

新技術紹介

CAD-CAE連携による自動設計ツールの開発

Development of Automated Design Tool using CAD/CAE Coupling

大年 義広^{*1}，井上 武士^{*2}，雪廣 博^{*3}

1. はじめに

現在の設計業務は、設計担当による形状作成とCAE担当による性能予測を繰り返すことで最適形状を決めている。しかし、このサイクルを複数回繰り返すため、工数・リードタイムが長くなる。

そこで、各作業に必要な要件を明確化・ロジック化し、形状作成と性能予測を自動実行するシステムを開発した。

本報告では、一体樹脂CVJブーツにて構築した自動設計システムについて紹介する。

2. 製品概要

CVJ (Constant Velocity Joint/等速ジョイント) ブーツは、駆動力をタイヤへ伝達する等速ジョイントの保護用ブーツである。機能としては、グリースの保持、泥水浸入防止の役割を果たしている。図 1 に取付け位置を示す。

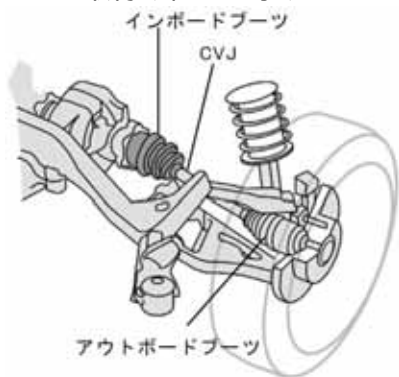


図 1 取付け位置

3. 従来設計業務

図 2 に示すように、これまでの設計業務フローは、設計担当とCAE担当の分業により、最適形状が得られるまで形状変更～CAE実行を繰り返し行っており、業務の手待ちや各業務で手作業による多くの工数が生じていた。しかし、CADデータ作成と解析処理にはそれぞれ専門的なノウハウが必要であり、専任者を必要としていたため、業務の統合ができなかった。

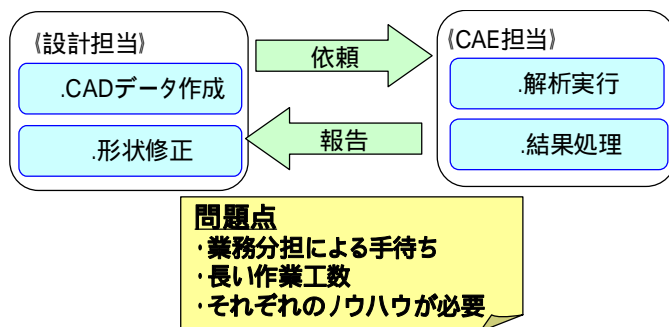


図 2 従来の設計業務フロー

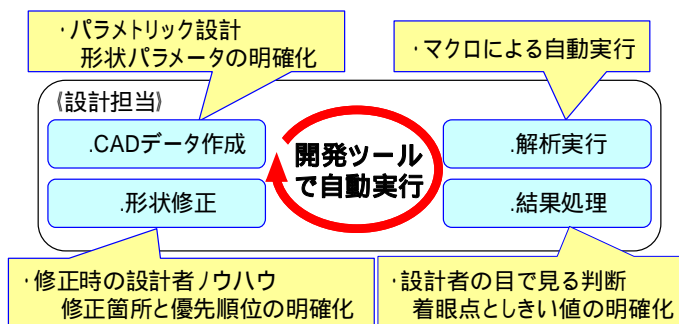


図 3 自動設計による設計業務フロー

*1 Yoshihiro Otoshi 金型機械事業部 デジタルエンジニアリング部
*2 Takeshi Inoue 金型機械事業部 デジタルエンジニアリング部
*3 Hiroshi Yukihiro 技術管理部

4．開発技術概要

図 3 に自動設計ツール開発後の設計業務フローを示す．本ツールは，最適化技術を応用して開発した．初期形状を設計者が決めた後は，解析実行から結果の評価，さらに形状修正を目標値に近づくまで自動実行するため，設計担当 1 人で業務を回すことができるようになる．

