

専攻	総合エネルギー工学	学籍番号	863119	指導教官氏名	畔上秀幸 助教授
申請者氏名	高見昭康				竹園茂男 教授
					本間寛臣 教授

論文要旨

論文題目	連続体の形状最適化に関する研究
------	-----------------

連続体の形状最適化問題は、機械の外形や各種部品形状の設計において頻出する問題である。しかし、これまで実用化されている構造最適化システムは、特定の寸法を設計変数とした最適化問題に適用できても、連続体の自由曲面を設計変数とした最適化問題に対しては適用が困難な状況であった。その原因は、これまでの構造最適化手法では、最適化理論の適用に先行して、有限要素法を用いた連続体の離散化が行われ、設計空間を有限次元のベクトル空間に狭めてから、最適化理論を適用しているためであったと考えられる。そのために、設計変数の増加は設計空間の次元を増加させ実用的な解析を困難にしていた。

本研究では、これまでの離散化が最適化理論に先行していた関係を改め、連続体のままでの最適化理論を検討することによって、設計空間の次元増加を回避することを試みた。次に示す2つの解析手法を提案した。

解析法の1つは、連続体に生じる応力やひずみエネルギー密度などの大きさに応じて局所ごとに体積を変化させることによって形状を修正し、強度の平等化を行なう手法である。この解析法は、生体の適応挙動をモデルにしていることから、本論文では成長ひずみ法と呼ぶことにした。この手法では、単位面積あるいは単位体積当り

で定義される分布パラメーターが微小体積の増加に対して減少する特性をもつことが利用されている。最適化手法の定式化に基づいて、実際の変形解析には有限要素法が利用された。実用を目指した、汎用有限要素法解析プログラムを利用したシステムの開発も行われた。この手法の有効性を、はりや柱の簡単な解析例を通して確認した。汎用有限要素法解析プログラムを利用した解析として3次元のはりとフックの解析例を示した。

成長ひずみ法における成長則の発生過程は、直観的発想に基づくものであるため、平等強さ形状の解析に有効であっても、コンプライアンス最小化や強度の最大化の解析において、最適形状が得られる数学的理論による保証はない。そこで、これまで数学者らによってまとめられた関数空間論に基づく領域最適化問題を連続体の形状最適化問題へ適用することを試みた。まず連続体の最適化問題に対する最適の必要条件を導き、その条件を満たすように形状を変化させる方法を勾配法に基づいて提案した。この解析法では、最適性規準から導かれた境界表面の形状感度関数に比例した表面力を与えることによって形状修正が行われることから、本論文ではこの解析法を表面力法と呼ぶことにした。また、成長ひずみ法が、この表面力法の近似法になっている関係が導出された。表面力法の有効性は、成長ひずみ法の解析例と比較して行なわれ、いくつかの問題で良く似た結果が得られた。しかし、軸継手の問題に対しては、両者の手法の間に無視できない違いが現われ、表面力法の有効性が示された。