

マイコンによるNCプログラミングシステムの開発*

宮 尾 芳 一**

1. ま え が き

NC工作機械を駆動するには、NCテープが必要であるが、NCテープをマニュアルプログラミングで作成するには、テープフォーマットの知識が必要である。また複雑な3軸同時制御のNCテープを作成するには、電算機を使った自動プログラミングによらねばならないが、これもテープフォーマットとAPT言語の両方の知識が必要となる。そこで、テープフォーマットもAPT言語も知らなくとも、簡単にNCプログラミングができれば便利である。この考え方による旋盤用のNCテープ自動作成装置⁽¹⁾は市販されている。フライス盤用については、一般電子計算機によるものが発表⁽²⁾されているが、これとても、例えば図1のA、B、C部のような凹所の切削は不可能である。

本研究は、立フライス盤によるエンドミル削り用のNCプログラムが、マイコンのディスプレイ画面との対話方式で、加工したい形状の種類、座標の増分値寸法等をインプットするだけで、前記の凹所部削りも可能であり、自動的にできるシステムを開発した。

2. 本システムの特徴

2・1 本システムの使用方法

本システムに使用した機器を表1に示す。

ユーザーは、図2に示すようにディスプレイ画面に表われる質問事項、すなわち工具径・補正值番号・送り速度・クーラントの有無等に答えた後、加工したい形状を示す英字と各座標の増分値寸法を次々とインプットすれば、NCプログラム言語がプリンタに印字される。また、テープパンチャを接続すれば、自動的にNCテープが作成される。更にクーラントの使用状態や送り速度を途中で変更したいときは、画面の質問に対し、変更を意味する英字をインプットすると、図3に示す様に変更可能項目の一覧表が画面に表われ、その質問に答えるだけで、最初にインプットした条件の変更が可能である。

表1 使用機器一覧

NCフライス盤	本 体	日 立 精 機 MD-V	設定単位 0.01mm
	制御部	FANUC 3000C	
マ イ コ ン	本 体	日 本 電 気 PC8001	記憶容量 32KB

* 昭和57年10月 日本機械学会・精機学会共催山梨地方講演会において発表

** 機械工学科助手

原稿受付 昭和58年9月30日

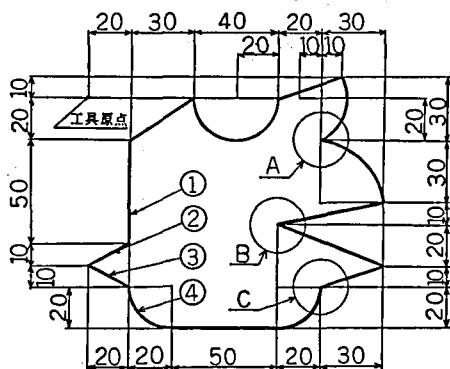


図1 サンプルワーク

2・2 工作物形状の分類と処理

工具径等の条件を設定後、最初の加工したい形状と座標増分値をインプットしてマイコンに記憶させた後、次の加工したい形状と座標増分値をインプットすると、両形状の接触条件を判定し、図5に示す三つのパターンに分類する。すなわち、インプットされた座標増分値をそのまま印字すれば良い(a)の場合、コーナーオフセット円弧補間が必要な(b)の場合、インプットされた座標増分値を切削すると食込みを生じてしまう(c)の場合の三つである。

