

# 構造最適化とトポロジー最適化技術

機械部品の設計においては、部品の薄肉化や肉抜きにより軽量化し、代わりにリブ(力骨)を設けて強度を保ちます。肉抜きやリブの形状は、長年の試行錯誤やノウハウ、或いは勘に基づいて形成されてきました。しかし近年、機器の高機能化・開発時間の短縮化に伴い、コンピュータによる数値解析を利用し、力学的・数学的根拠に基づいた部品の肉抜きやリブなど形状・構造を導き出す構造最適化技術が注目されています。そこで今回は構造最適化技術、特にトポロジー最適化技術について紹介します。

## 構造最適化とトポロジー最適化の概要

構造最適化とは、決められた設計・制約条件(例えば部品先端部に一定荷重を負荷)の下で、所望とする性能(例えば軽量化)を最大限得られる構造・形状を求める方法です。構造最適化を大別すれば、寸法最適化、形状最適化、トポロジー(位相)最適化の3つに分類されます(図1参照)。これらのうち、トポロジー最適化は孔を空けるなど形態を変更できる、最も自由度の高い構造最適化の方法です。



図1 構造最適化の分類概念図 出典：西脇眞二「機械設計と構造最適化」2015年11月24日講演資料

## トポロジー最適化の原理

トポロジー最適化の原理は、テレビやパソコン等のディスプレイにおける描画方法に似ています。部品全体の形状を無限に細かなピクセルの集まりと考え、ピクセル1つずつをON(有)・OFF(無)にした際の設計・制約条件への影響を計算し、これを繰り返して最適な形状・構造を導き出します。しかしこの方法では、ON・OFFが繰り返し並んだグレースケールや、製造困難な複雑形状が導き出される問題点があります。そこで、形状制御の制約を導入し、加工可能な形状が得られるよう工夫されています。

## トポロジー最適化の利用事例

強度を保ったまま部品の軽量化が可能であることから、トポロジー最適化技術は、車・バイク・飛行機等の輸送機械、ショベルカー等の建設機械、その他駆動部を有する機器への活用例が多く報告されています。京都府内企業では株式会社ユーシン精機(京都市伏見



区)がトポロジー最適化技術を活用し、射出成型機用取出口ボットの各製品の強度を保ったまま軽量化して、ロボット総重量を従来比13%削減、取出口サイクルを11%短縮しました(2012年日本機械学会賞(技術)受賞)。

図2 トポロジー最適化を用いて開発した射出成型機用ロボット  
出典：京都大学大学院工学研究科機械工学専攻生産システム工学研究室HP

参考資料：西脇眞二, 泉井一浩, 菊池昇:「トポロジー最適化」, 丸善出版(2013)  
一般社団法人日本機械学会HP「発見と発明のデジタル博物館」

お問い合わせ先

京都府中小企業技術センター 基盤技術課 機械設計・加工担当 TEL:075-315-8633 FAX:075-315-9497 E-mail: mit09@mtc.pref.kyoto.lg.jp

相談無料  
秘密厳守

## 知財総合支援窓口

- 初歩的なことを知りたい
  - アイデアはあるがどうすればよいかわからない
  - 同じ商品や商品名が出願されてないか知りたい
  - 権利侵害に対応したい
  - 社内で知財セミナーを実施してほしい
  - 会社を離れられないので、自社で相談にに応じてほしい
- 等、知財に関する悩みや課題解決を支援します

※セミナーと訪問支援は、中堅・中小企業、個人事業主、創業検討中の個人の方に限ります。

一般社団法人  
京都発明協会

京都市下京区中堂寺南町 134  
京都リサーチパーク内京都府産業支援センター2階  
TEL: 075-326-0066 FAX: 075-321-8374  
E-mail: hatsumei@ninus.ocn.ne.jp  
URL: http://www.chizai-kyoto.com/



あなたの企業の強みを活かすため  
まずはお気軽にご相談ください!

相談日時 毎週月曜日～金曜日  
(休日、祝日を除く)  
午前▶ 9:00～12:00  
午後▶ 13:00～17:00  
※事前予約制です