

大型鋳物曲面形状の3次元モデリング支援システムの実装

日鋼デザイン(株) ○大浦正美 山田富士夫、北海道大学 田中文基
北海道立総合研究機構工業試験場 安田季幸

要旨

大型鋳物設計において鋳造方案図を3次元化するために、製品製作形状に抜け勾配、縮み代等の各種余肉を付与する必要がある。しかし、非一様な余肉と多段階に徐変を含むフィレット付けを行う必要があり、非熟練作業者がモデリングを行うには困難である。そこで本研究では、高品質で効率的なモデル化のためにモデリング支援システムを実装したので報告する。

1. はじめに

鋳物設計において、後工程へ利用するために製品製作形状から鋳造方案図を3次元モデル化する必要がある。しかし、大型鋳物の場合、曲面形状が非一様な余肉とフィレット面で形成されているため、鋳造方案3次元モデルを作成するには熟練された技術と蓄積された知識が必要である。

本研究では、3次元CADによる鋳造方案3次元モデル作成業務の標準化を目的に、高品質で効率的なモデル化のためにモデリング支援システムを実装したので報告する。

2. 鋳造設計業務の現状と鋳造方案3次元モデル作成の問題点

図1に鋳物設計業務の流れを示す。顧客製品設計図から製品製作図を作成し、次に鋳造方案図を作成、鋳造方案3次元モデルを作成する。鋳造方案3次元モデルは、製品製作3次元モデルを元にし、湯の流れや凝固の遷移を考慮した鋳込体位、縮み代、余肉、抜き勾配等を検討した鋳造方案を取り込んだ形状である。このため、鋳造方案形状は2次曲線で定義される製品製作形状とは異なり、非一様で不規則な自由曲面とその自由曲面間にフィレット面を形成している特徴がある。しかし、非一様な余肉量を鋳造方案図から読み取るのは困難である。また、余肉を3次元製品形状モデルに与えることや、多段階に徐変を含むフィレット面を作成するのが困難である、などの理由により、鋳造方案3次元モデルの作成に製品製作3次元モデルを直接活用した場合、モデル作成者間での作業効率のばらつきや3次元モデルのチェック方法等に多くの問題があった。

過去に弊社では、製品製作3次元モデルの情報をCAD上で編集し、鋳造方案3次元モデルとして活用する模索を行ったが、成功には至っていない。

顧客製品設計図、顧客製品設計3次元モデル

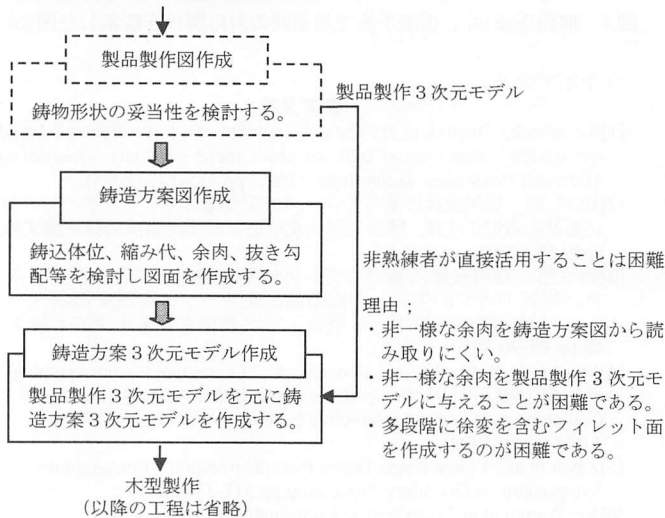


図1 鋳物設計業務の流れ

3. 鋳造方案3次元モデル作成方法について

3.1 提案する鋳造方案3次元モデル作成手順

図2に提案する鋳造方案3次元モデル作成手順を示す。まず、作業項目を図2に示す3種類に大分類した。つぎに、過去の実績から各作業項目に関連するマニュアル等を整備し、鋳造方案データベースとして作成した。以下各作業について説明する。なお、対象とする鋳物形状を車室とした。車室とは発電機のタービンを覆うカバーであり、発電所の大きさ、タービン形状の違いにより車室形状は異なる。

