

氏 名	シャムス モハマド イフテキハ Shams Mohammad Iftekhar
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1571 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 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	農 学 研 究 科 森 林 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Compressive deformation behavior of wood impregnated with low molecular weight phenol formaldehyde (PF) resin (低分子量フェノール樹脂を含浸した木材の圧縮変形挙動)
論文調査委員	(主 査) 教 授 矢 野 浩 之 教 授 川 井 秀 一 助教授 師 岡 敏 朗

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、低い圧縮圧力で高密度のフェノール樹脂含浸木材を製造することを目的とし、低分子量フェノール樹脂含浸スギ材の圧縮変形挙動、樹脂含浸量、熱圧温度・時間などの製造条件と圧縮変形挙動の関係、圧密変形挙動における樹種特性、圧縮圧力の低減のための前処理としての亜塩素酸ナトリウム処理の効果、亜塩素酸ナトリウム処理とアルカリ処理の複合効果、より環境負荷の小さい前処理としての水蒸気処理の効果について全7章にまとめたものである。その主な内容は以下の通りである。

第1章では、木材の圧密化技術と熱処理や水蒸気処理あるいは樹脂含浸処理による、圧縮変形の固定について既往の研究を中心に概説した。

第2章では、フェノール樹脂水溶液を注入したスギ板目材について、圧縮変形挙動を高精度で解析し、フェノール樹脂の含浸により細胞壁は大きく可塑化し、低い圧縮圧力からコラップス（崩壊）を生じること、細胞壁コラップスの開始が圧密ひずみに強く依存することからクリープ変形を生じさせる圧縮圧力の保持が低い圧縮圧力でコラップスを起こす方法として有効であること、強度、ヤング率ともに密度の増加と共に直線的に増大することから、低い圧縮圧力で高強度木材を得るには、コラップス領域の有効利用が重要であることを示した。

第3章では、フェノール樹脂含浸木材の圧縮変形挙動を製造因子との関連から検討し、細胞壁中の樹脂保持量や圧縮温度の増大により細胞壁はさらに軟化し、低い圧縮圧力からコラップスを生じること、しかし、プリキュア温度が高くなると逆に細胞壁ヤング率は増大し、コラップス開始圧縮圧力が増大すること、圧縮速度は細胞壁の粘弾性的変形挙動に大きく影響し、圧縮速度が遅いほど木材はよく圧密されるが、一定時間の圧縮圧力保持後は、密度、機械特性において圧縮速度の影響は明確でなくなることなどを明らかにした。

第4章では、密度0.23 g/cm³のアルビジアから密度0.71g/cm³のマカンバまで、密度の異なる8樹種の板目試料について低分子量フェノール樹脂含浸後の圧密変形挙動を解析し、圧縮変形挙動は樹種間で大きく異なること、低密度材ほどコラップス変形が開始する圧縮応力が小さく、低い圧縮圧力で顕著な密度増加が生じること、このためアルビジア、スギといった低密度材が高強度木材を製造するための原材料として優れていることを明らかにした。

第5章では、低分子量フェノール樹脂含浸前のスギ材への脱リグニン処理の効果について検討し、亜塩素酸ナトリウム処理材は、低分子量フェノール樹脂含浸後、低い圧力で大きく圧密されることを明らかにした。この効果は、水分を10—11%加えた状態においてより顕著で、また、その圧密化は圧縮時の圧力保持によるクリープ変形でさらに進むことを見出し、脱リグニン処理が圧密化の促進に有効な前処理であることを示した。

第6章では、軽度脱リグニン処理したスギ材を水酸化ナトリウムで処理することでも、低分子量フェノール樹脂含浸後、低い圧力で大きく圧密されることを明らかにし、ヘミセルロースの切断あるいは除去も、フェノール樹脂含浸木材の圧縮圧力低減に有効であることを見出した。

第7章では、より環境負荷の少ない前処理として水蒸気処理に着目し、比較的穏和な水蒸気処理で、亜塩素酸ナトリウム処理と同等の前処理効果が得られること、水蒸気前処理材は、フェノール樹脂含浸後、水分を含まない状態でも小さな圧力で圧密化出来、製造時の水分管理が簡便になることから、前処理法として極めて有望であることを明らかにした。

以上の結果から、軽軟なスギを原材料として既存の木質材料製造と同程度の圧縮圧力で高強度のフェノール樹脂含浸木材を製造出来ることが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

低分子量フェノール樹脂含浸圧密処理は、木材の強度特性や耐久性、寸法安定性の向上に極めて優れた効果を有する処理方法である。しかしながら、この処理は、樹脂含浸により可塑化させた木材を圧縮する際、通常の木質材料製造では用いられない様な大きな圧力を必要とし、それがこの優れた処理が特殊な用途にのみ限定されて使われる一因となっている。本研究は、低い圧縮圧力で高密度フェノール樹脂含浸木材の製造を目指し、低分子量フェノール樹脂含浸木材の圧縮変形挙動、樹脂含浸量、熱圧温度・時間などの製造条件と圧縮変形挙動の関係、圧縮変形挙動における樹種特性について明確にした後、圧縮性向上のための前処理としての亜塩素酸ナトリウム処理、亜塩素酸ナトリウム処理とアルカリ処理の複合処理、より環境負荷の小さい水蒸気処理の効果について明らかにしたもので、評価すべき点は以下のとおりである。

1. 低分子量フェノール樹脂含浸木材は、細胞壁中への樹脂保持により細胞壁が大きく可塑化し、低い圧縮圧力からコラップス（崩壊）を生じること、コラップスによる密度増加に伴って強度、ヤング率とも直線的に増大することなどから、コラップス領域の有効利用が低い圧縮圧力で高強度圧密木材を製造するために重要であることを見出した。

2. フェノール樹脂含浸木材の圧縮変形挙動を、樹脂含有率や圧縮温度、圧縮速度、プリキュア温度との関係において解析し、低い圧縮圧力で高強度圧密木材を製造するための製造条件を明らかにした。

3. アルビジア、スギといった低密度材ほどコラップス変形が始まる圧縮応力が小さく、低い圧縮圧力で高強度圧密木材を製造するための原材料として優れていることを明らかにした。

4. 亜塩素酸ナトリウム処理スギ材は、低分子量フェノール樹脂含浸後、特に水分を10-11%加えた状態において、低い圧力で大きく圧密されることを見出し、フェノール樹脂含浸木材の圧縮性向上に前処理が有効であることを示した。

5. 軽度に脱リグニン処理したスギ材を水酸化ナトリウムで処理することでも低い圧力で大きく圧密されることから、ヘミセルロースの切断あるいは除去もフェノール樹脂含浸木材の圧縮性向上に有効であることを見出した。

6. 水蒸気処理は、比較的穏和な処理条件で、かつ、水分を含まない状態でも亜塩素酸ナトリウム処理と同等の前処理効果を発揮することから製造時の水分管理が簡便であり、高密度フェノール樹脂含浸木材の製造において極めて有望な前処理法であることを明らかにした。

以上のように、本論文は、低い圧縮圧力で高密度フェノール樹脂含浸木材の製造を目指し、低分子量樹脂含浸木材の圧縮変形挙動やその樹種特性を明確にした後、それを踏まえた圧縮性向上のための亜塩素酸ナトリウム処理や、より環境負荷の小さい水蒸気処理といった前処理法の開発にいたる研究の成果をまとめたものであり、木質材料学、木材物性学並びに関連する木材工業の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成18年2月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。