

平成 16 年 6 月 29 日

機械構造システム工学専攻	学生番号	987150	指導教官氏名	本間寛臣 上村正雄 関東康祐
申請者氏名	Inzarulfaisham bin Abd Rahim			

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	Solution to Shape Optimization of Linear Elastic Continua for Natural Vibration Mode Shape Problems (固有振動モードに関する線形弾性体の形状最適化問題の解法)
------	--

機械構造物を設計する際に要求される項目は、近年、厳しさを増している。基本的な性能を満たすことを前提としつつ、安全性を高めるためにより強く、経済性の観点からはより軽いことが厳しく求められている。しかしながら、機械構造物はさまざまな外力を受けており、これらの要求を同時に解決することを目指した結果、予期せぬ振動が励起され、各種の問題を引き起こすことがある。機械構造物の設計では、これらの振動問題を解決しながら、より強く、より軽い構造を見つけていくための形状最適化技術が求められている。

線形弾性体の振動に対する形状最適化問題に関するこれまでの研究は、固有振動数最大化問題や周波数応答最小化問題に対して行われてきた。しかしながら、機械の振動を抑えるためには、問題となる固有振動モードを調べて、加振部や支持部がその固有振動モードの節になるように構造を更新することが有効とされている。これまで、このような固有振動モードを制御する形状最適化問題に関しては十分な研究が行われて来なかった。

形状最適化問題の解法として提案されている手法は、形状変動の自由度が高く、滑らかな最適形状を得られる特徴を持つことから注目され、これまでに動的線形弾性体に対して固有振動数最大化問題と周波数応答最小化問題に適用されてきた。しかしながら、固有振動モードを制御する問題への適用は課題として残されていた。

本研究では、この未解決な固有振動モードを制御する形状最適化問題を取り上げ、この問題の解法を開発することを目的とした。まず、本研究では、線形弾性体の指定した固有振動モードが規定したモードに近づくように形状を最適化することを目的にした形状最適化問題を定式化し、Lagrange 乗数法と物質導関数の公式を用いて形状勾配を理論的に導いた。さらに、この形状勾配の計算方法を開発し、手法による形状最適化システムを構築した。このシステムの基本的な性能を確認するために、片持ちはり状の 3 次元線形弾性体と平板状の 3 次元線形弾性体を取り上げ、指定した固有振動モードが規定したモードに近づくことを確認した。

さらに、本研究では、提案した手法が固有振動モードの節を規定した位置に移動する問題に対しても有効なことを示した。本手法の実用性を確認するために、自動車のシャシー状骨格構造問題に適用し、指定した固有振動モードの節が指定した固有振動モードの節に移動することを確認した。