

氏 名	グエン クオン キエン Nguyen Cuong Kien
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 186 号
学位授与の日付	平成 11 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	Mechanical Properties of Plain Knit Fabric Reinforced Polypropylene Composites (平編物強化ポリプロピレン複合材料の力学的特性に関する研究)
審 査 委 員	(主査) 教 授 前川善一郎 教 授 岩 本 正 治 教 授 秋 山 隆 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、平編物構造を有する繊維強化ポリプロピレン複合材料の力学的特性を取り扱ったものである。本論文は、5つの章と序章と終章から構成されている。

第1章は、序章として最初に、編物構造を有する繊維強化複合材料が、繊維強化複合材料の中で占める位置付けを概観し、包含している問題点を明確にした後で、本研究の目的と本論文の構成を述べる。

第2章では、平編物構造を有するアラミド繊維強化ポリプロピレン樹脂の引張強度および引張弾性率に及ぼす成型条件の影響を取り扱っている。成型条件として、マトリックスの含浸時間と成型圧力をパラメータとして選び、繊維/樹脂界面、複合材料の内部に発生するボイドの形成との関係を引張試験とSEM観察によって追求して、接着性の良好な界面、ボイドの発生が少なくなる条件を見出している。

第3章では、平編物構造を有するアラミド繊維強化ポリプロピレン樹脂の曲げ強度および曲げ弾性率に及ぼす成型条件の影響を取り扱っている。2章と同じような成型条件の下で実験を行い、成型の最適条件を見出している。ポリプロピレン樹脂のような熱可塑性樹脂は熱硬化性樹脂に比べ粘度が大きく、一般に繊維強化複合材料の成型が困難であるため、成型の最適条件を見出すことは有用である。

第4章では、最初に、平編物構造の形状を考慮した3次元数値モデルが提案され、有限要素法の手法を適用して、シングル平編物構造を有する繊維強化複合材料の引張弾性率、変形および損傷進展挙動の推定が行われる。要素モデルを用いた推定法の妥当性を検討するために、シングル平編物構造を有する繊維強化複合材料の引張試験を行っている。実験とコンピュータ計算を比較した結果、提案した平編物構造の形状を考慮した3次元数値モデルを用いた有限要素法による推定法が、シングル平編物構造を有する繊維強化複合材料の引張弾性率、変形および損傷進展挙動の予測に有効であることが認められた。

第5章では、シングル平編物構造を有する繊維強化複合材料の引張強度を予測するための解析手法を提案する。本解析手法は、ループ状の編物構造を有する繊維強化複合材料は、破壊に至るまでに複雑な強化材の変形挙動を経るが、最終段階の挙動は荷重方向に平行に並んだ繊維束の破壊により決定されるという観察に基づき構築されたものである。ガラス繊維強化複合材料板の実験結果との比較を行い、良好な一致を見ている。

第6章では、編物構造を有する繊維強化複合材料の衝撃抵抗能を、落下衝撃試験を行い調べている。ガラス繊維/ポリプロピレン樹脂の組み合わせの編物複合材料は大きな衝撃抵抗能を有しており、その特性は、繊維含有率および編物密度に大きく依存することが判明している。

第7章では、各章で得られた結論を基に、平編物構造を有する繊維強化ポリプロピレン複合材料のもつ有用性についてまとめている。

論文審査の結果の要旨

繊維強化複合材料は、マトリックスが高分子材料から成る高分子系複合材料を中心として発展し、今日、主要な工業材料の一つとして認知されている。高分子系複合材料は、軽くて強くて剛い特性を追求してきたが、近年、軽くて強くてフレキシブルな特性をもつ高分子系複合材料が注目されている。後者の機能性を有する複合材料として、編物構造を有する繊維強化複合材料が注目されており、本材料の材料設計に必要なデータベースの構築が要望されている。

本研究で取り扱った複合材料の強化材の強化形態は編物構造であり、ポリプロピレン樹脂をマトリックス材料に選ぶことにより、変形能が大幅に向上したフレキシブルな複合材料が誕生し、次世代の複合材料として新しい可能性を提案したことは高く評価できる。

つぎに、本材料の変形挙動を、CCDカメラによって追跡し、損傷進展を詳細に観察し、大変形が可能な繊維／樹脂界面を得る成型条件を見出している。さらに、有限要素法に基づく変形および損傷進展挙動の推定法を行っており、材料設計に必要なデータベースの構築に貢献している。

以上の諸結果は、以下に示すレフリ制度のある学術誌に掲載されている。

- (1) Cuong, N.K. & Maekawa, Z., Fabrication of Aramid Fiber Knitted Fabric Reinforced Polypropylene Composites, J. Adv. Comp. Let., Vol.3, No.3 (1998), 75-80.
- (2) Cuong, N.K. Inoda, M. & Maekawa, Z., Effects of Consolidation on Mechanical Properties of Knitted Fabric Reinforced Thermoplastic Composites, J. Mater. Sci. Research Inter., Vol.4, No.4 (1998), 281-286.
- (3) Ramakrishna, S., Maekawa, Z. & Cuong, N.K., Analytical Method for Prediction of Tensile Properties of Plain Knitted Fabric Reinforced Composites, J. Adv. Comp. Mater., Vol.6, No.2 (1997), 123-151.

3編のうち2編は申請者が筆頭著者であり、国際会議に4回の研究報告を行っている。

以上の結果により、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。