z=100$ を表示させる。

- (6) スタートボタンを押して加工を開始する。回転数および送り速度が不適當な場合には調整することができる。

機械の操作は紙面上では説明しきれないので、プログラムの入力や、機械の操作を実際に行なうときに、機械の前で説明する。

注意・NCフライスは操作を誤ると、危険であるのでみだりに手を触れてはならない。十分に注意すること。

## 6. 参 考

### 6. 1 NCのプログラミングおよび入力

NCのプログラムは、今回の実習では簡単なプログラムなので手入力により作成と直接NCに入力したが、複雑なプログラムでは作成と入力に長時間を要する。したがって、その間機械を稼働させることが出来ない場合もあるので、一般的には別の装置によりメディア(フロッピーディスク等)に入力しておき、それをNCに転送して入力する方法を用いる。

または、オートプログラミング装置(対話、描画による自動プログラミング)により作成と入力を行う。

オートプログラム等でプログラムする場合は、熟達したプログラマーが作成するので正確で能率的なプログラムが出来る。また、機械の作業者は機械の操作に精通していれば良いので、操作上のミスを少なくすることが出来る。

### 6. 2 NCフライスで可能な加工

#### 穿孔作業

直線状または円周上の数多くの、そして正確な位置での穴あけ作業。ボーリングあるいはねじ切り

ワークが板状のもの、あるいは旋盤に取り付かない形状のものに厳密な位置に精密な穴の仕上加工をする場合、あるいは、ねじ切り加工。

#### 円弧形状の加工

汎用機械では加工の不可能な連続した円弧の加工。

#### カムの加工

凸状または凹状のカム加工、溝状でヘリカルな形状のカムの加工。

#### 三次元の加工

立体的な形状

ミラーイメージによる加工

任意の X 軸または Y 軸を対称軸として、対称な形状物の加工

大型 NC のマシニングセンターでは、数多くの工具が使用可能であるから、船舶用エンジンなど大型加工物の三次元方向の各面の平面切削、穴あけ、ボーリング、タッピング等加工に長時間を要する加工物の無人加工が可能である。

### 6. 3 切削条件

切削条件はワークの材質、切削工具の種類（長さ、外径）等により一概には決められないが、経済的かつ能率的に加工をしなければならないので工作実習Ⅱの \_\_\_\_ 頁に示す内容を参考として決める。