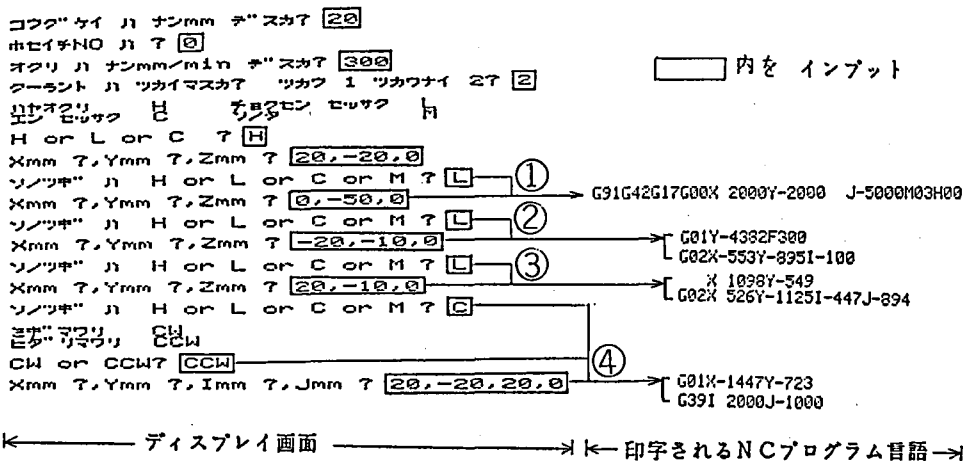


図2 対話方式とNCプログラム言語

ソ"ツキ"に H or L or C or M ? [M]
 MENU
 0 フォ"ク"ラ" オワリ
 1 コック"タイ" / ヘンコク
 2 クラント / ツカ / ヘンコク
 3 シュ"セ" / カイ"チン" / ツカ / ヘンコク
 4 オクリ"リスト" / ヘンコク
 5 シュ"セ" オワリ
 ナン"ン"チ"スカ? [4]
 ケ"ン"サ"イ / オクリ"リスト"に 300 mm/minチ"ス
 ヘンコク"ゴ" / オクリ"リスト"に ナン mm/minチ"スカ? [100]

図3 加工条件の変更

ここで四角の線に囲まれた部分だけが、NCプログラム言語として印字される。また、下線部は、次回の判定のA\$となり、次にインプットされる加工したい形状と座標増分値は次のB\$となる。

この図は加工したい形状が直線から円に移る場合であるが、他の場合でも同様の分類ができる。ここで(c)において、食込み防止逃げ量を手計算することは、かなり難しいが、本システムでは(a)、(b)の場合と区別することなく、図面の数値をインプットすればよいことが大きな特長である。

2・3 判定方法

インプットされた形状と座標増分値より、図5に示したどのパターンになるかがマイコン内で判定される。図6に示す様な、第1象限で直線切削から円切削と続く場合は、最初の形状である直線切削の方向に対して、次の形状である円切削の円中心の存在位置で判定できる。すなわち、直線切削の方向と直交する直線上の左側（太線部）に円中心があるときは(a)の場合、斜線で図示した位置に円中心があるときは(b)の場合、それ以外は(c)の場合

