

MAKINO KE-55 用 NC データの接続と応用

○白木尚康^{A)}、山本浩治^{A)}、熊沢正幸^{B)}、佐々木敏幸^{B)}、福森 勉^{B)}

A) 名古屋大学 全学技術センター一部局系技術支援室 工学技術系第2技術課 (装置開発系)

B) 名古屋大学 全学技術センター一部局系技術支援室 工学技術系第1技術課 (電子情報系)

はじめに

購入から数年が経過し古くなってきたNCフライス (MAKINO KE-55) を効率的に活用するには、メモリ量の不足や加工用プログラムの作成などで問題がある。特に、大学では特殊形状の加工が求められることが多く、形状が3次元曲面のように複雑になってくるとデータ数が増えて加工プログラムの作成や入力に時間がかかる、さらにはメモリにすべての加工プログラムが収納できないということが生じる。そこで、テープリーダ接続用としてNCフライスに付属している通信用インターフェースのRS-232C(EIA232)を使用して、外部よりNCデータを送信して加工ができないかカスタマイズ化を試みた。3次元曲面の製作を加工サンプルとし、NCデータの作成には次の2種類を試みた。①BASICを用いて座標計算をおこなわせ、NC用加工データを作成すると同時に、そのデータを逐次NCフライスに送信しつつ加工する方法。②3次元CAD/CAMで作成したNCデータを、変換プログラムを通してNCフライスに送信しつつ加工する方法。その結果、いずれの方法でも通信のフロー制御により、NCフライスのメモリ容量に関係なく加工が可能になったので以下に紹介する。

1 NCフライス概要と制御

1.1 NC概要

一般にMAKINO-KE55を含むNCフライスを駆動させる方法としては、ディスプレイ付操作盤上での手動操作によりGコードを入力し、NCデータを作成することを基本としている。作成されたNCデータは機械内部のメモリに書き込まれ、これを呼び出して運転・加工を行うのが一般的である。我々が購入したMAKINO-KE55のメモリ量は、テープ長で80m分(メモリ増設は可能だが非常に高額である)しかなく、仮にメモリ運転した場合50mmの長さを50 μ mで刻んで加工すると1000ステップ程度でメモリがなくなることになる。

これに対して、外部入力運転モードはNCデータを直接メモリに書き込まずに、外付けした装置から通信機器を通じてNCデータを送信して一時的にバッファ内に格納して順次処理する運転方式である。この方式で運転をおこなうにはRS-232Cインターフェースなどの外部入力端子が必要であるが、本機ではテープリーダ、FD装置接続用として1ポート付属している。尚、外部入力運転仕様を表1に示す。

表 1. 外部入力運転仕様

仕様	機能
制御機	FANUC プロフェッショナル JN
最小入力単位	0.001 mm
使用コード	EIA/ISO 自動判別
DNC運転	可能

1.2 通信と制御機のパラメータ設定

NCフライスとパソコンの間をRS-232Cインターフェースで接続して外部入力運転を行うには、NCフライスとデータを供給しようとする装置との間で通信パラメータを予め設定しておかなければならない。パラ

表 2. 設定したパラメータ値

ボーレート	9 6 0 0 bps
パリティチェック	偶数パリティ
Xパラメータ	XON/XOFF
データビット長	7ビット
ストップビット長	2ビット

```

*MSCommコントロールの初期設定↓
↓
mScPORT.CommPort = 1
mScPORT.Settings = "9600,E,7,2"
mScPORT.Handshaking = comXOnXoff
mScPORT.RTSEnable = False
    
```

通信ポートの選択↓
 通信条件の設定↓
 ハンドシェイクの設定↓
 Request To Send (RTS)ラインを有効にする↓
 ハードウェアによるハンドシェイク↓

図 1. 通信プログラム

メータの設定項目としては、ボーレート、データ長、パリティ、ストップビット長があり、今回NCフライス側でパラメータが固定されているので合わせる必要がある。表 2 に設定したパラメータ値を、図 1 に Visual-Basic による通信プログラム^[1]の一部分を示す。

2 加工サンプル形状および加工条件

加工サンプルには、NC 工作機械の切削テスト材料として使用されるマシナブルワックスを使い、形状は図 2 に示すように X-Z 平面における放物線を Y 軸方向に平行挿引した 3 次元の曲面を有するものである。これは、以前に蒲鉾型電極の側面形状の製作依頼を受けた際のものである。工具はフラットエンドミル 1.2 mm を使い切削条件は表 3 に示す。加工方法は Y 軸スキャン加工で荒削りおよび仕上げをした。

