

ダイカスト金型製作における三次元CAD/CAMの適用 －事業主団体研究開発事業報告－

四国職業能力開発大学校 島田 公 八
藤 沢 則 秋

Practical use of 3-dimensional-CAD/CAM technology in a die-casting die production system

Kouhati SHIMADA, Noriaki FUJISAWA

要約 近年の産業界では、市場の多様化による製品開発期間の短縮化やコストダウン、熟練技能者の不足等の問題に対応するため、ITシステムによる情報化が一段と進展している。しかし、当地域の中小企業においては、十分な成果が得られていない企業が少なくない。今回、地域支援事業としてダイカスト金型の設計・製作システムにおけるIT化⁽¹⁾の一環として、三次元CAD/CAMの適用を、事業主団体研究開発事業として取り組んだ。

団体における現状は、ゴルフクラブ金型をクレイモデルによる直接倣い方式で製作している。そのため製品の開発サイクルに時間を要し、タイムリーなニューモデルの開発が遅れがちである。ゴルフクラブのヘッド形状は、複雑な曲面から構成されており、金型製作システムのIT化を進めるには、三次元CAD/CAMシステムの活用が必須である。そのためには、三次元データ化が不可欠である。そこで今回は、クラブヘッドのクレイモデルを三次元測定機で測定し、得られた測定データをもとに、金型のモデリングを行い、NCデータを作成し金型製作を行った。

その他、三次元CADモデリング、CAM技術などのセミナーや研究会により能力開発を実施した。また、インターネットを利用した情報通信等のIT化等により、企業間の情報伝達の効率化が整備・促進される等の効果があった。

I はじめに

今回対象となったGMDグループ団体では、主にゴルフクラブ、ゴルフボール等の製造・開発を行っている。現在これらの製品の金型は、熟練技能者によるクレイモデルからの直接倣い方式により製作を行っている。ゴルフクラブヘッド部は、複雑な曲面形状が複合しており、金型の製作は熟練技能者の経験に頼らざるを得ないのが現状である。この方式による問題点として、煩雑な加工工程、手仕上げによる時間のロス、熟練技術者の不足等があげられている。こうしたことから現状では、市場のニーズに即応した新製品の開発が遅れ気味である。生産性の向上、コストの削減、リー

ドタイムの短縮を行うには、三次元CAD/CAMシステムの導入によるIT化を計らなければならない。

IT化によるメリットとして短納期への対応、精度の向上、均一化、難加工への適応、機械稼働率の向上、不良品の減少、設計変更に対する融通性、情報伝達の高速化、データの共有化、他品種少量生産への適応等があげられる。

三次元CAD/CAMシステムによるIT化を進めるには、団体の保有する多数の製品モデルやクレイモデルを三次元データ化する必要がある。そこで、今回は当校の三次元測定機、三次元CAD/CAMシステム等の先端機器を活用してゴルフクラブの三次元モデリング、金型の製作を行い、その有効性や問題点を検証

することを目的とした。

具体的な内容は、ゴルフクラブヘッド部のクレイモデルを三次元測定機で測定し、得られたデータをCADシステムに取り込み、モデリングを行う。作成したモデルをもとにカッターパス、NCデータを得る方法とした。

II 金型製作工程

1. 使用システム

- ① 三次元測定機
(株)ミットヨ
SUPER FN704
- ② 三次元CAD/CAMシステム
日立造船情報システム(株)
GRADE/CUBE-NC
- ③ 三次元プロッタ
メディアシステムズ(株)
MDC-SYSTEM

2. 金型製作工程

現状では、始めに設計者の作成した二次元設計図をもとに、原形となるマスタモデルを製作する。次にマスタモデルをもとに、倣い加工用のクレイモデルを製作し、直接倣い加工(図1)によって金型を加工する。

いずれの加工においても、ヘッド形状は複雑な曲面より構成されているため、二次元図では正確に表現することが困難である。そのため、設計者と加工技術者との連携が不可欠であり、加工には相当の経験と熟練を要する。

