

氏 名	呉 偉 良
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 41 号
学位授与の日付	平成 5 年 7 月 20 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	編物強化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 小 西 孝 教 授 自 念 榮 一

論 文 内 容 の 要 旨

強化形態に高度な繊維加工技術で作り上げた織物、編物、組物を用いる繊維強化複合材料を総称してテキスタイルコンポジットという。編物は織物や組物に比べ、高い生産性を有しているのみならず、変形特性も非常に優れていることが知られている。複合材料の強化形態に編物構造を用いた場合、繊維素材、編物の組織、編物の密度、成形時の編物の変形状態を考慮することで、編物強化複合材料の力学的特性に関する材料設計が可能となることが考えられる。そこで、本論文においては、編物の変形挙動と編物強化複合材料の力学的特性について実験および理論的な検討を行い、編物強化複合材料の強化形態の機構の解明をはかったものである。

本論文は 4 章および緒論と結論から構成されるものである。緒論において、編物の二大種類であるよこ編物とたて編物について、それぞれの構造、編成機構およびその幾何学と力学についての研究の発展について述べている。また、高分子複合材料、特にテキスタイルコンポジットに関する研究の歴史的展望を行い、内在する問題点を明確にしている。

第 2 章において、編物の構造と編物の変形および力学的特性との関係をコンピュータシミュレーションによって検討することを目的としたものである。よこ編の基本構造である平編とたて編の基本構造である逆ハーフ編の幾何学モデルに基づいて、構造の基本単位のモデルを提案している。さらに、編物の力学モデルを用いて、得られる編物の伸張変形の計算結果と実験結果を比較することにより、モデルの有効性が検証されている。編物の力学モデルによる編物の変形状態の計算は、編物強化複合材料の力学的特性に関する材料設計に有効であることが見出されている。

第 3 章において、よこ編物強化複合材料の力学的特性とよこ編物の基本組織との関係を究明することを目的としたものである。よこ編物の基本組織であるゴム編を強化形態として取り上げ、編物強化複合材料を作製し、引張特性、曲げ特性について検討を行っている。コース方向とウェール方向の力学的異方性、破壊様相に及ぼす編物のループ構造と編物の密度の影響を明確にしている。さらに、編物強化複合材料の力学的特性に及ぼす繊維表面処理の影響についても明確にしている。

第 4 章において、たて編物強化複合材料の力学的特性とたて編物の基本組織との関係を究明することを目的としたものである。3 種類のたて編物の基本組織であるシングルデンビー編、1×3 シングルコード編、1×4 シングルコード編を強化形態として取り上げ、たて編物強化複合材料の引張特性、曲げ特性に及ぼすたて編物構造の影響について知見を得ている。つぎに、最も簡単な組織であるシングルデンビーについて、コース密度を変化させることにより、編物強化複合材料の力学的特性に及ぼす密度の影響を明確にしている。さらに、たて編物の表構造と裏構造が異なることによる面外の力学的特性に及ぼす編物構造

の影響についても明確にしている。

第5章において、編物の持つ優れた変形特性の複雑な形状を有する複合材料への応用を考え、厚肉編物強化複合材料を作製し、引張特性、曲げ特性および破壊挙動を明確にしている。また、マトリックス樹脂に汎用エポキシ樹脂と変性エポキシ樹脂を用いることにより、厚肉編物強化複合材料の力学的特性のみならず有用な機能特性の一つである制振特性についての知見を得ている。さらに、厚肉編物強化形態のレジントランスファモールディング（RTM）法への応用を論じ、今後発展が期待できる RTM 法に適用する場合の問題点を明確にしている。

最後に、結論においてこれまで論じた結果をまとめ、編物の変形および編物強化複合材料の力学的挙動について総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

繊維強化複合材料の中でテキスタイルコンポジットは多様な強化形態を有するが故に、幅広い力学的特性を付与できる材料の一つである。本研究で取り扱った編物構造は他の強化形態に比べ、生産性、変形特性に優れるなどの特徴を有しており、本構造を強化形態とする編物強化複合材料は今後の発展が期待される材料の一つである。しかしながら、本材料の力学的特性に及ぼす強化形態の影響については解明はほとんどなされていないのが現状である。本研究では編物の変形挙動と編物強化複合材料の力学的特性について実験および理論的な検討を行い、編物強化複合材料の強化形態の機構の解明を行い、本材料の材料設計の際の基礎データを提供した意義は大きいものと考えられる。

本論文では最初に編物構造を表現する力学モデルを提案し編物の変形特性を推定できることを実験結果との比較から明確にしている。つぎに代表的な編物構造としてたて編、よこ編、さらに厚肉編物を取り上げ、それらを強化形態とする編物強化複合材料を作製し、詳細な実験を行うことにより、本材料の有する力学的特性を明確にしている。そして繊維素材、編物の組織、密度、成形時の編物の変形状態を考慮することにより編物強化複合材料の力学的特性に関する材料設計が可能であることを見出している。これらの成果は工学的価値が大きいものと考えられ、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中で注目されている編物強化複合材料の材料設計を行う上での有益な指針を与える研究であり、本材料が機械および構造用部材に適用されることを促進する工学的価値を有している。このように本研究はおもに工学の観点から問題の追求と解決をはかったものであるので専攻分野として工学と付記することが適切であると判断される。