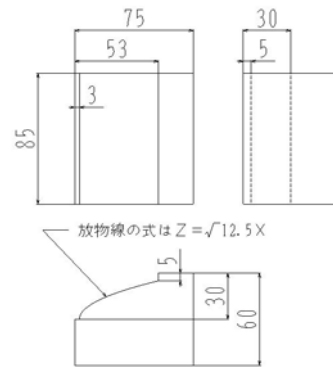


図 2. 加工サンプル図面

3 Basic を利用した加工データ作成^[2]

図 3 に示すように通常は NC データを作成し MAKINO KE-55 の操作盤より入力していたが、パソコンからの NC データ通信が確立したので、Fujitsu-Basic (当初はこれでプログラムした) を用いてプログラムにより NC データを作成し加工サンプル形状を加工することにした。

表 3. 切削条件

	荒削り	仕上げ
主軸回転数 (rpm)	1000	1200
切削速度 (mm/min)	700	800
切り込み量 (mm)	2.5	0.05
刻み量 (mm)	2.5	0.05

3.1 Basic プログラムについて

加工サンプル形状は X-Z 面における放物線であるので、その放物線の式 ($Z = \sqrt{12.5 X}$) により X, Z を決めた。Y 軸はワーク材料の端からエンドミル径プラス α 分の余裕をもたせた位置に開始点および終点を決め、その間を往復させる加工 (スキャン加工) を行うものとした。プログラムは X-Y 面の加工で荒削りと仕上げが出来、ワーク材質に合わせて主軸回転数、送り速度、切り込み量 (Z 軸)、刻み量 (X 軸) をそれぞれで変えることができるため、他の形状や材質への対応が出来るようになっている。

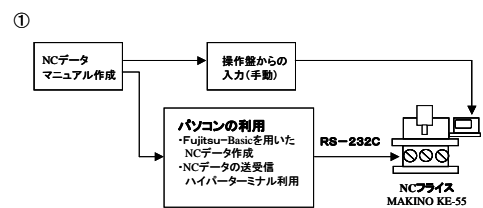


図 3. NC フライスデータ入力方法

3.2 加工サンプルの製作について

加工は荒削りとして切り込み量、刻み量共に 2.5mm とし、仕上げは刻み量 0.05mm にして行った。出来上がった形状には段差が見られた。これは仕上げ刻み量を X 軸に入れているので、図 4 に示すように放物線の頂点付近では X の増分 (ΔX) に対し Z の増分 (ΔZ) が極めて大きくなってしまふのが原因と考えられる。

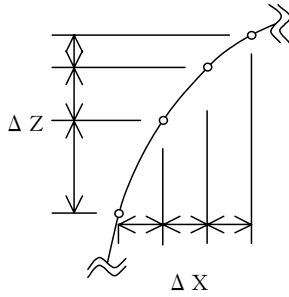


図4. X軸一定値のZ軸値

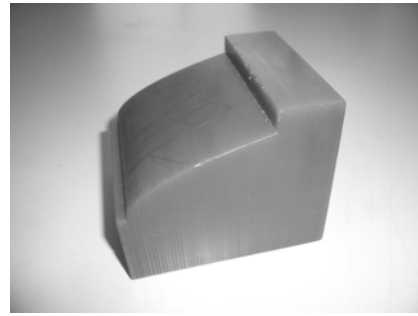


写真1. 製作した加工サンプル

そこで、Zの増分がXの増分を超える場合はZ軸に刻み量をいれてX軸の値を決めるプログラムを付加することにした。これにより、形状に現れた段差を無くし良好な加工面を得ることが出来た。また、これにより Basic プログラムを用いて MAKINO-KE55 で3次元曲面加工が可能となった。

4 3次元CAD/CAMを用いたNCデータ作成

3次元CAD/CAMは日本ユニシス株式会社CADCEUSを使用した。図5に示すようにこのソフト1つでCADからCAMを経てNCデータまで出来る。通常のマシニングセンター加工はイーサネット^[4]でNCデータを送り加工しているが、MAKINO KE-55の場合はパソコンにNCデータを送り、そこでデータの変換をして通信プログラムによりRS-232Cを介して加工を行うことになる。以下にCADCEUSを用いてMAKINO KE-55で加工するための経過を紹介する。

