

NC工作機械を汎用的に使えるようにするマクロプログラムの研究

■研究者 平田 雄大 町田 優作 稲葉 和真 熊倉 旦准 高崎 庄悟
■指導教員 小泉 喜徳

1 研究動機

栃木工業高等学校の機械実習棟に設備されている工作機械のうち、汎用機械である普通旋盤やフライス盤、ボール盤などは実習で使用しているだけではなく、ものづくりをする部活動でも使用されています。そのため、稼働率は高くなっており、自分たちも気軽に使えます。ところが、NC工作機械、特にマシニングセンタにおいては、プログラムを組んだり、段取りをする手間、入力や作ミスによる衝突事故の懸念もあり、生徒だけでなく教員からも敬遠されてしまい、実習以外では殆ど稼働していないのが実情です。そこで、もっと誰もが気軽にマシニングセンタを使用して、部品製作を簡単にできるようにしようと思ったのが研究の動機です。

2 研究目的

今回の研究は、自分達のマシニングセンタの使用方法を習得と、誰でも汎用機械のように簡単に使えるようになるような方法を考えることを研究目的としました。

3 研究計画

まず、どのように進めていくか計画を立てました。目的は誰もが気軽に使えるようにすることですが、まずは自分達がマシニングセンタを知覚することを重点的に、計画を立てました。

計画

- ①現状把握
- ②プログラムについての研究
- ③簡単な操作になる研究
- ④作品の製作
- ⑤成果のまとめ

本来は期間を区切って研究を行うべきですが、自分達全員がマシニングセンタを理解することに重点に置いたので、厳密な期限を設けずに研究を進める方針をとりました。

4 研究内容

4-1 現状把握

(1) マシニングセンタについて

マシニングセンタは、フライス盤を自動化したもので、従来は人のハンドル操作で動かしていたものが、動きを指示したNCプログラムの入力によって自動的に動いてくれる機械です。寸法を正確に、そして大量生産ができるということから、現在では小規模の工場から大企業の工場まで、あらゆるところで導入されています。マシニングセンタは、フライス盤と同様に、立型や横型があり、特に近年では、テーブルが傾斜や回転するなどの機能が追加されたものがあります。精巧に仕上げることが形状加工、多様な曲面加工など形状の種類における制限があまりなく、加工できない場合は、刃物が届かなかったりしたときぐらいとなります。本校のマシニングセンタは、オークマ製の「MILLAC468V II」で、平成28年3月に導入されました。立型で主軸回転は $12,000\text{min}^{-1}$ もの高速回転をさせることができ、テーブル面の大きさが $1,050\text{mm} \times 460\text{mm}$ 、移動量もXYZが $820\text{mm} \times 460\text{mm} \times 450\text{mm}$ という、申し分のない大きさと、高性能でかつ高額な機械です。



▲オークマ製「MILLAC468V II」

(2) 本校の実習について

マシニングセンタを使用する実習は2年生で、4時間×5週行われます。機械を動かすための基本的なGコードと呼ばれる準備機能や座標を使った動きを学んで、最終的には自分で加工したいものをアクリル板に加工することを行います。プログラム作成は基本的なところを学びながら、1行1行入力していきます。10行程度であれば簡単に入力できますが、納得

のいくデザインとなると200行～300行を超えるほどのものとなってしまい、実習5週ある実習の殆どの時間をかけてプログラム作りを行うこととなります。そのため、その時間はずっとパソコンと向き合うことになり、作品完成が楽しみになるというよりも、キーボードを打つのが辛くなってきます。出来た作品には感動しますが、これはもうやりたくないな、という印象になってしまいます。これは、自分達だけでなく実習をおこなった殆どの生徒達の感想です。そのためマシニングセンタを敬遠しなくなってしまう気持ちになってしまうので、それを払拭するための研究となるようにしました。



▲実習の様子

4-2 プログラムについて

マシニングセンタを動かすには、刃物の着脱、工具長や工具径の補正值入力、原点の設定など、プログラムを作成する前の段取りも必要となります。この段取りは加工前の最も重要なことでもあり、自分達でもできるようにしたいところですが、今回は機械に装着されている刃物を使って簡単に操作できるようにすることに目的としているので、プログラムをしっかり習得して、機械を動かせるようにすることを目標としました。

