

NCルータープログラミングテキスト



	年		組		番	氏名	
--	---	--	---	--	---	----	--

群馬県立利根実業高等学校

森林科学科

NCルータプログラミングテキスト

プログラム作成における数学

1 座標	1
2 円弧	3

NCルータの概要

1 NCとは	4
2 NCマシンの長所	4
3 機械概略 (NC16 - ROAについて)	4

NCルータの加工手順	5
------------	---

プログラミング

1 プログラムの構成	6
2 ディメンションワード (X、Y、Z、R、I、J)	6
3 送り機能 (F)	7
4 アドレス一覧表	8
5 準備機能 (Gコード)	9
(1) 平面の選択 (G17)	9
(2) アブソリュート指令とインクリメンタル指令	10
(3) 早送り位置決め (G00)	11
(4) 直線補間 (G01)	11
(5) 円弧補間 (G02、G03)	12
(6) 工具径補正 (G41、G42、G40)	14
(7) 工具長補正 (G43、G44、G49)	15
(8) イグザクトストップモード (G61)	16
(9) 切削モード (G64)	16
6 補正機能 (D、H)	16
7 補助機能 (Mコード)	17
8 メインプログラムとサブプログラム	18

NCルータプログラミングおよび解説

1 機械基準点と加工原点の位置関係	19
2 工具経路図	19
3 NCプログラム「TONE」の作成	20
4 NCプログラム「TONE」の解説	21

参考文献・引用文献	23
-----------	----

NCルータプログラミングテキスト

プログラム作成における数学

1 座標 図1のように左右方向をX軸、前後方向をY軸といたします。

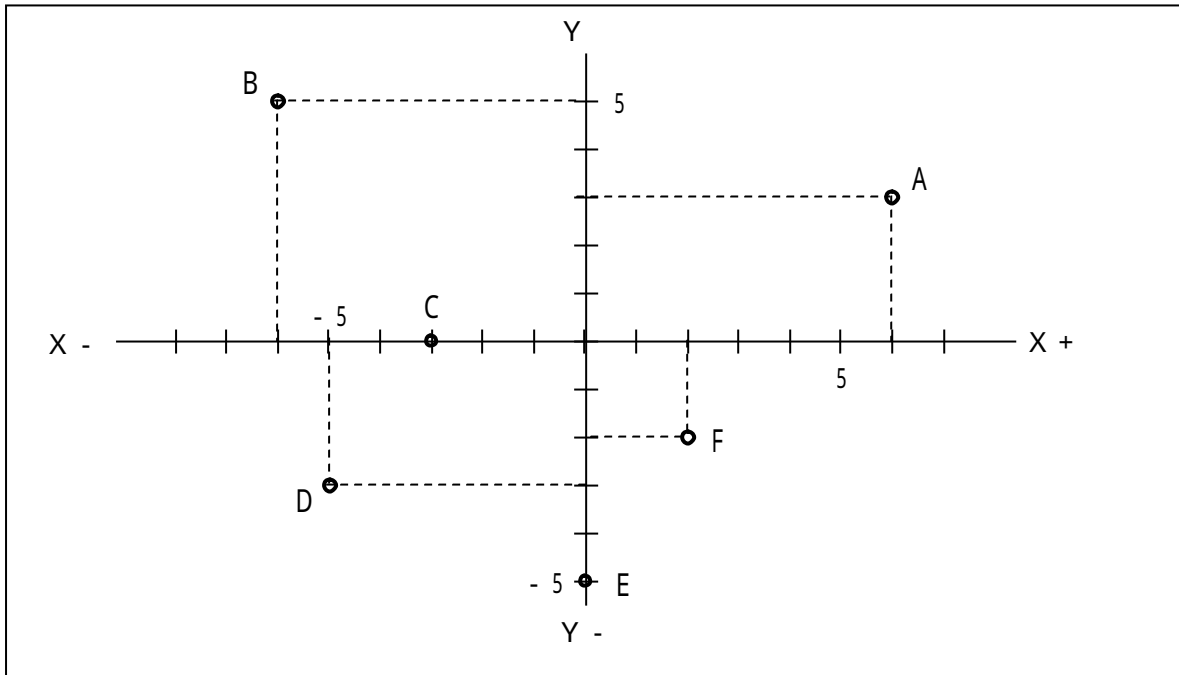


図1 座標軸のとらえ方

問1) 図1のA点の座標はX = 6、Y = 3である。B ~ F点の各座標を求めてみよう。

A点 (X 6 , Y 3)、B点 (X - 6 , Y 5)
 C点 (X - 3 , Y 0)、D点 (X - 5 , Y - 3)
 E点 (X 0 , Y - 5)、F点 (X - 2 , Y - 2)

問2) 図1のA点からB点までの移動量をX方向、Y方向で表すと、X = - 1 2、Y = 2となる。次の移動量を求めてみよう。

A	B	X = - 1 2	Y = 2
B	C	X = 3	Y = - 5
C	D	X = - 2	Y = - 3
D	E	X = 5	Y = - 2
E	F	X = 2	Y = 3
F	A	X = 4	Y = 5

符号のチェックを。

問3) 問2において、X・Y方向の移動量の合計を求めてみよう。

(A点から始まり、A点に戻っているので、X・Y方向の移動量の合計が0になる)

X方向の移動量の合計: $- 1 2 + 3 + (- 2) + 5 + 2 + 4 = 0$

Y方向の移動量の合計: $2 + (- 5) + (- 3) + (- 2) + 3 + 5 = 0$

それぞれの合計が0になる。

問4) 次の座標値を持つ点 (G点~L点) を図2の図中に表してみよう。

G点 (X 10.0 , Y 10.0)、H点 (X -6.0 , Y 9.0)

I点 (X -3.0 , Y -8.0)、J点 (X 2.0 , Y -4.0)

K点 (X 0.0 , Y -3.0)、L点 (X 6.0 , Y 0.0)

