

氏 名	たにもと やすひろ 谷 本 安 浩
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 104 号
学位授与の日付	平成 13 年 7 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	高分子系複合材料を用いた接着構造物の振動特性解析 (主査)
審 査 委 員	教 授 前川善一郎 教 授 濱田泰以 教 授 北野 武 助教授 横山敦士

論文内容の要旨

本論文は、高分子系複合材料を用いた接着構造物の振動特性を、提案した数値解析手法により明確にした研究である。本論文は 5 章および緒論と結論から構成され、以下に各章の概要を示す。

第 1 章では、本論文の研究の背景と従来の研究の現状と問題点を述べ、本研究の必要性を明確にした。

第 2 章では、高分子系複合材料を用いた接着構造物を解析対象として、その接着層を考慮でき、また解析時間短縮などを目的とした接着構造物の数値モデルを提案した。提案した数値モデルは接着構造物をシェル要素とはり要素を組み合わせることによって構造物全体のモデル化を行った。また本数値モデルの妥当性を確認するため、接着構造板の静的および動的解析を行い、理論値および実験値との間に精度の良い一致が見られた。

第 3 章では、サンドイッチ射出成形板の固有振動解析に、第 2 章において提案したスキン層をシェル要素、コア部をはり要素により表現した数値モデルを用いて行った。その結果、スキン層の材料を変えた場合のサンドイッチ射出成形板の固有振動解析を精度良く行えることが確認できた。さらにサンドイッチ射出成形板のコア面積が大きくなるに従い、またコアの充填位置が板中央から離れるに従い、固有振動数は低下することが分かった。

第 4 章では、接着継手の代表例であるシングルラップ接着継手を取り上げ、被着体をシェル要素で、接着層をはり要素で表現して、数値モデル化した。本数値モデルを用いた固有振動解析の結果、シングルラップ接着継手の固有振動数と一次曲げモードおよび二次曲げモードとの関係、さらに被着体の繊維配向角との関係を明確にした。

第 5 章では、ハニカムコアサンドイッチ構造板の振動特性について検討した。ハニカムコアサンドイッチ構造板を構成するスキン層をシェル要素で、接着層、ハニカムコアをそれぞれはり要素でモデル化した。本数値モデルを用いた固有振動解析の結果から、スキンおよびコアの厚さを厚くすれば、固有振動数は大きくなることが確認できた。

第 6 章では、前章までの固有振動解析のみならず、接着構造板における接着層のせん断変形や粘性の指標となる減衰特性の中から、最も汎用的な対数減衰率について有限要素法を用いた数値解析で明らかにした。さらに本手法を用いて接着構造板における接着層厚さの影響やはく離領域の影響について検討した。接着構造板におけるはく離領域が大きくなった場合、または、はく離領域が板中央から離れた場合、固有振動数は低下するが、対数減衰率は大きくなることが明らか

となった。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、高分子系複合材料の振動特性解析手法を総括した。

論文審査の結果の要旨

異種材料を組み合わせることで単一の材料にはない優れた特性をもつ複合材料を構造物の構成部材として用い、他の材料と組み合わせた接着構造物は、その組み合わせにより、新しい機能を生み出すことが可能であり、幅広い用途に応用できる。中でもサンドイッチ構造に代表される高分子系複合材料を用いた接着構造物はこれらの要求を満たす可能性を持っている。例えばコアに高制振性材料を用いることにより、構造板全体の剛性を落とすことなく、軽量化、高制振性を付与させることが可能となる。

本論文においては、高分子系複合材料を用いた接着構造物の振動特性を明らかにし、接着構造物の最適設計を目的とした数値モデルを用いた設計手法を提案している。最初に、接着層を独立して考慮する接着構造板の数値モデルを用いて、コア材を発泡させたサンドイッチ射出成形板の固有振動解析を行い、サンドイッチ構造におけるコア部が振動特性に大きな影響を及ぼすことを見出している。つぎに、基本的な接着継手であるシングルラップ接着継手の固有振動解析を行い、被着体と接着層が振動特性に及ぼす影響について知見を得ている。さらに、構造板の振動減衰特性を向上させることを目的としたハニカムコアサンドイッチ構造板のスキナーコア厚さ比を変化させた場合の固有振動解析を行い、最適解を見出している。最後に、本モデルを拡張して、シェル要素とはり要素を組み合わせることによって構造物全体のモデル化を行い、軽量化、高剛性を付与させる最適設計を行う上での指標を提案している。

本論文で提案した数値解析手法は、高分子系複合材料を用いた接着構造物を構成する被着体ならびに接着層の特性が振動特性に及ぼす影響について把握できるため、接着構造物の構造設計に大きな役割を果たすものと高く評価された。

本研究をまとめるにあたり基礎となったレフリー制のある8報の論文を下記に示す。

- (1) 邊吾一、谷本安浩、橋本美穂：CFRP 積層材の静的横せん断特性
日本材料学会誌、47、3、pp287～292 (1998)
- (2) Y. TANIMOTO, A. TANGE, T. NISHIWAKI, A. FUJITA and Z. MAEKAWA, VIBRATION
PROPERTIES OF SANDWICH INJECTION MOLDINGS
Materials Science Research International、4、3、pp159～162 (1998)
- (3) 谷本安浩、西脇剛史、丹下章男、藤田章洋、前川善一郎、サンドイッチ射出成形板の固有振動解析法、日本材料学会誌、47、12、pp1287～1291 (1998)
- (4) 西脇剛史、藤田章洋、谷本安浩、丹下章男、前川善一郎、熱可塑性プラスチック / エラストマー サンドイッチ射出成形板の振動特性解析、成形加工学会誌、10、6、pp431～436 (1998)
- (5) 西脇剛史、谷本安浩、丹下章男、前川善一郎、複合材料積層板接着継手の固有振動解析法 (第1報、被着体厚および接着層厚の影響)、日本機械学会論文集C編、64、622、pp1867～1872

(1998)

- (6) 谷本安浩、西脇剛史、前川善一郎、根本君也、複合材料積層板接着継手の固有振動解析法（第2報、被着体の繊維配向角、接着位置および被着体幅の影響）、日本機械学会論文集 C 編, 66, 646, pp1740～1746 (2000)
- (7) Y. TANIMOTO, T. NISHIWAKI, T. SHIOMI and Z. MAEKAWA, A numerical modeling for eigenvibration analysis of honeycomb sandwich panels, Composite Interface, 8, 6 (2001) (印刷中)
- (8) 谷本安浩、西脇剛史、大仁田孝史、前川善一郎、はく離を有する接着構造板の振動特性解析, 日本材料学会誌, 50, 9 (2001) (印刷中)

上記の8編のうち5編は申請者が筆頭著者である。以上の結果より、本論文の内容には十分な新規性と独創性ならびに高い学術的な価値があることを全審査員が認めた。