NC フライスでは通常下向き削りで加工する。

### 6. 4 参考文献

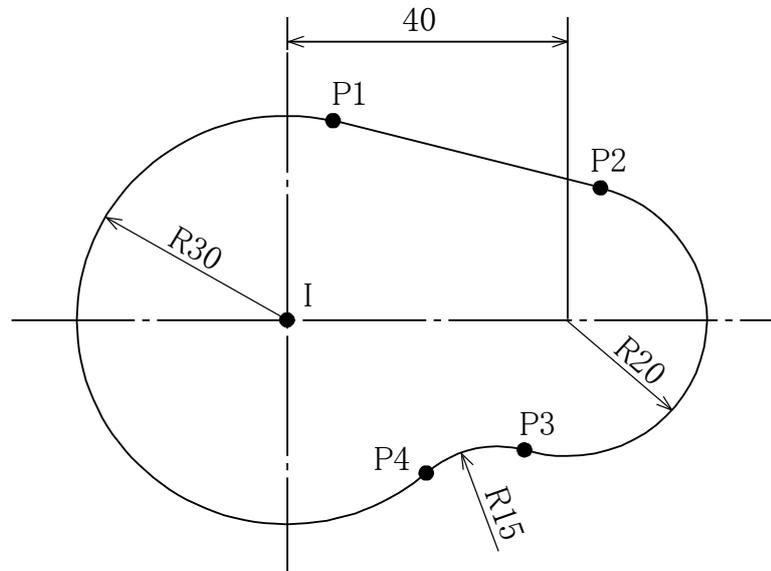
FANUC 取扱説明書

NC 加工 啓学出版

## 7. 実習

### 7. 1 実習課題

下記の図の凹凸型を製作する。



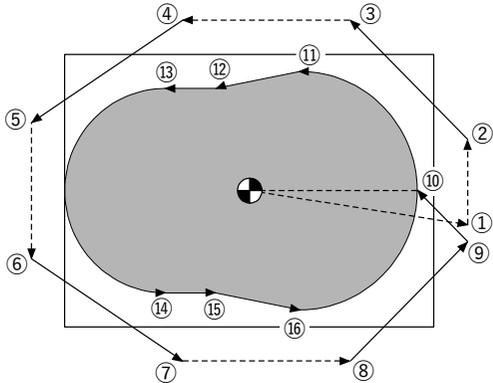
	X	Y
I → P1	7.500	29.047
P1 → P2	37.500	9.682
P2 → P3	10.714	38.531
P3 → P4	14.286	3.195
P4 → P1	12.500	51.408

### 7. 2 加工条件

使用機械 : 静岡鉄工所 ST-NR NCフライス盤  
ワークサイズ : 80×110  
材質 : サイコウッド  
工具 : φ20エンドミル 2枚刃  
イニシャル点 : XYはワークの中心 Zはワーク上方向100mm  
回転数 : 600min<sup>-1</sup>  
切削送り : XY軸は100mm/min Z軸は30mm/min  
加工深さ : 5mm

### 7. 3 プログラム作成

凸型	荒加工	プログラムNo.	O2005	凸型	仕上げ	プログラムNo.	O2006
----	-----	----------	-------	----	-----	----------	-------

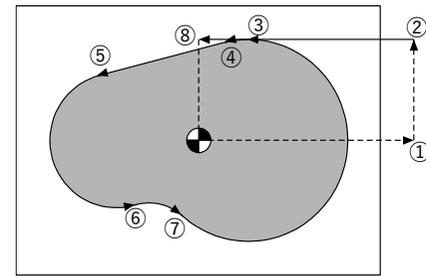


O2005

- N1 X-Y平面 インクリメンタル
- N2 主軸回転
- N3 ドゥエル2秒待機
- N4 早送り ①へ移動
- N5 早送り -Z方向へ98mm移動
- N6 ②へ移動 右オフセット
- N7 切削送り -Z方向へ7mm移動
- N8 切削送り ③へ移動
- N9 早送り ④へ移動
- N10 切削送り ⑤へ移動
- N11 早送り ⑥へ移動
- N12 切削送り ⑦へ移動
- N13 早送り ⑧へ移動
- N14 切削送り ⑨へ移動
- N15 ⑩へ移動
- N16 ⑪へ移動
- N17 ⑫へ移動
- N18 ⑬へ移動
- N19 ⑭へ移動
- N20 ⑮へ移動
- N21 ⑯へ移動
- N22 ⑩へ移動
- N23 早送り Z方向105mm移動
- N24 イニシャル点へ移動 オフセットキャンセル
- N25 プログラム終了

オフセット	No.	オフセット量
	D5	10.0

	X	Y	R
☉ → ①	65.000	-10.000	
① → ②		25.000	
② → ③	-35.000	35.000	
③ → ④	-50.000		
④ → ⑤	-45.000	-30.000	
⑤ → ⑥		-40.000	
⑥ → ⑦	45.000	-30.000	
⑦ → ⑧	50.000		
⑧ → ⑨	35.000	35.000	
⑨ → ⑩	-15.000	15.000	
⑩ → ⑪	-35.000	35.000	35.000
⑪ → ⑫	-25.000	-5.000	
⑫ → ⑬	-15.000		
⑬ → ⑭		-60.000	30.000
⑭ → ⑮	15.000		
⑮ → ⑯	25.000	-5.000	
⑯ → ⑩	35.000	35.000	35.000
⑩ → ☉	-50.000		



