

金型加工システムの開発

— 三次元金型加工に関する研究 —

機械金属室 羽地 龍志・比嘉 眞嗣・國吉 和男

1. 緒言

アルミ押出し用金型など高い精度が要求される金型は、県内では製作されておらず、県外メーカーに発注している状況である。それらの金型の県内生産を可能にする一方法として倣い加工という方法が挙げられる。この加工法には、これまで主流とされてきた実際の製品など物理モデルの任意形状を倣いながら同時に加工を行う方法と、倣い測定によって得られる三次元座標データ(数値モデル)をもとにNC加工機を制御し同一形状の製品を加工する方法がある。

本研究は、数値モデルを用いた倣い加工の基礎的技術を構築することを目的とし、三次元座標データから加工機制御用言語へ編集・展開する一連の関係とそれに伴う問題点を検討した。

2. 実験装置および方法

クレイモデルあるいは実際の製品などの形状(三次元座標群)を、図1に示すMitutoyo三次元測定機 SUPER FN905の測定ソフト「GEOPAK」を用いて測定することにより三次元座標データ(以下、これを倣いデータという)が得られる。倣いデータを変換ソフト「TRANSPAK」を介して編集あるいは、H Z S製CAD/CAMシステム「GRADE」(図2)へ転送することによりNC言語と呼ばれる加工機(マシニングセンタなど)制御用言語へと展開した。

