

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: ミドルレンジCADシステム内で行う構造最適化システムの開発
プロジェクトリーダー	: (株)くいんと
所属機関	: (株)くいんと
研究責任者	: 西脇 眞二(京都大学)

1. 研究開発の目的

我国の中小製造業は、円高やアジアの安い労働力の攻勢に晒され、かつてない厳しい状況下にある。その対策の一つとして、高品質、競争力のある製品を今まで以上に短期間で市場に投入することが求められている。一方、大手製造業に於いてCAEは製品開発に不可欠の道具となり、中でも構造最適化技術は製品の軽量化や性能の改善に大きく貢献している。本研究責任者のグループが研究する、レベルセット法に基づく構造最適化技術の知的財産を基に、中小製造業に於いて基幹システムとして利用されるミドルレンジCADシステムと構造最適化技術を組み合わせ、設計の基本となる「最大応力を制約した体積最小化」を行う最適設計システムを構築し、中小製造業の競争力向上に役立てる。

2. 研究開発の概要

①成果

目標: CADシステム内で作成した解析モデルを用いて、「領域内の最大応力を制約した体積最小化」を行い、得られた最適形状(有限要素モデル)に近似曲面を生成してCADシステムに戻すプログラムを開発する。

実施内容: 最大応力を制約した体積最小化を実用的な繰返しで行えるプログラムを開発した。さらに最適形状をCADに戻す際、再びソリッドとしてメッシュ分割可能な良質な近似曲面生成プログラムを開発した。

達成度: 応力の制御は大変難しく、グローバル応力を近似する関数形の選択、各関数のパラメータ調整等、試行錯誤を重ね、大学側の努力でほぼ目的を達成した。また、最適形状を近似する自由曲面、解析曲面の生成は、モデルによっては極細の曲面が生成されたり、それに振れが生じたり、多くの問題が発生したが、大学からの論文を参考に工夫を重ね、個々に解決して良質な面を生成するプログラムの開発に成功した。

研究開発目標	達成度
①レベルセット法に基づく、領域に発生する最大応力を制約可能な構造最適化手法の研究・開発	①グローバル応力の取扱いについて、大学で近似関数の選択、パラメータ同定等に試行錯誤し、結局K-S関数のパラメータを工夫することで、目的とした構造最適化の開発にほぼ成功した。

②CADシステム内で構造最適化に必要なデータを作成する機能の研究・開発	②CADシステムで作成した解析モデルに、最適化に必要な情報を付加し、CADのAPIを用いてデータを出力し、構造最適化を起動するプログラムの開発に成功した。
③構造最適化をバックグラウンドで実行する仕組みの開発	③構造最適化計算をCADのライセンスから切り離して実行し、終了後起動した可視化プログラムで結果を視認後、最適形状をSTL形式で出力するプログラムの開発に成功した。
④構造最適化で得られた最適形状から、CADデータを構築する仕組みの研究・開発	④最適形状からCADデータを生成するために、STLの状態での折目の自動生成、編集、面の平滑化等対話型編集機能を開発した。その後自由曲面、解析曲面を生成し、CADに戻した際に再び有限要素分割が可能な良質な面を生成する開発に成功した。
⑤全体テスト	⑤一連の工程を実行し、問題がないことを確認した。
⑥知財戦略	⑥ユーザーインターフェイス構築時に出願の可能性を探った。表に見える部分に新規性、ユニーク性は考え難く、良質な面を生成する際の実装部分の細かい工夫に優位性があると判断したが、この部分を出さないことが優位性の確保と考えた。

②今後の展開

今回研究開発したのは、「領域に発生する最大応力を制約した体積最小化機能」(構造最適化ソルバー)、「データ作成及び可視化機能」(プリ・ポストプロセッサ)、「最適形状からCADシステムに自由曲面、解析曲面を戻す機能」(3DCADデータ生成プログラム)である。構造最適化部分は単一目的に絞っているが、他は大規模システムに何ら劣らない。ミドルレンジCADを日常使っている中小製造業が、付加価値を求めてこの技術を是非取りこんで欲しいと願っている。商品化する時は基幹CADに見合う安価な価格設定を考えたい。

今後の必要事項を以下に纏める。

- ②-1 応力制約体積最小化のプログラムを完成させる。
- ②-2 全プログラムについて、商品を意識して再度見直し、ブラッシュアップをする。
- ②-3 ロバスト性を高めるために、10例～20例程度の実用的な計算を行い、結果を検証する。
- ②-4 CAD戻しの部分を、さらに多くの顧客に貸出し、意見を集約してブラッシュアップを図る。
- ②-5 取扱説明書、チュートリアルマニュアルを整備する。
- ②-6 全システムを数社の中小製造業に貸出し、再度意見を聞く。
- ②-7 入門、アドバンスに分けた教育カリキュラムを準備する。

3. 総合所見

目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。基本アルゴリズムの性能・安定性がほぼ確認され、中核技術の構築が達成された。中小製造業が使用できる CAD として期待でき、具体的ユーザと連携しつつ製品化が進められている。実用化に向け、ユーザ側での利用を通じた評価を促進し、システムの機能と支援環境の改善を図る必要がある。事業化戦略、特許戦略を強化して欲しい。