

Title	積層複合材料構造設計のための思考型有限要素法に関する研究
Author(s)	辻上, 哲也
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3108084
DOI	10.11501/3108084
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏 名	辻 上 哲 也
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 1 月 2 8 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	積層複合材料構造設計のための思考型有限要素法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 塚古 勝 教授 向井 喜彦 教授 小林紘二郎 教授 豊田 政男 教授 久保 司郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複合材料の物性値算出に着目した設計支援システムの構築と積層複合材料の最適化における材料選定や繊維配向角構成の決定を行うための思考型有限要素法に関する研究をまとめたもので、本文5章、総括1章の6章から構成されている。

第1章の緒論では、複合材料の積層構造設計手法の歴史的変遷を述べると共に、最適積層構成の重要性を示している。また、最適積層構成を求める従来の解析手法では、配向角構成比は得られるものの、積層順序が求められない欠点を有しているなど、従来手法の問題点を明らかにし、本論文の目的と位置づけを明確にしている。

第2章では、構造解析に必要な複合材料の力学的特性、一方向繊維強化複合材料やランダム繊維強化複合材料の理論的物性値算出法を示すと共に、それらの理論式を組み込んだ物性値算出法手法について述べ、解析手法の効率化を図ったシステム構築を行っている。

第3章では、積層複合材料に対して、有限要素法による構造解析を実施し、応力状態を考慮しながら最適材料を思考選択する新たな概念に基づく思考型有限要素法の提案を行っている。すなわち、与えられた負荷に対し、自動的に設計目標値を満足する材料構成を決定する手法について述べ、その有用性を示している。また、設計目標値として強度以外に、重量、価格を考慮した場合の積層構成の決定手法についても検討を行っており、実設計に有効であることを示している。

第4章では、繊維強化複合材料の繊維配向角構成を決定するためのシェル要素を用いた思考型有限要素法を提案し、本手法の三次元化を図っている。また、面圧を受ける境界条件の異なる積層平板と内圧やねじりなどの複合荷重を受ける円筒の解析を行い、構造物の境界条件や設定荷重に対応した繊維配向角構成が決定できることを示し、異種材料のみならず異方性材料に対しても本手法が有効であることを明らかにしている。

第5章では、実構造物に提案手法を適用し、その実用性を示している。自動車構造材はその軽量化のため、CFRPを採用する計画がある。そこで、CFRPを採用したセンターピラーを取り上げている。まず、有限要素解析と静的試験及び破壊試験を行い、解析と実験結果が良く一致し、解析モデルと物性値評価手法の妥当性を示している。その上で、そ

これらのモデルと物性値を用いて、思考型有限要素法を適用し、最適繊維配向角構成を決定し、その積層構成によるセンターピラーの破壊挙動解析を行っている。一般的に多方向負荷では疑似等方性材となる構成が良いとされているが、解析結果によると、同一積層数であっても思考型有限要素法で求めた積層構成が疑似等方性よりも初期破壊荷重が上昇する結果となり、実構造物への有効性を示している。

第6章では、総括として本研究で得られた成果について記述している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、複合材料設計のための物性値決定に着目した構造解析システムの構築と積層型複合材料の最適積層順序や材料選定の問題を解決する思考型有限要素法に関する研究成果をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 異方性理論に基づいた繊維強化材の物性値算出システムを構築している。開発されたシステムにより、繊維及び樹脂の種類や繊維含有率を指定すれば、強化繊維形態に対する弾性係数や強度などの材料物性値や積層材料物性値を容易に求めることができ、複合材料設計への柔軟な対応性を示している。
- (2) カーボンやガラス繊維等を積層して使用されることが多い複合材料に対して、その構造解析を有限要素法で実施し、応力状態を考慮しながら最適材料を思考選択し、設計目標値を満足する構造を決定する新たな概念に基づく思考型有限要素法プログラムの提案を行い、そのプログラム構築を行っている。思考型有限要素法の積層平板への適用を行い、自動的に設計目標値を満足する積層構成を決定し得ることを示している。また、設計目標値として強度以外に重量、価格を考慮した場合の積層構成の決定手法についても検討され、その有用性を示している。
- (3) 繊維強化複合材料の繊維配向角構成を決定するためのシェル要素を用いた思考型有限要素法の提案とプログラム開発を行っている。提案手法は、実製造過程に即した繊維配向角構成を決定するには、数種類の繊維配向角を予め設定すれば良いこと、また、繊維配向角構成が従来の有限要素法と同様の取扱いで決定可能であるなど、積層複合材料設計に対する実用性を示している。
- (4) 開発システムの実構造物への適用を図るため、CFRP積層材料を使用して製作した自動車構造部材であるセンターピラーを取り上げ、前、後、車内、車外の4方向の負荷に対し、各部での変位量や剛性低下並びに破壊進展状態の調査を行い、静的破壊試験との比較を行っている。その結果、各荷重方向に対して良く一致した結果が得られ、解析モデルと物性値評価手法の妥当性を示している。
- (5) 思考型有限要素法により決定された繊維配向角構成による解析結果は、一般に最良とされている疑似等方性材よりも各荷重方向に対して初期破壊荷重が上昇した結果が得られており、提案手法の実構造物への適用性を明らかにしている。

以上のように本論文は、積層複合材料構造設計に係わる多くの課題に対して、新たなアルゴリズムやシステムが提案され、極めて有用な知見を得ており、生産加工工学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。