

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏名 木村俊明

論文題目 自由曲面シェル構造の構造形態創生に関する研究
- 形状と厚さの同時最適化法の定式化と線形座屈荷重を目的関数とした形状最適化法の構築 -

論文審査担当者

主査	名古屋大学大学院環境学研究科教授	大森博司
委員	名古屋大学大学院環境学研究科教授	勅使川原正臣
委員	名古屋大学大学院環境学研究科准教授	古川忠稔

論文審査の結果の要旨

本論文は、大空間建築に多用されるシェル構造物の幾何学形状と密接に関係する力学特性である剛性および構造安定性を、曲面形状とシェル厚分布を変化させることにより制御する方法を理論的に論じたものである。この論文では、構造物のひずみエネルギーを指標として曲面形状とシェル厚分布を変化させることにより、弾性応答量を効果的に変化させることができること、曲面形状とシェル厚分布の同時最適化法にシェル厚をパラメータとして削除・付加を施す位相操作を組み込み、開口の位置と形状を同時に決定することができること、線形座屈荷重を指標として曲面形状を変化させることにより効果的に座屈荷重を大きくすることができること、最大の線形座屈荷重をもたらす曲面は構造安定性に富むものの、一般に低い剛性を示し、線形剛性と構造安定性との間には一定のトレードオフの関係があることなど、シェル構造の力学特性についての複数の重要な新しい知見を明らかにしている。

論文の構成として、まず、設計外力による仕事と等価となる構造物のひずみエネルギーを目的関数とする非線形計画問題を構成し、曲面形状とシェル厚分布を変数とする同時最適化問題の一般的な定式化を示した。これに基づく単純幾何学形状のシェル構造物を例題とした数値解析を通して、ひずみエネルギーを極小とする曲面形状とシェル厚分布を示し、併せて、シェル厚制約に基づき、構造要素の削除・付加を施す位相操作を組み込むことで、シェル面上の開口の位置と形状を最適解として同時に導く手法を確立した。さらに、線形座屈荷重を目的関数とした非線形計画問題を定式化し、これに遺伝的アルゴリズムを利用することで感度係数を用いずに扱うことを可能にしている。この問題は通常は設計変数に対する感度を要し、解析過程で不連続性を生じる場合の扱いが問題を困難にしていたが、本手法により、モデル入力における特別な事前の手続きを用いずに汎用的に解を求めることが可能となった。この手法を用いた詳細な数値解析により、最大剛性を実現するシェルと最大の線形座屈荷重を与えるシェルとの間にはトレードオフの関係があることを示している。

以上のように本論文は、形態抵抗構造であるシェル構造の曲面形状及びシェル厚分布と剛性、曲面形状と構造安定性との相互関係を理論的な定式化を通して、構造最適化のシェル構造の設計への応用可能性を示すとともに、解曲面の持つ力学的諸性状を明らかにしており、大空間建築の構造設計に際して留意すべき新しい知見を多数示しており、学術上、工業上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者、木村俊明君は博士(工学)の学位を授与される資格があるものと判定した。