

自由曲線加工におけるツールパスオフセットに関する研究

A Study on a Tool Pass Offset in the Free-Form Curve Machining.

○ 村田 哲哉*, 小林 義和**, 白井 健二**, 近藤 司***

○Tetsuya Murata*, Yoshikazu Kobayashi **, Kenji Shirai **, Tsukasa Kondou ***

*日本大学大学院, **日本大学, ***函館工業高等専門学校

*Graduate School, Nihon University, **Nihon University,

***Hakodate National College of Technology

キーワード: 自由曲線 (free-form curve), 工具干渉 (cutter interference)

オフセット (offset)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 村田哲哉,

Tel:(024)956-8824, Fax:(024)956-8863, E-mail:g20618@cc.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

数値制御用工作機械の NC (Numerical Control) データは直線, 円弧で表現される. 携帯電話等の複雑な形状を加工するには高精度な数値制御用工作機械が必要となる. そこでこれらの点群データを直線, 円弧で近似することによりデータを圧縮し, 従来の NC 工作機械によ

っても複雑な形状を高速に加工可能となる.¹⁾

本研究では, 必要精度内で点群データを円弧, 直線補間することにより, NC データの容量軽減を図る. また, 近似されたデータを切削する際, そのままのデータでは工具が被削材を削り込むという干渉問題が発生する. したがって, 近似データ用のオフセットプログラムを作成し,

データを工具径分オフセットし，工具の干渉問題を解決することを目的としている．

2. 自由曲線における直線・円弧近似

図1に自由曲線の直線，円弧近似におけるアルゴリズムを示す．まず，NCデータの工具経路の座標値を抽出し点群データとする．その抽出した点群に対して円弧当てはめを行い，各点群から曲率を求める．連続した点での曲率をチェックし，図2に示すように必要精度内すなわち閾値ならばその点をグルーピングして円弧で近似する．曲率が指定値以上になった点群はグルーピングして直線で近似する．また，点群データとあてはめた円弧の距離が許容誤差以上になった時はグルーピングを解除して修正する．これを点群データすべてに適用させることによってNCデータは円弧，直線の組み合わせにより，圧縮される．

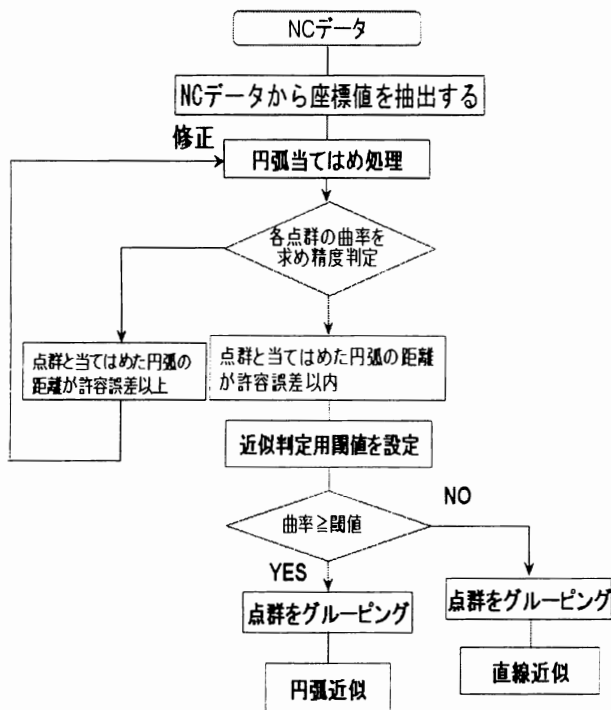
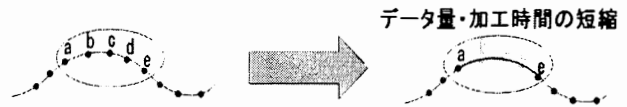