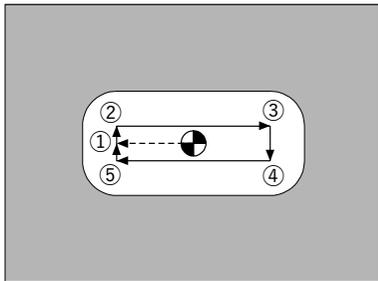
O2006

- N1 X-Y平面 インクリメンタル
- N2 主軸回転
- N3 ドゥエル2秒待機
- N4 早送り ①へ移動
- N5 早送り -Z方向へ98mm移動
- N6 ②へ移動 右オフセット
- N7 切削送り -Z方向へ7mm移動
- N8 切削送り ③へ移動
- N9 ④へ移動
- N10 ⑤へ移動
- N11 ⑥へ移動
- N12 ⑦へ移動
- N13 ③へ移動
- N14 ⑧へ移動
- N15 早送り Z方向105mm移動
- N16 イニシャル点へ移動 オフセットキャンセル
- N17 プログラム終了

オフセット	No.	オフセット量
	D5	10.0

	X	Y	R	I	J
☉ → ①	65.000				
① → ②		30.000			
② → ③	-50.000				
③ → ④	-7.500	-0.953	30.000		
④ → ⑤	-37.500	-9.682			
⑤ → ⑥	10.714	-38.531		5.000	-19.365
⑥ → ⑦	14.286	-3.195	15.000		
⑦ → ③	20.000	52.361		20.000	22.361
③ → ⑧	-15.000				
⑧ → ☉		-30.000			

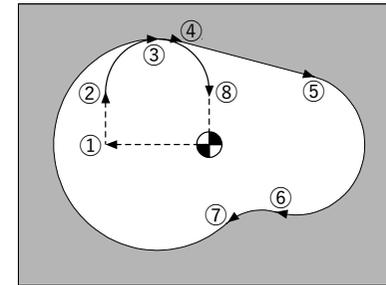
凹型	荒加工	プログラムNo.	O2007	凹型	仕上げ	プログラムNo.	O2008
----	-----	----------	-------	----	-----	----------	-------



O2007

- N1 X-Y平面 インクリメンタル
- N2 主軸回転
- N3 ドゥエル2秒待機
- N4 早送り ①へ移動
- N5 早送り -Z方向へ98mm移動
- N6 切削送り30 -Z方向へ7mm移動
- N7 切削送り100 ②へ移動
- N8 ③へ移動
- N9 ④へ移動
- N10 ⑤へ移動
- N11 ①へ移動
- N12 早送り Z方向105mm移動
- N13 イニシアル点へ移動
- N14 プログラム終了

	X	Y	R	I	J
● → ①	-20.000				
① → ②		5.000			
② → ③	45.000				
③ → ④		-10.000			
④ → ⑤	-45.000				
⑤ → ①		5.000			
① → ●	20.000				



O2008

- N1 X-Y平面 インクリメンタル
- N2 主軸回転
- N3 ドゥエル2秒待機
- N4 早送り ①へ移動
- N5 早送り -Z方向へ98mm移動
- N6 ②へ移動 右オフセット
- N7 切削送り30 -Z方向へ7mm移動
- N8 切削送り100 ③へ移動
- N9 ④へ移動
- N10 ⑤へ移動
- N11 ⑥へ移動
- N12 ⑦へ移動
- N13 ③へ移動
- N14 ⑧へ移動
- N15 早送り Z方向105mm移動
- N16 イニシアル点へ移動 オフセットキャンセル
- N17 プログラム終了

オフセット	No.	オフセット量
	D6	9.9

	X	Y	R	I	J
● → ①	-30.000				
① → ②		15.000			
② → ③	15.000	15.000	15.000		
③ → ④	7.500	-0.953	30.000		
④ → ⑤	37.500	-9.682			
⑤ → ⑥	-10.714	-38.531		-5.000	-19.365
⑥ → ⑦	-14.286	-3.195	15.000		
⑦ → ③	-20.000	52.361		-20.000	22.361
③ → ⑧	15.000	-15.000	15.000		
⑧ → ●		-15.000			

