

氏 名 (本 籍)	川 崎	久 (福岡県)	
学 位 の 種 類	農 学	博 士	
学 位 記 番 号	博 甲 第 127 号		
学 位 授 与 年 月 日	昭 和 57 年 3 月 25 日		
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当		
審 査 研 究 科	農 学 研 究 科 農 林 工 学 専 攻		
学 位 論 文 題 目	巻 単 板 積 層 材 の 製 造 と 強 度 に 関 す る 研 究		
主 査	筑波大学教授	農学博士	青 山 経 雄
副 査	筑波大学教授	農学博士	井 上 嘉 幸
副 査	筑波大学教授		陣 内 巖
副 査	筑波大学助教授	農学博士	柄 木 紀 郎

## 論 文 の 要 旨

木材資源の有効な利用法として、原木より薄い単板を切削し、これを接着して合板を製造する技術は以前から普及しているが、最近では単板を繊維方向に平行に積層接着して長方形断面の構造材料として利用する通直単板積層材の製造が試みられている。本研究ではこれをさらに進めて、単板を円筒状に巻いて接着することにより、資材を節約するとともに構造材としての強度効果をあげること为目标とした新しい木質材料、巻単板積層材を考案し、その製造技術、強度性能を検討し、実用化への指針を与えた。

### (1) 通直単板積層材の製造による接着条件の検討

巻単板積層材の接着条件を検討するとともに性能を比較するために、予備実験として通直単板積層材を製造した。供試材料としてはレッドラワンの0.7mm厚ロータリー単板を用い、接着剤は常温硬化性のポリビニールアルコールを主剤としイソシアネート系化合物を架橋剤とした水性ビニールウレタン系合成樹脂接着剤を使用した。接着条件は塗布量220g/m<sup>2</sup>、圧縮力1～13kg/cm<sup>2</sup>、圧縮時間10～180分とした。この結果ではせん断接着力は圧縮力7kg/cm<sup>2</sup>以上、圧縮時間10分以上であれば一定となった。これらの結果から巻単板積層材の接着条件を選択した。

### (2) 巻単板積層材の製造と圧縮圧力の分布

巻単板積層材の製造には、従来の合板製造などに用いられる平面の圧縮装置は使えないので、特殊な接着装置を開発した。その主要部は直径30mmの鋼製の巻取りローラとガイドローラ、これに巻

きつく送り用の含浸綿糸製ベルトがあり、これにベルト支持用ローラ、ベルトに張力を与えるエアシリンダなどから成る。

巻単板積層材の製造は、接着剤を塗布した単板をベルトにより送り、巻取りローラに巻取る。巻取った単板の圧縮はベルトの張力のほか、巻取りローラに接するガイドローラの接触加圧による。

単板を十分に接着させるために、巻取った単板積層材の内部の圧縮力の分布を実験と理論により解析した。応力は超小型圧力センサーを積層単板の中に埋めこんで測定した。巻取りローラ上の単板に加わる圧力はローラ円周上の部分によって異なり、ベルトに圧縮されている部分(I)、ガイドローラが接触加圧するせまい部分(II)、無負荷部分(III)の3部分に区別され、ローラ1回転ごとにこれを繰り返す。Iの部分は通常の合板製造時の圧縮力に比し非常に低い値であったが、IIの部分では短時間ではあるが極めて高い圧縮力を示した。層状材料における有限要素法を用いて解析した単板内部の圧力分布は実測値とよく適合し、内部への圧力の伝達は接線方向よりも主として半径方向に伝達されることがわかった。

### (3) 巻単板積層材の接着力と強度性能

巻単板積層材の接着力に影響する製造条件として肉厚、圧縮時間、巻取りローラの回転数について重回帰分析した結果、肉厚が影響することが明らかになった。そしてせん断接着力は肉厚にほぼ比例し、厚さ6mmにおいて通直積層材とほぼ等しい接着力となった。

縦圧縮最大荷重は肉厚に対して直線関係となったが、長さと比較して肉厚が小さい場合には局部的な座屈が発生するようで、最大荷重は低くなった。この座屈破壊は中実の圧縮破壊では荷重方向に対して45度の方向に破壊線を生ずるのに対して、巻単板積層材では円周方向に沿ってほぼ平行に破壊線を生じ、その上部または下部が陥没するような形で破壊した。

横方向の圧縮強度については、その最大荷重は非常に小さな値となった。そのため曲りばりの理論式より求めた横圧縮強度も通直単板積層材に比して小さな値を示した。これは巻単板積層材の横圧縮破壊は繊維に直角方向の引張りによって生ずるためと推定された。

曲げ試験は中央集中荷重方式により測定し、荷重点における局部的な押しつぶれ破壊を防ぐために特殊な保持具を荷重点にはめた。曲げ強度は長さとの比が10程度になるまでは次第に増加し、それ以上ではほぼ一定となった。強度値は通直単板積層材に対して70~80%の値となった。これは水平せん断応力が影響するためと考えて、この値と比較したところ、巻単板積層材の最大せん断応力の減少が生じていた。たわみ量は曲げによるたわみとせん断によるたわみの和からなり、これらの計算値に対して実測値は肉厚が小なる時は高いが、肉厚が6mm以上になるとほぼ一致した。

巻単板積層材の座屈試験を細長比10~80の範囲で実施した。座屈強度は肉厚と半径の比が変化してもほとんど一定であった。しかし長さが大になると座屈強度は低下する傾向を示した。薄板円筒の座屈理論から計算した値より実測値は低くなり、この式が適合しないことが分った。その他の座屈の実験についても適合性を検討したが、ジョンソンの式がよく一致した。

以上の結果より、巻単板積層材の製造にはローラ回転機構による間欠圧縮法によっても十分な接着力が得られることが明らかになり、構造材料としての巻単板積層材は、はりとしてよりも垂直な

柱としての使用の実用性があることが示唆された。この場合半径に対して肉厚をある程度以上大きくすることが望ましいと判断された。

## 審 査 の 要 旨

本研究はロータリー単板を材料として、これを円筒状に巻取り接着した構造用材料の巻単板積層材の製造と強度について探究している。中空円筒状とすることで材料の節約をはかるとともに、構造材料として十分な強度効果を得ることを目標としたがん新たな構想であり、優れた着眼といえる。

接着剤には加熱による作業上の困難を除くために、常温硬化性でかつ十分な接着力が得られる水性ビニールウレタン系合成樹脂接着剤を選択して、所期の効果をあげた。製造方法としては張力ベルトを利用してローラに巻取り、接着圧縮にはベルトの張力とガイドローラの接触圧力を利用した簡易な構造で必要な接着力を得ており、このようなローラ回転による間欠加圧方式は極めて独得なものである。圧縮時における積層単板内部の応力分布について有限要素法を用いた理論解析と実測とから詳細に検討している。また製造条件について肉厚、圧縮時間、ロール回転数などを実験計画法に基づいて探求し、肉厚が影響因子であることを見出し、実用上の指針となった。

さらに実用性能としての強度に対する検討を加え、縦圧縮、横圧縮、曲げ、座屈の諸強度について実験面と理論面からくわしく解析を行ない、巻単板積層材の利用法としては柱構造材としての使用が適当であることを指摘している。

以上のように、本研究は木材資源の節約、利用効率の向上に有効な新しい木質構造材料としての巻単板積層材の開発と実用化への基礎的研究として、学術上、応用上大きな意義をもつものと判断される。

よって、著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。