

様々な社会的課題に対応するために、産業技術のキーワードを通じて当センターがご支援できることや企業の皆様にお役に立てていただきたい内容をご紹介します。

## トポロジー最適化

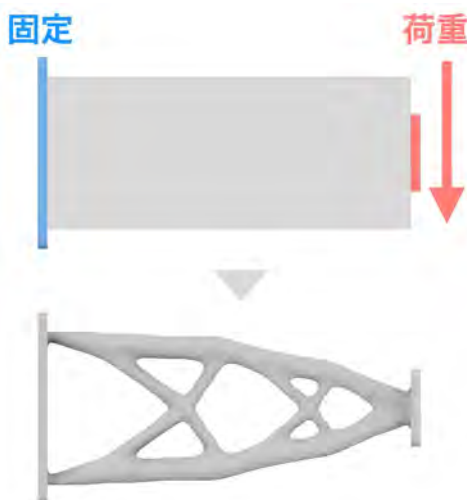
### 設計に役立つ構造の最適化技術

機械の形状を設計する際にどのようなことに気をつける必要があるでしょうか。例えば自転車のフレームを設計する場合、ユーザーの体重や段差の衝撃に耐えられるように剛性や強度を考慮してフレーム厚や長さを設計します。さらに機動性向上のための軽量化や車体の重心バランスなど複雑な要件を考慮する必要があります。通常、これらの要素は経験的に決定、実験によって評価、設計の修正、というプロセスが繰り返されます。しかし開発期間や実験コストの削減のため、実際は十分な検証が難しい場合もあります。

コンピュータ上で構造解析を行えば、さまざまな実験条件をシミュレーションでき、実験による検証コストを削減できます。トポロジー最適化はこのような解析を用いて構造解析を繰り返し行い、目標の設計値を達成する形状を導き出す技術です。解析により構造上材料が必要な部分と不要な部分を特定することができ、1980年代から研究されてきました。

特に最近では計算機の性能向上により、市販されているPCでも解析スピードが実用的なレベルになったことや、3Dプリンタといった新しい製造技術により、図1に示すようなトポロジー最適化特有の複雑形状でも成形可能なことなどから注目されてきました。

図1 片持ち梁のトポロジー最適化

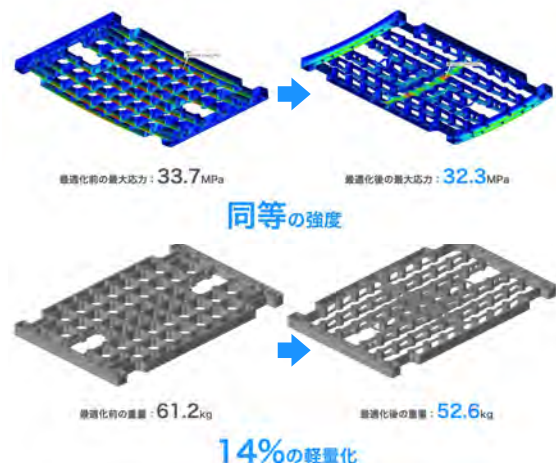


トポロジー最適化で設計できる要素（目的関数や制約条件）としては、質量・剛性・固有振動数・変位などがあります。現在市販されているCADソフトやCAEソフトの中にはトポロジー最適化の機能が搭載されるようになってきていることや、対称・押出・型抜きなど製造方法に合わせた制約条件を設定できるものもあり、より身近なものになっています。

設計で利用する際の注意としては、最適化条件（例：荷重や拘束条件）によって結果が変わるため、適切な条件を設定することが重要です。最適化条件に大きな間違いがないか確認するためには、例えば剛性最大化の場合、実際に3Dプリンタで出力して評価することができます。

当センターでは、鳥取県金属熱処理協業組合様から相談を受け、トポロジー最適化を用いて熱処理用トレイの軽量化設計を支援しました。解析の結果、図2に示すように最適化前と同等の強度で重量を14%(8.6kg)軽減し、目標を達成しました。

図2 熱処理トレイの軽量化設計の解析結果



当センターではトポロジー最適化の他にも、構造解析や熱、衝撃などの解析を支援しています。設計に関するお悩みがあれば、どうぞお気軽にお問い合わせください。

■ 機械素材研究所 システム制御グループ  
 研究員 亀崎 高志