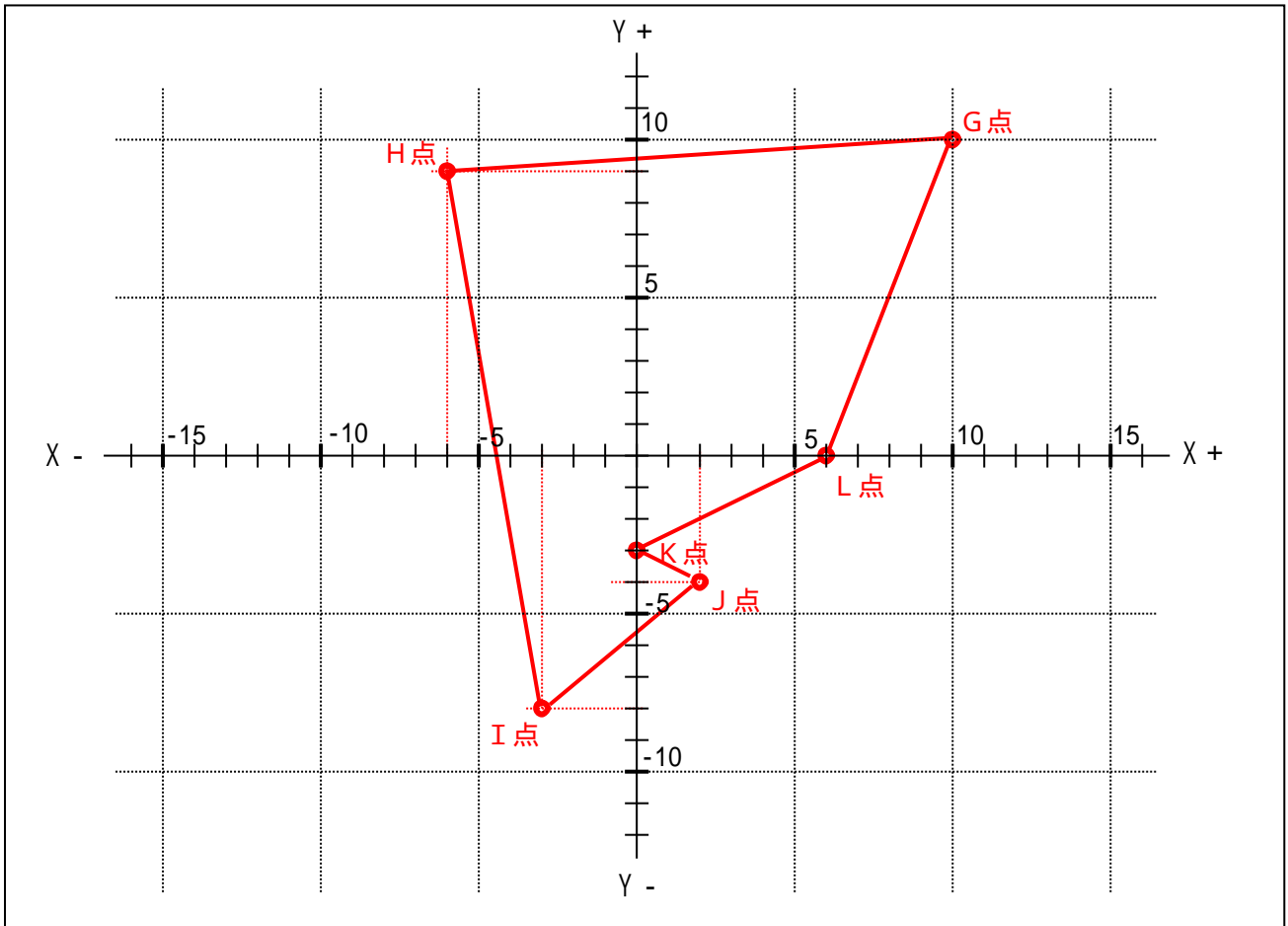


図2 座標点のプロット

問5) 問4において、G点、H点、I点、J点、K点、L点、G点の順に実線で結び、各線の移動量をX方向、Y方向で表してみよう。

G	H	X = -16	Y = -1
H	I	X = 3	Y = -17
I	J	X = 5	Y = 4
J	K	X = -2	Y = 1
K	L	X = 6	Y = 3
L	G	X = 4	Y = 10

それぞれの移動量を求められたら、Xの合計、Yの合計が0になる。

直線補間のインクリメンタル指令においては、X、Yの移動量を指定する。

2 円弧

円弧補間のインクリメンタル指令においては、X、Yの移動量と半径を指定します。

問6) 図形1～図形3は円である。それぞれの中心点の座標及び半径を求めてみよう。

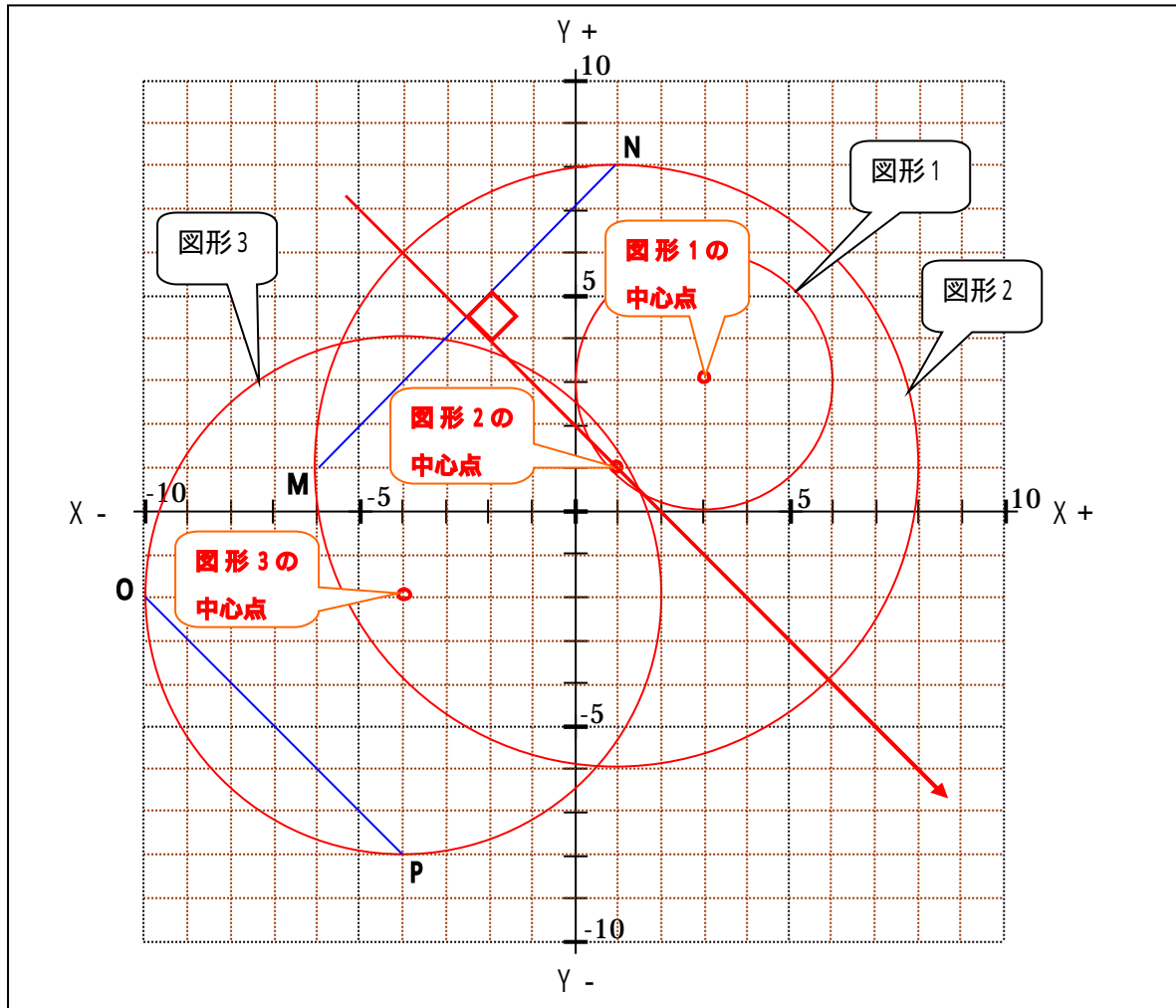


図3 中心点の座標及び半径

- 図形1 中心点の座標 (X 3 , Y 3) 半径 (3)
 図形2 中心点の座標 (X 1 , Y 1) 半径 (7)
 図形3 中心点の座標 (X -4 , Y -2) 半径 (6)

問7) 図3において、線分MNの中点において線分MNに直交するような線を引くとき、X軸、Y軸との交点の座標を求めてみよう。また、その線上には図形2の何という点がありますか。

- X軸との交点の座標 (X 2 , Y 0)
 Y軸との交点の座標 (X 0 , Y 2)
 線上にある点とは？ (図形2の中心点)

問8) 半径が決まっていて2点を結ぶ円を時計回りで描く場合、その円は何通りありますか。

1通り

X、Yの移動量と半径が決まった円弧は1つ

NCルータの概要

1 NCとは

NCとは、Numerical Controlの略であり、数値制御を表します。加工を行うすべての動作を、定められた形式の数値に置き換え、そのNC制御指令を機械に伝え、機械を動かします。すべての動作を、その加工の順序に従って機械が動くように命令を作る作業をプログラミングといいます。なお、プログラムとは作業手順や加工方法などを決められた約束に従って記号や数値で表したものをいいます。

2 NCマシンの長所

- 1) 安全性が高く、加工中は作業者が機械に触れることはありません。
- 2) 製品の精度が高く、均一の製品ができます。
- 3) 各種補正機能を用いると、マシンの汎用性が高まり、取り付け長さが変わっても機械の設定値の変更で済ませることができます。
- 4) 切り抜き、面取り、穴あけといった作業を1回の行程で行うことが可能です。
- 5) プログラムが完成し、NCマシンを設計通りに動かすことができれば、作業者は特に熟練を必要としません。
- 6) 加工の計画段階で、作業者による加工時間のばらつきを考慮しなくてもよい。
- 7) 複数のNCマシンを用い、ライン制御することにより加工時間の短縮を図ることができます。

3 機械概略(NC16 - ROAについて)

刃物はヘッドに取り付けられ高速回転し、ヘッドはZ軸方向への上下動作ができます。加工材料はテーブルに固定され、テーブルはX軸方向に前後動作、Y軸方向に左右動作ができます。これで、刃物は加工材料に対し前後左右上下のすべての動作を行うことが可能です。

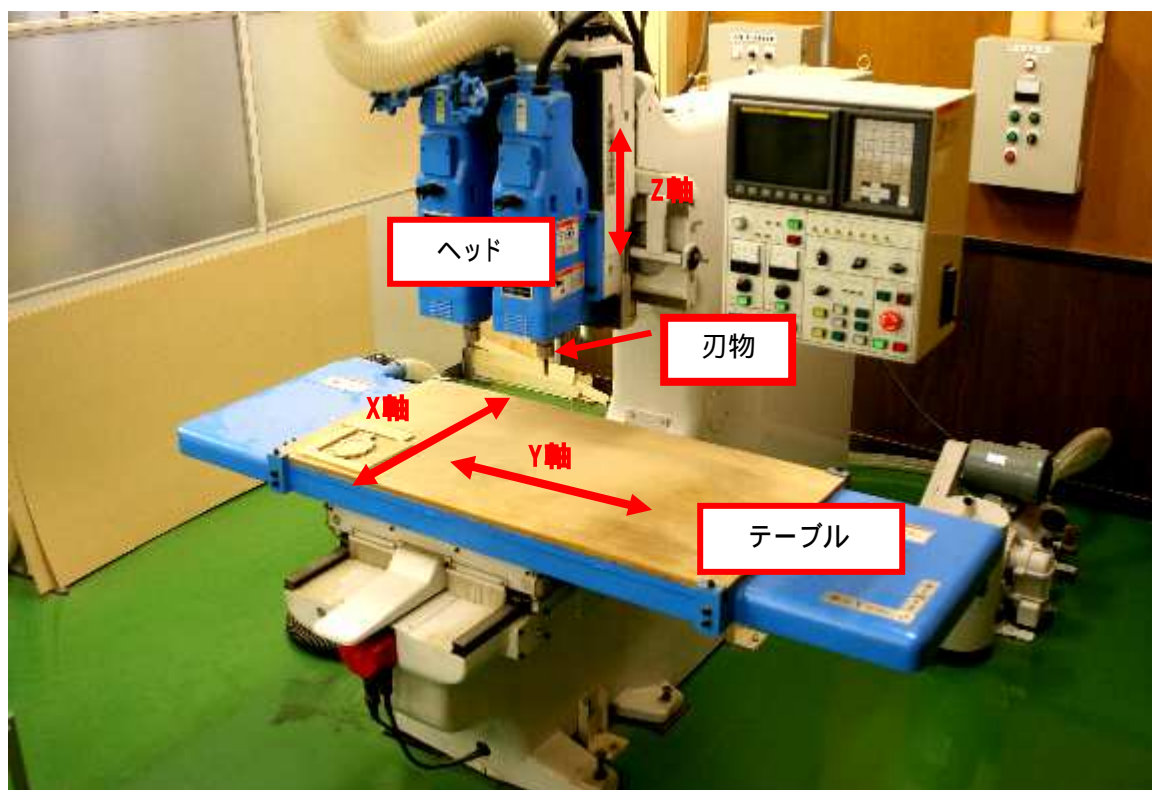


図4 NCルータ(NC16 - ROA)

