

氏 名	さらた まこと <b>更田 誠</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 学 術 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 563 号
学位授与の日付	平成 22 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 先端ファイブロ科学専攻
学 位 論 文 題 目	<b>天然繊維含有複合材料に関する基礎的研究</b>
審 査 委 員	(主査)教授 濱田泰以 教授 藤井善通 教授 森脇一郎 准教授 仲井朝美 芦森工業株式会社次長 北川英二

### 論文内容の要旨

Sheet Molding Compound (SMC) 成形品は浴槽、浴室ユニットなどを中心に発展し、近年では自動車部品への応用が顕著になってきている。自動車の車体重量を軽減するため低比重な SMC 等が後に開発され、その需要は確実に増加の一途を辿っている。しかしながら、これらの成形品が耐用年数を迎えると廃棄されることになり、環境に与える影響は非常に大きなものとなる。自動車関連以外にも用いられているガラス繊維強化プラスチックや炭素繊維強化プラスチックなどの強化材において、ガラス繊維や炭素繊維から天然繊維に代えることができれば地球環境に対して大きく貢献できると考えられる。本論文では、繊維強化複合材料の強化繊維として天然繊維を用いて、その力学的特性を検討するとともに、天然繊維強化複合材料の耐久性を評価することにより、天然繊維強化複合材料の実用化のための基礎的評価を目的とした。また天然繊維強化複合材料における要求特性の 1 つとして挙げられる高強度化について、環境負荷を増加させずに天然繊維強化 FRP の高強度化を提案した。さらには、温水浸漬試験により天然繊維強化複合材料の耐久性を検討し、耐久性を向上させるための方法を提案した。

第 2 章では、マトリックス樹脂を不飽和ポリエステル樹脂とし、ジユートクロスを強化材とした SMC を作製するための、ジユートクロスの乾燥条件と SMC の成形条件を明らかにしている。また、SMC 成形品の温水浸漬による促進試験によって、ジユートクロス強化 SMC の耐温水性には繊維／樹脂界面の接着性の向上が必要であることを明らかにしている。さらに耐久性の向上案としてブリーチ処理を提案し、繊維／樹脂界面接着性の改善がジユートクロス強化 SMC の耐久性向上につながることを示している。

第 3 章では、第 2 章で成形したジユートクロス強化 SMC において、環境負荷を増加させず、力学特性を向上させるため、ジユートクロス強化 SMC にガラスクロスを 1 層積層したハイブリッド SMC を提案した。複合材料全体の中で使用する天然素材の重量割合を示す指標である DG (Degree of Green) により、ハイブリッド SMC がジユートクロス強化 SMC に対して環境負荷にほぼ差がないことを示すとともに、静的特性や衝撃特性が向上するだけでなく、脆性的な破壊が生じないことを明らかにしている。

第4章ではヘンプ不織布強化FRPの耐久性を向上させるために、セラック樹脂水溶液によりヘンプ不織布の表面処理を実施することで、樹脂が纖維束内に含浸しやすくなり、成形後の纖維／樹脂界面接着性が向上することを明らかにしている。またセラック処理がヘンプ不織布/不飽和ポリエスチル複合材料において、纖維の吸水を抑制することが可能となり、ひいては耐久性が向上することを明らかにしている。

第5章では、ジュートクロスを強化材とした複合材料のマトリックスとして2種類の熱可塑性樹脂を選定し、ジュートクロスにPET/EVAラミネートフィルムを積層することにより、力学特性が向上することを示している。

第6章では、この研究の成果をまとめ、さらにそれらの結論の意味するところを吟味している。

本研究においては、強化纖維としてジュートクロスやヘンプ不織布を用いて、マトリックス樹脂として不飽和ポリエスチル樹脂や熱可塑性樹脂を使用した天然纖維含有複合材料を作製するための、天然纖維の乾燥条件や成形条件を明らかにした。また環境負荷を増加させずにジュートクロス強化FRPの高強度化を達成し、さらには天然纖維強化複合材料の耐久性を向上させる手法を明らかにすることで、天然纖維強化複合材料が強度部材へ展開できることを示した。

## 論文審査の結果の要旨

天然纖維強化複合材料の強化材としてジュートクロスを選定し、その成形のための乾燥条件や成形条件を明らかにしている。また、成形品の耐久性の問題点が纖維／樹脂界面の接着性であることを示すとともに、その問題点を解決するためにブリーチ処理を提案している。これまで天然纖維強化複合材料の研究においては、高強度化について研究されていたものの、高強度化と耐久性の両方について向上させる研究は例をみなかった。この観点から本論文の有用性が認められる。天然素材と無機素材のハイブリッド化を提案し、強度特性の向上を実験により証明するとともに、天然纖維の使用比率を表すDegree of Greenという指標により、ハイブリッド化が環境負荷に与える影響が小さいことを示していることは大変興味深い。

本論文により、天然纖維強化複合材料の成形に影響を及ぼす前処理が成形性や強度特性を向上させるだけでなく、耐久性までも向上させ、さらにハイブリッド化により環境負荷を増加させずに強度特性を向上させることができたことは工業的に意義深く、今後天然纖維強化複合材料が強度部材に展開できると期待できる。

本論文の内容は次の6報に報告されており、そのうち申請者を筆頭著者とするものは4報である。

- (1) Makoto Sarata, Masaharu Nishiura, Yuya Hidekuma, Masanori Okano, Asami Nakai, Hiroyuki Hamada, "Processing and Mechanical Properties of Jute Fabric Reinforced SMC Molding", SPE-ANTEC Technical Papers, 55, 2706-2709 (2009).
- (2) Masaharu Nishiura, Makoto Sarata, Yuya Hidekuma, Masanori Okano, Asami Nakai, Hiroyuki Hamada, "Durability of Natural Fiber Sheet Molding Compound (Eco-SMC)", SPE-ANTEC Technical Papers, 55, 2710-2713 (2009).

- (3) Masaharu Nishiura, Makoto Sarata, Masanori Okano, Asami Nakai, Hiroyuki Hamada, “Hot Water Degradation of Natural Fiber Reinforced SMC”, Proceedings of Seventeenth International Conference of Composite Materials, F1-10 (2009).
- (4) 更田 誠, 岡野政則, 仲井朝美, 北川英二, 濱田泰以, “ジューント/ガラスクロスハイブリッド SMC (Sheet Molding Compound)の力学的特性”, 成形加工学会誌 (投稿中)
- (5) 更田 誠, 豊山晶子, 仲井朝美, 濱田泰以, “成形時の水分吸収量が天然繊維強化複合材料の温水劣化挙動に及ぼす影響”, 成形加工学会誌 (投稿中)
- (6) 更田 誠, Yew Wei Leong, Smith Thitithanasarn, 仲井朝美, 北川英二, 濱田泰以, “天然繊維を強化材とした長繊維熱可塑性プラスチックの基礎的研究”, 成形加工学会誌 (投稿中)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工業的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。