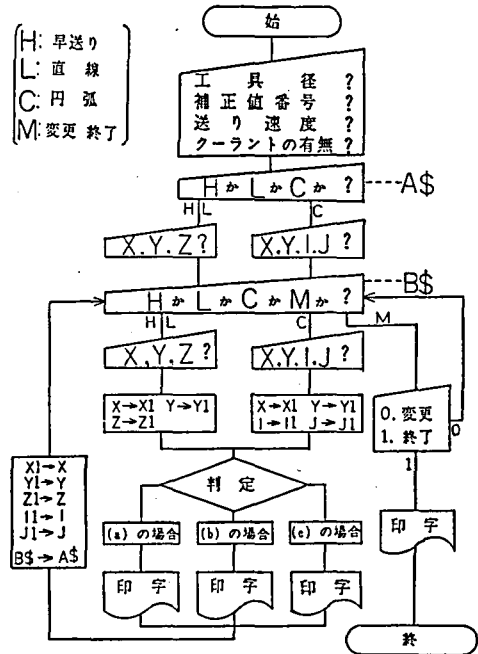


図4 本システムのフローチャート

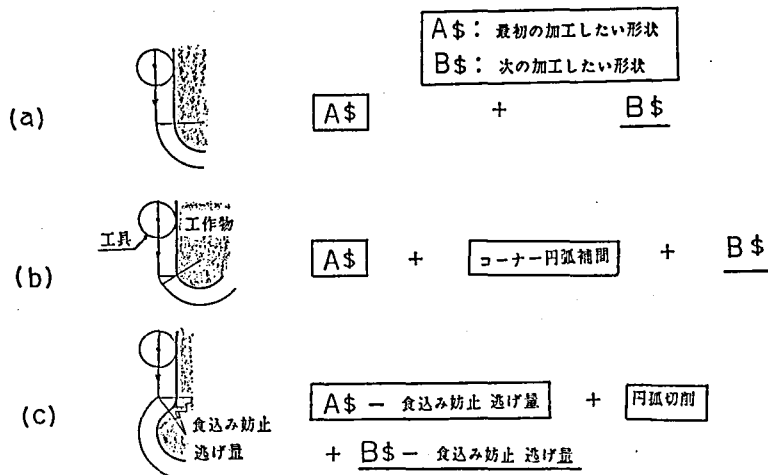


図5 加工したい形状のパターン

となる。

これを第1象限から第4象限まで示したのが図7である。直線の増分値 (X, Y) と直線の終点を原点としたときの円の中心の座標値 (I₁, J₁) がインプットされているので、マイコン内では、図7に示す様に直線の直交の条件式 $X/Y \cdot J_1/I_1 = -1$ を基本として、他の条件式とともに、(a)、(b)、(c)の三つの場合に分類される。

この図は直線切削から円切削と続く場合であるが、直線から直線等、他の組合せの場合についても、同様な考え方で三つの場合に判定される。

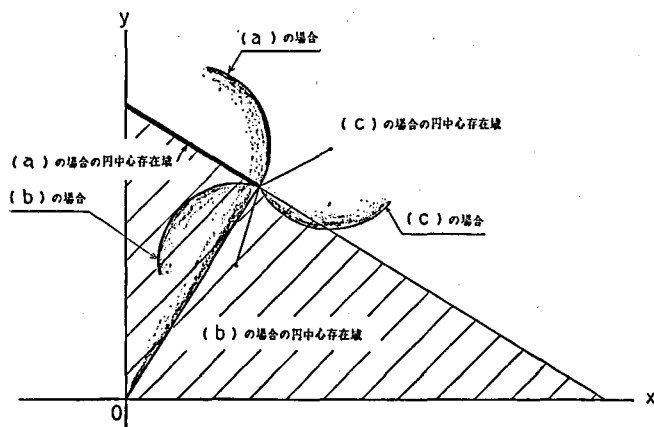


図6 判定方法(第1象限)

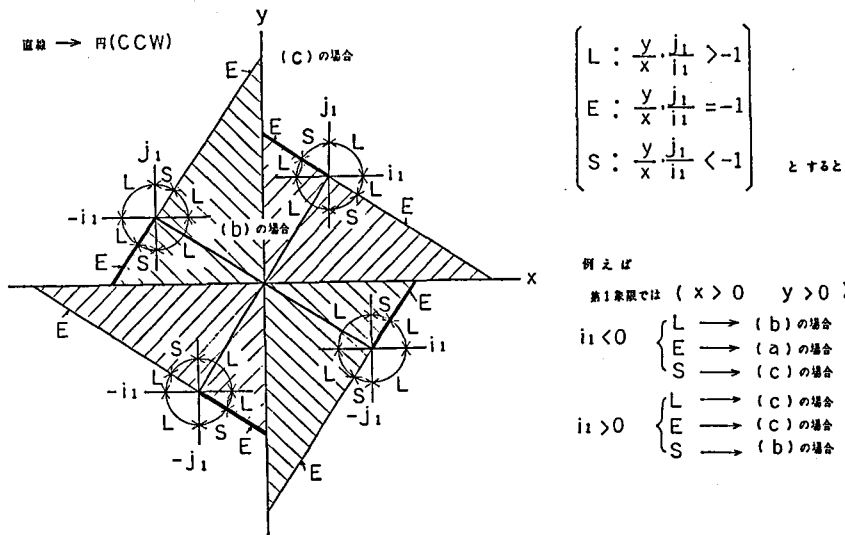


図7 判定方法と判定式

2・4 食込み防止のための逃げ量算出

図8に示す様な、直線切削から円切削と続く加工形状のとき、工具が直線ACに沿ってC点まで進むと、円弧CPに食込んで切削してしまうので、工具がE点で円弧に接するときのB、D点を求め、A点からB点まで直線切削され、次にE点までD点を中心とする円弧切削(実際には工具中心の動きは無い)した後、円弧EPを切削するNCプログラム言語になるように、マイコン内部で処理される。