NCルータの加工手順

NCルータの加工手順は表1に従って行います。

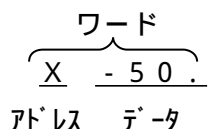
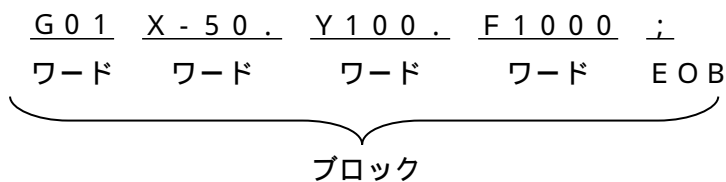
表1 NCルータの加工手順

1)	加工図面製作	<p>工具の通路、その他の加工条件を検討します。</p> <p>工具の通路は直線と曲線から構成しますが、下記の加工条件を考慮します。</p> <p>木材の場合、工具の進行方向はダウンカットの方が良い。</p> <p>加工条件・加工材の形状・寸法（大きさ、厚さなど）の検討 加工工具の選定・治具の検討・加工順序の検討</p>
2)	プログラミング	<p>加工図面に則り、加工図面の座標計算を行います。</p> <p>NCの規則に従い、加工プログラムをプロセスシートに記入します。</p> <p>特に小数点の記入漏れに注意するとともに、送り速度にも留意します。</p>
3)	プログラムの入力	<p>プロセスシートに記入後、加工プログラムを機械に入力します。</p> <p>入力の方法はFDに書き込むか、操作盤から直接機械に入力します。</p>
4)	機械操作の準備作業	<p>機械操作盤から手動で原点復帰を行います。</p> <p>治具・加工材のセットを行います。</p> <p>ルータビットのセットを行います。</p>
5)	オフセット量の入力	<p>治具に加工材をセットし、原点復帰した位置から機械を手動で操作し、加工材までの距離を機械座標で読み取り、加工原点までの距離（Z座標）を決めます。</p> <p>工具長補正量等を計算し、操作盤から直接NC機械に入力します。</p>
6)	プログラムチェック	<p>プログラムチェックは3段階に分けて行い、慎重に機械を操作します。</p> <p>マシンロックで、プログラムチェックを行います。</p> <p>Z軸キャンセルで、プログラムチェックを行います。</p> <p>加工材に刃物が触らない状態になるように工具長補正量を再入力し、プログラムチェックを行います。</p>
7)	試作加工	<p>プログラムチェックで正しく加工できることを確認後、実際に加工してみます。加工中は細心の注意を払い、異常を発見したときは直ちに機械を停止させます。機械の可動範囲内には絶対に立ち入らないようにし、加工は通常一人で行います。</p>
8)	検討・調整	<p>加工作品の寸法精度、表面形状などを確認します。</p> <p>調整が必要な場合はプログラムの再検討を行い、書き換えます。</p>
9)	加工	<p>加工材を正しく機械にセットします。</p> <p>機械が原点復帰した点に戻っていることを確認します。</p> <p>プログラムの先頭に戻り、プログラムを作動させます。</p>
10)	後かたづけ	<p>機械基準点にあるテーブルを手動で中央に戻してから、マシンロックをONにします。ヘッドの位置もやや上げてから、電源を落とします。</p>

プログラミング

1 プログラムの構成

NCプログラムは通常アルファベットと数字の組み合わせから成り立ちます。プログラムはプログラム番号に始まり、たくさんの**ブロック**で構成されます。ブロックとは「 ; (セミコロン) 」で区切られた一つの動作であり、ブロックの順番に機械が動作します。なお、「 ; 」はブロックの終了を表すことから**EOB (エンドオブブロック)**と呼びます。また、ブロックは一つまたは複数の**ワード**から構成されます。ワードはアルファベットと数字を組み合わせたもので、**アドレスとデータ**から構成されます。アドレスにはA~Z及び「 ; 」からなるアドレスキャラクタがあり、データは+、-及び小数点からなる記号キャラクタと0~9の数字キャラクタから成り立っています。アドレスに続くデータの数値で一つのワードの持つ意味が規定されます。



ブロックの最後は「 ; 」で区切れ、プログラムは1ブロックずつ実行されます。

2 ディメンションワード (X、Y、Z、R、I、J)

アドレスに続き各軸の移動到達位置 (終点) の数値を指示します。数値は 1 / 1000mm 単位ですが、小数点を用いると mm 単位となります。

例) X 軸を 1 0 0 mm 移動したい場合	X 1 0 0	小数点を用いた場合
	X 1 0 0 0 0 0	...	小数点を用いない場合

小数点を付け忘れて入力した場合、X 1 0 0 は 0 . 1 mm の距離を意味します。
 入力する際には「**ヒャク テン**」といい、入力ミスをなくしましょう。

一般に、小数点を用いた方が扱いやすい。付け忘れや入力ミスをしないように注意が必要です。

3 送り機能 (F)

切削送り速度を示します。アドレスFに続きmm/分の単位の数値を指示します。数値には小数点は付けません。円弧の速度表を表2に示します。円弧半径に対応する送り速度以下の数値でF値を設定してください。

送り速度は加工材の堅さ、切削深さや工具の形(刃先)によって、変えた方がいいと思われます。加工面が焼き付いたり、けば立ったりすることがあるので、経験的に変えていきます。

例) 毎分1000mmの切削速度の場合 F 1 0 0 0
 毎分3mの切削速度の場合 F 3 0 0 0

切削速度は、切削抵抗を考慮して決めます。刃物の回転数や刃物の形状も考慮します。

表2 円弧速度表

円弧半径 R (mm)	送り速度 (mm/分)	円弧半径 R (mm)	送り速度 (mm/分)
0.1	172	25.0	2722
0.5	385	30.0	2982
1.0	544	40.0	3443
1.3	620	50.0	3850
1.6	688	60.0	4217
2.0	770	80.0	4870
2.5	860	100.0	5444
3.0	943	120.0	5964
4.0	1088	160.0	6887
5.0	1217	200.0	7700
6.0	1333	250.0	8609
8.0	1540	300.0	9430
10.0	1721	350.0	10186
12.0	1886	400.0	10889
16.0	2177	485.7	12000
20.0	2435		

円弧半径が小さいほど、送り速度も小さく設定します。表2の送り速度を超えないような値を設定します。

4 アドレス一覧表

アドレスはA～Zのアルファベットで示され、これに続くデータ（数値）の意味を規定します。表3は一般的に用いられるアドレスのキャラクタ（文字）とその意味を示します。

表3 アドレス一覧表

キャラクタ	意 味
D	オフセット番号（工具径補正用）
F	送り機能（送り速度：通常mm / 分）
G	準備機能（直線補間、曲線補間等）
H	オフセット番号（工具長補正用）
I , J , K	円弧中心座標（X軸、Y軸、Z軸）
L	繰り返し回数
M	補助機能（ヘッド回転、プログラム終了等）
N	シーケンス番号
O	プログラム番号（通常Oの後に4桁の数字を用い、0000は用いない）
P	サブプログラム呼び出し番号
R	円弧半径
S	主軸機能（主軸回転数：通常 回転 / 分）
T	工具機能（工具選択番号の指定）
X , Y , Z	移動軸座標（X軸、Y軸、Z軸）

キャラクタは暗記する必要はありませんが、それぞれの意味をおさえてください。

5 準備機能 (Gコード) **異なるグループならば、数個でも同一ブロックの中に指令できます。**

GコードはNCルータの刃物の位置や動作等の機能を選択するためのもので、通常アドレスGに続き2桁の数値を用います。一般に用いるGコード一覧表を表4に示します。

表4 Gコード一覧表

Gコード	グループ	意味
G00	01	早送り位置決め
G01		直線補間
G02		円弧補間 (時計回り)
G03		円弧補間 (反時計回り)
G09	00	イクザクトストップ
G17	02	XY平面指定 本校の機種はこれを指定
G18		ZX平面指定
G19		YZ平面指定
G40	07	工具径補正キャンセル
G41		工具径補正 (左側オフセット)
G42		工具径補正 (右側オフセット)
G43	08	工具長補正 +
G44		工具長補正 -
G49		工具長補正キャンセル
G61	15	イクザクトストップモード
G64		切削モード
G90	03	アブソリュート指令
G91		インクリメンタル指令
G92	00	ワーク座標系設定

プログラムにおいて、同一ブロックに同一グループのGコードがあった場合、最後のGコードが有効になります。グループ00はワンショットのGコードです。

1度指令すると、同一グループの他のGコードが指令されるまで有効です。

(1) 平面の選択 (G17)

加工面の選択の指令ですが、本校の機種 (NC16-ROA) においては、ヘッドの回転ができないので、加工面はXY平面となります。したがって、G17のGコードとなります (表4)。一旦指令すれば、別の平面が指令されるまで維持されます。

