

数値解析と形状・構造最適設計

関連するSDGsの国際目標



工学部 機械システム工学科 教授 吳 志强

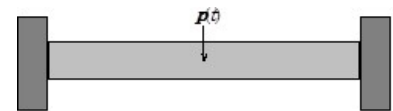
研究分野 : 振動工学、計算工学

研究室HP : <http://www.mech.usp.ac.jp/~hnw/index.html>

機械の高速化や軽量化に伴い、部品・構造の強度や剛性の不足、振動などのさまざまな問題が発生しやすくなっています。このような問題に対処するために、CAEを活用し、数値解析と最適化理論を組み合わせることで、部品・構造の形状最適化を行います。これにより、開発時間の短縮やコストの削減も期待できます。

■振動問題における形状最適設計に関する研究

回転や往復運動する機械を設計する際に、共振の回避、振動や騒音レベルの低減が重要な課題です。本研究では実際の振動現象の分析に基づき数値モデルを作成し、数値解析および最適化理論を適用することにより、固有振動数を変更したり、剛性を高める設計を行っています。右の上図は両端固定の梁状平板の中央に周波数350Hzの振動を加えるときの解析モデルです。目的関数を平均コンプライアンス、制約条件を構造の体積として最適解析を行いました。右の下図は解析結果です。目的関数が約70%減少したことが確認できました。



周波数応答解析モデル

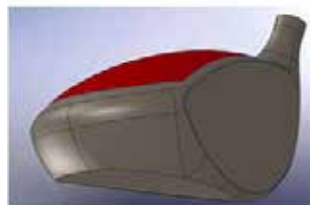


最適化された形状

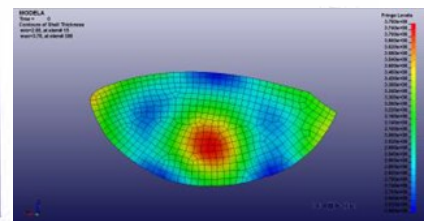
■衝撃問題における形状最適設計に関する研究

ゴルフ、テニスなどの打撃スポーツ用具の設計においては、打撃によって一方から他方へのエネルギーを伝達効率を向上することが主要な目的です。物体の形状は衝突性能に大きく関与するため、スポーツ用具の高性能化を実現するために、衝撃現象における物体の最適形状を見出す手法の研究は重要です。

右図はゴルフクラブの最適設計に関する研究です。クラブの板厚分布、ロフト角および後ろに設置するおもりの重さを設計変数として、反発性能と固有振動数の関係を利用し設計を行いました。結果としてボールの飛距離が従来の設計より伸びました。



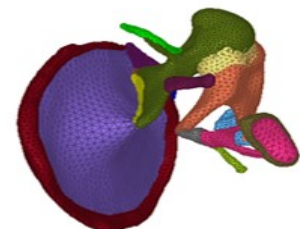
ゴルフクラブのCAD図面



最適化したフェースの板厚分布

■中耳の振動特性の数値解析（鼓膜形成手術の最適化に向けて）

中耳は耳の構造の一部であり、外部から伝わった音の振動を鼓膜でキャッチし、耳小骨で増幅してさらに内側に伝える役割をしています。しかし、事故や病気などにより鼓膜が破れることがあり、場合によっては鼓膜形成手術が必要です。本研究は、最適な手術計画の立案に援用することを目的として、中耳の振動特性の数値解析を行います。まず、有限要素法（FEM）を利用して中耳の数値モデル（右図）を作成し、音が伝わるときの中耳の振動の様子をコンピュータで解析します。そして、作成したモデルを利用して、鼓膜形成手術の際のシミュレーションを行い、手術の最適化を目指します。また、コンピューターシミュレーションは中耳の挙動を可視化できるため、医療現場での教育に役立つと考えています。



中耳の有限要素モデル