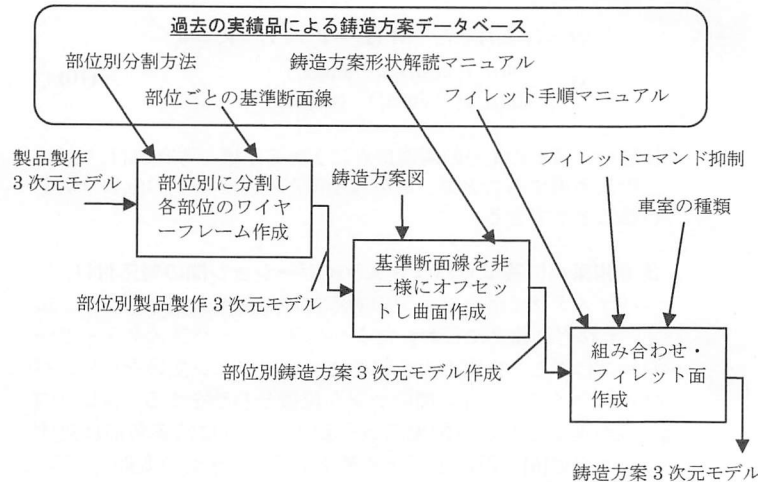


図2 鋳造方案3次元モデル作成手順

3.2 製品製作3次元モデル部位別分割によるワイヤーフレーム作成

車室は、フランジ部、シェル部、ノズル部、その他で構成される。車室形状は発電所の大きさ、タービン形状の違いにより様々であるが、構築している部位は形状が類似しているため、部位を分割することでモデル作成を容易にした。図3に製品製作3次元モデル部位別分割図を示す。

分割した部位は、ある基準断面ごとにワイヤーフレームを作成し、基準断面における断面曲線から曲面を作ることで作成される。

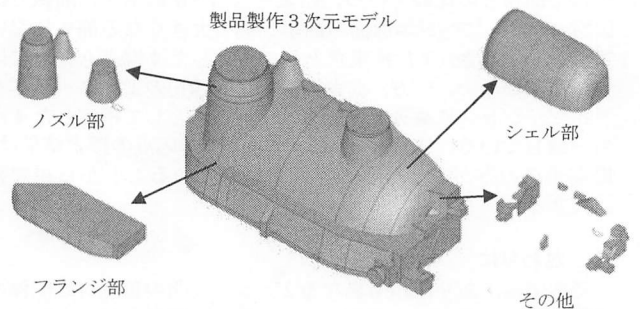


図3 製品製作3次元モデル部位別分割図

3.3 部位別鑄造方案3次元モデル作成

鑄造方案図は特異な図面であるため、数値の読み取り方法が難しい。非熟練技術者が数値の読み間違いや読み取り時間の短縮を図ることを目的に、過去の実績を調査・整理し、車室形状が描かれている図面から各部位ごとの数値の読み取り方法を記載した解説マニュアルを作成した。

鑄造方案モデルの曲面形状は、以下の手順で生成される。まず、部位毎に分解された製品製作モデルにおいて、内外面を表すワイヤフレームの基準断面線を非一様にオフセットすることで鑄造方案3次元モデルの基準断面線を形成する。このとき、鑄造方案形状解説マニュアルを用いて鑄造方案図面から読み取った余肉量を3次元CAD内のEXCELテーブルに入力することで、モデル作成を容易にした。つぎに、その断面線から鑄造方案モデルの曲面形状を作成する。一例として、図4に余肉量を反映させた部位別鑄造方案3次元モデルを示す。このとき、EXCEL上の数値をチェックすることで3次元モデルのチェックを簡単に行うことを可能とした。

