

1. はじめに

切削による加工の場合、事前に干渉チェックを行う必要がある。シミュレーションによるこれらの干渉チェックは完全に回避可能なことを確認するまでシミュレーションを行うと高価となる傾向がある。

本研究は、通常の切削を行って、干渉を起こした場合その時点で回避行動を起こすことで干渉チェックにかかるコストと労力を低減しようとするものである。

2. 1 基本概念

いま空間上の治具の体積を V_j 、ホルダの体積を V_h 、ワークの要求形状の体積を V_r 、素材の初期空間の体積を V_m とする。 $V_t(Pv1, Tw)$ は、切削工具の体積が Tw 時に位置ベクトル $Pv1$ にあることを示す。また Tw 時に切削で除去され残ったワークの体積を V_{tw} とする。

$intersect()$ は複数の物体を切削座標系で指定しその交わりの体積を求める関数とすると、

工具干渉とは、

$$intersect(V_r, V_t(Pv1, Tw)) \neq 0 \quad \text{①}$$

治具干渉とは、

$$intersect(V_j, V_t(Pv1, Tw)) \neq 0 \quad \text{②}$$

$$\text{または } intersect(V_j, V_h(Pv1, Tw)) \neq 0 \quad \text{③}$$

ホルダ干渉とは

$$intersect(V_r, V_h(Pv1, Tw)) \neq 0 \quad \text{④}$$

$$\text{または } intersect(V_j, V_h(Pv1, Tw)) \neq 0$$

$$\text{または } intersect(V_{tw}, V_h(Pv1, Tw)) \neq 0 \quad \text{⑤}$$

と表わされる。①に関しては逆オフセット法などの研究が行われている。¹⁾ また干渉問題全般についてはボクセルシミュレータによる研究があるが²⁾、実加工で実物の形状とシミュレーション形状の相違から②③④⑤の干渉が起こる場合がある。

本研究は⑤について検討を加えている。また本研究の手法を用いれば③④に関しても回避は可能である。

2. 2 干渉検出と回避の手法

干渉する物体同士の境界が、ある近傍に到達したことを干渉直前に検出して、回避行動を行えば干渉を防ぐことができる。

いまホルダを完全に含む体積を V_{gh} とし、この体積とホルダとの差が薄い殻となるような近傍に境界を設定する。すると干渉検出領域 V_{sh} は、

$$V_{sh} = V_{gh} - V_h.$$

そこでこの干渉検出領域に入ったとき、

$$intersect(V_{sh}, \text{or}(V_r, V_j, V_{tw})) \neq 0 \quad \text{⑥}$$

のときに回避行動を起こせば干渉回避が可能となる。

回避行動は、干渉を起こさない条件を記述した評価関数を真に保つように工具位置ベクトルを $Pv2$ に変更することである。

$$\text{evalEvasion}(V_{st}(Pv2, T), V_{sh}(Pv2, T),$$

$$V_r, V_j, V_{tw}) = \text{TRUE}. \quad \text{⑦}$$

$\text{evalEvasion}()$ は、ある評価関数を真に保つ場合、TRUEを返す関数である。

状態復帰は、次が満たされるときに行なう。

$$\text{isSafe}(Pv2,$$

$$\text{setSafeRegion}(V_r, V_j, V_{tw})) = \text{TRUE}. \quad \text{⑧}$$

$\text{isSafe}()$ は、工具位置が安全領域に入ったときにTRUEを返す関数で、 $\text{setSafeRegion}()$ は、あらかじめ決定しておいた安全領域である。

この干渉検出、回避行動、状態復帰を繰り返すことにより、オンラインでの干渉回避切削が実現できる。

3. 装置の構成

上述の目的のために干渉検出プローブ (CAM PROBE-1) を開発した。

図1にプローブの構造を示す。ホルダを囲むフードにポリウレタンフォーム製の緩衝シート、接触センサの多層構造よりなる。センサはポリイミドフィルム (50ミクロン) に銅箔 (35ミクロン) を張り付けたものを対向させ、電極を円錐面に対し極座標系に配置している。このセンサーにより円錐面上、64箇所の