図1 円弧、直線近似におけるアルゴリズム

点a～点eの曲率 \geq 閾値・・・グルーピングし、円弧で近似



点m～点oの曲率 \leq 閾値・・・グルーピングし、直線で近似

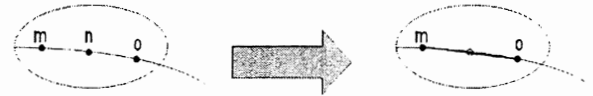


図2 曲率と閾値の関係²⁾

3. オフセットプログラムの作成

本研究におけるオフセットは，図3に示すように近似された自由曲線に対して行う．自由曲線は線分，円弧の2種類である．切削する工具半径をオフセット量とし，オフセット方向の右側なら+1，左側なら-1の値をとることとする．

今回は，例題として自由曲線のsin波形をモデルとし，工具軌跡を表示するプログラムをVisual Basic2005で作成した．工具はスクエアエンドミル，ボールエンドミルを用いた．図4はオフセットプログラムの初期画面である．今回作成したプログラムの機能は，以下のとおりである．

- (1) ピクチャーボックスにオフセット形状モデルとなるsin波形を表示する．
- (2) 工具の種類を選択する．
- (3) 工具半径を入力することによりオフセット量を決定する．
- (4) sin波形を工具中心点位置として切削するときの工具軌跡を表示する．

ピクチャーボックスのサイズは628×200pixelである．横軸は1周期62.8mm，縦軸は高さであり，20mmと設定する．

図5に，プログラムの動作手順を示す．sin波形の表示方法は，sin値を表計算ソフトやデータベースソフトで扱うcsv(Comma Separated

Values)ファイルに X,Y 座標ごとに分けて格納する。プログラム起動時に csv ファイルを読み込むことにより、配列に sin 値が格納される。sin グラフ表示ボタンをクリックするとピクチャーボックスに点群データとして1周期分の sin 波形が表示される。次に、工具軌跡を表示するために工具を選択する。スクエアエンドミル、ボールエンドミルのどちらかを選択することによってそれぞれの工具軌跡をピクチャーボックス内に表示する。