本研究は直径4mmの倣い測定端子(プローブ)を用いて測定を行った。以下に測定用モデルとNC言語への展開方法を示す。

2. 1 測定用モデル

測定用モデルは基礎研究の立場から、その形状は複雑なものよりも単純なものが好ましく、かつ測定時間を短縮するという条件から図3に示すマウス大の木片を用いた。



図1 三次元測定機



図2 CAD/CAMシステム

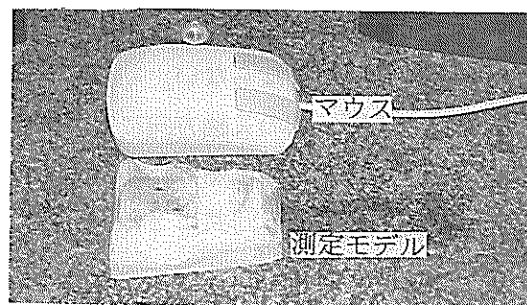


図3 測定用モデル

2. 2 データ展開方法

三次元做いデータをNC言語に展開するために次の3つの手順を試みた。図4にそれらを図式化したものを示す。

方法① 三次元做いデータを直接NC言語へ展開する。

方法② 做いデータをIGES変換後CAD/CAMシステムへ転送し、GRADEの編集・変換ソフトCUBEへ取り込み、編集後NC言語へ展開する。

方法③ 做いデータをVDA変換し、GRADEの編集・変換ソフトICEM-SURF（分割編集）を介してCUBEへ取り込み、編集・NC展開する。

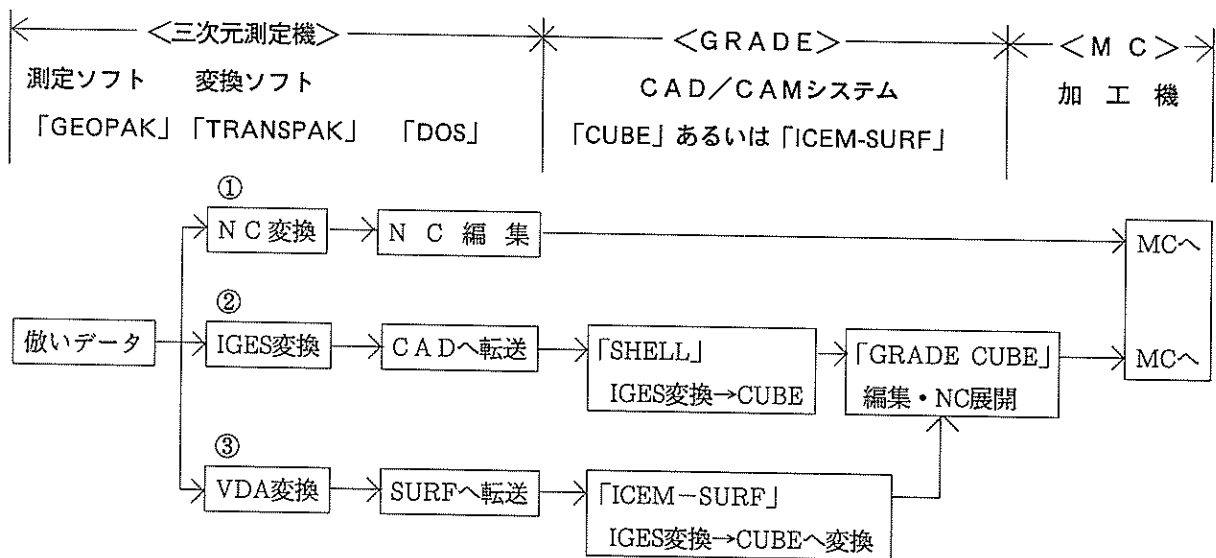


図4 做いデータからNC言語への展開方法

3. 結果と考察

3. 1 三次元座標測定

方法①および方法②の方法を用いる場合、三次元座標測定時においてX軸方向あるいはY軸方向の一方向のみの做いデータを測定すればよいのに対し、方法③はソフトの機能上、X軸方向とY軸方向の相互の做いデータを重ね合わせることによって格子状の座標データを作成しなければならない。

図5に方法①・②のX軸方向における測定結果を示す。測定幅はX軸方向（測定方向）・Y軸方向共に2mmとした。

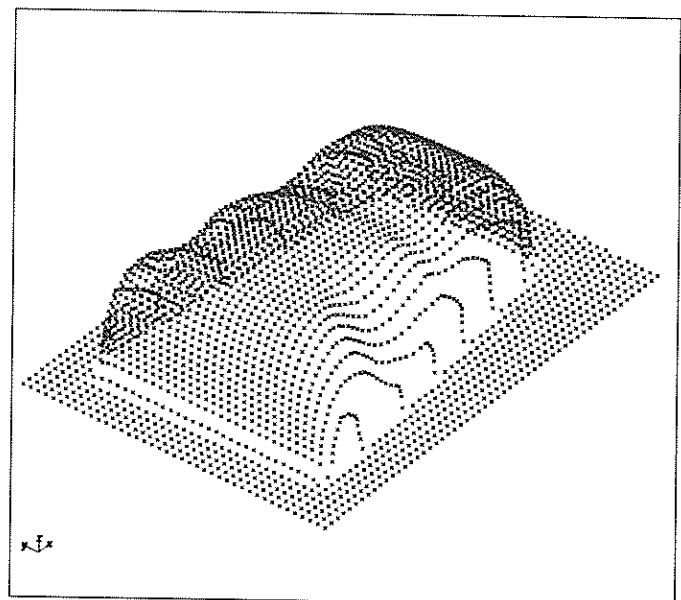


図5 測定方法（方法①および方法②）

3. 2 方法①（直接NC言語へ展開）

三次元測定機により測定された倣いデータを変換ソフト「TRANSPARK」を介して直接NC言語へと展開し、工具が動作する軌跡（パス）を可視化したものを図6に示す（ここでは切削するパスのみを表示しており、早送りのパスは省略した）。

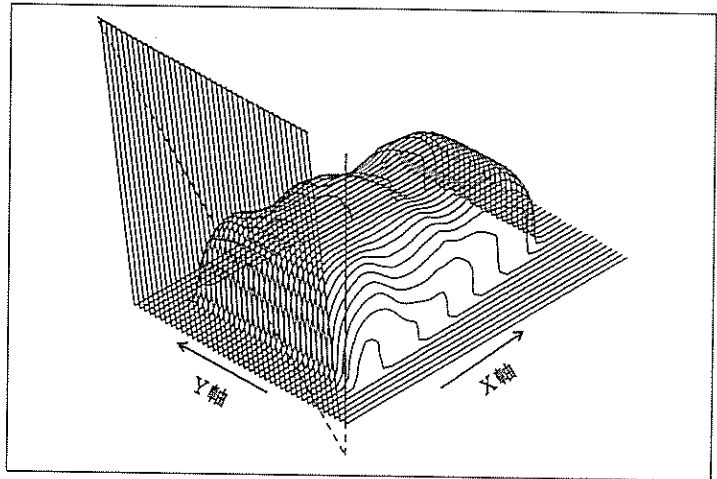


図6 工具パス

測定機で測定したデータ群（図7）と同一の形状を呈していることから、倣いデータを直接NC言語へ展開することができたといえる。しかしながら、2点の測定データを直線補間により連