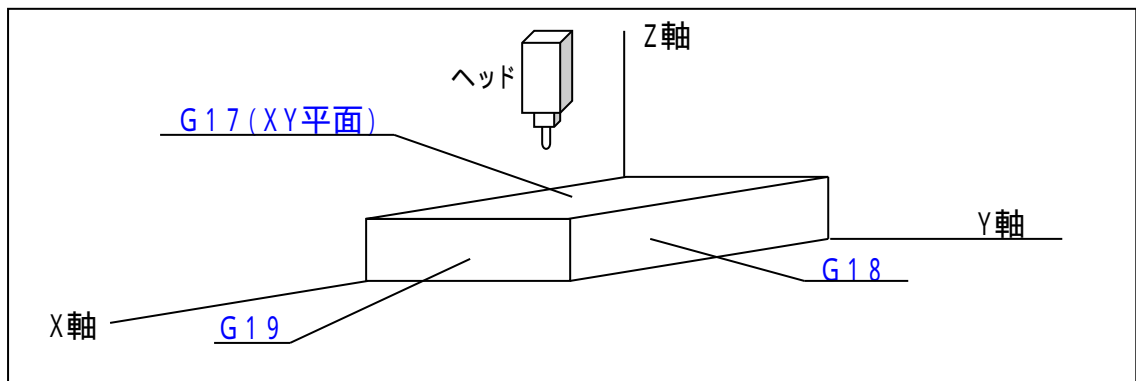


図5 平面の選択

(2) アブソリュート指令とインクリメンタル指令

プログラムにおいて、座標値を表す場合、二つの方法があります。

1) アブソリュート指令【絶対値方式】(G90)

加工原点を座標系の原点として表します。誤差が加算されないで、複雑な加工や精度を要する加工のプログラムに使われます。しかし、プログラムの間違いに気が付きにくい短所があります。一旦指令すれば、G91が指令されるまで維持されます。

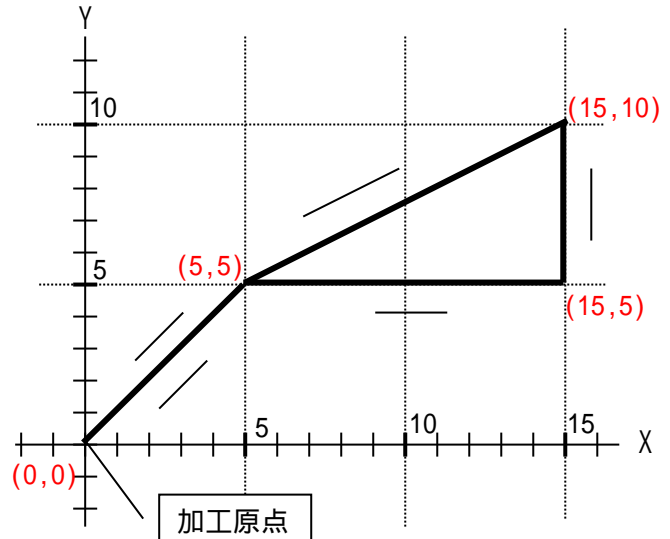
プログラム例

```
G90 X5. Y5. ;  
X15. Y10. ;  
X5. Y5. ;  
X0 Y0 ;
```

X15. を省略
しています

Y5. を省略し
ています

**時間の短縮やミス
を減らす観点からも
 unnecessary 指令を省く
ことも大切です。**



2) インクリメンタル指令 (G91)

現在工具のある位置を基準として、次の点までの移動量を座標系の増減値で表します。一旦指令すれば、G90が指令されるまで維持されます。このテキストではこのインクリメンタル指令にて説明します。

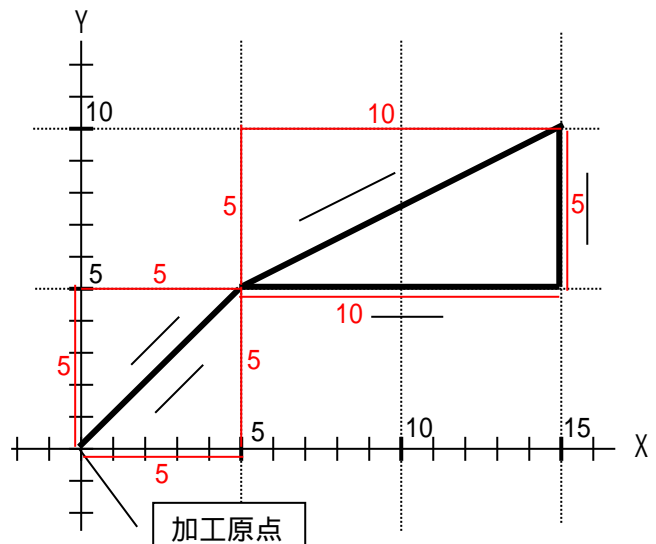
プログラム例

```
G91 X5. Y5. ;  
X10. Y5. ;  
X-10 Y-5. ;  
X-5. Y-5. ;
```

X0 を省略し
ています

Y0 を省略し
ています

**途中の指令値が間違っていると、
原点に戻りません。**



3) インクリメンタル指令の利点

同じ点に戻ってくるプログラムを作成した場合、Xの合計、Yの合計、Zの合計のそれぞれが0になるので、プログラムチェックができます。

入力後、機械のプログラムチェックにおいて、機械のディスプレイの座標が0にならなければ、入力ミスがあったことに気が付き、対処しやすい利点があります。

(3) 早送り位置決め (G00)

現在の工具の位置 (図6のA点) を、指令する工具の位置 (図6のB点) まで早送りするときには用います。早送り速度はそれぞれの軸ごとに設定されているので、**工具経路が直線とならない**ことに注意が必要です。図6に実際の工具経路の例を示します。直線では治具に接触しないと考えても、機械の工具経路によっては治具に接触することがあります。このG00の指令は一旦指令すれば、G01, G02, G03が指令されるまで維持されます。

治具：加工を行う時、テーブル上に加工物を固定するための器具

例) G91 G00 X200. Y50. ; の工具経路

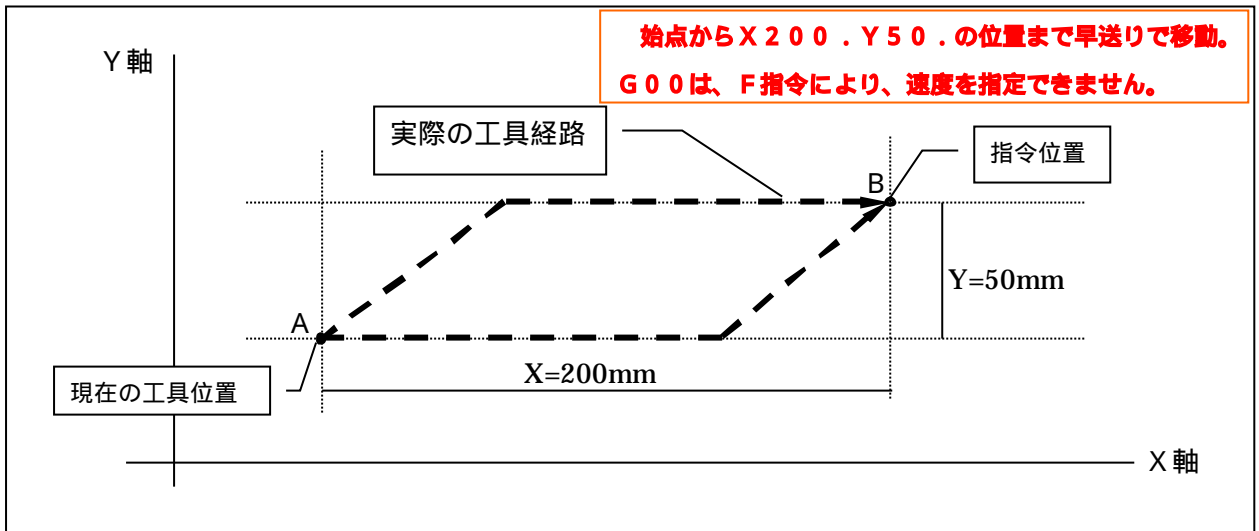


図6 早送り位置決め

(4) 直線補間 (G01)

現在位置 (始点) から終点位置まで**直線**に沿って移動します。一般に、ブロックの最後に送り機能Fで切削速度を指定します。送り速度Fは加工材の堅さや切削深さなどを考慮して、実際に遅い速度で加工してみて経験的に決める方が良いと思われます。このG01の指令は一旦指令すれば、G00, G02, G03が指令されるまで維持されます。

例) G91 G01 X200. Y50. F1500 ; の工具経路
(切削速度)

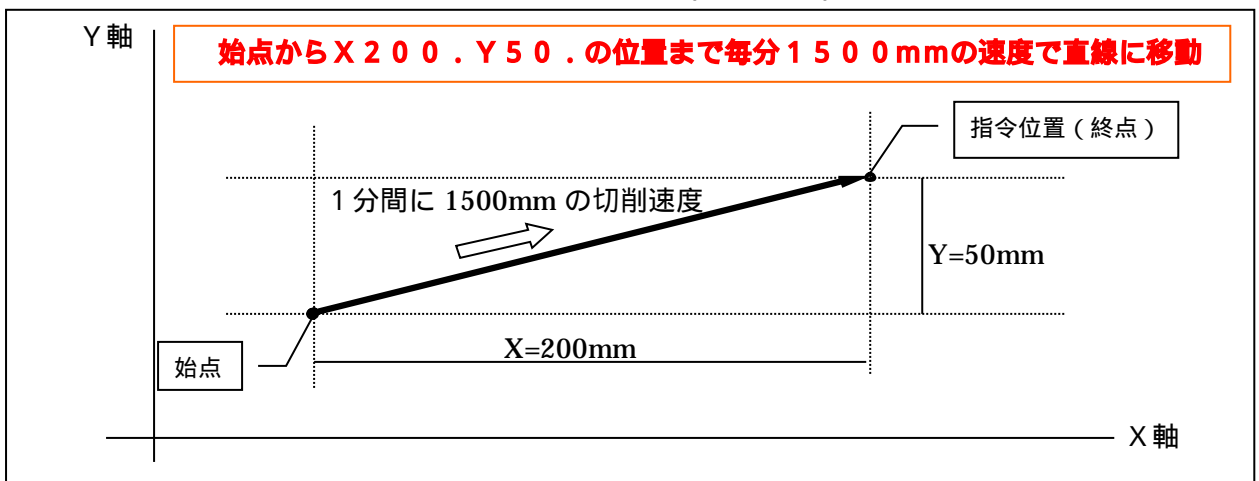
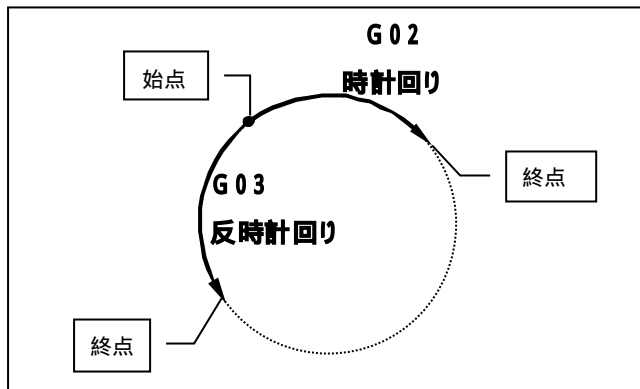


