

## FreeCAD によるトポロジー最適化について

### 1. はじめに

機械設計者は製品の機能を満たしつつ、軽量化やコスト低減のため、使用する材料の軽減が求められます。CAE(Computer Aided Engineering)で最適な形を検討する際、寸法最適化、形状最適化、トポロジー最適化の機能があります。トポロジー最適化は这其中で最も自由度が高く、形状そのものを変え、所望の条件を満たす形状を模索する方法です。

従来、これらの最適化機能は高価な CAE ソフトを使用しなければ不可能でした。しかし、最近ではオープンCAEソフトがますます充実し、トポロジー最適化もオープンソースで無料で使用できるものが開発されています。「FreeCAD」はオープンソースの三次元 CAD で、マクロ機能があります。また、FreeCAD には CAE 機能もあり「Calculix」というソルバーで有限要素法(FEM)の計算が可能です。これを利用してトポロジー最適化が可能な「beso」というマクロが公開されています。今回はこのマクロを使用したトポロジー最適化についてご紹介します。

### 2. beso によるトポロジー最適化計算

図1は設計空間を埋め尽くすように要素を配置した最初のモデルです。拘束条件として左側の4隅を固定し、右側中央に下向きの荷重を加えます。初期モデルから要素を削除し、軽量で剛性が高い(同じ加重でも変位が小さい)形状を探します。図2はこのモデルをもとにトポロジー最適化を実施した結果です。このマクロには削らない制約条件を設定する機能もあります。図3は制約条件として削らない部分を設定し同様に実施した結果です。図3よりも図2の方が体積は同量でも変位が小さいことから、制約条件がないほうの形状を設計の方が同じ体積で高い剛性を確保できることがわかります。このようにトポロジー最適化を活用すれば設計のヒントを得られる可能性もあります。オープンソースソフトを活用するとこのような基本的なシミュレーションであれば費用をかけずにトポロジー最適化計算を実施できます。

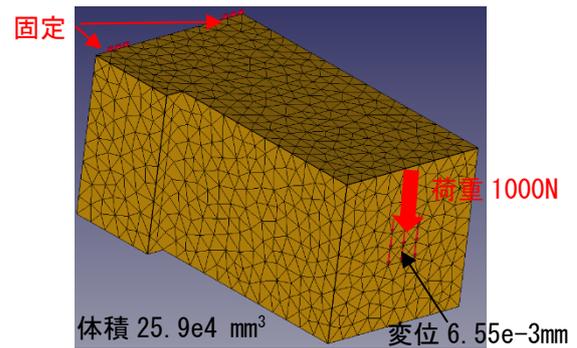


図1 最適化前の領域

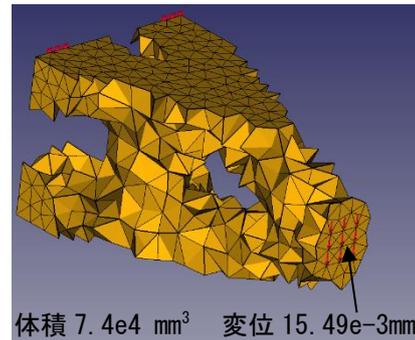


図2 最適化実施後(無条件)

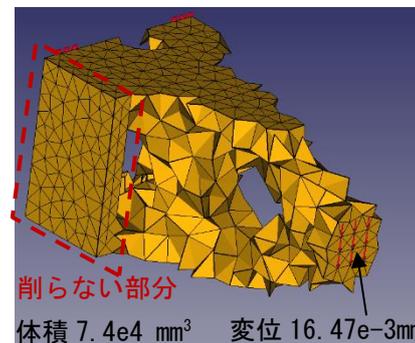


図3 最適化実施後(削らない部分を設定)

### 3. おわりに

産業技術センターでは様々な寸法測定やCAD、CAEの講習などの技術支援を行っています。お気軽にご相談ください。

#### 参考文献

- 1) 龍野 潤 : FreeCADによるトポロジー最適化  
<https://speakerdeck.com/juntatsuno/freecad-niyorutoporozizui-shi-hua>(2024/6/19)