

1999年 2月 23日

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	923637
申請者氏名	吉野達矢	

指導教官氏名	加藤史郎 栗林栄一 角 徹三
--------	----------------------

論文要旨(博士)

論文題目	膜構造の粘弾塑性解析に関する基礎的研究 — 織構造格子モデルの有限要素法への応用 —
------	---

(要旨 1, 200字程度)

近年、構造物の軽量化にともない、膜材料を用いた膜構造物が多数建設されている。恒久建築物には四フッ化エチレン樹脂コートドガラス繊維平織物（以下膜材料）がよく使用される。この膜材料は不燃性、耐久性、耐候性、防汚性に優れている。膜材料を構成する材料およびその製造過程が原因して、その応力・ひずみ関係は弾塑性特性と粘性特性が現われ、作用する2軸の応力の比に大きく依存した強い非線形性を示す。

本論文では、この膜材料の粘弾塑性特性を把握し、この特性を表現することが可能な織構造格子モデルを提案することを第1の目的としている。さらに、粘弾塑性を考慮した膜構造解析方法を示し、膜構造物の挙動分析を行うことを第2の目的としている。

本論文は以下の9章から構成される。

第1章では建築物用膜材料に関する研究の現状を述べ、本研究の目的の位置づけを説明している。

第2章では本論文で対象とする膜材料の力学的な基本特性について実験結果に基づいて述べる。1軸・2軸引張試験、剪断試験、応力緩和試験を行い、膜材料の挙動分析を行う。

第3章では膜材料の材料非線形性を表現することを目的とし、膜材料の幾何形状を反映させた織構造格子モデルを提案し、増分型の構成方程式を定式化する。次に、織構造格子モデルを構成する部材の諸定数の推定方法を提案する。まず、第1近似値となる値を第2章で示した種々の実験結果から求める。さらに、第1近似値を初期値として、より実験にあう諸定数を決定する方法を遺伝的アルゴリズムを用いて提案する。

第4章では、第3章で得られた織構造格子モデルの諸定数を用いて第2章の実験のシミュレーションを行い、本論文で提案する織構造格子モデルによる構成方程式の妥当性の検討を行う。

第5章では膜構造解析用有限要素法に基づいた増分型剛性方程式を定式化する。応力の精度の高い8節点アイソパラメトリック曲面要素を用いる。この方法では、膜構造を解析するにあたり、要素に膜材料の糸方向を表す座標系を導入している。この方法は糸方向に関係なく自由に要素の分割を可能にする。

膜構造は張力が導入されて安定する構造物であることから、張力が導入された釣り合い形状を求める形状解析が必要となる。そこで第6章では、増分型剛性方程式を用いた膜構造の形状解析を行う。膜構造解析用有限要素法の有効性を示すと同時に、本手法の問題点およびその改良方法を示す。

第7章では直交異方性弾性応力・変形解析と織構造格子モデルによる構成方程式を導入した膜構造の弾塑性応力・変形解析を行い、両者の比較から、織構造格子モデルを用いた構成方程式の優位性を示す。

第8章では織構造格子モデルを用いた増分型の構成方程式を導入した増分型の剛性方程式を用いて、膜構造の粘弾塑性応力・変形解析を行う。まず、初期張力が導入されたHP曲面が時間経過に伴い粘性特性によって応力緩和が生じ応力が減少することと、ついでに、積雪荷重を想定した外力の載荷と除荷により、さらに応力が減少することの予測を行い、膜構造の設計において粘弾塑性特性を考慮した解析が重要であることを示す。また、実際の施工を模擬した施工シミュレーション解析を行い、張力導入手順の違いによってどのように応力集中が発生し、かつ、導入後の応力分布がどのようになるかを考察する。

第9章では第2章から8章で得られた結果をまとめ、統括的な結論を示す。