

超精密楕円形状加工用NCデータ作成ソフトの開発*

外山 真也*¹・盛満 成夫*²・河原 景志*²

Development of the NC Data Programming System for Ellipse Shape

Masaya TOYAMA, Nario MORIMITSU and Keishi KAWAHARA

株式会社ナノテクノロジー(以下「NTR」と略す)では、小数点以下6桁のナノメートルの高精度加工に関する研究開発を実施している。通常のNCデータは小数点以下3桁で、小数点以下6桁のNCデータを出力する機能を有するCAD/CAMは市販されていない。また、NTRが使用している「NANO-100」(ソディック製)は、5軸加工機であり、C軸を利用するNCデータの作成を要求されるため、専用のソフトを共同開発することにした。このことについて報告する。

キーワード：超精密加工，ナノ加工，CAD，CAM，NCデータ

1 はじめに

株式会社ナノテクノロジー(以下「NTR」と略す)では、小数点以下6桁のナノメートルの高精度加工に関する研究開発を実施している。その中で、楕円形状を輪郭としたくぼみ穴をポケット加工するNCデータの作成及び軌跡の確認に苦慮していた。

ところで、通常のNCデータは小数点以下3桁で、小数点以下6桁のNCデータを出力する機能を有するCAD/CAMは市販されていない。また、NTRが使用している「NANO-100」(ソディック製)は、5軸加工機であり、C軸を利用するNCデータの作成を要求されるため、専用のソフトを開発することにした。

以下、その開発方法などについて紹介する。

2 開発方法

NANO-100で使用する加工工具は、フライスで使用するエンドミルのような回転工具ではなく、ヘール加工で使用される、常に加工方向を向く工具が使用されている。そのため、楕円形状の輪郭を加工する場合には、その接線方向に加工工

具が向いていることになる。

この加工動作の概略を図1に示す。楕円形状上の点Paから点Pbへ、楕円の円周上を工具が移動しながら加工する間に、テーブルが角度 θ 分だけ回転移動する。このとき点Paの座標を (s_x, s_y) 、点Pbの座標を (e_x, e_y) 、点Paから点Pbへの移動経路が半径 r の円弧であるとしたときの中心位置座標を点Pc (c_x, c_y) とすると、NCデータは、

G02X (e_x) Y (e_y) R (r) C (θ)

または

G02X (e_x) Y (e_y) I (c_x-s_x) J (c_y-s_y) C (θ)

のいずれかの書式となる。そこで、楕円形状加工用NCデータを作成する手法として、1)楕円形状の円弧補間、2)らせん形状の円弧補間の開発を実施した。それらの方法について以下に述べる。

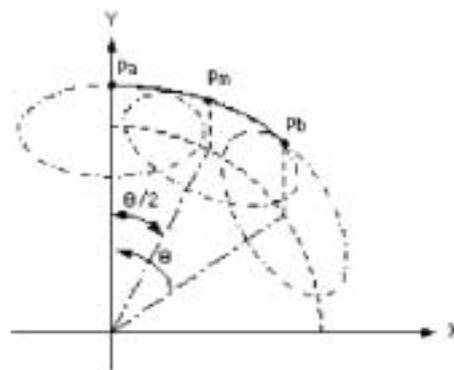


図1 加工動作の概略

* 共同研究

* 1 機械電子・デザイン部

* 2 株式会社 ナノテクノロジー

2-1 楕円形状の円弧補間

楕円形状の円周を微小角度 θ で分割して加工することを考えた。ここで、楕円の円周上のある点Paと次の点Pbにおいて、それら2点の角度における中点Pmを求める。そして、点PaPmPbの3点を通る円弧を求め、その円弧に従って加工するNCデータを生成するようにした。

2-2 らせん形状の円弧補間

次に、外周の楕円形状から徐々に内側の方へ「らせん」状に加工することを考えた。ここで、楕円の長軸の長さをRx、短軸の長さをRyとする。そして、n周回転して加工する場合、角度ピッチを θ とすると、楕円の長軸と短軸は各々 $Rx\theta/2\pi n$ 、 $Ry\theta/2\pi n$ だけ小さくなる。これを基に、らせん加工形状上の三点を求め、これらを円弧加工するようNCデータを作成した。

2-3 加工深さの算出

加工深さについてはいくつかのパラメータを与える関数式によって求められる。図2にその概略を示す。楕円形状の長軸方向の長さrxによって、そのときの加工深さZhが求められ、NCデータとして出力するようにした。また、使用する工作機械はXY平面上をG02もしくはG03のコードによる加工においてZ軸方向への加工も可能である。そこで、求められた深さ方向のデータも合わせて出力するようにした。

