

【ノート】

【令和 3 年度 先端技術等調査研究事業】

最適化設計の活用可能性調査

内海 宏和*¹, 家口 心, 斎藤 佳史, 吉川 穰

自動車産業支援部

(*¹ 現 材料開発・分析技術部)

近年の 3D プリンターの普及に伴い、トポロジー最適化等を活用した設計の重要性が増している。しかしながら、地域企業にとって 3D プリンターは革新的な製品の開発というよりも、モックアップ作成のツールとして使用されているのが実情である。そこで、3D プリンターに関わらず、最適化設計が地域企業支援に貢献できる活用方法について調査した。その結果、最適化手法の特徴に応じた使い分けで、与えられた条件のもと現状よりもよい解を効率よく得ることができる可能性があることがわかった。

キーワード：最適化, トポロジー最適化, シミュレーション, 3D プリンター

1 緒言

最適化とは、与えられた条件の範囲でもっとも好ましい解決策を見出すことである。目的地までのルートや輸送計画など最適化を必要とする問題は、業態に依らず存在する。最適化問題では、好ましくしたい「コト」と、変えられる「モノ」を関数化し、それらを制約する方程式・不等式系を組み上げた上で数学的に解を得る。工業製品の製造に関わる地域企業にとっては、最適な構造物の形状を追求することが密接な問題と考えられるが、設計の現場では熟練した設計者の技能によって、試行錯誤により形状の改善が行われているのが現状である。生産性を向上させるためには、より合理的かつ効率良く改善形状を提案することが重要である。

以上のような背景から、本調査では地域企業の設計開発に対する最適化手法の活用可能性の模索を目的とし、当センター保有の最適化ソフトの適用性を検討した。最適化の対象には、これまでに地域企業から寄せられた技術相談のうち件数が多かった、構造および伝熱に関連した問題を抽象化して設定し、形状による性能変化について確認した。また、地域企業の最終的な生産性向上を見据え、本調査における最適化は数値シミュレーションを併用して行うこととした。

2 最適化設計の活用結果

シミュレーションソフトは Ansys Mechanical Enterprise Ver.18.2 を使用した。この製品には、Ansys DesignXplorer という最適化モジュールが組み込まれており、Ansys Workbench 環境のパラメータを用いて、簡便な操作で最適

化解析や実験計画法に基づくパラメトリック解析等を実施できる¹⁾。さらに、構造解析についてはトポロジー最適化機能が搭載されているため、その適用を試み得られる効果を考察した。

2.1 静的構造解析

抽象化した構造部品の剛性を保つ軽量化問題に対し、トポロジー最適化とパラメトリック解析を実施した。図 1 に検討対象モデルを、図 2 にトポロジー最適化結果を示す。トポロジー最適化においては、このような形状自由度の高い結果が得られるが、その形状の結果検証のための再解析は容易でなく、再モデリングのためには得られた形状をなぞるように CAD 化し直す必要があった。また得られた形状の実際の成形を考えると、既存の製造方法では複雑な工程を踏まざるを得ない一方で、金属 3D プリンターによる製造ではコストが見合わない。したがって、トポロジー最適化は構造上の勘所を把握するための利用にとどめるのが現実的であると考えられる。

次に同じ問題を対象として、パラメトリック解析を実施した。この解析では、材料の肉抜き対象について形状や大きさをパラメータとしてあらかじめ関数化する必要があり、ここに設計者のセンスが求められる。ここで、それらパラメータの決定に上記で得られたトポロジー最適化結果を利用することを考え、図 3 に示すようなパラメータを設定した。図 4 に、パラメトリック解析によって得られた最適化形状とその形状における剛性の検証結果を示す。本解析では肉抜き対象として設定したパラメータの組み合わせと重量との関係が関数化され、実験計画法に基づいてパラメータの可動範囲を

全て走査することなく効率的に最適化形状を導くことができる。必要な剛性については、最大応力に制約をかけることで担保できるため、現実的かつ合理的な形状をほぼ自動で得られることができ、高効率な設計に利用できることを確認した。

2.2 伝熱解析

当センターでは伝熱問題に対応可能なトポロジー最適化ソルバーを保有していないため、パラメトリック解析のみを実施した。

本調査では、フィンの形状が性能を決めるヒートシンクを対象とし、発熱体との接触面の温度を最小化するようにフィンの高さや幅を求める問題に取り組んだ。なお、調査的な事例のため、性能向上が見込める形状を初期形状として検討を行った。図5に、最適化前後の形状を示す。本事例では、発熱体との接触面が13°C低下した。