4 - 1．CADデータ作成の自動化

本ツールでは，従来から活用されているパラメトリック設計やテンプレート化の技術を利用し，EXCELとCADのテンプレートモデルを連携させるテンプレートを構築した．これにより，EXCELに要求性能を満たす数値パラメータを入力することで，必要なCADデータを自動作成することができる．数値パラメータについては，形状を決める数値を全て明確化している．また，入力した数値パラメータに従い，解析に使用するためのモデルも自動作成する．

図 4 にCADデータ作成フローを示す．

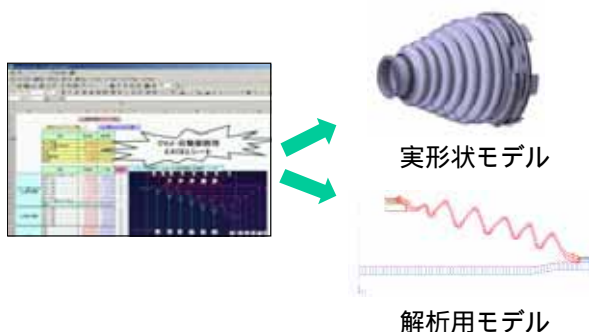


図 4 CADデータ作成フロー

4 - 2．解析モデル作成と解析実行の自動化

従来は解析モデル作成において，解析結果の評価を行う際に基準となる要素や節点をCAE担当が選択していたため，形状毎に要素や節点の番号が変わっても問題はなかった．しかし，本ツールでは，解析結果の評価も自動化されるため，基準となる要素や節点は，形状に関係なく特定できなければならない．

本ツールでは，図 5 に示す様に，要素や節点が形状に関係なく同じ番号になるような解析モデルの作成方法を開発した．また，解析準備・計算実行までの作業は，CAE担当の操作履歴を元に明確化し，自動実行できるようにした．

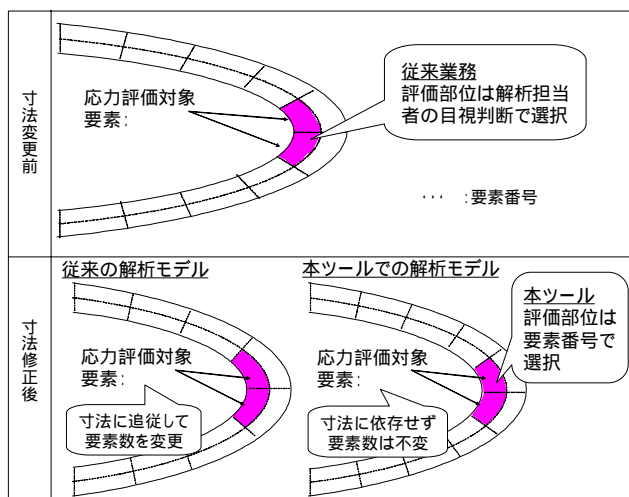


図 5 解析モデルの作成方法

4 - 3．解析結果の評価と形状修正の自動化

従来の設計業務において，解析結果の評価は，数値として定量的に判断できるしきい値を持った評価項目(応力や面圧など)以外に，設計者がノウハウに基づき目で見判断している評価項目(変形時の形状など)がある．

本ツールでは，これまで設計者が目で見判断していた評価項目に対して，ヒアリングにより着眼点やしきい値を明確化し，ロジック化した．

同様に，形状修正も，設計者のノウハウに基づく部分がある．また，目標値を満たした形状が 1 回の修正で得られることは稀であり，一度に複数の修正案を検討する場合や，複数回の試行錯誤を要する場合が多い．

本ツールでは，形状修正時における設計者のノウハウをヒアリングし，修正箇所・修正順位などの修正方針を明確化し，4 - 1 項で作成した EXCEL 上の数値パラメータを更新することで，CAD 上の製品形状を自動修正できるようにした．修正箇所の決定には，優先順位による重み付けをした確率的な探索手法を用いることで，修正案が一意に決められない場合にも対応した．