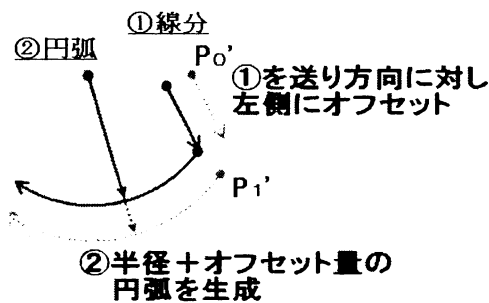


図3 線分、円弧のオフセット

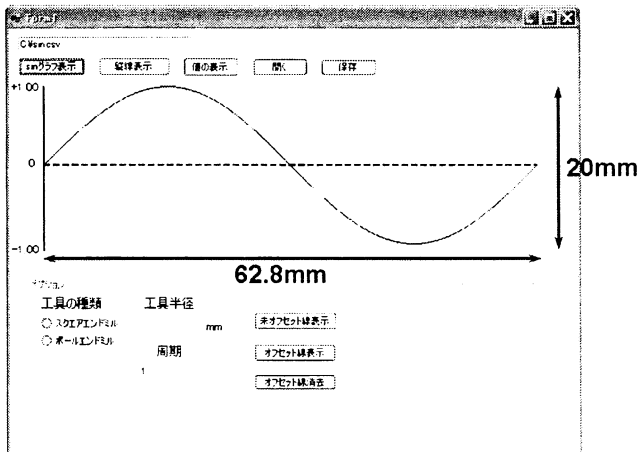


図4 プログラム初期画面

4. 工具差による軌跡の変化

現段階では、各工具が工具軌跡をオフセットせずに sin 波形を進行方向左側に切削する軌跡を表示している。図6に示すようにスクエアエ

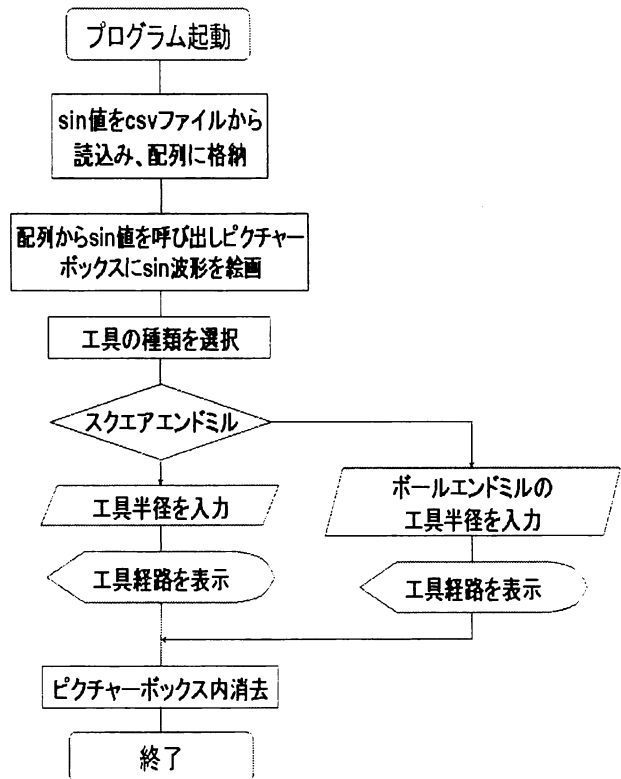
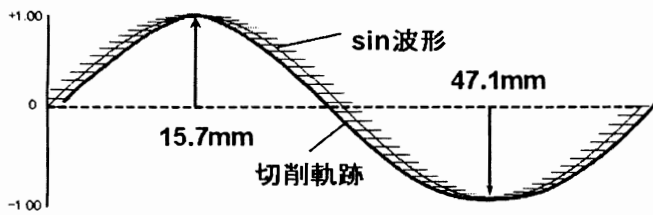


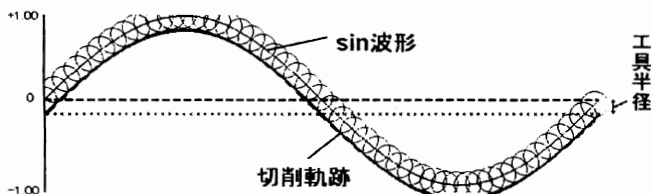
図5 プログラム動作手順

ンドミル、ボールエンドミルの半径は 1.5mm であり、1 周期分の工具差の軌跡である。スクエアエンドミルの場合、図6 (a)のように x 軸上を 1.0mm 間隔で移動する工具の直径を表示させることによって、1 周期までの振幅数の底面軌跡を表示させる。その結果、スクエアエンドミル工具は x 軸が 15.7mm, 47.1mm 以外の sin 波形の内側を切削する。

ボールエンドミルの場合は、図6 (b)のように x 軸上を 0.5mm 間隔で半径 1.5mm の円を表示させる。その結果、x 軸上のどの位置でも工具半径分内側に移動した sin 波形が、工具軌跡として表示される。基本的にボールエンドミルは sin 波形を工具半径分切削する。また、工具半径に比例して切削部分も増加する。進行方向左側の法線ベクトル上にオフセットしなければならない。



(a) スクエアエンドミルの軌跡



(b) ボールエンドミルの軌跡

図6 工具差による軌跡の変化

5. 結言

5.1 結論

自由曲線加工における点群データの円弧，直線近似のアルゴリズムを基に，ツールパスオフセットシステムを開発し，以下の結論を得た．

- (1) 点群から曲率を求めることにより，円弧または直線近似が可能である．
- (2) 工具の違いによる軌跡の変化から，それぞれの工具のオフセットする位置を把握した．

5.2 今後の課題

(1) 実際に工具径分オフセットした軌跡の表示機能の追加．

(2) オフセットした軌跡の座標値を csv ファイル形式で保存し，csv ファイルを読み込んで表示させる機能を追加．

参考文献

- 1) 坂井昭二, 近藤司: 曲面加工用 NC データ圧縮に基づく従来 NC 工作機械の有効活用
- 2) 山口富士夫: コンピュータディスプレイによる形状処理工学, 日刊工業新聞社, pp29