図7 直線補間

(5) 円弧補間 (G02 : 時計回り、G03 : 反時計回り)

終点と半径(R)または始点からみた円弧の中心点(I, J)を指示することで円に沿って工具を移動します。このとき、図8のように時計回りの円弧補間がG02、反時計回りの円弧補間がG03です。G01同様、ブロックの最後に送り機能Fで切削速度を指定します。このG02及びG03の指令は一旦指令すれば、G00, G01が指令されるまで維持されます



G02 : 時計回りの円弧
G03 : 反時計回りの円弧

図8 G02とG03

例1) 半径R指令の場合

図9において、始点から終点に向かって時計回りの円弧の場合はG02の指令です。G91のインクリメンタル指令において、始点から見た終点のX座標とY座標を指定します。また、円の大きさを示す半径Rの大きさを示し、最後に送り機能Fで切削速度を指定します。

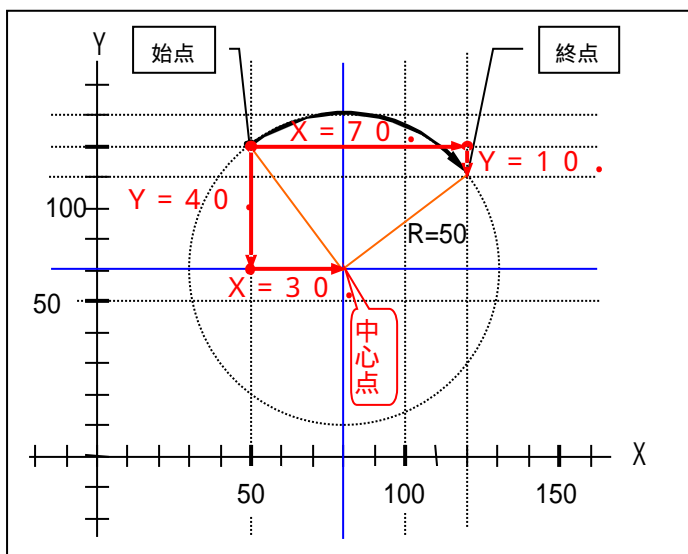
```
G91 G02 X70. Y-10. R50. F1500 ;
```

時計回りで、始点からX70. Y-10. の位置まで、半径50mmの円周上で、毎分1500mmの速度で移動。

例2) 中心(I, J)指令の場合

図9において、始点から見た終点のX座標とY座標を指定し、始点からみた中心の座標を指定します。この場合、I30. はX座標方向に30mm、J-40. はY方向に-40mmの位置です。最後に送り機能Fで切削速度を指定します。

```
G91 G02 X70. Y-10. I30. J-40. F1500 ;
```



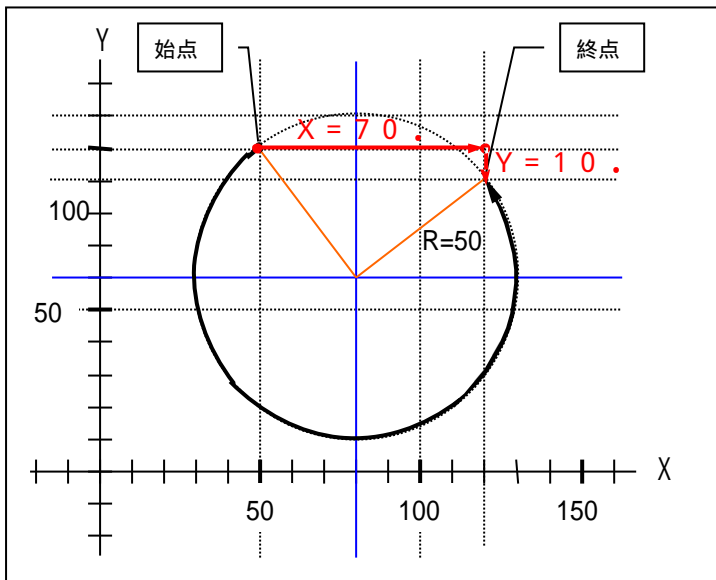
インクリメンタル指令で、時計回りで、始点からX70. Y-10. の位置まで、始点から見てX30. Y-40. の位置に中心点を持つ円周上を、毎分1500mmの速度で移動。

図9 円弧補間

例3) R指令において中心角が180°以上の場合

図10において、始点から終点に向かって反時計回りの円弧を指示する場合、反時計回りなのでG03の指令ですが、中心角が180°を越える場合は、Rをマイナスの値で指令します。

G91 G03 X70. Y-10. R-50. F1500 ;



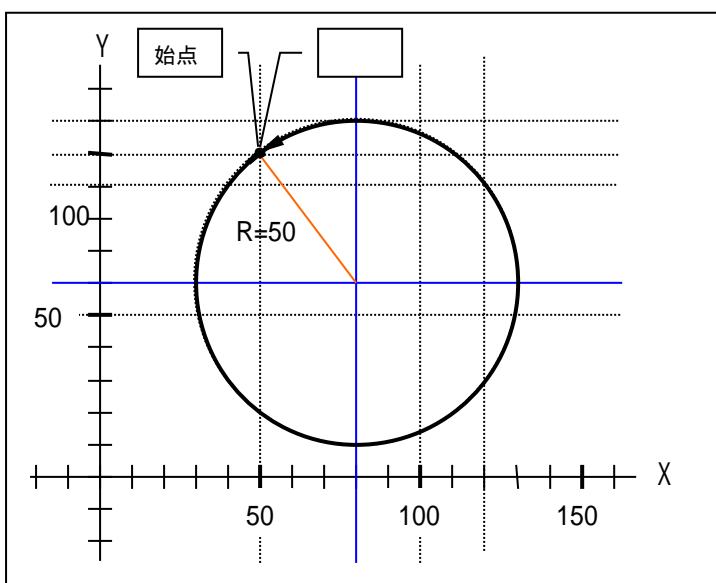
インクリメンタル指令で、反時計回りで、始点からX70.Y-10.の位置まで、半径50mmの円周上を通過して、毎分1500mmの速度で移動。180°以上の円弧なので、半径を負の数値で指令します。

図10 円弧補間(中心角が180°以上)

例4) 全円の指令の場合

図11において、始点から半径50mmの円で一周し始点に戻る場合、中心指令で行います。始点と終点が同一点なのでその移動量のX0とY0は省略します。R指定では、中心位置が定まらず、指令できません。

G91 G03 I30. J-40. F1500 ;



インクリメンタル指令で、時計回りで、全円指令の場合、始点から見てX30.Y-40.の位置に中心点を持つ円周を毎分1500mmの速度で移動。

図11 円弧補間(全円)

(6) 工具径補正 (G 4 1、G 4 2、G 4 0)

工具径補正 (G 4 1、G 4 2、G 4 0) では、工具が通過する中心通路からオフセット通路 (工具の半径分だけ逃げた通路) を自動的に作り出す機能です。プログラムでは製品の外形線を通るように製作し、オペレータが実際使用する工具の半径を測定し、オフセット画面から直接数値をオフセットメモリに入力します。工具寸法が変わっても、オフセットメモリの数値を変更するだけで対応が可能になります。G 4 1 または G 4 2 でオフセットモードにすると、G 4 0 でキャンセルするまで自動的にオフセットされます。

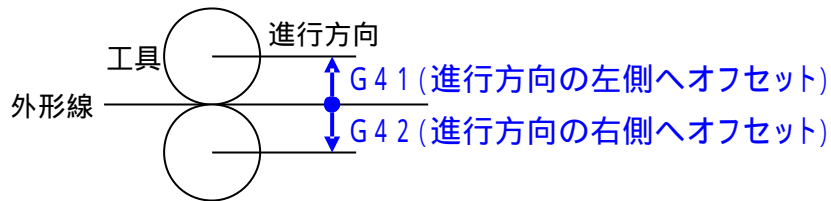


図 1 2 のような製品を加工したい場合、工具経路は外形線の外側に工具の半径分だけ逃げます。刃物は時計回りに高速回転し木材を削って進みます。加工面の荒さを考慮すると**外周は時計回り、内周は反時計回り**にプログラムした方が良いでしょう。

