

研究成果報告書

研 究 題 目		竹および木材と生分解性高分子を用いた低環境負荷で高強度な複合材料の開発	実 施 年 度 平成24年度
代 表 研 究 者	所 属	島根大学大学院総合理工学研究科	
	氏 名	吉原 浩	印
<p>1. 研究の目的・背景</p> <p>近年全世界的な規模で森林資源が枯渇しつつあり，優良な木材を素材のまま使用することは困難になりつつある。その一方で日本の竹林は顕著に荒廃し，放置された竹が樹木を駆逐するなど大きな環境問題となっている。以上のことから，竹材の有効な利用法の促進が急務であり，複合材料の開発は竹材の有効利用法の大きな役割を担っている。また，健康意識の向上から，製造された複合材料は環境負荷が小さいことが望ましい。</p> <p>以上の考え方にに基づき，平成19年度には無配向の竹繊維と生分解性高分子の複合材料の開発に関して貴財団より助成を受け，緩衝材や制震材として使用可能な材料を製造することができたが，構造用材料として十分な強度を持つ材料の製造はできなかった。竹材の有効利用をより促進するためには，木材や木質材料と同様に構造用材料として十分な強度を持つ材料の開発が必須である。竹は軽量であるが，繊維方向の引張強度は鉄に匹敵することから，竹繊維および竹ストランドを配向させることにより，生分解性高分子との複合化で構造用材料としての強度を十分に保持する環境負荷の小さい複合材料の開発が可能となり，竹材の有効利用をよりいっそう促進させることが期待できる。さらに，間伐材と竹材の複合化により，低質な木材の利用方法の拡大も期待される。</p> <p>そこで本研究ではコロナ放電処理によって親水性を高められた竹繊維・竹ストランドと生分解性高分子の複合化により，構造用材料として十分な剛性や強度を有し，なおかつ環境負荷の小さい新しい複合材料の開発を試みた。また，竹材のみならず，木材（間伐材）と竹材によるサンドイッチ構造を有する材料を生分解性高分子を用いて製造した。さらにこれらの複合材料の弾性特性を振動試験で，強度特性を引張試験および曲げ試験で評価した。</p>			

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

本研究では、まず竹繊維・竹ストランドおよび木材をコロナ放電処理して親水性を向上させた後、生分解性高分子材料を塗布および含浸させ、さらにホットプレスおよび密閉型熱圧縮装置を使用して複合材料を製造した。複合材料の製造では、

(1) 生分解性高分子を含浸させた竹の短繊維を一軸配向させ、これを熱圧縮してファイバーボードを製造した。この際、短繊維にコロナ放電処理を施したものと未処理のものを使用した。

(2) 生分解性高分子を塗布した板状の木材（スギ）で一軸配向させた竹の短繊維を挟むことでサンドイッチ構造をもつ複合材料を製造した。(1)と同様、竹の短繊維および木材にはコロナ放電処理を施したものと未処理のものを使用した。成果を以下に示すと

(1) 一軸配向させることによってできあがった複合材料の繊維方向のヤング率およびせん断弾性係数は、無配向のものに比べて十分に大きくなった。ただし、当初予想されていた以上に異方性の影響が大きく、繊維に直交方向のヤング率やせん断弾性係数の値はきわめて小さかった。このことは曲げ強さや引張強さについても同様で、繊維方向の曲げ強さや引張強さは上昇したが、繊維に垂直な方向の強度は著しく小さかった。また、長手方向が繊維方向と一致した試験体の曲げ試験では、試験体は荷重点下部における曲げ応力で破壊せずに中立軸付近でせん断力による破壊が発生した。

また、無配向の複合材料の結果と同様に、コロナ放電処理の影響はヤング率の向上に寄与していたが、せん断弾性係数の向上にはあまり効果がなかった。さらに、一軸配向によって繊維方向の曲げ強さや引張強さは向上したが、ヤング率やせん断弾性係数と同様に異方性の影響が大きく、繊維に垂直な方向の強度特性は JIS に規格化されているシージングボードの基準を満足しなかった。

(2) サンドイッチ構造をもつ複合材料のヤング率は、一般的な合板と同様の値を示していた。これは複合材料の内層に配置した竹繊維や生分解性高分子の影響よりも、より外層に配置した木材素材のヤング率の影響が顕著であったためと思われる。一方、せん断弾性係数は内層に配置した竹繊維と生分解性高分子混合物の影響が強く、当初期待していたほどの値を得ることができなかった。また、木材と竹繊維の複合材料の引張試験および曲げ試験では、すべての試験体において竹繊維の層で破壊が発生した。

また、木材を使用せずに製造した複合材料と同様、コロナ放電処理によってヤング率や曲げ強さおよび引張強さの値は向上したが、せん断特性はあまり向上しなかった。

以上の結果をまとめると、製造した複合材料の繊維方向の力学特性の改善については申請時の計画の 70% 程度を達成できたと考えられるが、繊維に垂直な方向およびせん断に関する力学特性については、複合材料の製造方法や積層構造や積層方法などを含め今後一層の検討が必要であると思われる。

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

設備備品に関して、申請時には伸び計およびデータロガーを予定していたが、伸び計については申請時に計画したものを購入した。また、データロガーについては現有の設備の一部を工夫して使用した。

消耗品についてはひずみゲージ、生分解性プラスチックの購入を予定していたが、いずれも現有のもので十分な量を確保することができたため、そのまま使用した。ただし、試験体加工用として卓上丸鋸盤を、生分解性プラスチックの溶解および複合材料の製造にガラス容器が必要であったために購入した。

旅費については松江-東京間（2泊3日）を2回計画していたが、当初の計画通りに執行した。

実験補助については計画よりも少なかった。

その他の経費として英文校正料金および研究機関に納入する間接経費を執行した。

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

これまでの木質系複合材料の多くが環境負荷の大きい接着剤を使用しているのに対し、本研究で取り上げた複合材料では生分解性高分子を使用していることから、環境負荷が小さい。こうした生分解性高分子を用いた複合材料の製造技術の開発については今後より一層の発展が期待される。一方、竹材がほぼ廃棄されているという現状を鑑みれば、本研究で取り上げた複合材料の製造技術は「未利用資源」の有効活用と考えることができるため、将来的には非常に期待が持てると思われる。

今回の研究ではより強度の高い木材素材との複合化を試みたが、依然として強度特性に多くの問題があった。とくに竹繊維と生分解性高分子の層でせん断はく離を発生することが多く、構造材料として実用化するためにはより高強度な複合材料を製造する技術の開発が必要である。さらにこうした目的を達成するためにも、今後は複合材料の構造や製造条件と製品の力学的な性質の関連をさらに明確することが重要であると思われる。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

Hiroshi Yoshihara and Tohru Uehara. Mechanical properties of the composite panel composed using solid wood, bamboo fibers, and biodegradable poly(vinyl alcohol). Biosystems Engineering, in preparation.