

# MC 操作実習と NC プログラミング

工学部技術部 力学応用系 平尾正志

## 1. はじめに

数値制御 (Numerical Control:NC) が1952年に発明されて以来<sup>1)</sup>, この50年間で金属加工技術は大きな変革を経た. 今日では, 例外的な場合は別として, 通常は手動工作機械によってはどのようにしてもCNC (コンピュータ数値制御) 工作機械にかなう仕事をするのは無理である. また, CNC工作機械は自動車産業など大量生産においては絶大な経済効果をもたらしていることは明白である.

現在の工作機械には機械部品製作に対する高効率・高精度化の要求に対応するため, 必ずといっていいほどNC装置が組み込まれている.

今回の研修は, 立型NCフライス盤の操作実習とNCプログラムの基礎を学び, 今後の装置製作に活かすことを目的として行った.

## 2. 研修内容

- 1) MC, NCとは
- 2) NCプログラムについて
- 3) NC工作機械の操作・制御装置への入力
- 4) 動作確認・実加工
- 5) テクノフェスタイン浜松成果発表

上記のような流れで研修を行った. 5)のテクノフェスタイン浜松での成果発表は当初の予定には無かったが, 研修の仕上げということで途中から発表に向けて研修を進めていった.

### 2.1 MC, NCとは

マシニングセンター (MC) は, 回転する工具によって工作物を切削するCNC工作機械であり自動工具交換 (ATC) 機能を持つものをいい<sup>2)</sup>, NCプログラムにより作動する. MCを用いることによってフライス削り, 穴あけ, 中ぐり, ねじ立てなど一連の作業をほぼ完全に自動的に行うことができる. 工具が回転しないNC旋盤などはMCとは呼ばない.

図1にマシニングセンターの一例を, 図2にその加工サンプルを示す. 図1はエンシュウ (株) E130立形マシニングセンターで, 以下に示すスペックを持っている.

移動距離	X軸 400mm
	Y軸 300mm
	Z軸 300mm
主軸回転数	100~20000rpm
早送り速度	50m/min
切削送り速度	1~15000mm/min
ATC装置	12本
制御装置	FANUC21iM

ATC部はカバーに覆われ確認することはできないが向かって左側の窓の部分である. マシニングセンターとしては小型であり主にドリル, タップ, エンドミルなどの工具による高速加工に利用されている.

図2の加工サンプルは, ひずみゲージを用いて被削材の切削抵抗を検出する装置 (切削動力計) であるが, マシニングセンターを用いることによって一連の加工を自動的に行い, 比較的簡単に製作することができる.



Fig.1 エンシュウ (株) E130立型MC

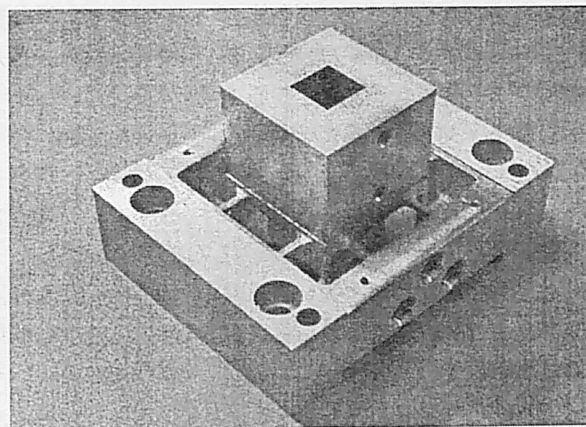


Fig.2 MCによる加工サンプル

## 2.2 NCプログラムについて

NCプログラムとは、NC工作機械を動かすためのプログラムである。プログラムというと、一般的にアセンブラやBASIC(VB)やFORTRAN, CやC++といったものを思いうかべるが、NCプログラムはそういったプログラムよりももっと簡単で誰でも楽に習得することができる<sup>3)</sup>。基本的には、直線的(直線補間)に動かすか円弧(円弧補間)で動かすか、XY座標(Z座標)を指定して工具やワークの回転、停止、オフセット、工具交換といったことを指定されたコード(Gコード)に置き換えたものである。アセンブラのように、MPUのレジスタの役割を知る必要もないし、Cみたいにポインタで頭を悩ますこともない。但し一般的な構造化プログラミング(順次、選択、繰り返し)といったことが自由に記述できないので、関数プログラムを作成しようとした場合、カスタムマクロというものを使ってプログラミングしていく必要がある。(NC工作機械メーカーが用意することが多い。)

最近のNC工作機械は対話式が多く、図面を元に寸法を入力していけば、自動的にNCデータを出力し、CAD/CAMとって作成したCADデータからNCデータを生成してオンラインで機械に送信し自動的に加工といった事も可能になってきている。ただCAM(自動プロ)もCADで図面を作成すると自動的にNCデータを出力するといったものではなく、CADデータを元に加工方法を指定(フライス加工ならドリリングやタップ、輪郭加工、ポケット加工)その後、ツールなどを設定していくといった手間がかかる。また2.5次元加工や3次元加工では、立体的な情報を入力しなければならない。