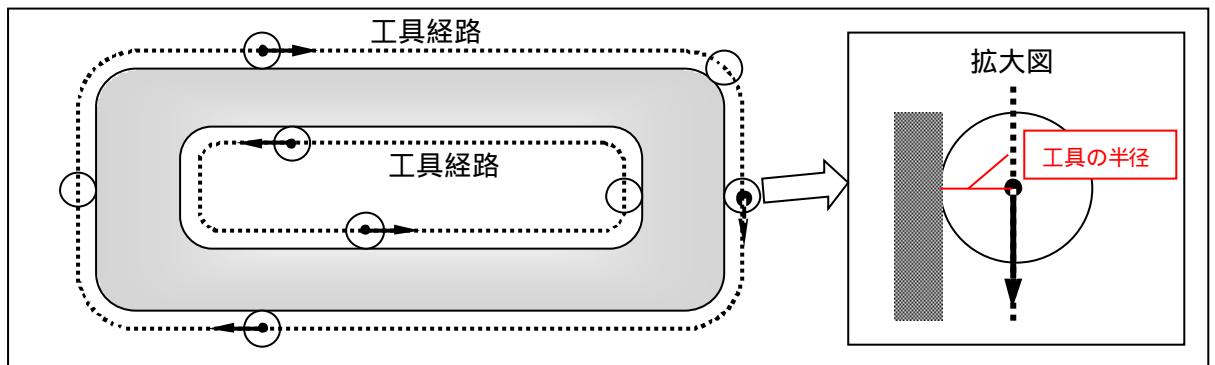


図 1 2 工具経路

図 1 3 の場合、始点から終点に向かい工具を左側にオフセットしたいので、G 4 1 で指令します。G 4 1 (または G 4 2) で指令した場合、工具径補正量を入力しなければならないので、D に続くオフセット番号で指示します。この場合、0 5 番のオフセットメモリに入力してある数値を用いなさいという意味です。したがって、0 5 番のオフセットメモリには工具半径となる数値を直接入力します。

始点から X 2 0 0 . Y 5 0 . の位置まで毎分 1 5 0 0 mm の速度で直線に移動する際、0 5 番のオフセットメモリの量だけ左側にオフセットして移動します。

例) G 0 1 G 4 1 D 0 5 X 2 0 0 . Y 5 0 . F 1 5 0 0 ;

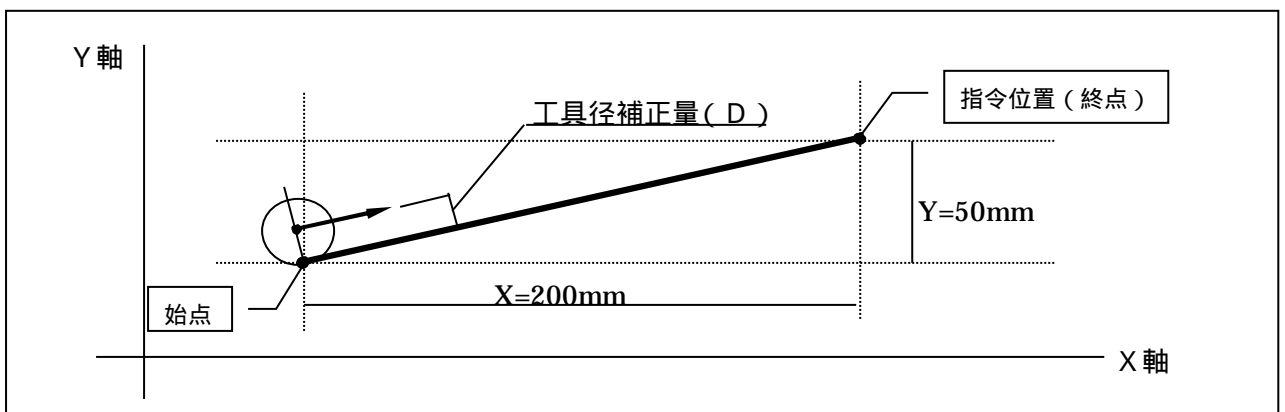


図 1 3 工具径補正

(7) 工具長補正 (G43、G44、G49)

工具長補正 (G43、G44、G49) では、プログラムによる下降長さを実際の下降長さが違う場合、工具長補正量を求め、オフセットメモリに入力します。工具長補正量の求め方は、まず、機械の原点復帰を行い、機械基準点にヘッドを合わせます。次に手動で機械を操作し、機械基準点から加工面までのZ座標 (Z1) を読みます。機械基準点から加工原点 (プログラム上の原点位置) までのZ座標が工具長補正量です。(図14)

G43で加算、G44で減算され、G49またはH00のオフセットキャンセル指令があるまで、オフセット量を補正したままZ軸は上下します。

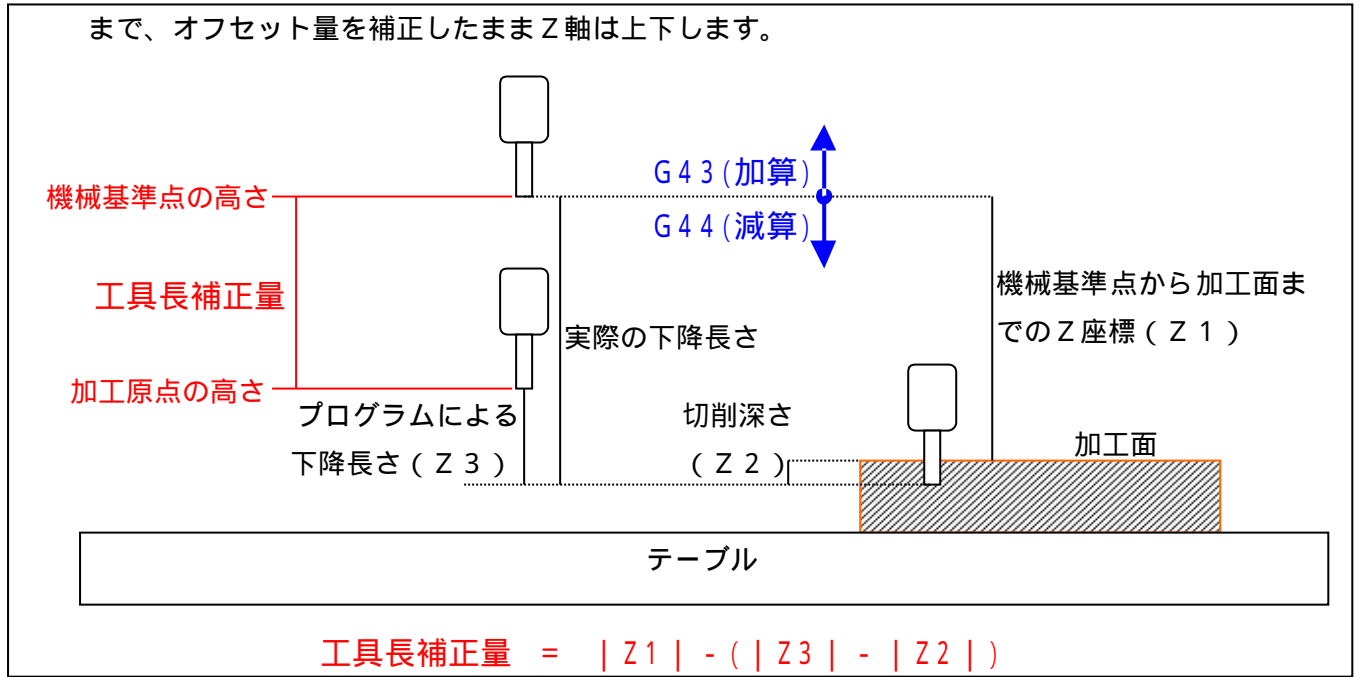


図14 工具長補正

原点復帰を行うと機械のヘッドは機械基準点にセットされ、その結果Z座標は0.000mmになります。そのとき加工原点が機械基準点の下方にある場合は、G44で工具長補正を行い、上方にある場合はG43で工具長補正を行います。

加工原点は任意に決められます。加工原点とはプログラムを作成するにあたり基準となる点であり、プログラムを作成しやすい点が良いと思われます。

たとえば図14において、加工原点から17mm下がったところに加工面があり、そこから切削深さを3mmとして削るとします。この場合、Z座標で-20mmの直線補間を行い、これがプログラムによる下降長さとなります。ここで、機械を手動で操作し、機械基準点から加工面までのZ座標を読み取り-120mmを得たとすれば、機械基準点から加工原点までの高さは97mmとなります。この97mmが工具長補正量となります。

例) G01 G44 H01 Z0 F1000 ;

機械基準点から加工面までのZ座標を求めるのは、オペレータ作業です。別冊N C ルータ操作マニュアルの19ページを参照。

上記の場合、G44の指令で工具長補正を行い、工具長補正量をHに続く番号で指示します。この場合、操作盤のオフセットメモリを開き、01番に97.000と入力します。G01の直線補間でZ0ですので、工具は動かないと考えられますが、G44の工具長補正の指令で工具長補正量だけ工具が下降し、加工原点まで工具が下降します。工具の下降に際しては注意が十分必要なので、G00でなく、G01で行い、F機能の指令でやや遅く設定しておきます。

(8) イグザクトストップモード (G 6 1)

図 1 5 のように、ブロックの継ぎ目で加減速を行い、コーナーで減速を行い終点までしっかり稼働した後、次のブロックを実行します。コーナーの形状をしっかりと出したいときに用います。G 6 1 は G 6 4 が指令されるまで維持されます。