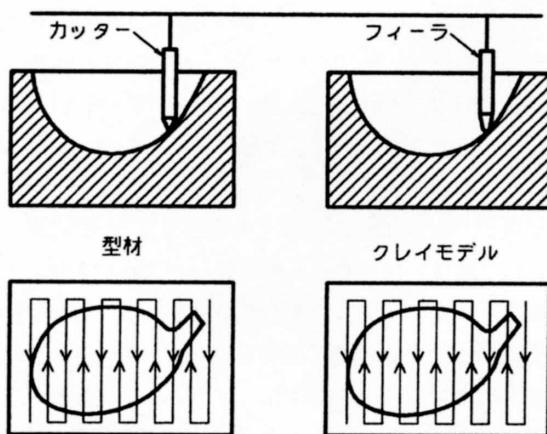


図1 直接倣い方式

三次元CAD/CAMの適用を計るため、クレイモデルより測定データを得て、三次元モデルを作成しDNC加工を行う工程とした。図2は、今回取り組んだ工程図である。

なお、図の点線部は、三次元データ化ができれば、マスタモデルやクレイモデルを必要とせずに加工できることを示す。また、3次元データを各種解析に有効に活用できることを示す。

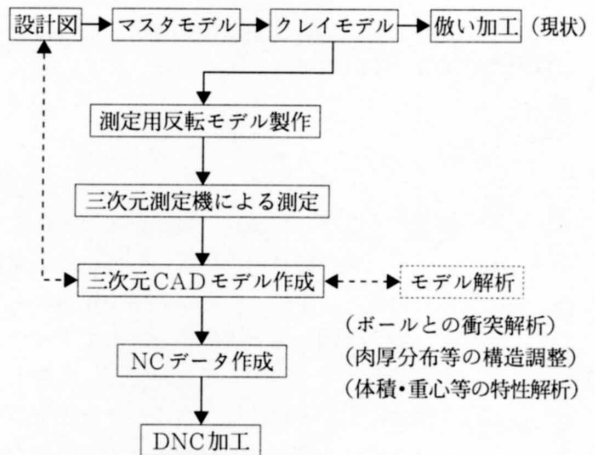


図2 工程図

① 測定用反転モデルの製作

クレイモデルを三次元測定機により、直接測定することは、丸みを帯びた形状のため安定した状態で固定することが難しく、正確な測定データが得られなかった。そこでシリコンを用い測定用の反転モデルを製作することにした。シリコン製の治具は、製作が簡単で測定に際し簡単に座標系の設定ができ安定性も良い。図3に作成したシリコン製の反転モデルを示す。

② 反転モデルの測定

三次元測定機により、非接触方式で上下二分割した反転モデルの自動測定を行った。

③ 三次元CADモデル作成

測定した点データよりスプラインを作成し、修正後自由曲面によりモデルを作成した。また作成された三次元モデルよりパーティングラインを作成・編集し、上下二分割処理を行った。

④ NCデータの作成

二分割されたモデルをもとにカッターパスを作成し、NCデータに変換した。

⑤ DNC加工

作成されたNCデータをもとに、当校においてワッ

クスに出力し、その後NCデータを傘下企業に送付し、成形用金型を製作した。

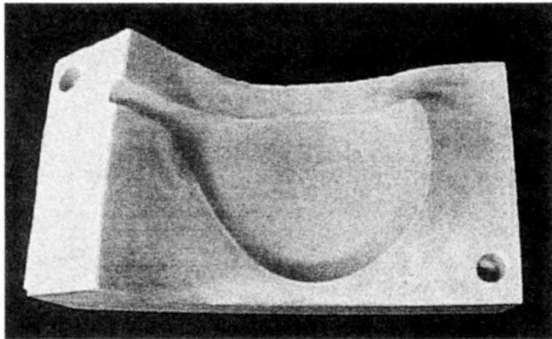


図3 反転モデル

Ⅲ 三次元モデルの作成

三次元測定機で得られたデータを、三次元CADシステムに取り込み、モデリングを行った。

1. 測定データの編集

図4にCADシステムに取り込んだ測定データ（上部）を示す。ゴルフクラブヘッド部を上部、下部に二分割し、測定した点群である。測定データは、X・Y値でXピッチ2mm、Yピッチ1mmで測定し、総数は上部約8,700点、下部約7,300点であった。

