| | |
|---|---|
| 氏　名 | 後藤彰彦（ごとうあきひこ） |
| 学位(専攻分野) | 博　士　（工　学） |
| 学位記番号 | 博　乙　第　51　号 |
| 学位授与の日付 | 平成 9 年 3 月 25 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 | 柔軟性材料を用いたハイブリッド型複合材料の力学的特性および制振特性に関する研究 |
| 審査委員 | (主査) 教授 前川善一郎<br>教授 松尾達樹　教授 秋山隆一 |

## 論文内容の要旨

本論文は、繊維強化複合材料の付加価値を高めるために、繊維強化複合材料の構成素材に柔軟性材料を加えたハイブリッド型複合材料を作製し、力学的特性および制振特性の向上をめざした研究である。本論文は5章および緒論と結論から構成されるものであり、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を述べたのち、既往の研究の現状と問題点を明確にしている。

第2章では、柔軟性材料を用いたハイブリッド型複合材料の力学的特性として、曲げ特性を取り上げ、その評価を行っている。本研究で用いた材料は、ガラス繊維マットの強化材料と剛性の異なる2種類以上のエポキシ樹脂で構成されたマトリックスハイブリッド型複合材料である。本材料を対象とした複合梁理論と重ね梁理論を組み合わせた曲げ理論を提案し、本材料に適用することにより、柔軟性材料を心材として積層した拘束型ハイブリッド積層材と柔軟性材料を表面材として積層した非拘束型ハイブリッド積層材の曲げ特性を明確にしている。

第3章では、柔軟性材料を用いたハイブリッド型複合材料の制振特性の評価法と有用性を取り扱っている。最初に、柔軟性材料の評価を考慮したハイブリッド型複合材料の片持ちはりに対する振動理論を、ラグランジェ運動方程式から導き、制振特性を評価する損失係数の予測式を提案している。本理論を用いて、拘束型ハイブリッド積層材と非拘束型ハイブリッド積層材の両方の損失係数を推定して、実験結果との比較を行い良好な一致を見ている。さらに、ハイブリッド効果の有用性を導いた理論を用いて明確にし材料設計の指針を得ている。

第4章では、第2、3章で用いた熱硬化性のマトリックス樹脂と異なり、熱可塑性樹脂をマトリックスとした複合材料の曲げ特性と制振特性を取り扱っている。そして、本材料の動的曲げ弾性率と損失係数に及ぼす温度依存性を明確にすることを試みている。その結果、環境温度が高温になるにつれて動的曲げ弾性係数は低下するが制振特性が向上することが明らかにした。その中でもナイロン6樹脂が優れた特性を示すことを示した。

第5章では、第2、3章で使用したのと同じハイブリッド型複合材料を用い、衝撃負荷に対する柔軟性材料およびハイブリッドの影響について取り扱い、破壊機構について検討している。その結果、柔軟性材料を衝撃面に積層しハイブリッド化することで、衝撃吸収エネルギーが飛躍的に向上することを明確にしている。

第6章では、前章でマトリックス樹脂に用いた柔軟性樹脂を接着剤として用い、接着継手構造体における力学的特性および制振特性に及ぼす柔軟性樹脂の効果について検討を行った結果、柔軟性に優れた接着剤を用いると、接着層に生じた亀裂の進展を抑制し、継手全体としての急激な破壊を防ぎ、さらに、継手

としての制振特性を高めることを明確にしている。

最後に、第７章の結論では、これまでに論じてきた研究の成果の総括を行い、これらの知見をもとに、高剛性で高機能化されたハイブリッド型複合材料の材料設計の指針を示している。

## 論文審査の結果の要旨

一般的に、先端高分子系複合材料は、高剛性になると制振特性は低下する傾向が見られる。本研究は、この相反する両方の特性を同時に向上させる材料として、柔軟性マトリックス材料を用いたハイブリッド型複合材料を提案している。そして、柔軟性材料を心材とし従来の高分子材料を表面材として積層した拘束型ハイブリッド積層材と、柔軟性材料を表面材とし従来の高分子材料を心材として積層した非拘束型ハイブリッド積層材の特性を体系的に調べ、本材料の剛性および制振特性におよぼす積層構成の影響について明確にしている。

本研究では、最初に本材料の曲げ特性を評価するために複合梁理論と重ね梁理論を組み合わせた理論を提案し、次に本材料の制振特性を評価するために損失係数を予測する理論を提案している。そして、柔軟性材料の柔軟性を表わす指標を用いて、本材料の曲げ剛性の実験結果と予測値とが一致することを示している。そして、本材料の損失係数の実験結果と予測値とが一致することも示している。

さらに、ハイブリッド型複合材料の衝撃特性を検討し、衝撃エネルギーの吸収機構を明確にし、衝撃特性向上のための指針を得ている。また、柔軟性材料を接着剤として用いたハイブリッド型複合材料も合わせて検討して、その有用性を明らかにしている。

本論文で得られた柔軟性マトリックス材料をハイブリッド型で用いる技術に関する知見をもとにして、高剛性で高機能化されたハイブリッド型複合材料の材料設計が行えるものと考えられる。

以上の結果より本論文の内容には十分の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。

本論文の内容はレフリ制度のある日本機械学会論文集Ｃ編に２編、日本接着学会誌に１編、Proc. 31Japan Congress on Materials Research に１編、Material Science Research International に１編が掲載されており、国外のレフリ制度のある学術誌である Composite Structures に１編が掲載されている。これら６編の中の３編は申請者が筆頭著者である。さらに、複合材料に関する国際会議で申請者が５件の研究発表を行っている。