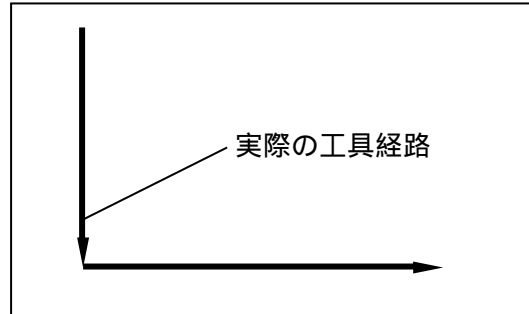


図 1 5 イグザクトストップモード

各ブロックの終点で減速を行います。この減速はプログラムによって指令された位置のある決められた範囲内に入った時点で始まります。この範囲内に到達することを「インポジションをとる」といいます。ワークの角やエッジをしっかりと出す場合や要求精度がきびしい場合に使用します。

(9) 切削モード (G 6 4)

図 1 6 のように、ブロックの継ぎ目で加減速をせず、なめらかにつながるよう、前のブロックの終点が近付き、減速が始まると同時に次のブロックの加速が始まります。したがって、F 値が変化しなければ、常に同じ速度でスムーズな動作が得られます。G 6 4 は G 6 1 が指令されるまで維持されます。

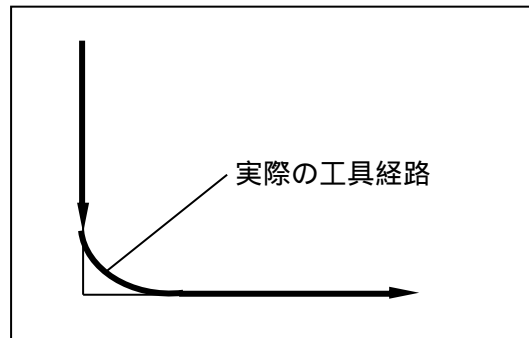


図 1 6 切削モード

次のブロックを先読みして、減速せずに次の移動を行います。この場合、実際の工具経路は指令より内側になります。

6 補正機能 (D、H)

オフセットメモリは 3 2 個あります。機械の操作盤の O F F S E T ボタンから直接数値を打ち込み、オフセットメモリに入力します。オフセットメモリの設定値は 0 ~ ± 9 9 9 . 9 9 9 mm です。

オフセットメモリの入力オペレータ作業です。
別冊 N C ルータ操作マニュアルの 2 0 ページを参照してください。

プログラムでは、H または D コードでメモリの番号を指令します。

```
例) G 0 1 G 4 4 H 0 1 Z 0 F 1 0 0 0 ;  
G 0 1 G 4 1 D 0 5 X 1 0 0 . Y 2 0 . F 1 5 0 0 ;
```

H は工具長補正量で、D は工具径補正量です。H も D も同一の番号であれば、その番号のオフセットメモリが使用されます。一度指令すれば有効となり、他のメモリ番号が指令されるまで維持します。

7 補助機能（Mコード）

MコードはNCルータの制御を行うものとヘッドなどの機械動作を行うものがあります。通常アドレスMに続き2桁の数値を用います。表15は、本校で用いることができるMコードです。同一ブロックに一つだけ使用します。

表5 Mコード一覧表

Mコード	意 味
M00	自動運転を一時停止します。その後、自動運転起動ボタンで続きを再開できます。人間の作業を途中で入れたい場合に用います。
M02	エンドオブプログラムと呼ばれ、メインプログラムの最後に示します。自動運転を終了し、リセット状態にします。
M30	エンドオブプログラムと呼ばれ、自動運転を終了し、リセット状態にし、プログラムの先頭に戻ります。通常、プログラムの終了はM30を用います。
M98	サブプログラム呼び出し。メインプログラムと別の番地にプログラムをつくり、それを呼び出すときに用います。
M99	エンドオブサブプログラムと呼ばれ、サブプログラムの最後に示します。サブプログラムを終了し、メインプログラムに切り替わります。
M03	ヘッド回転起動。ヘッドが回転します。 T01（ヘッド1選択）またはT02（ヘッド2選択）と一緒に用います。
M05	ヘッド回転停止。主軸の回転を停止します。 T01（ヘッド1選択）またはT02（ヘッド2選択）と一緒に用います。
M11	第1ヘッド起動下降。
M12	第2ヘッド起動下降。
M21	全ヘッド停止上昇。
M83	同期運転

補助機能Mは大別して、次の2種類に分けられます。

- 1. 機械の動作に係わるもの**
- 2. NC装置内部に係わるもの**

8 メインプログラムとサブプログラム

プログラムにはメインプログラムとサブプログラムがあります。それぞれのプログラムはプログラム番号で区別され、メインプログラムの途中でM98（サブプログラム呼び出し）の指令があり、呼び出されたサブプログラムの最後にM99（サブプログラム終了、メインプログラムに戻れ）の指令があります。メインプログラムの最後では、通常M30で指令し、自動運転を終了しプログラムの先頭に戻ります。

NCプログラムを組み合わせる場合、出来るだけプログラムを短くすることを考えます。

サブプログラムの呼び出し方法

M98 P L

Pに続く にサブプログラムのプログラム番号を指示し、Lに続く には繰り返し回数を指示します。繰り返し回数1は省略できますが、繰り返し回数を指示したときプログラム番号は4桁とします。

簡単な例を示します。図17のように同じ大きさの四角形を4つ切削しようとする場合、矢印の動きをメインプログラムで作成し、各四角形の切削はサブプログラムを呼び出します。プログラムの実行はメインプログラムのプログラム番号1111で行います。

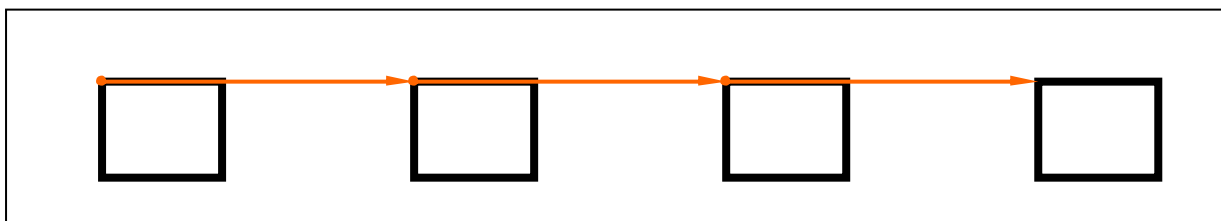


図17 メインプログラムとサブプログラム

表6 メインプログラム

```
O 1 1 1 1 ...プログラム番号 1 1 1 1
G 17 G 91 G 00 X 220. Y 320. ;... に移動
T 01 M 03 ; ...ヘッド1を選択起動
G 01 G 44 H 01 Z 0 F 1000 ;...工具長補正
M 98 P 5 5 5 5 L 1 ;... でプログラム番号 5 5 5 5呼び出し
G 00 X 80. ;... に移動
M 98 P 5 5 5 5 L 1 ;... でプログラム番号 5 5 5 5呼び出し
G 00 X 80. ;... に移動
M 98 P 5 5 5 5 L 1 ;... でプログラム番号 5 5 5 5呼び出し
G 00 X 80. ;... に移動
M 98 P 5 5 5 5 L 1 ;... でプログラム番号 5 5 5 5呼び出し
G 00 X - 240. ;... に戻る
X - 220. Y - 320. ;...機械基準点に戻る
G 01 G 49 Z 0 ;...工具長補正キャンセル
M 05 ;...ヘッド回転停止
M 30 ;...エンドオブプログラム
```

表7 サブプログラム

```
O 5 5 5 5 ...プログラム番号 5 5 5 5
G 17 G 91 G 01 Z - 25. F 1000 ;
X 30. ;
Y 20. ;
X - 30. ;
Y - 20. ;
Z 25. F 3000 ;
M 99 ;
2.5mm下降し、X（横）方向に30mm、Y（縦）
方向に20mmの四角形で動き、2.5mm上昇し、同
じ点に戻る。
```

メインプログラムの約束事

1. プログラム番号を付ける。
 2. プログラムの最後のブロックは「M30」で
- ### サブプログラムの約束事

1. プログラム番号を付ける
2. プログラムの最後のブロックは「M99」で

NCルータプログラミング及び解説

1 機械基準点と加工原点の位置関係

図18のように、加工原点を加工材の左隅に設定します。原点復帰後、手動で機械を操作し、加工材の左隅に工具を合わせるとX座標が214mm、Y座標が319mmの値を得ました。同時に、機械基準点から加工面までのZ座標を読み取り工具長補正量を得ました。プログラムでは25mm下降し切削するものとします。