CADにより測定誤差による不連続な点は、移動修正し、欠けた箇所には周囲の点群より位置を想定し新たに作成した。

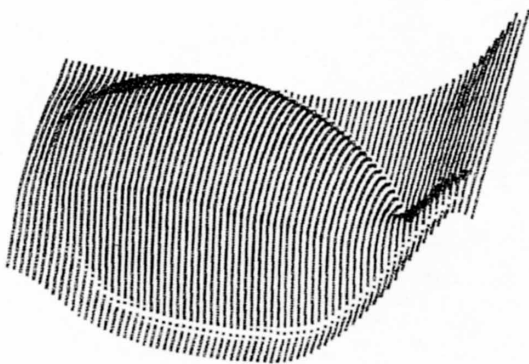


図4 点群データ（上部）

2. スプラインの作成

測定データから直接モデリングはできないので、点を連結しスプラインを作成した。図5に作成したスプライン図を示す。

これらのスプラインは曲率が一律な線でない、次

の工程でのモデリングでは滑らかな曲面が得られない。そこでスプラインの作成後、形状の変化しない範囲で節点数を調整した。

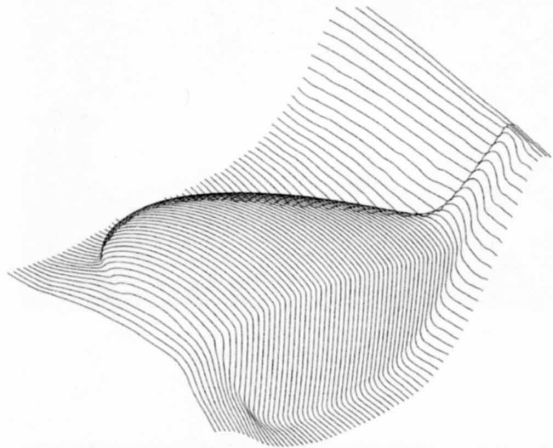


図5 スプライン図

上、下部スプラインを合体させたとき、一部分割面が不連続になっていた。これは、反転モデル作成時において、分割面の角の一部分に不連続な部分が生じたためである。そこで上下左右の関係より、スムーズな分割面になるようにスプラインを修正した。図6にスプライン修正図を示す。

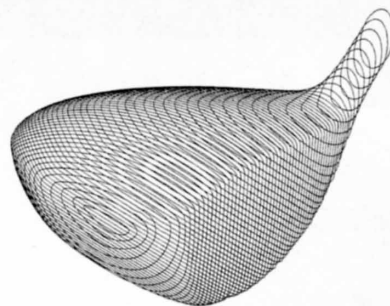


図6 スプライン修正図

3. 自由曲面の作成

並列するスプラインをもとに曲面を作成した。一般に曲面の精度は定義点数により決まるが、定義点数が多すぎるとトリム等の編集作業に支障をきたす場合がある。また計算時間が長くなり、後工程の作業効率低下の原因となる。また少なすぎると模型の再現性が落ちる。今回は再現性を確保しつつできるだけ減らしてモデリングを行った。図7に作成したヘッドの三次元モデルを示す。

