

氏 名	ワヒュードウィアント Wahyu Dwianto
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1042 号
学位授与の日付	平成 11 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	MECHANISM OF PERMANENT FIXATION OF RADIAL COMPRESSIVE DEFORMATION OF WOOD BY HEAT OR STEAM TREATMENT (熱または水蒸気処理による木材放射方向圧縮変形の永久固定の機構) (主査)
論 文 調 査 委 員	教 授 則 元 京 教 授 川 井 秀 一 教 授 今 村 祐 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

密度が小さく強度性能に劣る針葉樹材や早生の広葉樹材を、床、内装仕上げ、家具などの材料や木質複合材料に利用するためには、強度性能に加えて表面性状を改良することが必要である。このためには、これらの木材を繊維に直角方向に圧密し、変形を永久固定するのが有効な手段の一つと考えられる。変形を永久固定する方法として熱処理や水蒸気処理が有効であることが明らかとなってきたが、その機構については、ほとんど明らかとなっていない。本論文は、これらの処理によって木材の放射方向に与えた圧縮大変形が永久固定される機構について論じたものである。内容は、以下のとおりである。

第1章では、空気存在下、排気下、熔融金属中での熱処理による変形の固定条件を比較している。同じ温度、時間で比較した時、変形の回復度は、排気下、熔融金属中、空気存在下の順に小さくなること、重量減少率は、この順で大きくなること、回復度と重量減少率の関係は、熱処理方法にかかわらず一つの双曲線関数で表わせ、重量減少率が約4%になると変形が完全に固定されることなどを明らかにしている。また、力学測定、X線回折測定、IR吸収測定の結果から、変形の固定は、木材成分の一部の減成、分解によって細胞壁に蓄積されていた応力が開放することによって起こることを推測している。

第2章では、このことを実証するために、熱処理過程における圧縮応力緩和測定を行なっている。規格化した応力緩和曲線は、100～140℃の温度範囲ではほとんど同じ傾向を示すが、160℃以上では応力が時間とともに減少し続け、応力減少の程度は、温度の上昇とともに加速されること、応力は、180℃では約20時間で、200℃では約5時間で消失すること、24時間後の重量減少率は、140℃までは徐々に、160℃以上で急激に減少すること、回復度あるいは規格化した応力と重量減少率の間には高い相関が存在し、その関係が双曲線関数で表わせることなどを明らかにしている。規格化した応力が回復度と比例していることから、変形の固定が木材成分の一部の減成、分解によって細胞壁に蓄積されていた応力が開放されることによって起こると結論づけている。

第3章では、高温水蒸気雰囲気下で木材の粘弾性測定を行なうための装置の開発と測定方法について述べている。オートクレーブの中に圧縮装置を組み込んだ測定機と新しく開発した200℃、16kg/cm²の蒸気圧に耐え得るロードセルを用いることにより、100～200℃の温度範囲で正確な力の測定と圧縮の粘弾性測定が可能であること、また、繊維飽和点の含水率をもつ試料を用いることによって、短時間で平衡温度にまで昇温できることなどを明らかにしている。

第4章では、水蒸気処理による変形固定の機構を明らかにするために、水蒸気処理過程における圧縮応力緩和および応力-歪み関係の測定を行なっている。100℃の上下では応力緩和曲線の形が著しく異なること、応力-歪み曲線において、140℃以上では水蒸気前処理時間の増加とともに応力が減少すること、歪み回復は、処理時間とともに減少し、200℃では10分以内に0となること、応力緩和測定終了時点での残留応力と歪み回復との関係は、温度、時間にかかわらず一つの曲線で表わせることなどを明らかにしている。また、変形固定は、ヘミセルロースやリグニンの一部減成、分解によって内部応力が開放されることやセルロース結晶格子が規則的になることによって起こることを推測している。

第5章では、このことを実証するために、水蒸気処理過程における圧縮クリープ測定を行なっている。30分間クリープ測定した結果（Ⅰ）と、30分間水蒸気前処理後同じ条件下でクリープ測定した結果（Ⅱ）を比較すると、成分分子の減成、分解などによって歪み回復が減少すると考えられる場合には、ⅠとⅡのクリープコンプライアンス曲線はよく連続するが、結晶格子がより規則的になることにより歪み回復が減少すると考えられる場合には、ⅠとⅡのクリープコンプライアンス曲線は、連続しないことを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

木材に与えた変形を永久固定する方法として、熱処理や水蒸気処理が有効であることが明らかとなってきたが、その機構については、ほとんど明らかとなっていない。本論文は、これらの処理によって、木材の放射方向に与えた圧縮大変形が永久固定される機構について論じたもので、評価される点は、次のとおりである。

1) 同じ温度、時間の熱処理を行なった時、変形の回復度は、排気下、熔融金属中、空気存在下の処理の順に小さくなること、回復度と重量減少率の関係は、熱処理方法にかかわらず、一つの双曲線関数で表わせ、重量減少率が約4%になると、変形が完全に固定されることを明らかにしている。

2) 熱処理過程における圧縮応力緩和測定結果において、回復度あるいは規格化した応力と重量減少率の間には高い相関が存在し、その関係が双曲線関数で表わせることを示している。また、規格化した応力は、回復度と比例していることと、X線回折測定、IR吸収測定、強度測定の結果から、変形の固定が、木材成分の減成、分解によって細胞壁に蓄積されていた応力が開放されることによつて起こると結論づけている。

3) オートクレーブの中に圧縮装置を組み込んだ測定機と、新しく開発した高温、高压に耐え得るロードセルを用いることにより、100～200℃の温度範囲で、圧縮の粘弾性測定が可能であること、また、繊維飽和点の含水率をもつ試料を用いることによつて、短時間で平衡温度にまで昇温できることなどを明らかにしている。

4) 水蒸気処理過程における圧縮応力緩和測定結果から、応力緩和測定終了時点での残留応力と歪み回復との関係は、温度、時間にかかわらず、一つの曲線で表わせることを明らかにしている。

5) 水蒸気処理過程における圧縮クリープ測定結果から、30分間クリープ測定した結果（Ⅰ）と、30分間水蒸気前処理後、同じ条件下でクリープ測定した結果（Ⅱ）を比較すると、木材成分の減成、分解によつて歪み回復が減少すると考えられる場合には、ⅠとⅡのクリープコンプライアンス曲線は、よく連続するが、結晶格子がより規則的になることにより歪み回復が減少すると考えられる場合には、ⅠとⅡのクリープコンプライアンス曲線は、連続しないことを明らかにしている。

以上のように、本論文は、熱処理および水蒸気処理による木材の圧縮変形の固定機構について重要な知見を与えるものであり、木材物性制御学、木質複合材料学および木質構造材料学の分野に寄与するところが大きい。

よつて、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11年2月13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。