

# 構造最適化と付加製造による 機械部品設計・製作プロセスの構築

基盤技術課  
宮内 宏哉、前田 一輝、後藤 卓三

## はじめに

構造(トポロジー)最適化はコンピュータシミュレーション技術の一つで、部材の剛性を保ったまま質量を削減した構造を算出できるため、機械部品の軽量化設計に利用されています。しかし、トポロジー最適化による数値計算結果は、プレスや型成形等では加工困難な三次元構造を示すことが多いため、主に構想設計段階で利用されています。一方、3Dプリンタの造形技術として知られている付加製造は、複雑な三次元構造を比較的容易に形成できます。そこで前述のトポロジー最適化により得られた三次元構造を付加製造(3Dプリンタ)で生産することで、構造最適化と詳細設計及び生産技術が直結した、新たなものづくりプロセスの構築が期待できます。

そこで今回、無人飛行機部品を題材とし、トポロジー最適化による数値計算を行い、その結果を付加製造で製作するプロセスの構築を試みました。

## 実験方法

トポロジー最適化の数値計算には、solidThinking Inspire 2016 (アルテア・エンジニアリング製)を用いました。調査対象の機械部品は、図1の矢印に示す、無人飛行機の電池保持部品としました。電池保持部品の中央部に電池及び外付けカメラの荷重がかかる構造となっており、当該部分に荷重が負荷されても変形しにくく、かつ軽量化された形状をトポロジー最適化で求め、樹脂粉末3Dプリンタでの造形を試みました。



図1 無人飛行機外観写真

## 結果

トポロジー最適化により得られた三次元構造を図1に示します。左側(a)が最適化前の元のデータで、右側(b)がトポロジー最適化後です。トポロジー最適化により、質量を40%削減することができました。

次に、トポロジー最適化により得られた三次元構造の剛性を確認するため、構造最適化前後の3Dデータを用いて、電池保持部品中央部に面荷重を負荷した際の変位量を有限要素法により解析しました。その結果のカラーマッピングを図3に示します。構造最適化前と後での最大変位量はほぼ一致しており、剛性を保ったまま、トポロジー最適化によって軽量化できていることが確認できました。

トポロジー最適化により得られた三次元構造は、3D-CAD中間フォーマットで出力しました。この時点で約6万箇所データのデータエラーがあり、3Dプリンタで造形するためには、これらエラーを全て修正する必要があります。今回は、三次元スキャナで取得した3Dデータの修正・編集に用いられているリバースエンジニアリングソ

フト(PolyWorks Modeler Premium、PolyWorks社製)と3Dプリント用データ編集ソフト(Magics19、materialise社製)を用いて修正しました。

データエラー箇所を修正後、樹脂粉末3Dプリンタ(RaFaEl300F、アスペクト社製)を用いて造形した結果を図3に示します。トポロジー最適化により得られた三次元構造をそのまま樹脂部品に製作することができました。

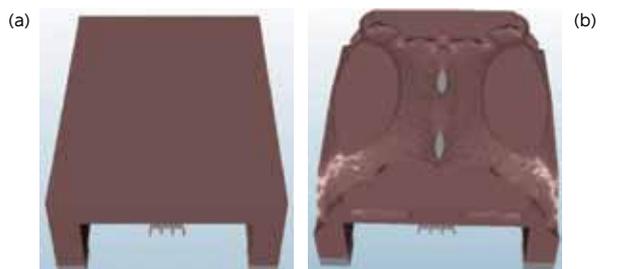


図2 トポロジー最適化により得られた三次元構造 (a)最適化前 (b)最適化後

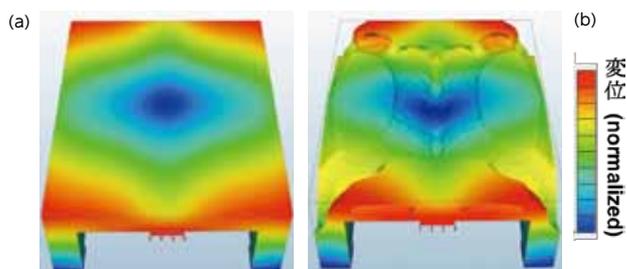


図3 剛性解析結果 (a)最適化前 (b)最適化後



図4 樹脂粉末3Dプリンタ造形品 (a)最適化前 (b)最適化後

## まとめ

トポロジー最適化を用い、無人飛行機の電池保持部品の剛性を保ったまま質量を約4割削減することができました。この計算結果を3Dデータに出力し、データ変換及び修正を行い、付加製造(樹脂粉末3Dプリンタ)で製作することができました。

### 宮内 宏哉(みやうち ひろや)

基盤技術課 機械設計・加工担当 主任研究員

【一言】構造最適化は、今まで経験と勘に頼っていた肉抜き軽量化を数値計算で導ける、画期的な技術です。関心のある方、お気軽にご相談ください。

【横顔】いつもニコニコ笑顔でまじめ、柔軟性もある勉強家です。



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:kikai@kptc.jp