食込み防止のための逃げ量BC・CEがどのようにして求まるかの計算例を図8の右側に示す。また直線切削が続く場合の計算例を図9に示す。この様に三角形の相似等を利用して算出される。なお、他の組合せの場合も同様な手法で、手計算ではかなり面倒である食込み防止のための逃げ量も、マイコン内で即座に計算される。

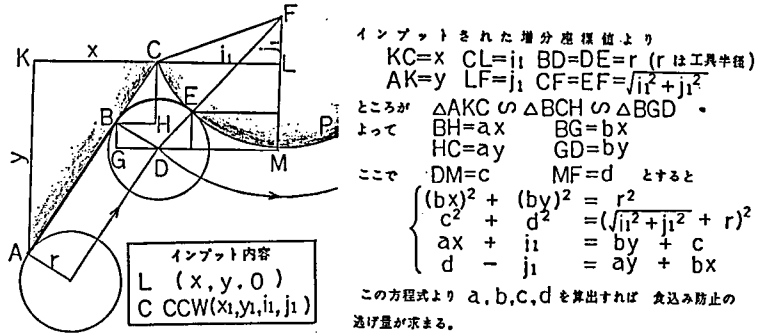


図8 食込み防止逃げ量算出方法(直線から円切削の場合)

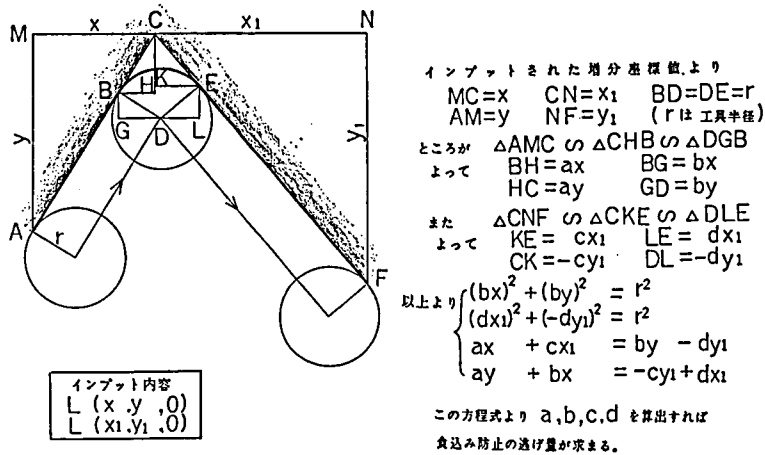


図9 食込み防止逃げ量算出方法(直線から直線切削の場合)

2.5 印字方式

例えばインプットされたものが、 $L(a, b, 0)$ 、 $C(c, d, e, f)$ のとき、2・3に示した三つのパターンは、それぞれ次の書式を経て、NCプログラム言語が印字される。

表2に示す様に、同一グループごとのNCプログラム言語が、 $C\$ \sim H\$$ としてマイコン

- (a) の場合 ——— $LPRINT$ $C\$, D\$, E\$, F\$, Xa, Yb, G\$, H\$$
- (b) の場合 ——— $LPRINT$ $C\$, D\$, E\$, F\$, Xa, Yb, G\$, H\$,$
 $LPRINT$ $G39, I f, J -e$
- (c) の場合 ——— $LPRINT$ $C\$, D\$, E\$, F\$, X\Box, Y\Box, G\$, H\$,$
 $LPRINT$ $G02, X\Box, Y\Box, I\Box, J\Box$

