氏　名	李（リ）　貴琪（クイチ）
学位(専攻分野)	博　士　（工　学）
学位記番号	博　甲　第　30　号
学位授与の日付	平成 5 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科機能科学専攻
学位論文題目	一方向炭素繊維強化複合材料の強度特性と信頼性評価に関する研究
審査委員	(主査) 教授 前川善一郎 教授 小西　孝　教授 秋山隆一　教授 齋藤憲司

論文内容の要旨

高分子系複合材料は2種類以上の構成要素から成るため、各構成素材の持つ変動に加えて、複合することによる特性の変動などにより、複合材料の機械的性質の変動は一般に大きくなる傾向にある。このため複合材料においては、構成素材の品質管理はいうまでもなく、成形工程の厳密な管理が重要なものとなっており、複合材料の信頼性の問題は大切な課題として扱われている。本論文においては、高分子系複合材料の信頼性評価法の基礎研究として、今日先端複合材料として最も注目されている一方向炭素繊維強化複合材料の強度特性の変動の要因を探り、信頼性向上に関して種々の観点から実験的ならびに理論的アプローチを試み、総合的に考察を加えたものである。

本論文は6章および緒論と結論から構成されるものである。まず緒論において高分子系複合材料が機械および構造用部材としてさらに用途を拡大するために強度の信頼性解析を確立する重要性を明確にすると共に、本論文の概要について述べている。

第2章において、本材料の信頼性に大きな影響を与える一方向炭素繊維強化熱硬化性樹脂複合材料の界面の力学的特性を明確にするために、一方向炭素繊維強化複合材料の繊維方向へのき裂伝播挙動について破壊力学的な取り扱いにより検討を行っている。特にき裂が積層板の層間を伝播する場合と層内を伝播する場合で挙動が異なることに注目し、層間および層内の破壊靱性値を評価して両者の比較を行っている。これらの結果から複合材料の微視的破壊機構とそれに影響を及ぼす材料構成と力学的因子の関係を明確にすることを試み、これらの結果は繊維強化複合材料の強度の変動を考察する際の基礎的な知見となっている。

第3章において、一方向炭素繊維強化複合材料の繊維方向特性の信頼性評価について検討している。力学的特性の変動の要因を調べることと、信頼性向上に関する情報を得るために、大標本の引張試験を行ない、強度の違いをフラクトグラフィを用いて検討しており、これらの要因を明確にしている。また、3種類の温度条件で試験を行うことによって、強度とその変動の温度依存性についても検討している。

第4章において、複合材料中で最も弱い繊維直交方向材料の強度特性を調べるために大標本の引張試験を行い、破壊挙動をフラクトグラフィを用いて検討し、繊維方向特性の強度との違いについて考察を行っている。また、3種類の温度条件で試験を行うことによって、強度とその変動の温度依存性についても検討を加え、これらの結果を用いて一方向炭素繊維強化複合材料の繊維直交方向特性の信頼性評価を試みている。

第5章において、一方向炭素繊維強化熱可塑性樹脂複合材料の引張特性とその変動を取り扱っている。高い破壊靱性値を持つ複合材料が高い信頼性をもちうる可能性があることを示唆した3、4章の結果をも

とにして、強化繊維にPAN系炭素繊維、マトリックスに高靱性のPEEK樹脂を用いた一方向炭素繊維強化複合材料について、力学的特性を評価している。マトリックスに靱性を付加すると信頼性が向上することが見出されている。

第6章において、一方向炭素繊維強化複合材料の繊維方向の強度の変動とその破壊挙動との関連を、理論的根拠に基づき解明するため、繊維方向引張試験片の破面観察から破面の凹凸を構成する最小の繊維束をユニットとした破壊モデルを提案し、一方向繊維強化複合材料の引張過程のシミュレーションを行い、本材料の強度の変動の予測が可能であることを明確にしている。

第7章において、一方向繊維強化複合材料の繊維直交方向における引張特性に及ぼす欠陥の影響を取り扱っている。成形工程においてある程度不可避であるボイド等の潜在欠陥が部材に致命的な影響を及ぼすことは、複合材料の信頼性の点からは大きな問題であることが第4章で指摘されている。本章では、多数回の引張試験により、欠陥が繊維直交方向強化複合材料の破壊に及ぼす影響について統計的に検討し、欠陥が強度の変動に及ぼすメカニズムを明確にしている。

最後に、8章の結論においてこれまで論じてきた議論をまとめ、高分子系複合材料の強度特性と損傷機構との研究の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本研究において今日先端材料として注目されている炭素繊維強化複合材料の基本形態である一方向繊維強化複合材料の繊維方向および繊維直交方向の引張強度特性を大標本の試験より詳細に検討を加え、強度の変動に及ぼす因子を明確にするなど厳密な信頼性評価を行った研究は他に類を見ない。さらに強度の変動を推定する手法を提案し、本手法の妥当性を検証し本手法を適用することにより信頼性向上の指針が得られることを明確にしている。これらの成果は本材料が今後信頼性の高い工業材料として広く用いられる際に大いに貢献できるものと期待でき、独創的な研究であると全審査委員が認めた。

学位論文の基礎となった学術論文は一定量以上あると確認でき、課程修了による博士の学位授与に関する内規ならびに同内規の運用方針を満たしていることを付記する。

さらに本論文の内容は、繊維強化複合材料の強度の信頼性評価ならびに信頼性向上に関係した極めて実学的なものであるため、専攻分野としては工学と付記することが適切であると判断される。