4-2-1 プログラムの研究

今回研究で重要となる部分なので、じっくり時間をかけて調べました。実習で習ったのはメインプログラムですが、他にサブプログラムとマクロプログラムがあることがわかりました。

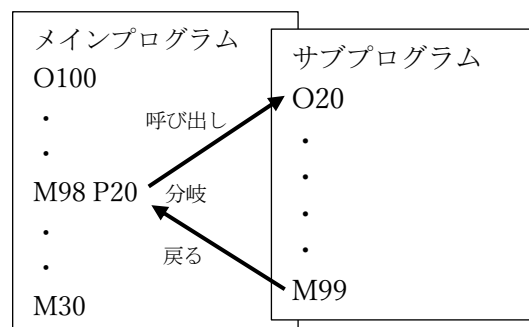
○メインプログラム

メインとなるプログラムで、座標系の設定、工具の呼び出し、回転速度の設定、動きの座標

など、あらゆるものを入力すれば、それを元に機械が動きます。実習でもこのプログラムで機械を動かします。しかし、動きのすべてを入力出来る反面、加工する形状が複雑になれば、その分行数が増えることになり、一見ただけではよく分からないプログラムとなってしまふことが多くなります。特に修正したい時など、その場所を探すのも一苦勞で、プログラム内にコメントを付けたり、分けたりして工夫しても、瞬時に理解することが困難になります。CADから簡単に直接プログラムを作成できるCAMというものもありますが、プログラムはメインプログラムに生成され、正確に加工プログラムができるものの、その行数は数万～数十万行に至るものもあり、プログラムを読み解く気力もなくなるほどの量になってしまいます。機械を動かす重要な部分ですが、機械を敬遠してしまうことにも繋がってしまうことでもあります。

○サブプログラム

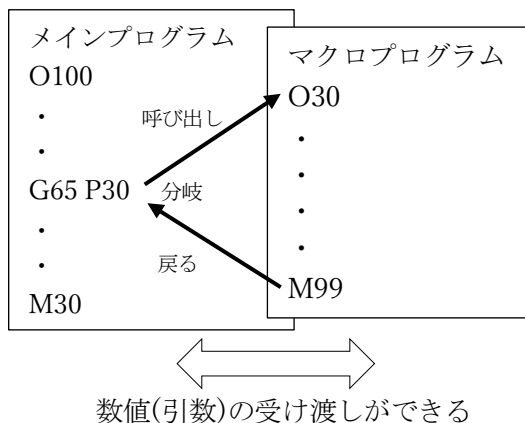
メインプログラムの起動中に呼び出して起動させることができるプログラムです。同じような加工、例えば穴あけやタップ加工がある場合、サブプログラムとしてあらかじめ作成しておき、メインプログラム起動中に途中で必要となったときに呼び出すことのできるプログラムです。呼び出しの命令と戻る命令だけなので、1行程で済み、メインプログラムの長さを短くすることができます。



○マクロプログラム

サブプログラムと同様に、メインプログラムの起動中に呼び出して起動させることができるプログラムです。サブプログラムと同様に、メインプログラムの長さを短くすることができますが、サブプログラムとの違いは、引数と

いうものを設定することができることです。これは、メインプログラムの数値を受け渡すことができる機能で、メインプログラムで設定した座標や条件などの数値をそのままマクロプログラムに使用したい場合に有効で、汎用的にプログラムを組むことが可能になります。



○条件分岐や関数計算ができる

プログラム言語 Basic のように、命令文を使って関数の計算ができます。sin・cos・tan や平方根などの計算ができ、座標の位置を計算させたりすることで、正確な穴位置や形状をプログラムすることができます。また、基本的にNCプログラムは、順番に下に向かって読み込んでいきますが、条件分岐「IF文」というものがあり、条件が成り立つとき指定されたプログラムまで飛ばすことができます。また、指定回数を繰り返すなど命令があり、組み合わせることで多彩な条件分岐のプログラムを作ることができます。

