

## トドマツ間伐材を用いた L V L の製造 (第 2 報)

- 単板乾燥, 接着, 強度性能 -

真田 康弘 森 泉 周\*  
高橋 利男\*

### The Test Manufacturing of Todomatsu L V L ( )

- The properties of drying, adhesion and strength -

Yasuhiro SANADA      Shu MORIIZUMI  
Toshio TAKAHASHI

L V L was manufactured of small Todomatsu, *Abies sachalinensis* Fr. Schm, logs in a manufacturing process developed by Hokkaido Forest Products Research Institute, and studies were made on its qualities, usage, etc. The previous paper reported on the rotary cutting tests of the logs. This paper reports on the drying properties of the veneers, the conditions for their adhesion and bending strength of the L V L. Here is a summary:

1. With the veneers of small Todomatsu logs, warps caused by a roll drier were smaller than with veneers of small larch logs.
2. When a high frequency heating press was used, the pressure needed for a sufficient adhesion was  $12\text{kgf}/\text{cm}^2$ .
3. There was not much differens in bending strength between sapwood veneers L V L and heartwood. The use of the L V L structural members is not recommendable because of its low specific gravity, etc.

トドマツ間伐材から厚さ 4mmの単板を切削し, 乾燥試験, 接着力試験, 製造した L V L の強度試験を行った。その結果は以下のとおりである。

- (1) 乾燥操作にあたり辺材と心材で色調の差は無く, また心材には水食い材と呼ばれる高含水率部が存在することがあるため, 両者の分離は困難である。
- (2) 熱風乾燥による単板の狂いはカラマツ間伐材から切削した単板に比べ少ない。
- (3) 高周波加熱プレス圧縮圧  $8\text{kgf}/\text{cm}^2$  では接着剤塗布量よっては, L V L の接着力が不足する場合がある。圧縮圧  $12\text{kgf}/\text{cm}^2$  では接着剤塗布量にかかわらず, 良好な接着力が得られた。
- (4) トドマツ間伐材から製造した L V L の曲げ強度は辺材と心材で大きな差は無かった。この L V L の用途は比重が低くカラマツ材よりも強度水準が低いことなどから, 構造材としてよりもコア材などが適当であろう。

## 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では林産試型のLVL製造システム<sup>2)</sup>に、トドマツ間伐材を適用した場合の単板切削試験について報告した。その中でトドマツ間伐材とカラマツ間伐材の切削における相違点がいくつか見られたが、全体的にみて、表面あれの少ない単板を得ることができた。

ところでトドマツ材は辺材と心材の色調が変わらないため、肉眼観察による両者単板の区別が難しいうえ、両者の含水率の差はカラマツ材の場合よりも大きくなる。またトドマツの人工林材では水食い材とよばれる高含水率の心材がしばしば現れること<sup>3)</sup>や、水食い材の存在が製材の乾燥速度に影響するという報告<sup>4)</sup>も出されている。そこで本報ではトドマツ間伐材から得られた単板の乾燥性及び林産試験型のLVL製造システムによる接着条件、製造したLVLの強度性能について試験を行った結果を報告する。

## 2. 試験方法

### 2.1 単板乾燥試験

径級16~20cm、長さ3.65mのトドマツ間伐材を長さ50cmに玉切りし、外周駆動装置併用型のベニヤレーズを用いて切削した厚さ4mm、長さ46.5cm、幅52cmの単板を供試した。辺材及び心材単板の区分は、便宜的に原木の外周部と内周部それぞれから得られた単板をあてたが、その過程で単板含水率も考慮に入れた。

#### イ) 乾燥特性

熱風乾燥と熱板乾燥における乾燥特性を求めた。熱風乾燥は合板製造用の7セクション(長さ12.6m)のロールドライヤーを用い、機内温度140℃、送り速度4m/分(乾燥時間190秒)で全乾まで繰り返し乾燥し、乾燥経過及び厚さと幅の全収縮率を求めた。なお厚さ収縮率は各単板の4隅4点、幅収縮率は単板中央の50cm幅について測定した。

また、熱板乾燥は幅115cm、長さ3mの1段式熱板乾燥機を用い、熱板温度150℃、圧縮圧2kgf/cm<sup>2</sup>、乾燥時間60秒で全乾まで繰り返し乾燥し、熱風乾燥の場合と同様の測定を行った。

#### ロ) 移行含水率の影響

林産試型のLVL製造システムでは乾燥の前半に熱風乾燥を、後半に熱板乾燥を配置して乾燥による単板の狂いを防ぐようにしている。この熱風乾燥から熱板乾燥に移行する時の含水率の違いが、厚さと幅の収縮率に与える影響について検討した。

