

機械加工技術の効率化・高精度化のための研究 —CAD/CAM のポストプロセサの開発—

機械システム科 主任研究員 小 楠 進 一

近年の納期短縮、品質向上の要求に応えるべく、CAM（コンピュータを用いて機械加工を実施する技術）は高度化しており、当センターでは、CAMに関する技術支援を行ってきた。本研究では、さらに実践的な支援を行うために、県内企業の工作機械や独自開発した工作機械を制御するためのNCプログラムを生成する方法を検討した。方法として、マシニングセンタ（機械：Makino BUN2-85、コントローラ：FANUC 15M）とワイヤ放電加工機（機械：Mitsubishi DWC-90H、コントローラ：Mitsubishi W7）を制御するUnigraphics NXのポストプロセサを試作し、このポストプロセサの機能を評価した。この結果、ポストプロセサの開発ノウハウを得て、実践的なCAMの普及が可能となった。

1. 緒 言

これまで、機械加工業に対し、当センターでは、Unigraphics NXを用いたCAD/CAMに関する操作技術の支援を行ってきた。

Unigraphics NXの主な用途は、機械部品を製造するためにツールパスを生成することであり、任意の機械にそのままツールパスファイルを送り、切削を開始することはできない。なぜならば、機械の各タイプには、垂直または水平スピンドルがある、複数の軸を同時に移動する間に切削を行えるなど、特有のハードウェア機能および必要条件があるからである。また、各機械はコントローラにより制御されており、コントローラは、ツール動作やその他の動作（クーラントや空気のスウィッチの切り替えなど）を制御する。コントローラにも特有のソフトウェアの特性が備わっている。

これらの理由から、ツールパスは、異なる機械とコントローラの組み合わせそれぞれの特有パラメータに適合するように修正されなければならない。この修正をポストプロセスと呼ぶ。ポストプロセスされた結果、NCプログラムが作成される。

ポストプロセスには、次の2つの要素が不可欠である。

- ・ ツールパスデータ：Unigraphics NXが生成するツールパス。
- ・ ポストプロセサ：ツールパスデータを読み込み、特定の機械およびそれに伴うコントローラで使用できるように再フォーマットするプログラム。

本研究では、図1に示すように、当センターの工作機械だけではなく、県内企業の工作機械や独自開発した工作機械^[1]を制御するNCプログラムを生成可能とするため、Unigraphics NXのポストプロセサを開発

する方法を検討・評価した。その結果を報告する。

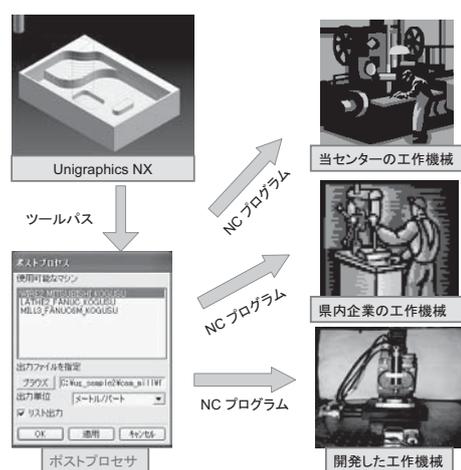


図1 NCプログラム生成の流れ

2. 方法

2.1 ポストプロセサの作成方法

ツールパスデータは、イベントハンドラ(*.tcl)に含まれる指示、および、定義ファイル(*.def)に含まれるフォーマットに従ってポストプロセスされる。

このイベントハンドラと定義ファイルは、TCL^[2] (Tool Command Language)を用いて作成する。TCLとは、カリフォルニア大学バークレー校のJohn K. Ousterhout氏によって開発されたインタプリタ型言語のことである。TCLはパブリックドメインソフトウェアで、現在Unigraphics NXがサポートしている全てのプラットフォームで利用できる。

ここで、イベントハンドラとは、ツールデータを処理する機械とコントローラの各組み合わせに応じた命

令セットであり、各種のイベントに対応する命令セットを含んでいなければならない、これらの命令によって、ツール軌跡データの処理様式と各イベントの機械での実行方法を定義するものである。

また、定義ファイルとは、特定の機械とコントローラの組み合わせに関連した静的情報を含むファイルである。定義ファイルには、機械の一般的な属性、機械によってサポートされるアドレス、各アドレスの属性（フォーマット、最大、最小）が記述される。

2.2 ポストプロセサの評価方法

TCLを用いたポストプロセサの開発方法を評価するために、マシニングセンタ（機械：Makino BUN2-85、コントローラ：FANUC 15M）とワイヤ放電加工機（機械：Mitsubishi DWC-90H、コントローラ：Mitsubishi W7）のポストプロセサを試作し、これら2つのポストプロセサを評価した。

ポストプロセサの評価方法として、モデルと工作物の比較評価、および、工具軌跡以外の機械の動作の評価を行った。

3. 結果

3.1 動作確認の結果

工作機械にて正常に動作したコード、および、この機能を表1、表2に示す。

試作したポストプロセサを用いて、Mコード、Fコード、Sコードを生成し、工作機械を制御することが可能であることを確認できた。

表1 マシニングセンタの正常動作機能

コード	機能
M0	プログラムストップ
M2	プログラムエンド
M3	主軸正転
M5	主軸停止
T1 O8999	自動工具交換
M7	エアブローON
M8	クーラントON
M9	クーラントOFF
F	送り速度
S	主軸回転速度
D	工具オフセット