結する処理を行っているため工具パスがなめらかでなく、現在の測定幅2mmのデータをもとに実際に加工を行うと、製品の表面が粗くなると思われる（仕上げ加工には不適當）。従って、方法①を用いて仕上げ加工を行う場合、X・Y軸方向の測定幅を更に細かく設定することや直径の小さいプローブを用いて測定を行うなどの工夫が望まれる。また、この方法の場合、測定機からのデータを直接NC言語へ展開するため処理時間が短くてすむという利点を有しているが、オフセット（工具径補正）量は測定方向（ここではX軸方向）のみの設定となるため、Y軸方向に関する工具径の影響が考慮されていない。従って、三次元測定機を用いて倣いデータを測定する場合、Y軸方向に対する工具径補正を測定者側で設定しなければならず、測定・加工時の前処理が必要となる。更に、荒加工用の工具パスが作成されないため仕上げ加工までの加工方法と手順を考慮しなければならない。

3. 3 方法②（IGES変換後、CUBEへ取り込みNC言語へ展開）

図5の状態の三次元倣いデータをX軸方向のデータごとに曲線で連結したものを図7に示す。曲線で連結することによって1本の点列として定義され、それら点列の集合体によってモデルの凹凸が表現されている。

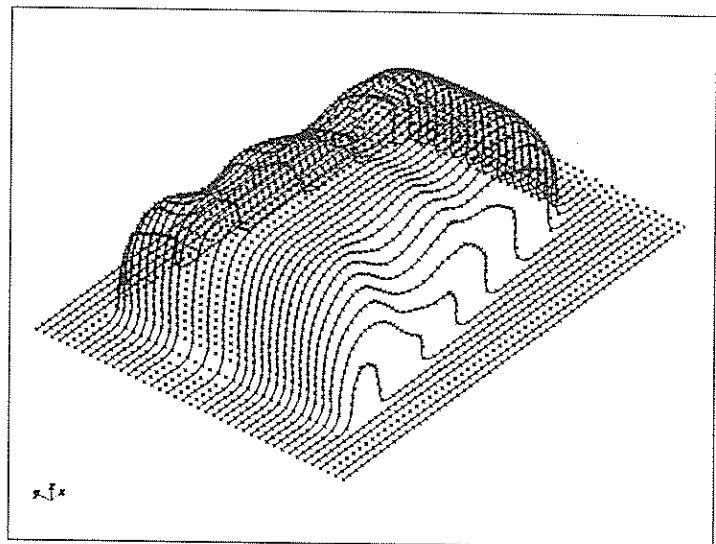


図7 倣いデータ群を列として定義

上記の過程で定義された点列の集合体をもとに、面を作成したものが図8の状態である。実際のモデルの形状に近い状態で表現されているが、急激な勾配の立ち上がり部分（底面とモデルとの境界）において、作成された面にひずみが発生し、しわのような形状を

呈していることから（モデルと比較して）正常な形状とはいえない。これは面作成の場合に、曲線部分の構成点数と立ち上がり部分の構成点数との差が影響していると思われる。この場合においても、直径の小さいプローブを使用することやX軸・Y軸方向の測定間隔を細かく設定することによりひずみの発生を抑制あるいは軽減できると考える。

図9および図10は、倣いデータから作成した面と同一形状を加工するときの工具パスのシミュレーションである。図9は、直径10mmのボールエンドミルを用いたときの荒加工の工具パスを示しており、Y軸方向のパスの間隔を5mmで設定している。加工方法は、X軸単方向加工で、X軸方向の1加工が終了すると工具がY軸方向に移動し次の加工を行う。加工対象物（ワーク）の高さは約40mmで、5回の切り込みで荒加工を終了し、工具の回避高さを50mmとした。また、直径10mmの工具を想定しているため、その半径分の5mmのオフセットを設定している。

