

平成 30年 2月 28日




豊橋技術科学大学長 殿

建築・都市システム学 専攻  
学位審査委員会  
委員長 三浦 均也



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	滝内 雄二		学籍番号	第 159501 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 建築・都市システム学系 専攻	
博士学位論文名	座屈と振動を考慮した自由曲面ラチスシェルの設計法に関する研究 (Study on Design Method of Free-Form Reticulated Shell Structures Considering Buckling and Vibration)			
論文審査の期間	平成 30年 1月 18日 ~ 平成 30年 2月 23日			
公開審査会の日	平成30年 2月13日	最終試験の実施日	平成30年 2月13日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 齊藤 大樹 </p> <p>委員 松本 幸大  中澤 祥二 </p> <p style="text-align: center;">印</p> <p style="text-align: center;">印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

ラチスシェル構造のような曲面構造は、外荷重を効率よく支持構造に伝達する構造である一方、座屈や地震時の挙動が複雑であり、曲面形状によってその力学特性が大きく変化する。このため、球、円筒、双曲放物曲面といった基本形状ごとにその力学性状の分析がされ、座屈耐力や耐震性能の評価手法が確立しつつある。これに対して、近年の3D CADなどの発達に支えられ、より複雑な曲面形状を有する自由曲面ラチスシェルに注目が集まりつつある。しかしながら、自由曲面ラチスシェルの力学特性については不明な点が多く、構造物ごとに非線形有限要素法解析を用いた分析が必要となる。そのため、基本形状で提案されているような簡便な評価手法の提案が求められている。以上の背景より、本研究では自由曲面ラチスシェルの構造設計法を確立するための基礎的な研究として、1) 座屈耐力の簡便な評価方法の提案、2) 座屈耐力の最大化を目的とした形状最適化手法の提案、3) 静的地震荷重の設定方法の提案、4) 地震荷重を考慮した形状最適化手法の提案を行う。

本論文は、全6章により構成されている。第1章では、本研究の背景と目的を述べている。第2章では、固定荷重下の応力最小化を目的とした形状最適化手法により発生させた自由曲面ラチスシェルに対して、球や円筒形状で用いられる座屈耐力評価手法が適用可能であることを示している。第3章では、座屈耐力の最大化を目的とした形状最適化手法を新たに提案し、その有効性を確認している。第4章では、固定荷重と地震荷重を考慮した複数の荷重に対する自由曲面ラチスシェルの形状最適化手法を提案し、その手法から得られた形状の妥当性を検討している。第5章では、下部構造に支持された自由曲面ラチスシェルに対して耐震設計が必要となる静的地震荷重の設定方法を提案し、その静的地震荷重の精度を明らかにしている。第6章では、本研究を通して得られた結果を総括し、今後の研究課題について述べている。

## 審査結果の要旨

近年、3D CADや施工技術の発展によって複雑な自由曲面形状のラチスシェル構造の建設が増えつつある。本研究は、自由曲面ラチスシェル構造の設計方法を確立するための研究をまとめたものである。本論文の主要な成果は次の3点である。

第一に、固定荷重に対する歪エネルギーが最小となるラチスシェル曲面を自由曲面ラチスシェルの一例として取り上げ、線形座屈解析に基づく正規化細長比と修正ダンカレー式を用いた座屈耐力（終局耐力）の推定法を提案したことにある。既往の研究では、球形や円筒ラチスシェルへの本推定法の適用事例はあるものの、自由曲面ラチスシェルへの適用事例はほとんどない。本推定法は、比較的容易な線形座屈解析を用いて自由曲面ラチスシェルの初期不整の影響を考慮した座屈耐力を精度よく推定する手法であり、実務設計での応用が期待できる。

第二に、初期不整を考慮した自由曲面ラチスシェルの座屈耐力の最大化を目的とした形状最適化手法を提案したことにある。一般に、実際の構造設計で必要とされる座屈耐力を評価するためには、初期不整の影響を考慮しながら複数回の非線形解析が必要であるため、座屈耐力を目的関数とした最適化問題の研究はほとんどなされていない。本研究では、前述の座屈耐力の推定法を利用することにより効率的な座屈耐力の評価を実現し、さらに、目的関数の勾配情報を必要としない遺伝的アルゴリズムを用いた最適化手法を提案している。複数の目的関数から得られた形状と本手法から得られる最適形状について座屈耐力を比較し、本手法の有効性を検討している。既往の研究では、歪エネルギーや線形座屈荷重を目的関数とした最適化問題が多く議論されているが、構造設計で重要となる座屈耐力（終局耐力）を最大化する最適化問題に取り組んでいる点が学術的、実用的に評価できる。

第三に、固定荷重や地震荷重を含む複数の荷重に対する自由曲面ラチスシェルの形状最適化手法を提案し、その手法から得られた形状の妥当性を検討していることにある。地震リスクの高い地域では、固定荷重だけでなく地震荷重の影響を考慮した自由曲面ラチスシェルの形状最適化手法が特に重要となる。本研究では、さらに、下部構造に支持された自由曲面ラチスシェルに対して耐震設計が必要となる静的地震荷重の設定方法を提案し、その静的地震荷重の精度を明らかにしている。

本研究は自由曲面ラチスシェル構造の設計法に貢献する有用な技術であり，学術的，実用的に貴重な知見を与えた成果として評価できる。以上より，本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判断した。

（各要旨は1 ページ以上可）