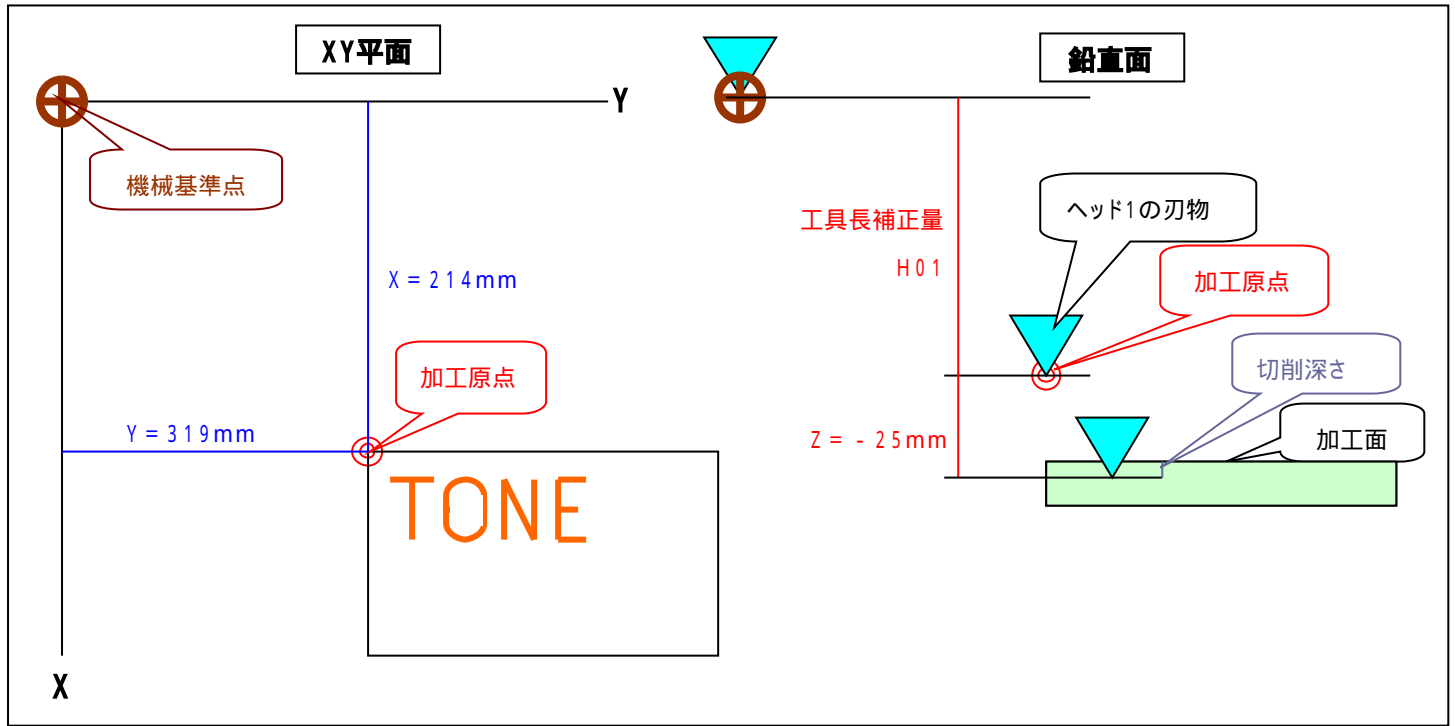


図18 機械基準点と加工原点の関係

2 工具経路図

下図は1目盛が5mmの工具経路図です。加工原点から始まり、破線の矢印は工具の移動を表します。実線の矢印の方向に切削します。

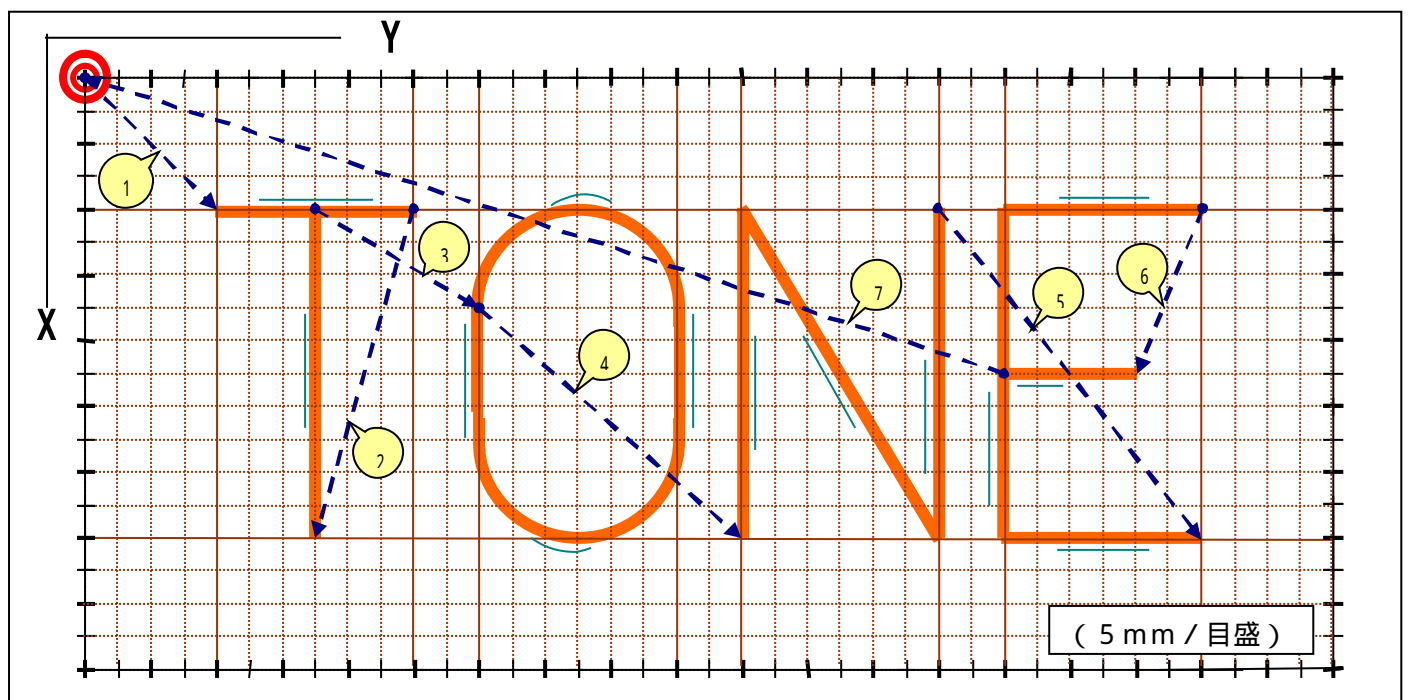


図19 工具経路図

4 NCプログラム「TONE」の解説

まず機械基準点から加工原点へ移動します。そして、加工原点から「T」、[O]、「N」、「E」の順に切削加工を行い、加工原点に戻った後、機械基準点に戻るプログラムです。

```
O 2 4 7 1
G 1 7 G 0 1 G 0 0 X 2 1 4 . Y 3 1 9 . ;
X 2 0 . Y 2 0 . ;
T 0 1 M 0 3 ;
G 0 1 G 4 4 H 0 1 Z 0 F 1 0 0 0 ;
Z - 2 5 . ;
Y 3 0 . ;
Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X 5 0 . Y - 1 5 . ;
G 0 1 Z - 2 5 . F 1 0 0 0 ;
X - 5 0 . ;
Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X 1 5 . Y 2 5 . ;
G 0 1 Z - 2 5 . F 1 0 0 0 ;
X 2 0 .
G 0 3 Y 3 0 . R 1 5 . ;
G 0 1 X - 2 0 . ;
G 0 3 Y - 3 0 . R 1 5 . ;
G 0 1 Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X 3 5 . Y 4 0 . ;
G 0 1 Z - 2 5 . F 1 0 0 0 ;
X - 5 0 . ;
Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X 5 0 . Y 4 0 . ;
G 0 1 Z - 2 5 . F 1 0 0 0 ;
Y - 3 0 . ;
X - 5 0 . ;
Y 3 0 . ;
Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X 2 5 . Y - 1 0 . ;
G 0 1 Z - 2 5 . F 1 0 0 0 ;
Y - 2 0 . ;
Z 2 5 . F 3 0 0 0 ;
G 0 0 X - 4 5 . Y - 1 4 0 . ;
X - 2 1 4 . Y - 3 1 9 . ;
G 0 1 G 4 9 Z 0 ;
M 0 5 ;
M 3 0 ;
```

表9にNCルータ プロセスシートによるNCプログラム「TONE」の解説を示します。

表9 NCプログラム「TONE」の解説

G機能	オフセット	T工具機能	X軸	Y軸	Z軸	円弧	送り速度
G	H	M補助機	X	Y	Z	R	F
O2471(TONE)							
G17 G91 G00			X214.	Y319.			
XY平面 インクリメンタル指令 早送り位置決め			X20.	Y20.			
		T01 M03	ヘッド1を選択 ヘッド回転起動				
G01 G44	H01				Z0		F1000
直線補間 工具長補正 - 側オフセット				Y30.	Z-25.		
					Z25.		F3000
G00			X50.	Y-15.			
G01					Z-25.		F1000
			X-50.				
					Z25.		F3000
G00			X15.	Y25.			
G01					Z-25.		F1000
円弧補間(反時計回り)			X20.				
	G03			Y30.		R15.	
G01			X-20.				
G03				Y-30.		R15.	
G01					Z25.		F3000
G00			X35.	Y40.			
G01					Z-25.		F1000
			X-50.				
			X50.	Y30.			
			X-50.				
					Z25.		F3000
G00			X50.	Y40.			
G01					Z-25.		F1000
				Y-30.			
			X-50.				
				Y30.			
					Z25.		F3000
G00			X25.	Y-10.			
G01					Z-25.		F1000
				Y-20.			
					Z25.		F3000
G00			X-45.	Y-140.			
直線補間 工具長補正キャンセル			X-214.	Y-319.			
	G01 G49				Z0		
エンドオブプログラム		M05					
		M30					

図20に作品「TONE」を示します。



図20 作品「TONE」

(参考文献・引用文献)

- ・独立行政法人 雇用・能力開発機構 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター編
『NC工作機械 [1] NC旋盤』 『NC工作機械 [2] マシニングセンタ』 『NC工作概論』
社団法人 雇用問題研究会(2005)
- ・『NC木工機械のためのプログラミング』 日本建材新聞社(1992)
- ・群馬県立高崎産業技術専門学校 インテリア木工科
『NCルータ プログラミング 機械操作 NC16-ROA 編』テキスト(2005)
- ・庄田鉄工株式会社 『NC16-ROA 取扱説明書』(1999)

製作(2006年3月)
群馬県立利根実業高等学校
森林科学科 教諭 坂西成人