対話式のプログラミング装置付き機械の場合でも、自動的に出力されたNCデータで加工中にいきなり途中でエラーになりマシンが停止することもあり(デバッグ機能が不十分)完全自動とはいかない。このため、ある程度マニュアルでNCプログラムを作成する必要がある。

図3はプログラムの一例である。NCプログラムはプログラム番号、シーケンス番号、アドレス、ワード、ブロックと呼ばれるもので構成されている<sup>4)</sup>。()内はそれぞれの機能である。

研修では、それぞれがアルファベット(A~Z)の工具経路を方眼紙に描き直線補間、円弧補間などを用いてプログラミング(数値化)し、その後制御装置への入力、動作確認、実加工という流れで進めていった。

## NCプログラム

```
N1 G91G80G17(移動、位置指令等)
N2 G92X0Y0Z0(座標系、原点)
N3 M3(主軸機能)
N4 G0X50.Y50.(準備機能、早送り)
N5 M98P101(サブプログラム呼出)
.
.
N20M30(プログラム終了)
```

Fig.3 NCプログラム例

## 2.3 NC工作機械の操作・制御装置への入力

図4は今回の研修に使用した静岡鉄工所製の立形NCフライス盤(VHR-AP)である。NC工作機械としては一世代前の機械であり、ワークへの切り込みはテーブルの上下で与える。ATCの機能は持たず主軸部等の制限はあるが、加工部の確認もできNC工作機械の入門・研修用としてはなんら問題はないと思われる。機械の電源投入、原点復帰、制御装置へのプログラム入力、自動運転などの方法を学んだ。この後、アルファベット(A~Z)26文字を個々のプログラムとして入力し、それぞれを26のサブプログラムとして登録した。

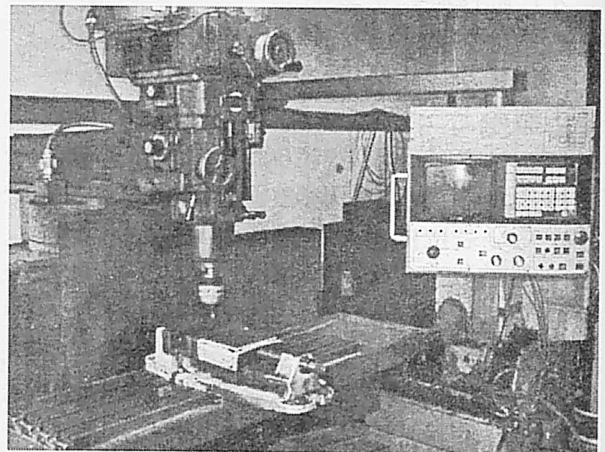


Fig.4 研修に使用した立形NCフライス盤

## 2.4 動作確認・実加工

制御装置へのアルファベット(A~Z)プログラム入力後、モニター上で工具経路の確認を行う。機械をロック状態にして実際にプログラムをスタートさせ、正しく原点(スタート位置)に復帰するかどうかの確認である。入力フォーマット(データ小数点の有無)を誤ると移動距離が

1000倍違い注意が必要である。この確認をすることによりプログラムの誤りを修正することができ、暴走を未然に防ぐことができる。確認作業の終了後、実際に何文字かの加工を行った。制御装置が古く編集等の作業は効率が悪く大変であったが、基本的なことは理解できたのではないと思われる。

テクノフェスタイン浜松では快削黄銅板にφ4のエンドミルを用いてイニシャルの加工を行うため、実加工を通して切削速度、送り早さなど加工条件の絞り込みを行う。

## 2.5 テクノフェスタイン浜松成果発表

研修の仕上げとして、11月9、10日に開催されたテクノフェスタイン浜松（おもしろ実験の部）に、“イニシャルプレート作り”として参加した。技術部力学応用系として、初めての試みである。

黄銅板にエンドミルを用いて来場者のイニシャル（2文字）をNC工作機械で加工（彫る）企画である。図5にイニシャルプレートの加工例を示す。

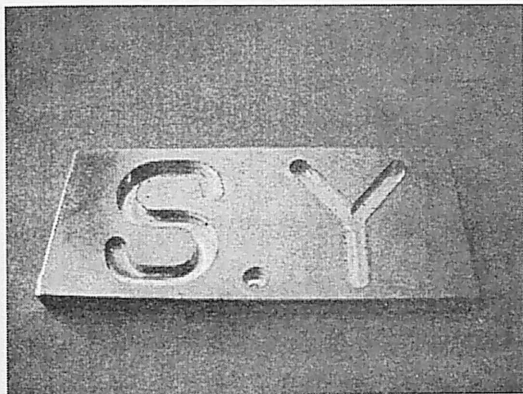


Fig.5 イニシャルプレート（テクノフェスタ）

加工条件等は以下のように設定した。

被削材：PbBsP(快削黄銅)  
 サイズ：35×80×6  
 工具：φ4エンドミル(超硬, 2枚刃)  
 切削速度：V=38m/min(3000rpm)  
 送り速度：100mm/min  
 切り込み：2.5mm  
 加工時間：約2分/枚

加工は、切り屑の排出等を考慮して水溶性の切削油を用いて行った。切削速度、送り速度に関してはもう少し上げることができると思われるが、事前の加工中にエンドミルが折損した場

