

金型加工用 3 次元CAD/CAMの研究

佐本 芳正* , 西村 正彦*

Study on 3D-CAD/CAM for Die Machining

by Yoshimasa SAMOTO and Masahiko NISHIMURA

The 3D-CAD data exchange and the numerical control data output are examined in 3D-CAD/CAM for die machining. The results are as follows. (1) Troubles in the model are caused by 3D-CAD data exchange. Lack and distortion of the shading model can be observed by the visual inspection. The parting place and size of the model can be observed by the inspection function of 3D-CAD. (2) To output the numerical control data for machining of free-form surface from 3D-CAM, the instructions in highly accurate controls are registered in the machine tool information of 3D-CAM.

Key words: die, 3D-CAD/CAM, free-form surface, data exchange, IGES

1. はじめに

金型, 自動車部品の製作において, 各社毎に様々な 3 次元CADが使用されている。ソリッドモデルのデータを異なる 3 次元CADシステム間で受け渡しするとき, データ形式が異なるためデータの変換率は100%ではない。一方, マシニングセンタによる自由曲面加工では, 3 次元CAMを用いて良質な切削工具経路を作成する必要がある^{1)~7)}。

本研究では, 異なる 3 次元CADシステム間でCADデータの変換, 並びに 3 次元CAMによるマシニングセンタ用の切削工具経路、数値制御データを作成したので結果を報告する。

2. 研究方法

3 次元CADのデータ変換, 及び 3 次元CAMによる切削工具経路, 数値制御データ作成には, 3 次元CAD/CAM (日本ユニシス製, CADCEUS 6.2E) を用いた。ここで, CAD/CAMとはComputer Aided Design/Manufacturingの略で, コンピュータ支援による設計生産のことである。

3 次元CADから出力したソリッドモデルの中間形式データをCADCEUS形式に変換し, モデルに不具合が生じていないか調べた。また, 3 次元CAMにおける等高線輪郭加工の削り残しを調べるとともに, 森精機製作所製マシニングセンタ (SV-403) 仕様の自由曲面加工数値制御データを出力できるようにCAMで設定した。

3. 結果と考察

3. 1 3 次元CADデータ変換

IGES(Initial Graphics Exchange Specification)は, 米国規格協会が制定した 3 次元CAD/CAMの中間形式データである。3 次元CAD (Pro/ENGINEER, SolidWorks, Autodesk Inventor) から出力されたIGESデータをCADCEUS形式に変換し, 変換後のモデルA (金型), B (機械部品), C (カメラ) における不具合を調べた。

シェーディングによる目視観察ではモデルA, B, Cに面の抜けは見られなかった。しかし, CADCEUS検査機能で調べたところ, モデルA, B, Cともに隣接する面が結合していなかった。そこで, CADCEUS自動結合機能を用いて隣接する面どうしの

*機械情報グループ

結合を試みた。その結果は次のとおりであった。

モデルA（金型）における面と面との結合状態については、面の離れが7箇所で見出されその大きさは0.01～0.36mmであった。また、42箇所において1つの境界線が3つ以上の面で共有されていた。図1では、隣り合う面が離れ、その隙間が黒く見えている。

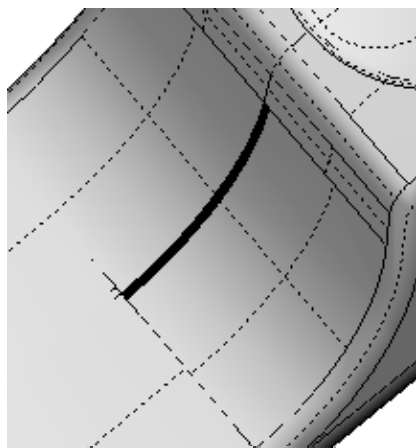


図1 面の離れ

モデルB（機械部品）では、全ての面と面が結合され、平面が18面、自由曲面が16面で構成されるソリッド（立体）となっており、不具合は生じなかった。

モデルC（カメラ）については、図2にデータ変換後のモデルを境界線で示す。変換前にはレンズ部が円を基準とした勾配体の形状であったが、変換後には円が多角形となっていた。

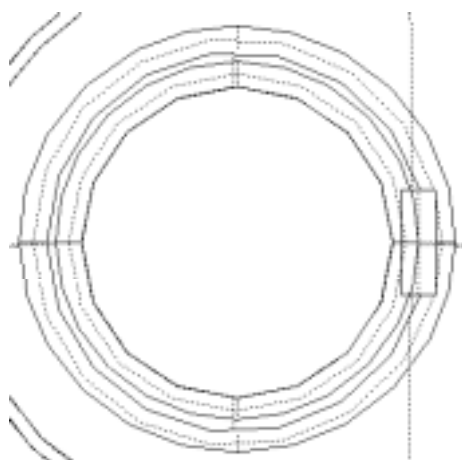


図2 データ変換によるモデルの形状変形

データ変換による不具合発生の原因として、次

のことが考えられる。3次元CADソフトによりモデル精度（トレランス）が違う。3次元CADソフトにより幾何形状定義方法が違う。IGESデータが解析線だけではなく自由曲線を含むことがある。データ変換ソフトの性能に限界がある。

