

NURBS を基底関数に用いた線形弾性問題の数値解析と形状最適化

350904286 福本 尚太

論文要旨

3D-CAD (Computer Aided Design) における幾何形状は NURBS (Non-uniform rational B-spline) 関数を用いて表されている．一方，境界値問題の数値解法である有限要素法では，領域の形状や近似関数を，要素内部で低次の多項式，要素境界で連続となる関数を基底関数に用いている．この違いは，CAD モデルを用いて数値解析を行う際の障害だけでなく，形状最適化解析の結果を CAD モデルに変換する際の障害にもなっている．

本研究では，NURBS 関数を基底関数に用いた有限要素法によって計算プログラムを開発し，その結果を用いて形状最適化問題が H^1 勾配法によって解けることを示した．本研究では，次の問題に取り組んだ．

問題 1 (平均コンプライアンス最小化問題) $\Omega \subset \mathbb{R}^d$, $d \in \{2, 3\}$, $\Gamma_D \subset \partial\Omega$ に対して， $\mathbf{f} \in W^{1,\infty}(\Omega; \mathbb{R}^d)$, $\mathbf{p} \in W^{2,\infty}(\Omega; \mathbb{R}^d)$, $\mathbf{u}_D \in W^{3,\infty}(\Omega; \mathbb{R}^d)$ が与えられたとき，

$$\min_{\Omega \subset \mathbb{R}^d} \left\{ - \int_{\Gamma_D} (\boldsymbol{\sigma}(\mathbf{u}) \boldsymbol{\nu}) \cdot \mathbf{u}_D \, d\gamma + \int_{\Omega} \mathbf{f} \cdot \mathbf{u} \, dx + \int_{\partial\Omega \setminus \Gamma_D} \mathbf{p} \cdot \mathbf{u} \, d\gamma \mid \int_{\Omega} dx - m_0 \leq 0 \right\}$$

を満たす Ω を求めよ．ただし， m_0 を正定数とする．

本研究により，次の結果を得た．

- (1) NURBS 関数をアイソパラメトリック要素の基底関数に用いた有限要素法解析プログラムを開発した．
- (2) そのプログラムでは，patch 数や次数を選べる仕様にした．
- (3) 2次元穴あき平板，3次元片持ち梁に対する形状最適化の数値解を示した．

