



Title	高次せん断理論に基づく有限要素法を用いた織物複合材料の振動特性推定法に関する研究
Author(s)	中西, 康雅
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45021">https://hdl.handle.net/11094/45021</a>
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">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >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	中 西 康 雅
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 7 6 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 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	高次せん断理論に基づく有限要素法を用いた織物複合材料の振動特性推定法に関する研究
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    教 授 藤 本 公 三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は織物複合材料の振動特性推定法に関する論文である。

織物複合材料は、複雑な織り構造を有し、その構造が力学的特性に大きな影響を及ぼすことから、従来の直交異方性理論に基づく減衰特性評価手法では、織り構造の減衰特性に及ぼす影響が評価できない問題がある。かかる理由から、織物複合材料の織り構造を考慮した振動特性推定法を提案するもので、本論文は全 6 章から構成されている。

第 1 章は緒言であり、本研究の背景および研究目的について述べている。

第 2 章では、一方向繊維強化複合材料の減衰定数同定手法を提案している。高次せん断変形理論に基づきひずみエネルギー理論の定式化を行い、有限要素法のためのモデル化を行っている。次に、有限要素法と最適化法を用いた減衰定数同定法を提案し、数値シミュレーションによりその有効性を示している。

第 3 章では、材料の振動減衰特性測定法を提案している。振動試験は一般に大気圧中で実施されており、空気抵抗が測定値に影響を及ぼす問題がある。そこで、まず低真空振動試験装置を設計、製作している。次いで大気圧中の試験結果と比較し、空気抵抗が材料の減衰特性に影響を及ぼすことを確認し、一方向 CFRP 材の減衰定数を、第 2 章で提案した減衰定数同定法により同定している。特に、材料の振動減衰特性を得るには、 $10^3$  Pa 以下での試験が必要であることを実証している。

第 4 章では、織物複合材料の減衰特性推定法を提案し、その手法を平織材に適用している。その結果、3 章での試験結果と提案手法による推定値は良く一致しており、直交異方性理論に基づく従来法では評価できなかったバイアス方向の減衰特性を推定できることを示している。また、より広い織物への適用の可能性を検討することを目的に、三軸織物に本手法を適用している。推定値と試験結果は良く一致しており、本手法が織物複合材料全般の減衰特性評価に有効であることを示している。

第 5 章では、積層構成を設計変数、周波数応答関数を評価関数とした遺伝的アルゴリズムによる振動応答設計手法を提案し、その有効性を示すために CFRP 長方形板と円筒片持ちばりに適用している。その結果、減衰特性を含めた振動外力の周波数特性を考慮した設計が可能であることを示している。

第 6 章では、以上で得られた知見を総括し、本論文の結論をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

減衰特性を評価するためには、材料の減衰定数を測定する必要がある。しかしながら、材料の減衰定数は振動試験結果から得るのが一般的であるため、大気中の振動試験では材料自体の減衰に加えて空気抵抗による減衰が加わり、材料そのものの減衰を得るのは困難である。また、複合材料に対する減衰特性評価に関する研究は、強化材の特性や含有量など変数が多いことと異方性理論の適用必要性などからほとんど行われていないのが現状である。かかることから、本論文では大気圧中と低真空中で振動試験を行い、空気の減衰特性に及ぼす影響を調査し、 $10^3$  Pa 以下では空気の影響が無視できることを明らかにしている。また、振動試験結果から異方性理論を基に材料減衰定数を同定する手法を構築するとともに、CFRP に適用し、その有効性を明らかにしている。

また、織物複合材料は複雑な織り構造を有し、その構造が力学的特性に大きな影響を及ぼすことから、従来の直交異方性理論に基づく減衰特性評価手法では、織り構造の減衰特性に及ぼす影響を評価できない問題がある。そのことから、本論文では織物複合材料の織り構造を考慮した減衰特性評価法を提案している。また、提案手法を平織材、三軸材に適用し、解析結果と試験結果とを比較検証することで、提案手法の妥当性を確認している。

さらに、振動外力の周波数特性を考慮した積層複合材料構造物の振動応答を最小化する設計手法を提案している。そして提案手法を CFRP 長方形板、CFRP 積層円筒に適用し、その設計手法としての有効性を示している。

以上のように、本論文は繊維強化複合材料の減衰特性測定法、減衰定数同定法を確立し、織物複合材料の振動特性評価手法を開発したものであり、材料減衰測定ばかりでなく、織物複合材料の減衰特性評価を可能としていることから、複合材料の力学的特性評価を通じて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。