ヘッドモデルをもとに素材部分を付加させ作成した

金型モデルを図8に示す。

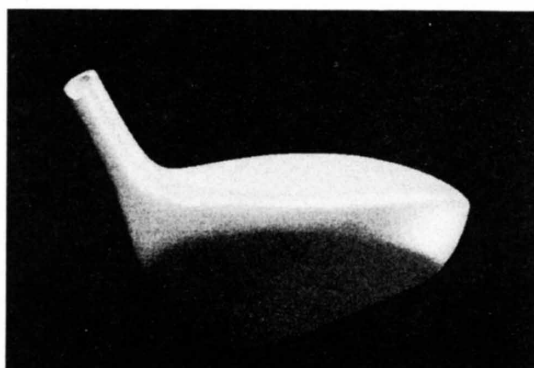


図7 ヘッドモデル

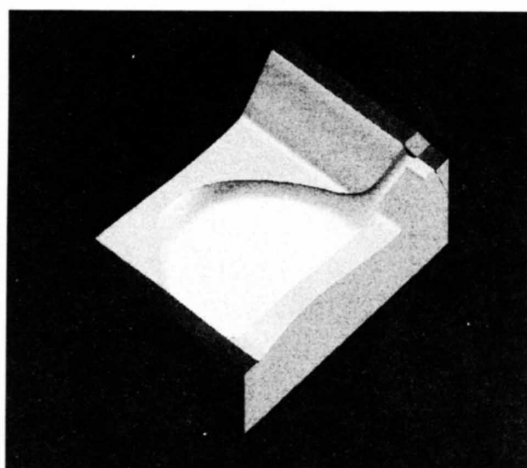


図8 金型モデル

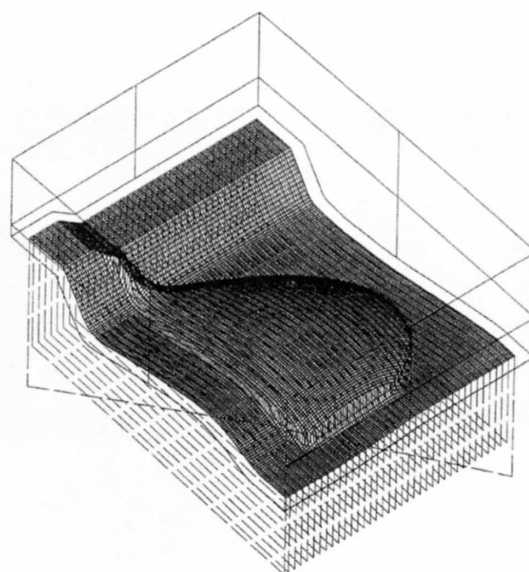


図9 仕上げ用カッターパス

3. NCデータ変換・出力

カッターパスにマシンパラメータ、マクロの各ファイルを参照し、NCデータに変換する。今回は三次元プロッタを用い、パラフィン素材（ワックス）に出力した。本校に於いてテスト加工された雌型を図10に示す。

また、NCデータを直接インターネットを利用し、Eメールで団体傘下の各企業にデータ転送を行い、加工までの時間短縮を図った。

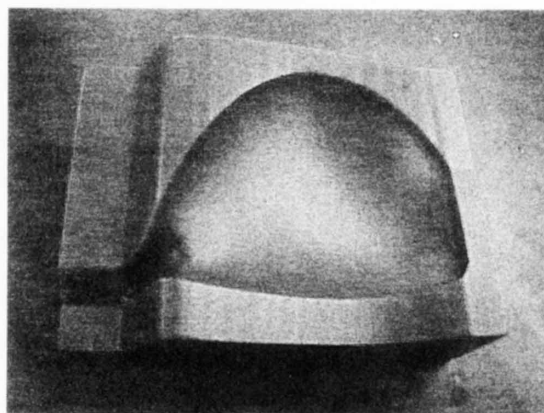


図10 雌型（ワックス）

IV CAM加工

三次元モデルをもとにカッターパスを作成し、NCデータに変換・出力を行う。

1. 初期設定条件

① 使用工具

荒削り：φ10ボールエンドミル

仕上げ：φ6ボールエンドミル

2. カッターパスの作成

今回は走査線方式によりカッターパスを作成した。より滑らかな面を得るため、XY両方向のパスを作成した。図9に仕上げ用パス図を示す。走査線方式は計算時間が長くなるがパスの変形や落下が少なくすむ。