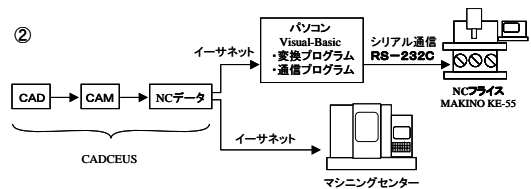


図5. CAD/CAM使用時のNCデータ流れ

4.1 CADCEUSについて

CADCEUSのCAMは2つあり2DNCと3DNCがある。2DNCと3DNCの違いは前者が加工領域を線および点で設定する。主にドリル加工、タップ加工、2.5次元のオフセット加工等がある。後者は立体を作成して加工領域を設定する。3次元曲面加工等が出来る今回の加工サンプルを作成したのは、今回MAKINO KE-55で加工する為にはNCデータをカスタマイズしなければならない、それにはCADCEUSの2DNCと3DNCのマシンファイルを編集することで出来る。

4.2 マシンファイルの編集について

マシンファイルの編集は、テキストファイル上で新たにNC出力したい工作機械用にファイルを追加し、MS-DOSコマンドでCADCEUSから読める形式に変換することである。MAKINO KE-55はFANUCのNCコントローラーを使っているため、FANUC用のマシンファイルを基に編集していくことにした。MAKINO KE-55のプログラミング説明書^[3]の例題プログラムを基にCADCEUSで同様のプログラムを作成して、NCプログラムを比較してマシンファイルの変更を行った。この作業を繰り返す事によって完成した2DNCのマシンファイルを図6に示す。3DNCも同様な編集作業をして完成させた。

```

/initial /# 工作機械の稼働準備動作の指示データ  */#
O1(terano);
G1(-MKN10 --O(terano)---);
semo on;
G00S4;
G00010Z00;

/term /# 工作機械の稼働終了動作の指示データ  */#
M0;
semo off;

/itset /# 工具選択, 工具交換動作の指示データ  */#
/itset /# 工具交換後に行なう工具長補正指示データ  */#
/outcond /# 加工開始時の切削条件の指示データ  */#
S(terano)M(terot);

/itback /# 加工終了後の工具引き戻し時の指示データ  */#
G002(Oterao);
M05;

/subcall /# サブプログラム呼び出し時の指示データ  */#
M09(Oterao)L1;
/subent /# サブプログラム先読みの指示データ  */#
O(terano);
G1(MKIND/SB-PROG --(terano)---);
semo on;
G1;

/subrte /# サブプログラム復帰の指示データ  */#
G00;
M09;
semo off;

```

図6. マシンファイル

4.3 セミコロンが付加について

MAKINO KE-55 は E O B (エンドオブブロック) 毎にセミコロンを付加しなければならない。CADCEUS では付加することが出来ないで、Visual-Basic で変換プログラムを作成した。プログラムは 1 ブロック毎にセミコロンの有無を調べて無い場合は付加する。このプログラムは MAKINO KE-55 との通信プログラムとあわせて 1 つのプログラムとした。図 7 と図 8 に示すのは、作成したデータ変換プログラムの画面と送信画面である。-



図 7. データ変換画面



図 8. 通信画面

4.4 加工サンプルの製作

加工サンプル形状を CADCEUS により作成した NC データで切削を行い、Basic を利用した加工データ作成で製作した加工サンプルと同様の結果を得ることが出来た。

5 まとめ

1. MAKINO KE-55 の通信用インターフェースの RS-232C を使用して、外部より NC データを送信して加工することができた。これによりメモリ容量にとられる事が無くなった。
2. 3次元曲面を Basic により座標計算をおこなわせ、NC 用加工データを作成すると同時に、そのデータを逐次 NC フライスに送信しつつ加工する方法を確立した。
3. 3次元 CAD/CAM のマシンファイルに MAKINO KE-55 を追加して作成した NC データによる加工方法を確立した。
4. 加工サンプル形状を 2 種類の方法で試み製作することが出来た。

6 謝辞

本研究を行う上でアドバイスをいただいた全学技術センター(工)高木誠技術班長と立花一志技術職員に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 金藤 仁, “自動計測システムのための VB 6 入門”, 技術評論社 (2000 年)
- [2] “技報 Vo.2”, 名古屋大学工学部・工学研究科技術部, P83 - P90 (2000 年)
- [3] “NC プログラミング”, 牧野フライス株式会社
- [4] 白木尚康, 山本浩治, 青木延幸, “ネットワーク環境を用いた CAD/CAM マシニングセンター実習について”, 平成 14 年度東京大学総合技術研究会報告集, 平成 15 年 3 月, P10-38 - P10-40