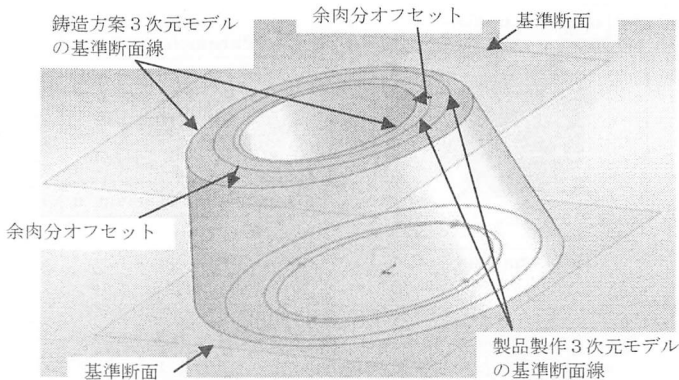


図4 余肉量を反映させた部位別鑄造方案3次元モデル

3.4 部位の組み合わせ・フィレット面作成

部位と部位が接合する箇所は、鑄物特有のフィレットが形成される。図5に主なフィレットのタイプを示す。特にフィレットの上にフィレットを生成するような複合面によるフィレットは生成が困難である。フィレット生成にはフィレット手順とフィレットコマンドの選択の問題がある。

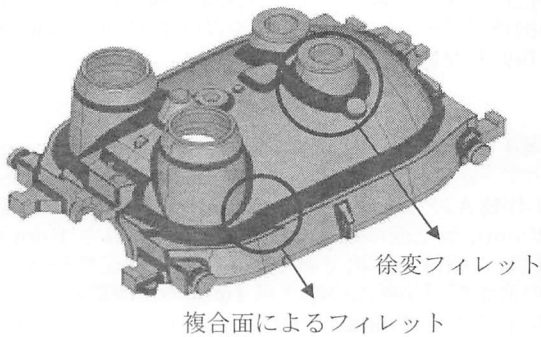


図5 フィレットのタイプ

図6にフィレット手順によってエラーが起きた一例を示す。この場合は、フィレット半径を小さい順番から掛けたときに起きた現象である。その対策として、車室のタイプごとにフィレットのタイプを抽出し、フィレット半径を掛ける手順をマニュアル化した。

フィレット手順		
手順	成功	失敗
①	R315	R12.5
②	R170	R25
③	R80	R80
④	R12.5	R170
⑤	R25	R315

← ここでエラー発生

図6 フィレット手順によってエラーが起きた一例

一方、3次元CAD内に内蔵されている元々のフィレットコマンドが数種類あるため、選択するコマンドによりフィレット生成ができない場合がある。そこで、本システムでは、図7に示すように、車室のタイプごとに必要なフィレットコマンドを抽出し、その他のコマンドを抑制することでコマンド選択によるエラーの発生を防止する方法を採用した。

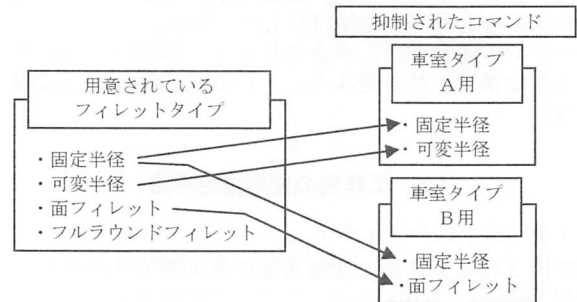


図7 フィレットコマンド抑制方法

4. まとめ

本研究では、3次元CADによる鑄造方案3次元モデル作成業務の標準化を目的に、製品製作3次元モデルを用いた鑄造方案3次元モデリング支援システムの実装方法について報告した。有効性の検証や評価はこれからの課題となるが、今後は自動的にモデル形状を生成できるシステム作りを目指していく。また、非熟練作業者が本システムをモデリング業務として活用し、3次元モデルの品質を安定させ、効率的なモデル化を構築するのに有効であることを実証することで、弊社内のBCP (Business Continuity Plan、事業継続計画) の対策にも寄与するものと考えられる。

5. 謝辞

本研究にあたり、ご指導・ご協力頂いた関係各位に深く感謝申し上げます。