図 6 に設計者ノウハウによる修正のアルゴリズムを示す．

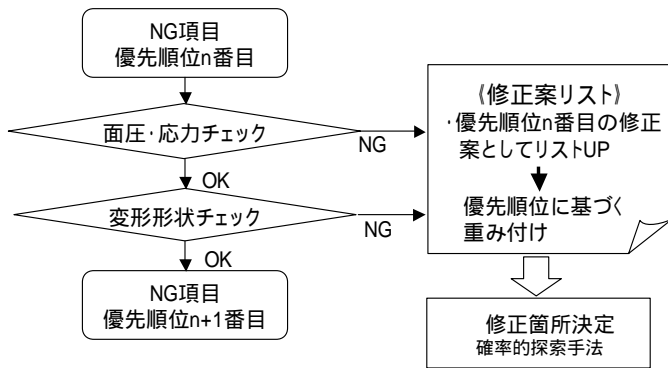


図 6 設計者ノウハウによる修正アルゴリズム

4 - 4 . 各作業の自動連携

各ソフトの状態を自動で確認する常駐ソフトを開発することで、計算実行状態や終了状態を自動で判断し、次の作業に移れる仕組みを作成した。その結果、解析結果が目標値に近づくまで繰り返し自動実行され、結果が目標値に達すれば自動終了する。

図 7 に自動連携プログラムの処理フローを示す。

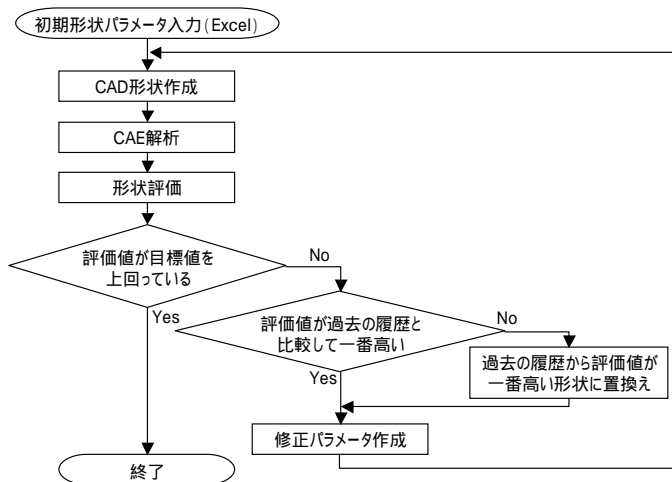


図 7 自動連携の処理フロー

5 . 検証

自動設計ツールを使用することで、設計担当は初期形状を決めるためのEXCEL入力のみとなり、総工数は従来作業工数の約1/30となった。リードタイムは初期工数と自動計算時間のみとなり、約1/5に短縮することができた。これにより、設計工数とリードタイムの削減が確認された。

図 8 に工数とリードタイムについて、従来業務と自動設計ツールを使用した業務を比較したグラフを示す。

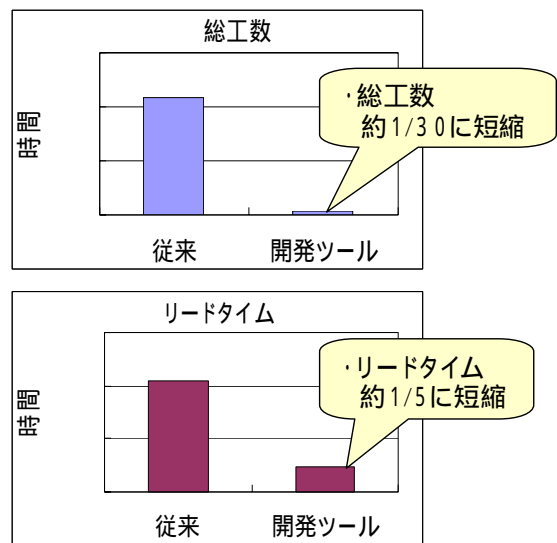


図 8 工数とリードタイムの比較

6 . まとめ

従来、設計担当とCAE担当の分業によって行われていた一体樹脂CVJブーツの設計業務に対し、自動設計システムを構築した。

本ツールの開発により、自動設計ツールの実現に必要な以下の技術的課題が明確化した。

- A. 解析結果に基づいた形状修正箇所の数値パラメータ化。
- B. 解析結果の評価において、基準となる要素や節点が形状に関係なく特定できる解析モデルの作成方法。
- C. 設計者が持つ解析結果の評価や形状修正におけるノウハウの明確化。

今後、本ツールの開発により明らかになった技術的課題の解決方法に基づいて、他製品への横展開を検討していく。