図10の仕上げ加工についてもX軸に加工方向を、Y軸に工具の移動方向を設定しており、工具径の半分である5mmのオフセットを設けている。荒加工と異なる点は、Y軸の移動距離を1mmと細かく設定している点である。

両工程に共通してパス落ちと思われる欠陥の発生が見られる。これはしわのような部分に集中して発生していることから、この部分の発生を抑制することにより削除あるいは軽減できるものと考えられる。

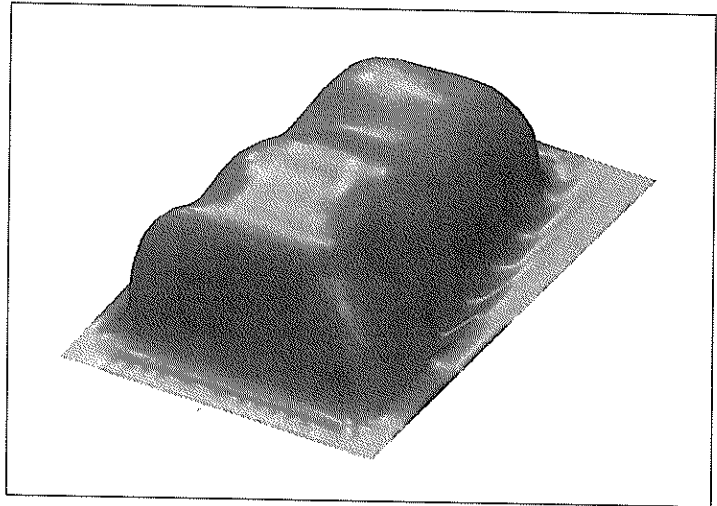


図8 倣いデータから面作成

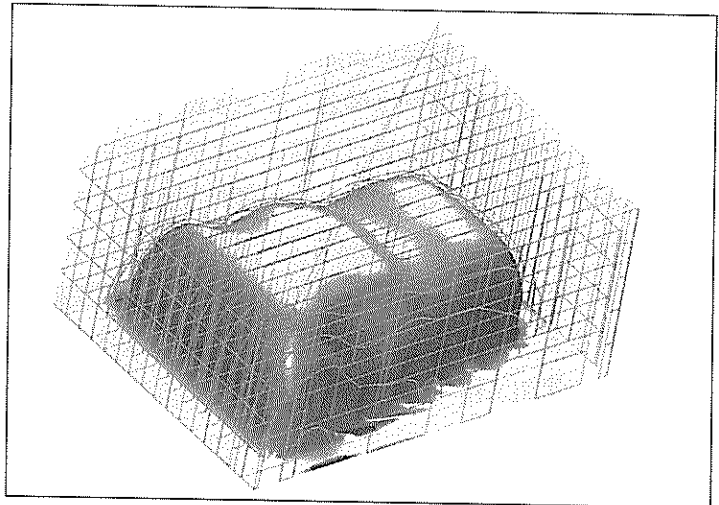


図9 荒加工のシミュレーション（加工幅5mm）

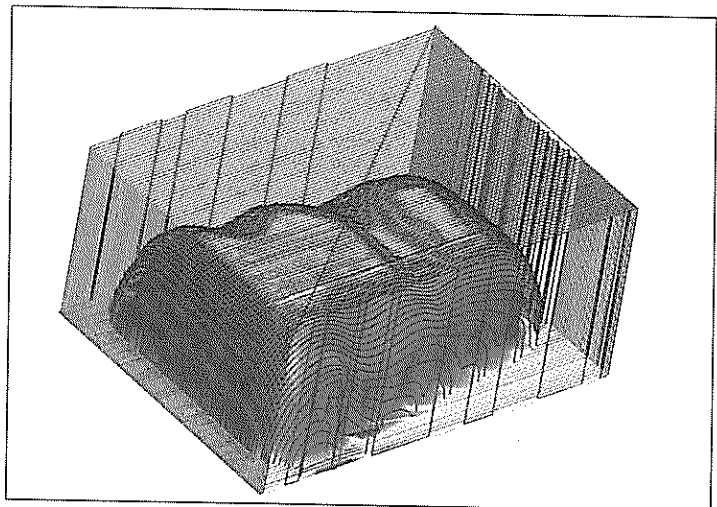


図10 仕上げ加工のシミュレーション（加工幅1mm）

3. 4 方法③(VDA変換後、ICEM-SURFを介入しCUBEへ取り込みNC言語へ展開)