○変数の設定ができる

プログラム入力時に直接数値を入力して動かすこともできますが、加工物に合わせて数値を変えたり、計算させた結果を座標としたりすることができます。メインプログラムとマクロプログラムそれぞれにしか使えないローカル変数や、共通で使えるコモン変数があり、特に共通で使えるコモン変数は、マクロプログラムをより汎用的に使用するために有効です。

加工物に穴をあけたりする場面では、ボール盤を使った方が、早く加工ができます。プログラムを作ったり、原点を設定している間に、汎用機械はすぐに加工できてしまうわけです。大量の加工や等配の穴であれば、マシニングセンタが得意とするところですが、どうしても段取り作業に時間がかかります。まずは、そこに注目して簡単に段取りができるように考えました。条件分岐や関数によって計算できること、数値は引数としてプログラム同士の数値の受け渡しができることから、あらかじめマクロプログラムとして切削条件や原点設定など作成しておき、回転速度や工具の直径など諸条件を変数として入力することで、指定の形状が加工される、というプログラムを考えてみました。そうすることによって、条件入力をするだけで、加工ができてしまうようになります。

○作成したプログラム例(回転数設定のみ)

下記は工具直径のφ20と、切削速度14m/minを入力するだけで回転速度が指令されるというプログラムです。



メインプログラムにおいて、#100 の変数に工具直径の「20.」を、#101 の変数に切削速度の「14.」を入力します。G65 はマクロ呼び出し、P80 は呼び出すプログラム、D#100 及び V#101 はアルファベット部分にそれぞれ#100 と#101 の数値が代入されることを表します。マクロプログラムが呼び出されたときには、その数値がマクロプログラムのローカル変数に代入されます。マクロプログラムのローカル変

数は、対応する変数が決まっています、Dは#7に、Vは#22に受け渡します。つまり、メインプログラムで入力した数値が、マクロプログラムの#7と#22に代入されるわけです。それを数式にすることで、計算をすることができるのです。このプログラム例は、回転数の設定をマクロプログラムにするとどうなるかを表現しただけなので、実際に加工するプログラムではありませんが、対話的にメインプログラムへ入力するだけで、回転速度が定まるので、切削速度から回転速度を計算して入力していた手間が省けることになります。このようなプログラムの特性を利用して、簡単な操作になる研究をおこないました。

4-2-3 作品の製作

①フェイスミル加工

φ100のフェイスミルカッター使用

入力パラメータ：仕上げ高さ&幅



▲フェイスミル加工

②タップと溝加工

タップ加工(M6タップ・φ5ドリル)使用

溝加工(φ8・φ12・φ20エンドミル)使用

入力パラメータ：タップは数・間隔・深さ
位置 溝は位置と深さ

この加工では、工具を呼び出すだけで切削条件が決まるようにして、数や位置だけの入力だけで加工が出来るようにしてあります。タップ加工では、加工開始位置まで移動させるだけで、プログラムを起動すれば加工できるようにしてあります。なお、タップ加工と溝加工はそれぞれ独立したプログラムで、加工ごとに呼び出しをしています。



▲タップと溝加工

③キューブ イン キューブ

キューブの中にキューブを作る加工で、立方体にエンドミルで切削するだけで出来てしまう、有名なものです。六面の加工となるので、ワークの付け替えが必要ですが、フェイスミル加工とエンドミル加工のみで仕上げることができるので、今回の研究の加工法では簡単に仕上げることができました。



▲キューブ イン キューブ

5 成果のまとめ

誰もが気軽にマシニングセンタを使用して、加工を簡単にできるようにしようと、自分たちで研究しました。その結果、マクロプログラムを用いて、必要な諸条件を入れるだけで簡単にマシニングセンタで加工をすることができ、気軽に使えるようにすることができました。また、研究していく上で、機械の操作方法やプログラムの習得できて、自分達で機械を動かせるようになることができました。今後は、加工を続けていくと、刃物の摩耗や破損が発生するなど、工具寿命まで考慮すると、専門的な知識が必要となってきます。また、現状では設備の都合で材質が限られていますが、複数の材料に対応できるようにするなど、いろいろな状況に対応できるようにすることが今後の課題です。