3.2 数値制御データ出力

3次元CAMにより等高線輪郭加工の切削工具経路を作成し、その経路からマシニングセンタを数値制御するデータを作成した。

図3に、平坦部と勾配部の自由曲面で構成される縦40、横72、高さ38mmの3次元モデルに対し、ボールエンドミル（直径10mm）により層間ピッチ2mmで等高線輪郭加工するときの切削工具経路を示す。この等高線輪郭加工の切削工具経路の合計距離である切削長さは3.5mとなった。

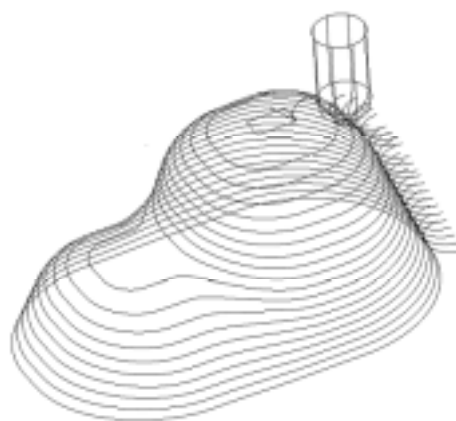
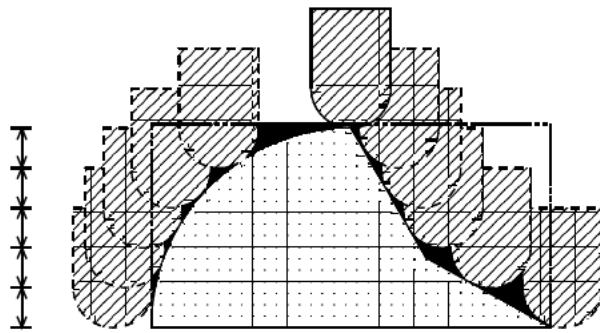


図3 等高線輪郭加工の切削工具経路

図4に、等高線輪郭加工の削り残しについて模式図で示す。1/4円と直線で囲まれた部分がモデルの形状、斜線が切削工具、黒塗りが削り残しである。この加工方法は、高さ方向の層間ピッチを一定に保ちモデル形状に沿って等高線的に加工するため、高低差の大きい形状、垂直に近い壁形状では削り残しは少ないが、高低差の小さい形状、平坦に近い形状では削り残しが多くなる。



層間ピッチ=一定

図4 等高線輪郭加工の削り残し

数値制御プログラムの共通事項である準備機能（Gコード）、補助機能（Mコード）等は、JIS B 6315-2「機械の数値制御」に規定されているが、マシニングセンタで自由曲面加工するには個々のマシニングセンタ特有の数値制御が必要となる。

工業研究部にある森精機製作所製マシニングセンタ（SV-403）は、ファナック（株）のNC（Numerical Control：数値制御）であるFANUC 18i-MAを搭載している。3次元CAD/CAMから森精機製作所製マシニングセンタ（SV-403）仕様の自由曲面加工数値制御データを出力できるように、高精度輪郭制御の開始（G05P10000）と終了（G05P0）の指令を3次元CAMの工作機械情報格納ディレクトリにテキスト形式で登録した。

同様に、使用する切削工具とホルダの種類、寸法並びに切削条件である送り速度、主軸回転数も登録し、そのテーブルファイル（テキスト形式）を3次元CAMシステムの内部形式にコンパイルした。図3の等高線輪郭加工切削工具経路より数値制御データをテキスト形式で出力し、高精度輪郭制御が指令されているのを確認した。

4. まとめ

金型加工用3次元CAD/CAMによるデータ変換及び数値制御データ出力について検討したところ、結果は次のとおりである。

- (1) 3次元CADのデータ変換での不具合発生は、シェーディングによる目視観察で面の抜け、形状変形を観察でき、3次元CADの検査機能により面の離れの場所、大きさを調べることができた。
- (2) 自由曲面加工数値制御データを3次元CAMから出力できるように、高精度輪郭制御の指令を3次元CAMの工作機械情報格納ディレクトリにテキスト形式で登録した。

参考文献

- 1) 小林純一：“自動車のモノづくりとIT”. 精密工学会誌, 67(5), p725-728(2001)
- 2) 山田眞次郎：“金型設計製造革命”. 精密工学会誌, 67(5), p720-724(2001)
- 3) 中川威雄：“IT時代の型づくり”. 精密工学会誌, 67(3), p379-381(2001)
- 4) 綾信博ほか：“製造分野に進展する国際標準STEP”. 精密工学会誌, 67(5), p733-738(2001)
- 5) 小寺敏正：“3次元CADデータ交換の技術的問題点と解決法”. 精密工学会誌, 67(3), p390-393(2001)
- 6) 鈴木裕：“3次元ソリッドに基づく金型づくり”. 精密工学会誌, 67(3), p382-385(2001)
- 7) 牟田芳喜：“金型の高速・高精度加工とCAMシステム”. 精密工学会誌, 67(3), p394-398(2001)