合があり（原因は不明）、加工条件は低めに設定した。

テクノフェスタイン浜松では多数の来場者が予想され、どの程度（何人）対応するかが問題となる。加工時間等から逆算して、1日当たり40枚程度の加工を想定し、2日間で80枚の加工を行うこととした。研修の後半は、図6に示すような材料の準備に費やすが、これがなかなか大変な作業であった。

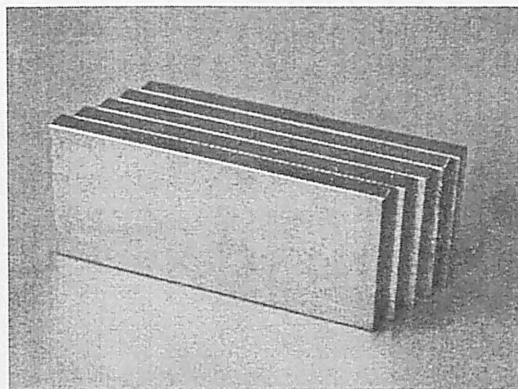


Fig.6 テクノフェスタ用材料

材料を切断後、汎用フライス盤を用いて4面を規定の寸法に仕上げた。加工後にバリが残る、この除去が面倒であった。また、材料は80枚の予定であったが、手配した材料の関係から最終的には180枚程度をフェスタ用として準備した。（2年間分のつもりでいたが・・・）

図7はイニシャル加工プログラムの抜粋である。来場者には自分のイニシャル2文字（サブプログラム登録済み）を呼出・変更してもらい、その後に加工のスタートボタンを押してもらった。実加工時間は2分程度、湿式切削のため加工中には切削油、切り屑が飛んでくるのであるが皆さん興味深く見ていたことが印象に残っている。

イニシャル加工プログラム	
N1	G91G80G17(移動、位置指令等)
N2	G92X0Y0Z0(座標系、原点)
N3	M3(主軸機能)
N4	G0X4.(準備機能、早送り)
N5	M98 P101(サブプログラム呼出)
.	
N10	M98 P102(サブプログラム呼出)
.	
N15	M30(プログラム終了)

Fig.7 イニシャル加工プログラム（抜粋）

図8は、プログラムの説明と来場者によるプログラム編集の様子である。

フェスタ実行委員会への連絡が遅れ（プログラム未掲載）、宣伝不足であったにも関わらず、予想通り？の盛況で結局、当初の予定数の2倍以上（180枚）、2年分を予定していた材料が全て無くなってしまった。材料の準備、テクノフェスタ当日の対応は大変であったが、来場者にはよい記念品になったのではないかと思う。また、経費については材料と工具代で約3万円ほど掛かったが、全額テクノフェスタ予算に計上させていただいた。

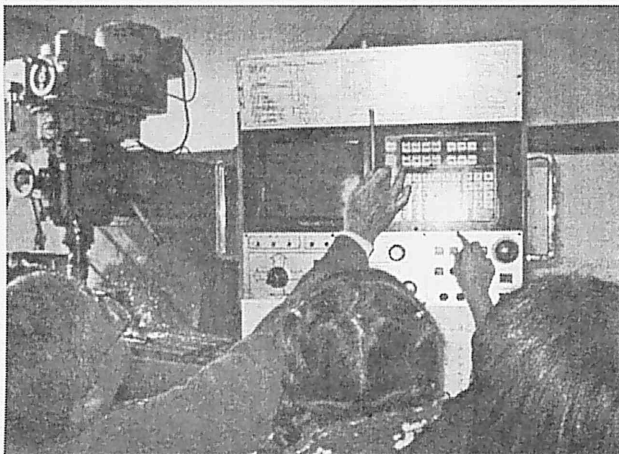


Fig. 8 来場者によるプログラム編集

### 3. まとめ

NCプログラム研修、機械の実操作を通してNC工作機械に対する理解を深めることができた。また、研修の成果をテクノフェスタイン浜松で発表することができ、たいへん有意義であった。

今回の研修を今後の装置製作に活かしていきたい。

### 4. 今後の課題・反省

今回はNCプログラムの基礎、工作機械の実操作に重点を置いた研修であり、制御装置の機構、制御機能等については学ぶことができなかった。今後、機会があればこれらを含めた研修を行い、総合的なNC工作機械の理解が必要である。

また、生産加工の技術動向などにも注意を払い、常に最新の情報を得て技術力の向上を図り教育・研究に役立てていきたい。

### 参考文献

- 1) 伊藤藤男 他：マシニングセンタの実践プログラミング，日刊工業新聞社(1987)3
- 2) 伊藤 鎮，内藤俊雄：工作機械，共立出版(1994)163
- 3) よくわかるNC/MCプログラミング  
FANUC10MA/11MA用：エンシュウ（株）
- 4) パソコンミル(VHR-AP) プログラム操作マニュアル：(株) 静岡鉄工所

### 研修参加者

河原崎正志，飯尾元秀，安田 茂，島田和彦  
平尾正志，山口卓士，本山英明，水野 隆