3 結言

最適な構造物の形状を効率良く得るため、市販の最適化ソフトを活用し、その適用性を検討した。トポロジー最適化では自由度の高い形状が得られるものの、検証や実際の製造を考慮すると、コストが見合わない。したがって、その利用は構造上の勘所の把握を目的に置き、パラメトリック解析時のパラメータ設定に活用することで、効果的な利用可能性を見出すことができた。このように、最適化手法を組み合わせることで、合理的かつ効率的に改善形状の提案が可能となることがわかった。

参考文献

- 1) [\[最適化モジュール\]Ansys DesignXplorer:有限要素法マルチフィジックス解析ツール](#) [Ansys:サイバネット](#) (cybernet.co.jp)

→ 荷重 ■ 固定

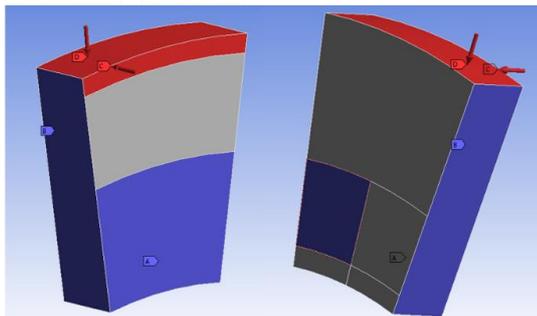


図1 構造部品を抽象化した最適化検討モデル

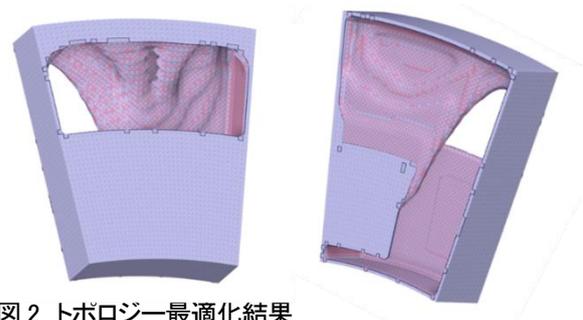


図2 トポロジー最適化結果

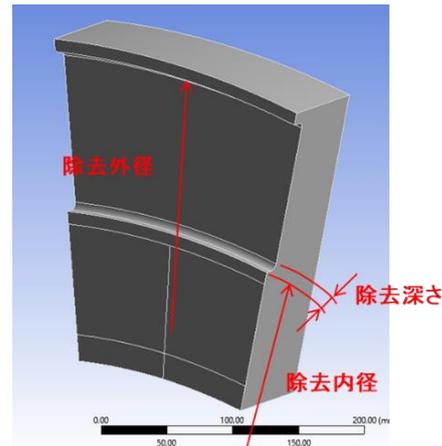


図3 パラメトリック解析用のモデルと設定したパラメータ

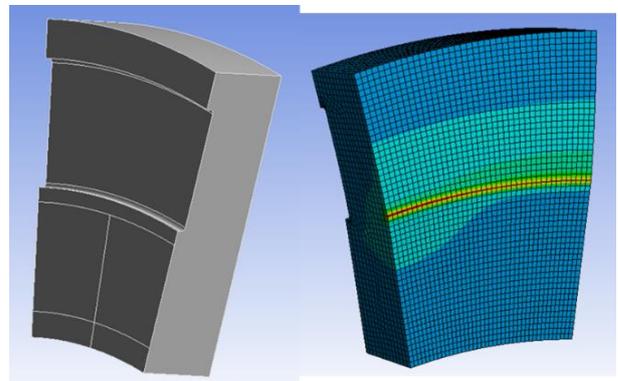


図4 応力制約下におけるパラメトリック解析結果

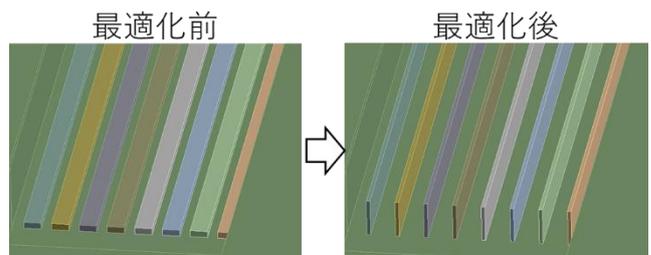


図5 ヒートシンクフィン形状のパラメトリック解析結果