X軸方向とY軸方向の両方向の倣いデータを格子状に重ね合わせることに
よって得られた点列群を図11に、点列
群をもとに作成した面に対して修正や
スムージング処理を施し、表面をなめ
らかな状態にしたものを図12に示す。

図11の座標群は測定用モデルをX・
Y軸の2方向についてそれぞれ測定し、
そのデータを格子状に重ねているため、
方法①および方法②よりもモデルの形
状が容易に想像できる。図12のスム
ージング処理を施した面は、表面がなめ
らかであるが、底面とモデルとの境界
部分が実物のものとかけ離れている。
更に、モデル表面の微妙な凹凸が処理
の際に除去されているため全体的に丸
みを帯びている。このようにスムー
ジング処理の程度によって面の凸凹が必
要以上に除去されてしまう危険性を含
むため、処理の際にどの程度を採用す
るかを決定しなければならないが、処
理の程度はそれを実行する個人の主観
に委ねているため一義的に定義するこ
とは難しい。

図13および図14に、スムージング処
理を施した面に対して、方法②のシミュ
レーションと同一条件を用いたときの
シミュレーション結果を示している
(図13は荒加工、図14は仕上げ加工)。

編集ソフト「ICEM-SURF」
において面の修正やスムージング処理
を施してしわのような部分の発生を抑
制したため、方法②と比べて荒加工・
仕上げ加工共にパス落ちと思われる欠
陥が見られず、比較的良好なパスが得
られたといえる。

