

## 規定した変形を生む異種材料境界面の形状設計

35030440 小山悟史（畔上研究室）

### 目的

身障者用の座位保持具を設計する場合，快適性を考えれば，座面形状を使用者の形状に合わせただけでは十分ではなく，使用者が着座した際に，まつわり付くような変形を生じないような保持具の設計が求められる。

この座位保持具の構造を硬質材と軟質材の貼り合わせによって製作すると仮定して，異種材料の境界面形状は任意に決定できると考えれば，まつわり付くような変形を抑えることのできる最適な境界面形状を決定する問題を提起することができる。

本研究では，この形状最適化問題を定式化し，その解法を開発することによって，着座した際の座面形状が変化しにくい座位保持具の設計可能性について検討した。

### 理論

本研究では，硬質材の上に軟質材が接合された座位保持具を線形弾性体と仮定し，硬質材の底面がフレームに固定された条件の下で，使用者の体重が軟質材の座面に作用した際に生ずる変形を評価の対象とした。使用者が着座した際に，まつわり付くような変形を生じないことを，本研究では，座面に体重が作用したときの座面の変位が一様になることを目標にして，座面における実際の変位と一様な変位との2乗誤差を座面で積分した値を目的汎関数に選び，それが最小化するような異種材料境界の形状を決定する形状最適化問題を定式化した。この形状最適化問題の形状勾配の評価式は随伴変数法によって理論的に得た。

### 解析方法および結果

この形状最適化問題の形状勾配を解析するプログラムは有限要素法を用いて独自に開発した。その形状勾配に基づく形状最適化解析は，畔上研究室で開発されてきた形状最適化のための勾配法（力法）に基づくプログラムによって実行した。

理論とプログラムの有効性を検証する目的で，図1に示すような簡略化した座位保持具の数値モデルを有限要素モデル作成プログラムで作成した。座面に作用する外力は，著者が椅子に着座した際の圧力分布を圧力測定装置で計測した結果に基づいて与えた。硬さの異なる2種類の材料の弾性定数は，縮小模型を実際に制作すること考慮して，2種類のシリコンゴムの引張り試験の結果を用いた。

最適化された異種材料境界の形状を図2に示す。図3は着座時の変形を拡大した様子を示す。目的汎関数である座面における実際の変位と一様な変位との2乗誤差積分は初期形状に比べて54%に減少した。

実際の座り心地を確認するために，数値モデルに基づいて縮小模型を制作した。本研究では，3D プリ

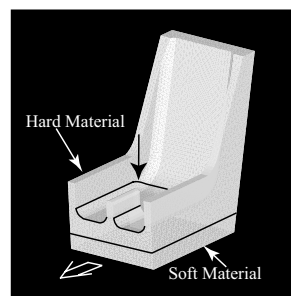


Fig.1 初期形状と境界条件

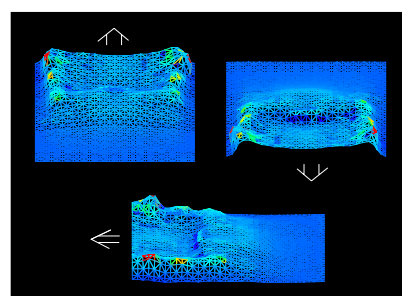


Fig.2 最適化された境界面形状

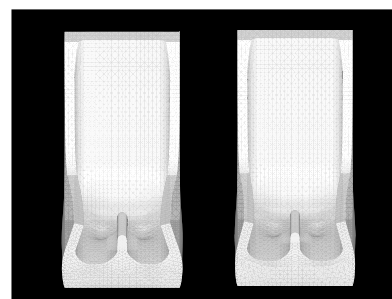


Fig.3 着座時の変形（左：初期形状，右：最適化形状）

ンタで原型を作成し，型取りの作業によって2種類のシリコンゴム製の模型に仕上げた。その模型を使った試行によって座り心地の違いを確認した。

### まとめ

本研究では，座位保持具に使用者が着座した際に，まつわり付くような変形を生じないような保持具の設計を目指して，硬さの異なる2種類の材料の境界面の形状を変化させることでその目標に近づくことを検討した。この課題を座面における実際の変位と一様な変位との2乗誤差積分を最小化する形状最適化問題として解析することによって，まつわり付く変形の少ない保持具が設計できることを確認した。