当校で作成した金型のNCデータをもとに、傘下企業において、部品の加工を行い金型の製作（試作）を行った。図11に試作金型を示す。

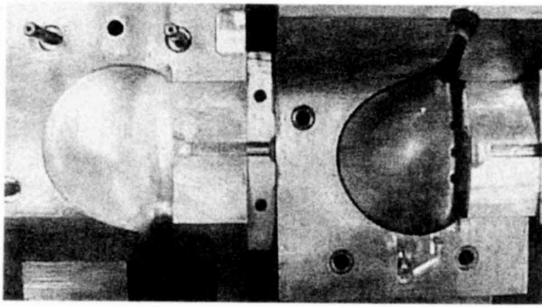


図11 試作金型

V 結果と考察

1. 測定と三次元モデリング

- ① マスターモデル（クレイまたは木型）を直接測定するよりも、反転モデルを測定した方が、安定した固定状態で測定できるので、測定データのばらつきが低減し効率的で正確なデータが得られた。
- ② 今回の測定ピッチは、X方向1mm、Y方向2mmで行った。（Y方向は曲面の曲率が大きい）当初はXY方向とも0.5mmで行ったが、データ数が多くて測定やモデリングに倍以上の時間を要した。また作業も煩雑であった。
- ③ 今回のような測定データからのモデリング作業では、点を連結してスプライン化する機能が不可欠である。ソフトウェアの種類によっては、この機能がない場合がある。点が多いと一つ一つの点を連結してのスプライン化する作業に長時間を要し、実質的には困難である。また、このような方法で作成した曲面では、小さな凹凸が避けられないが、今回は、定義点数を減少・調整し平滑な曲面を求めた。
- ④ 反転モデル分割面の角部に一部丸みが生じ、モデリング作業において調整・修正するのに時間を要した。今回反転モデルをシリコンで作成したが、石膏を用いた方が変形が少なく済んだと思われる。

VI おわりに

1. 三次元CAD/CAMの適用

ゴルフクラブヘッドのような、複雑な曲面より構成される三次元形状製品では、二次元表現が困難である。こうした製品では、三次元CADシステムによるモデリングが不可欠である。三次元化により、CAM加工が可能となり、現状のマスターモデル、クレイモデルの

作成や倣い加工を省略することができる。団体、企業には、過去に作成したクレイモデルが多数あり、これらを三次元データ化し活用することにより、高精度な信頼性の高い設計・解析作業が可能となり、新製品の開発を効率的に行うことができる。そのためには、今回のように、測定データをもとにしたモデリング法が有効である。

今後の課題としては、さらに効率的な測定法や分割法を検討する必要がある。

2. 研究開発事業の成果

製品に付加価値を付けブランド化を計るためには、オーダーメイド型の開発システムを確立し、傘下企業の活性化を進めなければならない。そのためには、設計製作システムのIT化を進める必要がある。今回の取り組みは、そのための第一歩である。

金型製作以外にもセミナーや研究会の開催により、三次元測定機測定データの最適な取得法や、NC加工技術の向上を得ることができた。その他、インターネットの利用により情報伝達のスピードアップができるようになった。

このように、今回の事業をとおして、事業主団体所属企業の新技術開発に関する意識向上に寄与できた。今後、実施できなかった解析等の工程を行うと共に、団体内に研究会を発足させ、技術の向上を図り、今後益々重要性を増すであろうマルチメディアの利用法に関するセミナー等を開催し、団体の人材育成に寄与していく考えである。

最後に本事業を進めるにあたり御協力を頂いたワーキンググループの諸先生、並びにキャスコ株式会社研究開発部太田幸司氏に深く感謝申し上げます。

〔参考文献〕

- (1) 藤沢、島田：ダイカスト金型製作システムの確立
香川職業能力開発短期大学校紀要、第11号、1998、
pp1-6