接触領域を検出することが可能となった。

システムの構成を図2に示す。干渉検出プローブのセンサは、フライス盤 (牧野フライスKNCC

70) の主軸に取り付けられ、パーソナルコンピュータと

パラレルポートを介して接続されている。

NCデータは、パーソナルコンピュータ

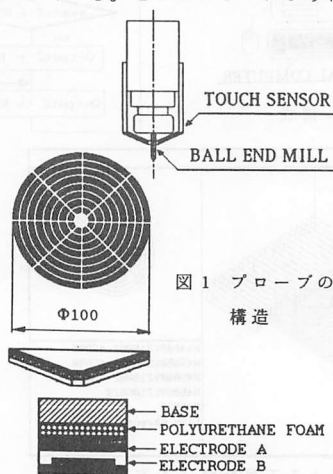


図1 プローブの構造

タより GPIB を介して NC コントローラ (NEDA C-M) へ転送される。

4. 干渉回避による荒削り加工のアルゴリズム

本システムで用いた干渉回避のアルゴリズム上、重要なのは次の2点である。

1. 回避行動は、Z 方向に +5 mm 回避するように NC データを書き換えている。
2. 状態復帰は、1 ライン切削を終了した後、通常切削に戻している。

処理の流れを図3に示す。

5. 実験結果

ワックスの切削により干渉回避実験を行った。

要求形状は半球であり、素材形状として 40 x 40 x 50 mm の直方体のワックスを用いた。

図4は1巡目の切削を終えて、回避行動を起こしながら切削した工具軌跡である。図5は2巡目の切削工具軌跡であり、写真1は実験風景である。今回の切削例では2サイクルの回避切削で要求形状に到達できた。

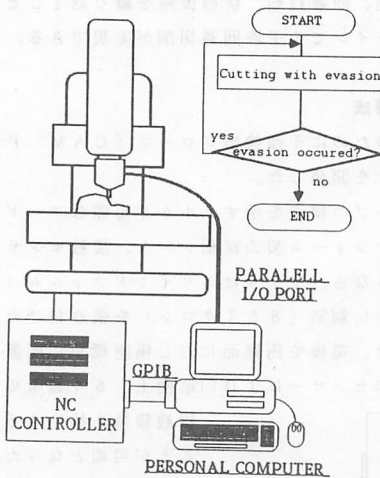


図2 システム構成

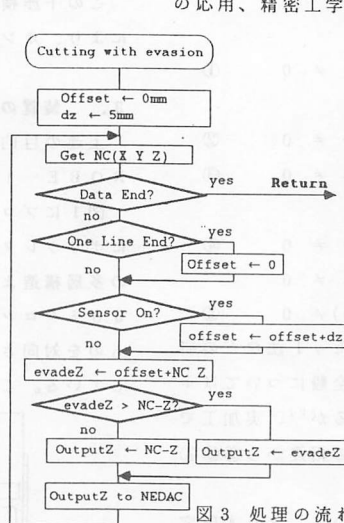


図3 処理の流れ

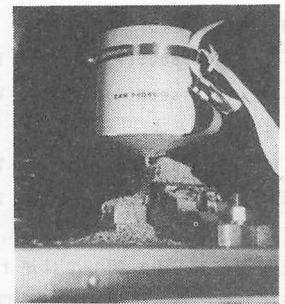


写真1 実験風景

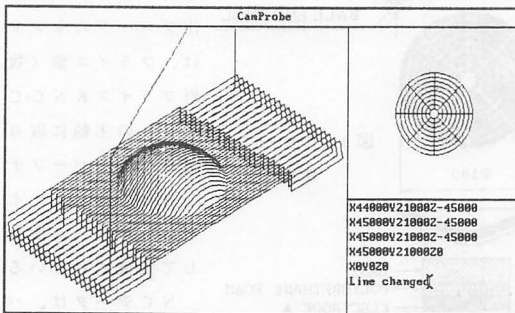


図4 回避切削による工具軌跡 (1 巡目)

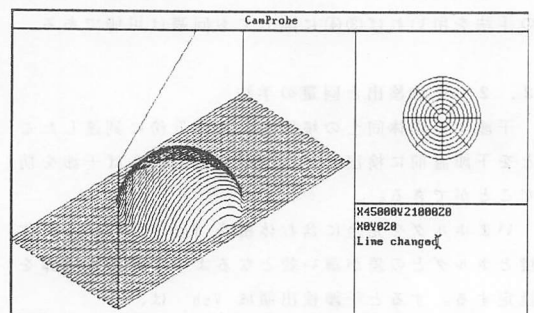


図5 回避切削による工具軌跡 (2 巡目)

6. おわりに

干渉回避切削工具は、荒加工の工具軌跡を陽に与えなくても、要求形状のみのデータにより最終形状までの切削が可能となるため、多重の干渉チェックを行うとコストが高くなるような単品生産の加工に効果的な工具となる。また干渉回避行動を伴う実切削に用いる代わりに、干渉回避工具を取り付けた状態で工具経路の最終の干渉チェックに用いる方法も考えられる。

7. 結論

1. 干渉回避切削工具の開発を行った。
2. 干渉回避アルゴリズムの開発と、干渉回避切削システムを実現した。
3. 干渉回避機構を利用した荒削り加工法を提案しワックス切削によりその確認を行った。

参考文献

- 1) 近藤ほか: 逆オフセット法を基にした形状加工処理、精密工学会誌、54.1.(1988)pp167-172
- 2) 岸浪ほか: Voxel表現法の機械加工シミュレータへの応用、精密工学会誌、55.1.(1989)pp105-116