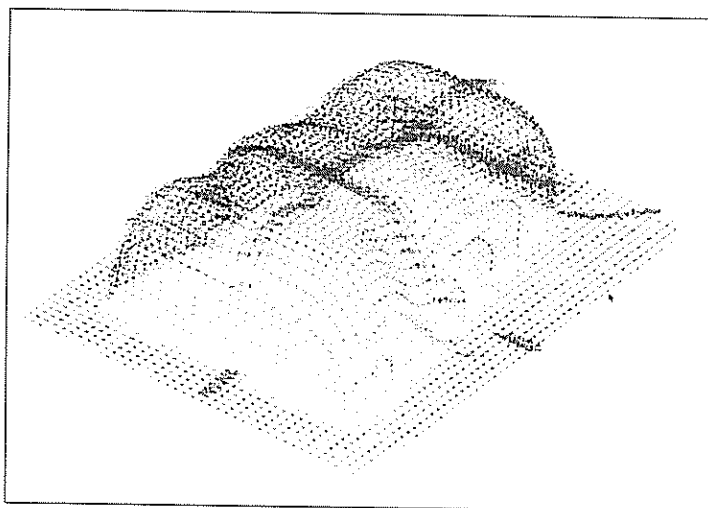


図11 格子状点列群

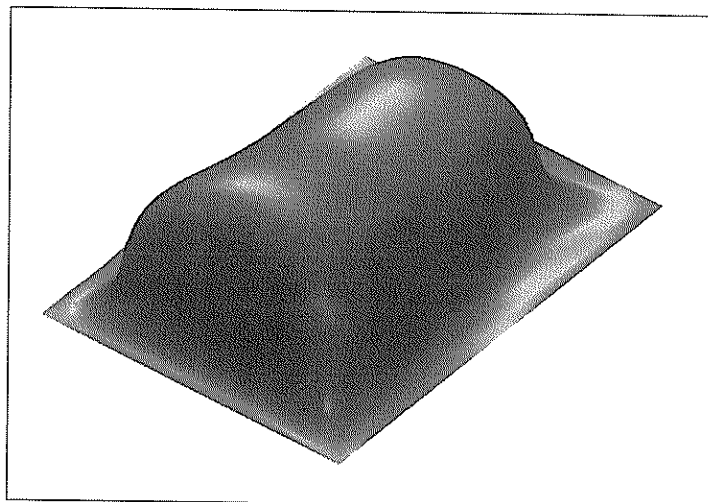


図12 スムージング処理を施した面

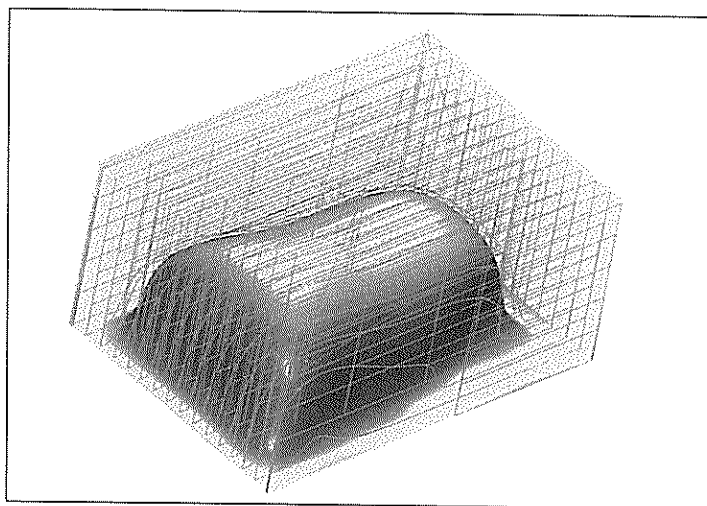


図13 荒加工のシミュレーション (加工幅 5 mm)

4. 結 言

本実験で使用したモデル形状の倣いデータをNC言語へ展開する3つの方法を表1のように整理した。

今回の研究は、三次元測定機による倣い測定やCAD/CAMシステムを用いた加工シミュレーションなどのソフトウェアに留まっており、実際の製品加工については着手していない状態である。従って先端機械を使った具体的加工法についてモデルから金型製品までを試作研究し、それに伴う問題点などを検討する必要がある。

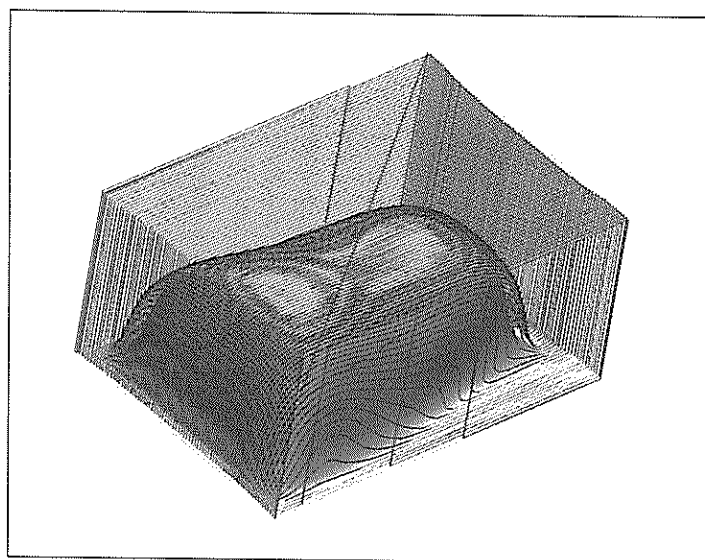


図14 仕上げ加工のシミュレーション（加工幅1mm）

表1 3つの展開方法の比較

展開方法	処理時間	処 理 精 度	備 考
方法 ①	短 い	オフセットに難有り	Y軸方向オフセットに対し測定者の考慮が必要
方法 ②	中	しわのような部分発生	測定幅の調整によりしわ部分抑制の可能性有り
方法 ③	長 い	スムージング機能有り	微小な凸凹がスムージングされる危険性有り

あとがき

今回報告した金型加工システムの開発－三次元金型加工に関する研究－は、平成6年度地域技術ネットワーク形成事業・地域技術研究会事業の「先端機械加工研究会」で議論されたテーマの一部をまとめたものである。

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。