表2 ワイヤ放電加工機の正常動作機能

コード	機能
M0	プログラムストップ
M2	プログラムエンド
M20	ワイヤ挿入
M21	ワイヤ切断
M80	加工液 ON
M81	加工液 OFF
M82	ワイヤ送り ON
M83	ワイヤ送り OFF
M84	加工電源 ON
M85	加工電源 OFF
M90	最適送り ON
M91	最適送り OFF

3.2 加工実験の結果

CADで作成したモデルと加工後の工作物を図2、図3、図4に示す。

試作したポストプロセサを用いて、ツールパスをGコードに変換し、工作機械を制御することが可能であることを確認できた。

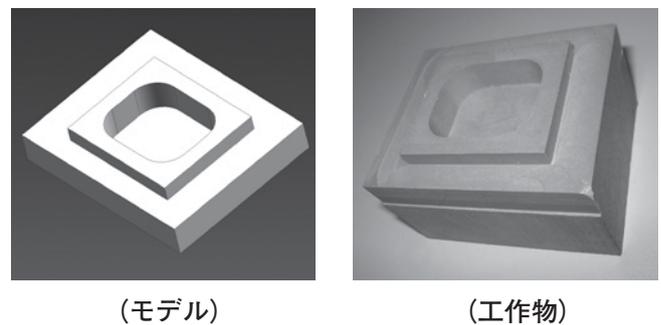


図2 マシニングセンタを用いた等高線加工

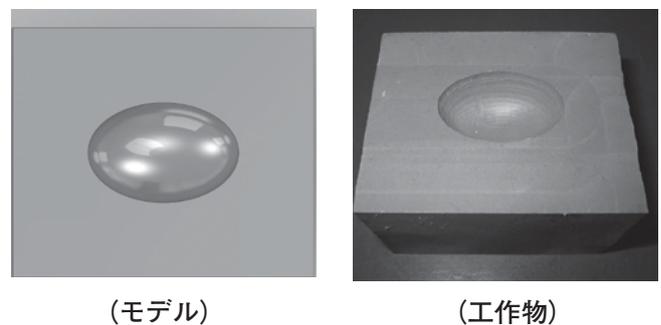


図3 マシニングセンタを用いた曲面加工



(モデル)



(工作物)

図4 ワイヤ放電加工

4. 考 察

以上の結果から、TCL を用いたポストプロセサの開発方法は正しいと結論付けられる。

また、今回の開発で、マシニングセンタとワイヤ放電加工機が以下の特性を持つことが分かった。

①マシニングセンタ

- ・ T 指令は工具が収納されるグリッパ番号の選択だけであり、T 指令とサブプログラム O8999 を指示することにより、工具交換を行うようにする必要がある。また、別途、BUN2-85 に工具交換プログラム O8999 を登録する必要がある。
- ・ 工具長補正と工具半径補正の登録メモリは共用であるため、工具長補正番号と工具径補正番号が同じにならないようにする必要がある。
- ・ NC プログラムは、% で始まり、% で終わらなければならない。また、プログラム番号は O を前置する必要がある。

②ワイヤ放電加工機

- ・ Unigraphics NX では、電気条件 (E 指令) を出力する機能がない。起動時のコメント出力に E 指令 (助走)、加工軌跡開始のコメント出力にドウエルと E 指令 (加工) を設定することで、対応することが可能である。

- ・ ワイヤ挿入 (M20) の直後、加工液 ON、ワイヤ送り ON、加工電源 ON (M80M82M84) が連続して出力されるようにする必要がある。ワイヤ切断 (M21) では、何もしない。
- ・ NC プログラムは、始まりと終わりに % があってはいけない。プログラム番号は L を前置する必要がある。

5. 結 言

この研究により、以下のことが分かった。

- (1) 試作したポストプロセサは正確なタイミングで M コード、F コード、S コードなどを生成することが可能である。
- (2) 試作したポストプロセサを用いて生成した NC プログラムは、工作機械を制御して目標形状を創成することが可能である。
- (3) マシニングセンタ、および、ワイヤ放電加工機のポストプロセサに必要な要件を明確にした。

今後は、CNC 旋盤 (機械: 森精機 SL-20、コントローラ: FUNUC15T) や独自開発した同時 4 軸制御加工機のポストプロセサも開発する予定である。また、要望に応じて、県内企業が保有する工作機械のポストプロセサも開発する予定である。

参考文献

- [1] 宮崎晃、矢澤孝哲、小楠進一、川上雄志、扇谷保彦、小島龍広：エンドミルを用いた卓上高速テクスチャ加工機の試作と形成した機能表面の評価、日本機械学会九州支部長崎講演会講演論文集 No.098-3、pp.113-114 (2009)
- [2] TCL デイベロッパーサイト、<http://www.tcl.tk/>、accessed June 6 2011.