## レポート

用紙：A4

ペン又はワープロを用いて作成すること（鉛筆不可）。

**課題1:** 実習課題の各点 P1～P4 の X座標・Y座標の  
検算をする。

（注）三角関数（sin, cos, tan）や比で幾何学的に  
解くこと。

小数点第三位まで正確に求めること。

**課題2:** プリント 1, 2 のように、イニシャル点を設  
定したとき、**DOWN CUT** で加工するプログラムを  
作りなさい。

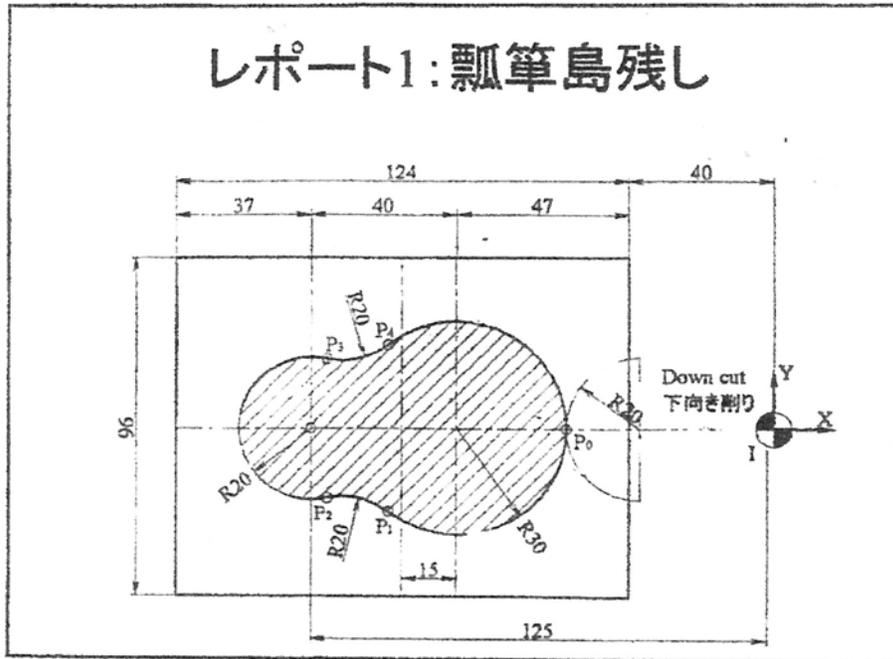
（注）加工物の平面図・側面図を **SECTION PAPER**  
（方眼紙）に描くこと。