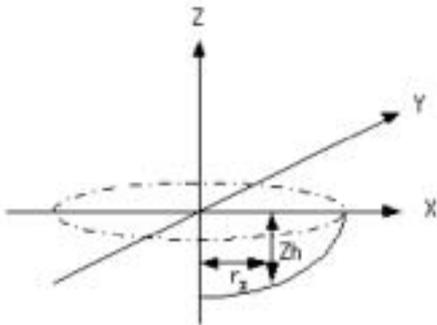


図2 加工深さの算出方法

2-4 クラス化

上記項目の検討を行い、楕円形状の加工、らせん形状の加工などに関するNCデータを生成するクラスを作成した(図3参照)。このクラスには楕円形状の長軸および短軸の長さおよび中心座標の

データを持ち、NCデータのリストを出力する関数などを有する。図3にそれらの一部を示す。



図3 楕円形状加工のクラス(一部)

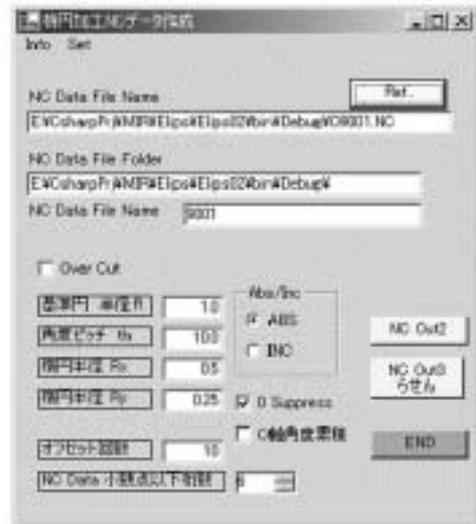


図4 起動初期状態

2-5 プログラム開発

上記の方法によりプログラムを開発した。図4に起動初期状態を示す。データの設定は「Ref」(ファイル参照ボタン)をクリックするとファイルオープンダイアログが表示され、希望のフォルダを検索し、ファイルを選択することが可能である。



図5 作成されたNCデータ

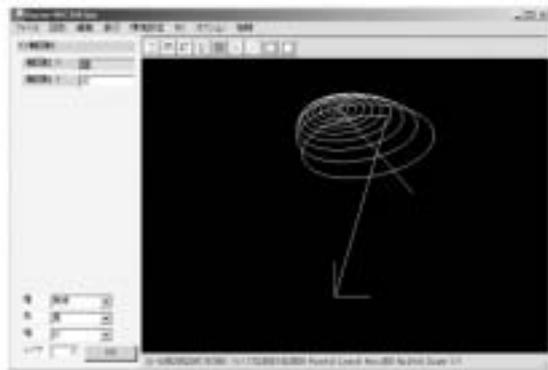


図6 NCデータの工具軌跡表示

ここで、「基礎円半径」、「角度ピッチ」、「楕円半径」などを入力し、「NC Out3 らせん」のボタンをクリックすると、図5に示すようなNCデータが出力される。

この作成されたNCデータを、新たに開発した二次元CAD/CAMソフト「MtCAM」で読み込み加工軌跡を鳥瞰図的に表示したものを図6に示す。この図より、らせん形状を描きながら、深さ方向へ加工していることが分かる。

3 結果および考察

小数点以下6桁に対応したNCデータの生成、C軸を利用した5軸加工機に対応したNCデータの生成、さらには楕円形状を「らせん」状にポケット加工する機能を実現した。また、それらのNCデータの確認のため、新たに二次元CAD/CAMソフト「MtCAM」において、C軸の回転角度のデータを有するNCデータを読み込み、その工具軌跡を表示する機能を開発し、作成されたNCデータの評価を行った。

さらに、今回、開発した「MtCAM」にはNCデータにおける変数やサブプログラムにも対応した機能を追加した。

これまでの動作状況において不具合は発生していないが、今後、多種多様な使用状況で、予測しないエラーが発生することも考え、慎重に検証していきたい。

4 まとめ

今回の開発において、従来の小数点以下3桁までのNCデータと、小数点以下6桁のNCデータの生成における相違を実感することができた。具体的には、例えば円と直線との交点計算において、直線が円に接する場合での二次方程式の解を求める判別式の精度が大きく影響することが分かった。

このことにより、通常のCAD/CAMソフトを利用して小数点以下6桁のNCデータの生成に対応した機能を実現することは容易ではないと考える。

今後、このような超精密加工に関する研究開発を積極的に進めていきたい。

なお、株式会社ナノテクノリサーチは軸駆動加工装置に関する特許を既に出願中である。