



Title	織構造を有する繊維強化複合材料の力学的特性評価のための有限要素モデル構築手法に関する研究
Author(s)	廣澤, 覚
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46845
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	ひろ かわ さとる 廣 澤 覚
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 20325 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科生産科学専攻
学位論文名	織構造を有する繊維強化複合材料の力学的特性評価のための有限要素モデル構築手法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 座古 勝 (副査) 教授 豊田 政男 教授 南 二三吉

論 文 内 容 の 要 旨

織物複合材料を用いた構造物の設計では、構成部材であるマトリックスや強化材である繊維の力学的特性に加えて、その織構造も含まれるので試行錯誤的手法となり、設計の効率化と短期化が望まれているのが現状である。織構造の力学的評価モデルを用いた数値シミュレーションによる力学的特性評価手法が確立できれば、基材選択から力学的特性評価をコンピュータで実現することができ、効率化と設計期間短縮化が期待できる。かかることから、本論文の目的を織物複合材料の力学的特性評価のための有限要素モデル構築および力学的物性値算出手法の提案とした。また、その手法のプログラム化を行い、設計支援をより容易にするためのシステムの構築を行った。本論文は、それらの手法とシステム化をまとめたものであり全 7 章で構成した。

第 1 章では、緒言として、本研究の背景および研究目的について記述した。

第 2 章では、現状の織物複合材料の解析モデルに関する研究について記述し、有限要素モデル構築手法の重要性を示した。

第 3 章では、織物複合材料の実用的な幾何学形状のモデリング手法を記述すると共にその手法を用いたプログラムを解説した。また、複雑な 3 次元織構造のモデル化を行い、その有用性を述べた。

第 4 章では、幾何学形状モデルから有限要素モデルを構築する手法を提案した。提案手法では繊維束のうねりを力学的平衡に基づき算出するので、形状は実構造と良く一致し、また、繊維束交差部に樹脂層を設けるなど、交差する繊維束同士が連続体としてモデル化される問題点を解決した。その手法は、平面布以外の 3 次元織物など種々の織物複合材料に対応できることを示した。また、試験結果との比較により提案手法の検証を行った。

第 5 章では、織物複合材料の有限要素モデルから等価物性値を求める手法として均質化法を検討し、その適用条件として 7 層以上が必要であることを解析的に示した。また、それ以下の積層材では自由境界とする周期境界条件が必要となる。そこで、その手法を提案し、試験結果との比較からその妥当性を示した。

第 6 章では、織物複合材料を対象とした構造解析におけるスケール連成解析の必要性を記述し、解析手法の現状について整理した。また、ズーム解析を用いたスケール連成解析が可能なシステムを構築し、解析例を用いて、マクロ構造とミクロ構造の両方を評価が可能な設計システムであることを示した。

第 7 章では、得られた結果と知見を記述し、本論文の結論とした。

論文審査の結果の要旨

織物複合材料を用いた構造物の設計では、設計因子として構成部材であるマトリックスや強化材である繊維の力学的特性に加え、その織構造も含まれるので試行錯誤的手法となり、設計の効率化と短期化が望まれているのが現状である。織構造の力学的評価モデルを用いた数値シミュレーションによる力学的特性評価手法が確立できれば、基材選択から力学的特性評価をコンピュータで実現することができ、設計効率化と短縮化が期待できる。かかることから、本論文は織物複合材料の有限要素モデル構築と等価物性値算出手法の提案、ならびにそれらのシステム構築を行ったものである。提案したシステムにより織物複合材料の力学特性が評価できるので、設計支援システムとなり、設計の効率化と短縮化となることを明らかにしている。

特に、提案手法は、繊維束のうねりを正弦曲線等の数学的なモデル化をする必要が無く、また、繊維束交差部に樹脂層を設け繊維束同士が連続体としてモデル化される問題点を解決している。織構造も平面布以外の3次元織物など種々の織物複合材料に対応できることを示し、平織織物複合材料を対象に試験結果との比較を行い、有用性と妥当性を明らかにしている。

また、織物複合材料に対し均質化法の適用を検討し、周期性の保証から均質化法は7層以上の積層材には適用可能であるが、それ以下では適用できないことを数値解析により明らかにした後に、7層以下の積層材料には自由境界とする周期境界条件による手法を提案している。

さらに、織物複合材料を対象とした構造解析におけるスケール連成解析の必要性から、スケール連成解析が可能なシステムを構築し、解析例を用いて、マクロ構造とミクロ構造の両方を評価が可能な設計支援システムであることを示している。

以上のように、本論文は、多くの設計因子を有する織物複合材料の有限要素モデル構築手法を開発した独創性と、平面布以外にも3次元織物など種々の織物複合材料に対応しているところに有用性がある。提案手法は開発期間の長期化が問題視されてきた織物複合材料の設計支援となるなど、生産科学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。