\Box 内は マイコンで算出した値

図10 印字方式

に記憶される。例えばF\$は、インプットされた加工したい形状が「H」のときはG00,「L」のときはG01,「C」のときは「CW」でG02,「CCW」でG03として記憶される。同様に、他のグループもそれぞれのコードが自動的に選ばれる。

次に続くNCプログラム言語のC\$~H\$が、前のNCプログラム言語と同じ場合は、モードであるので印字されない。また、座標増分値が0のときは、X, Y, Zの英字を含めて印字されないシステムとなっている。

表2 コード別一覧

グループ名	所属コード		
C \$	G90	G91	G92
D \$	G40	G41	G42
E \$	G17	G18	G19
F \$	G00, G01, G02, G03		
G \$	M03	M05	
H \$	M08	M09	

(b) APT 言語

(c) マニュアルプログラム

(a) 本システム

```

20
0
300
2
H 20,-20,0
L 0,-50,0
L -20,-10,0
L 20,-10,0
C CCH 20,-20, 20,0
L 50,0,0
C CCH 20, 20, 0, 20
L 30,10,0
L -50,20,0
L 50,10,0
C CCH -30,30,-30,0
C CCH 10,30,-10,20
L -30,-10,0
C CH -40, 0,-20,0
L -30,-20,0
H -20, 20,0
H 0

```

```

PART,REX
MCHN,MILL,INCR
FEED
0%
CUTTER 10
FROM,P1(0,0)
0G420
RFD,T0,S1(20X),P2(20,-20)
0M03,H00
TLRGH
S1,0F300
S2(P3(20,-70),P4(0,-80))
S3(P4,P5(20,-90)),L
C1(40,-90,20),CCW,B
S4(-110Y),B
C2(90,-90,20),CCW,R
S5(P6(110,-90),P7(140,-80)
S6(P7,P8(90,-60))
S7(P8,P9(140,-50)),R
C3(110,-50,30),CCW,R
C4(P10(110,-20),P11(120,10)),CCW,R
S8(P11,P12(90,0)),R
C5(70,0,20),CH,L
S9(P13(50,0),P2),0G400
RFD,P1,0M05
0%
FEED
FINI
PEND

```

```

G31G42G17G00X 2000Y-2000J-5000M03H00
G01Y-4302F300
G02X-553Y-895I-1000
G01X-1447Y-723
G39I 2000J-1000
X 1519Y-760
G02X 529Y-676I-447J-894
G03X 1952Y-1564I 1952J 436
G01X 5000
G03X 1936Y 1498J 2000
G02X 652Y 698 968J-251
G01X 2412Y 804
G39I-5000J 2000
X-1877Y 750
G02X 175Y 1909I 371J 928
G01X 1702Y 341
G39J 3000
G03X-1538Y 2647I-3000
G02X-420Y 1337I 471J 882
G03X 8Y 2016I-1992J 1016
G39I-3000J-1000
G01X-3000Y-1000
G39J-2000
G02X-4000I-2000
G39I-3000J-2000
G01X-3000Y-2000
G40 G00X-2000Y 2000M05
M00

```

図11 本システムと他の方法との比較

3. む す び

(1) マイコンのディスプレイ画面の簡単な質問に答えるだけで、NCプログラム言語作成の経験のない人でも、NCテープを作成することができる。

(2) 図1に示すサンプルワークのNCテープ作成に必要な、(a)本システムによるインプット項目、(b)APT言語例、(c)マニュアルプログラム の3者の比較を図11に示す。これから、この程度のエンドミル削りでは、本システムが簡便である。

(3) マニュアルプログラミングの場合は、食込みの計算が非常に面倒であるので、テープフォーマットの知識がある人にとっても、本システムは便利である。

参 考 文 献

- 1) FANUC SYSTEM P—MODEL—F
- 2) 堀内ほか, 高専情報処理教育研究会論文誌, 創刊号 (1981-8)