

Title	構造物の最適形状決定問題に対する数値解法
Author(s)	塚本, 康夫
Citation	大阪大学, 1983, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33593">https://hdl.handle.net/11094/33593</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	塚 本 康 夫
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 9 0 1 号
学位授与の日付	昭 和 5 8 年 2 月 1 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	構造物の最適形状決定問題に対する数値解法
論文審査委員	(主査) 教 授 有 本 卓
	(副査) 教 授 福 岡 秀 和 教 授 小 倉 敬 二 教 授 坂 和 愛 幸
	教 授 鈴 木 良 次

### 論 文 内 容 の 要 旨

構造物の最適形状決定問題の多くは偏微分方程式が支配式となるうえ、形状パラメータに関する非線形性が無視できなくなるため、分布定数系に対しても適用できる有力な解法は現在までのところ示されていない。この観点から本論文は、2次元以上の連続的な構造物に対しても容易に適用でき、しかも任意の目的関数が与えられた場合にも解くことができる実用的な数値解法を提案することを目的とする。

伝熱問題では、伝熱と対流が相互に関係する複雑なシステムを構成するため、最適形状決定の有力な手法は示されていない。そこで、熱交換器用管およびフィンの形状決定問題を具体例として取り上げた。第1章では従来の形状決定法の検討と問題点を明らかにし、第2章では具体例を用いて、目的関数付きの形状決定問題に随伴系を導入することにより、制約条件なしの変分問題を構成することを提案した。第3章では有限要素法を適用して汎関数の離散化を行い、第4章では離散化システムに対する従来の形状決定法の概説とその適用限界を明確にし、それに代わる新たな手法として、乗数法による形状最適化法を提案した。有限要素法と乗数法を組み合わせた解法はこれまでに試みられたことはなかったが、新しく提案した手法がさまざまな目的関数や制約条件のもとでも容易に解形状が得られるものであることを第5章の数値例により明らかにした。

伝熱問題では、熱交換の効率を高めることが重要な課題の一つである。しかし、放熱量の増大化のみに注目した形状決定問題では、表面の凹凸が増したりくびれが生ずるなど、物理的に満足できる解形状が得られない場合のあることが数値例より明らかとなった。そこで本論文では、互いに拮抗する複数の評価量を同時に考慮するために、多目的計画問題のスカラ化手法を用いることを提案し、目的

関数中の重みを変えることで、工学的に見て許容可能な種々の形状が得られることを示した。また、生体における形状最適性の例として、酸素拡散から見た赤血球形状の最適性についても検討を行い、多目的評価を行うことで形態形成にかかわる主要な因子の推定とそれらの相互の関係を明らかにし、従来の定性的な仮説に定量的な検討を加えた。

以上の結果から、本論文で提案した形状最適化の一連の手法の実用性が明らかとなった。また、形状最適化問題に多目的評価の考え方を導入したものはこれまでになく、一般の最適設計問題を設定する際の有力な手法を提案することができた。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、構造物の最適形状決定問題に対して有限要素法と乗数法を組み合わせた新しい数値解法を提案し、熱交換器用管およびフィンの形状決定問題に応用した結果をまとめたものである。

構造物の最適形状決定問題は、その構造物を支配する物理的な方程式を制約条件とし、設計仕様を反映する目的関数を最小化あるいは最大化する問題として記述することができる。より現実的な問題では、支配式は2次元以上の偏微分方程式となる上に、形状パラメータに関する非線形性が無視できなくなり、従って今日まで有力な解法は示されていなかった。本論文では、このような目的関数付きの形状決定問題に対して随伴系を導入し、制約条件無しの変分問題を構成し、これに有限要素法を適用して汎関数の離散化を行った上で最適化の手法を組み合わせることにより、解形状を決定する一貫性のある解法を示している。

具体例としては、伝熱問題の一つとして、熱交換器用管およびフィンの形状決定問題を取り上げている。この場合、伝熱と対流が相互に関係する複雑なシステムが構成されるが、本手法を適用することにより、容易に解形状が得られることが示されている。また、熱交換の効率化をはかることと形状の複雑化の間に拮抗する評価量を導入し、これを多目的計画問題のスカラ化手法を用いて定式化し、目的関数中の重みを変えることで、工学的に見て許容可能な種々の形状が得られることを示している。

本論文は、以上のごとく、構造物の最適形状決定問題に対して有力な解法を与えることにより、機械工学に多大の貢献をしており、学位論文として価値あるものと認める。