

# 最大ミーゼス応力の最小化を目標にした 密度型位相最適化問題に関する研究

351404169 ワレス チャンチャロエン

## 論文要旨

連続体の最適な穴配置を求める問題は位相最適化問題と呼ばれる。特に、設計変数に密度が選ばれたとき、その問題は密度型位相最適化問題と呼ばれる。線形弾性体に対する密度型位相最適化問題は力学構造の最適設計において使われる。これまでの研究では、評価関数には主に平均コンプライアンスや質量が使われてきた。

本研究では、強度の指標として使われる Mises 応力の最大値を最小化する位相最適化問題に取り組んだ。本来、密度のような設計変数に対して分布関数の最大値は微分可能ではない。本研究では、その課題を克服するために Mises 応力に対する Kreisselmeier-Steinhauser (KS) 関数が目的関数に選ばれた。

密度型位相最適化問題は次のように定式化される。線形弾性体の設計が許容された  $d \in \{2, 3\}$  次元の領域を  $D$  とする。関数  $\theta: D \rightarrow \mathbb{R}$  を設計変数とおき、密度  $\phi$  を  $0 < \phi < 1$  となるように  $\theta$  のシグモイド関数によって定義する。目的関数と制約関数を

$$f_0(\theta, u) = \frac{1}{p} \ln \left\{ \frac{\int_D e^{p\phi^\alpha(\theta) \frac{\sigma(u)}{\sigma}} dx}{\int_D dx} \right\}, \quad f_1(\theta) = \int_D \phi(\theta) dx - c_1$$

と定義する。ここで、 $p > 1$  と  $c_1 > 0$  は定数とする。密度型位相最適化問題は、 $f_1 \leq 0$  の下で  $f_0$  が最小となる  $\phi(\theta)$  を求める問題として構成された。

本研究によって次の結果が得られた。

- (1)  $f_0$  の  $\theta$  に対する微分を求めるための評価式が導出された。
- (2)  $H^1$  勾配法を用いた逐次 2 次近似法で密度型位相最適化問題を解くためのプログラムが COMSOL Multiphysics を用いて開発された。
- (3) 数値例によって、理論とプログラムの妥当性が検証された。図 1 にその一例を示す。

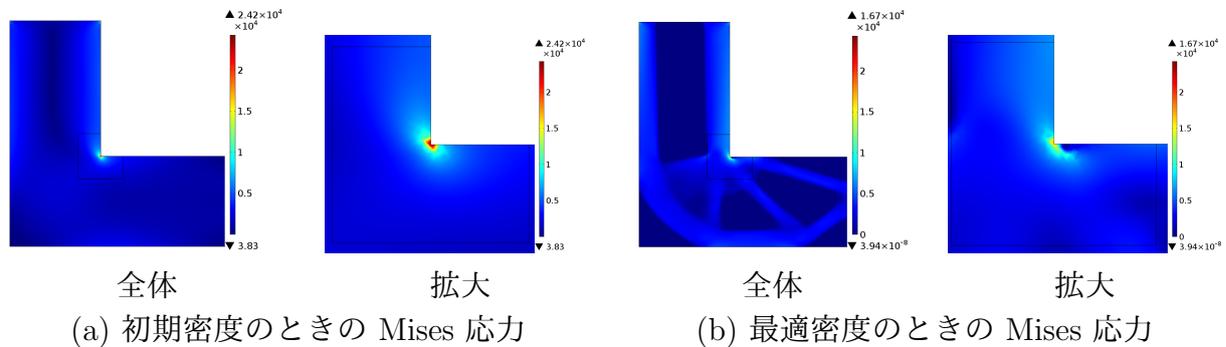


図 1: L 字型の線形弾性体に対する数値例 ( $p = 30, \alpha = 2$ )