材料はサイコウッド、厚さ 30mm とする。

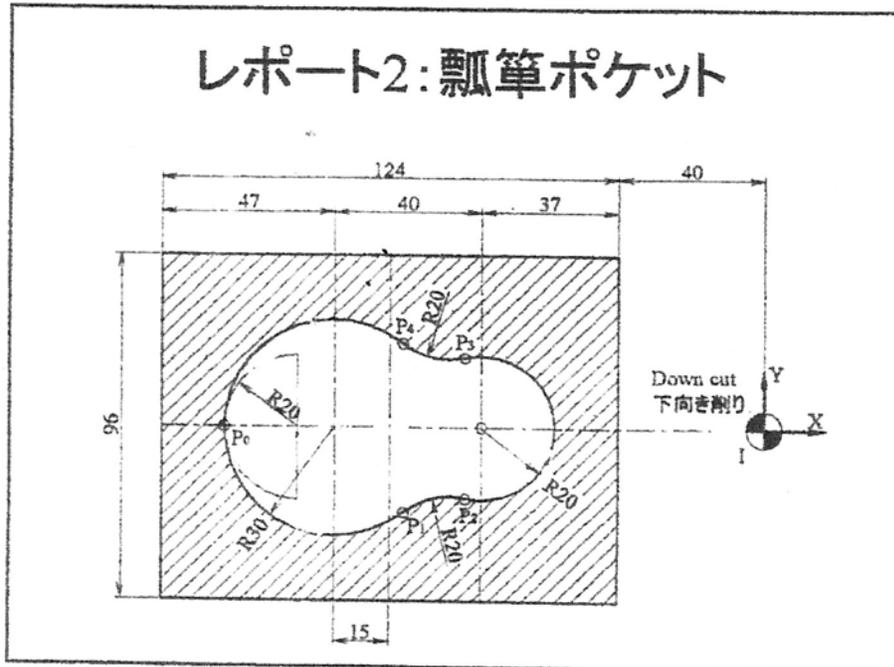
提出先：工作工場

# プリント 1

## レポート1: 瓢箪島残し



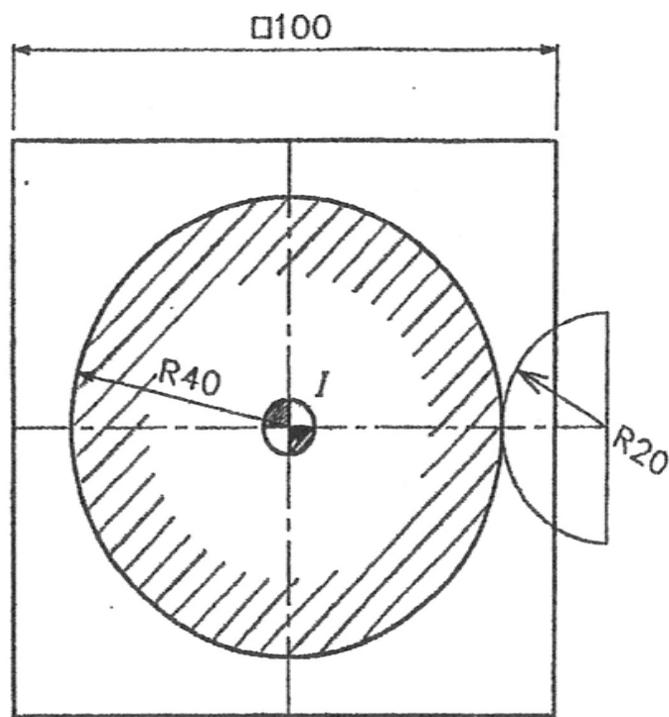
## レポート2: 瓢箪ポケット



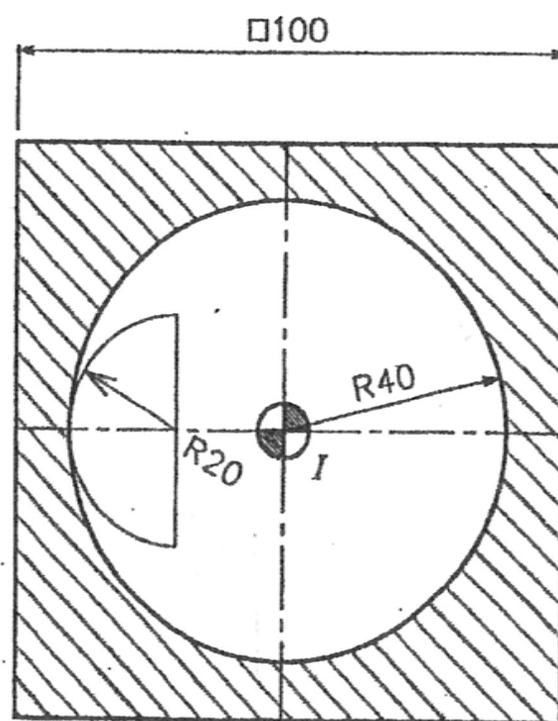
## プリント 2

**演習：** 工具径補正で取り残しのないように  
直径20mmのエンドミルで加工するときのプログラムを  
作成する。

サブプログラムの呼び出し回数は2回とする。



島残し、高さ10



ポケット、深さ10