移行含水率は20、40、60%の3段階を設定し、辺材単板を用いた。熱風乾燥後速やかに測定、熱板乾燥を行った。熱板乾燥条件は熱板温度及び圧縮圧はイ)と同様とし、息抜きは40秒ごとに3回行った。なお厚さと幅収縮率の測定位置はイ)と同様である。

### 2.2 接着力試験

トドマツ間伐材から得られた単板はカラマツ間伐材から同様にして得られた単板<sup>5)</sup>に比べ、表面が平滑であった。また比重が小さいため圧縮圧が高い場合、厚さベリが大きい。このため接着剤塗布量及び圧縮圧をカラマツ間伐材を用いた場合に比べ、減少させようかどうかについて検討した。

接着剤塗布量は200、156、111g/m<sup>2</sup>の3条件、圧縮圧は8、12kgf/m<sup>2</sup>の2条件とし、3プライ、長さ3.7mのLVLを製造した。接着剤は尿素樹脂接着剤を用い、圧縮には高周波加熱プレスを用いた。なお高周波加熱プレスの条件は、カラマツ間伐材を用いた場合の最適条件<sup>6)</sup>を適用した。

接着条件の比較は日本農林規格(JAS)における単板積層材の浸せきはく離試験によって行った。試験片は各条件により製造されたLVLブロックの両端及び中央から各5片、従って各条件につき15片ずつ採取して用いた。

### 2.3 強度試験

森泉らは径級16~20cm程度のカラマツ材では辺材が成熟材に、心材が未成熟材にほぼ相当すると報告している<sup>7)</sup>。トドマツ間伐材においても心材には未成熟材が多く含まれると思われるため、辺材単板と心材単板それぞれから製造したLVLを用い、曲げ強度試験を行った。

試験に用いたLVLは尿素樹脂接着剤を使用し、接着剤塗布量200g/m<sup>2</sup>、圧縮圧14kgf/cm<sup>2</sup>で製造した。10プライのLVLブロックをほぼ204材相当(38° x 88°

mm)の断面にひき材し、辺材、心材それぞれ10体についてスパン240cmの3等分点4点荷重法により試験した。なお試験体の荷重方面は接着層と平行方向(パーティカル方向)である。

### 3. 試験結果

#### 3.1 単板乾燥試験の結果

##### イ) 乾燥特性

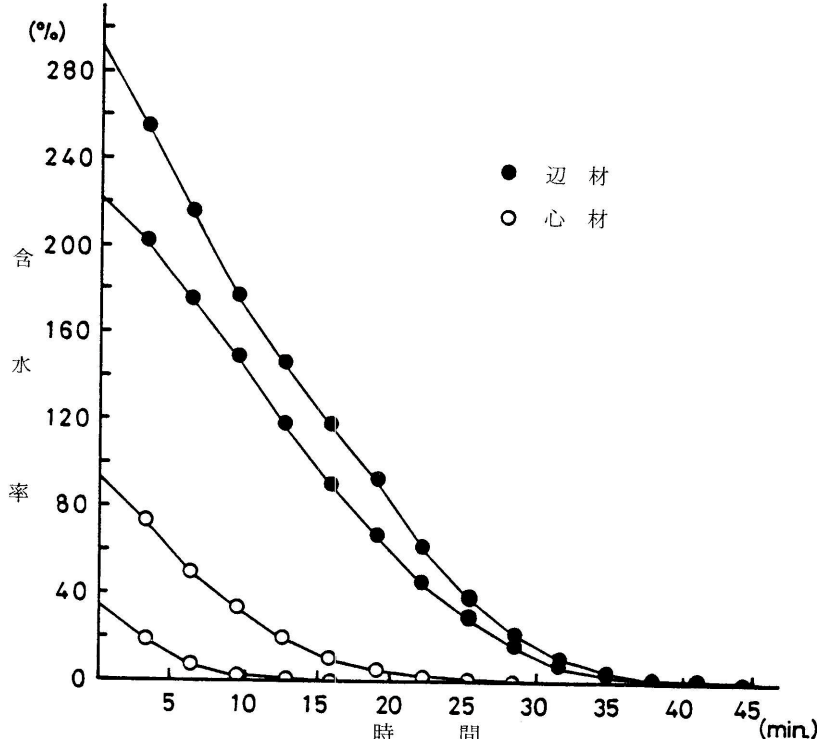
第1図に熱風乾燥における乾燥曲線の例を示す。4本の曲線は初期含水率の違いによる乾燥経過の違いを示しており、上側2本が辺材、下側2本が心材である。

各曲線を軸方向に平行移動した場合、互いにほぼ

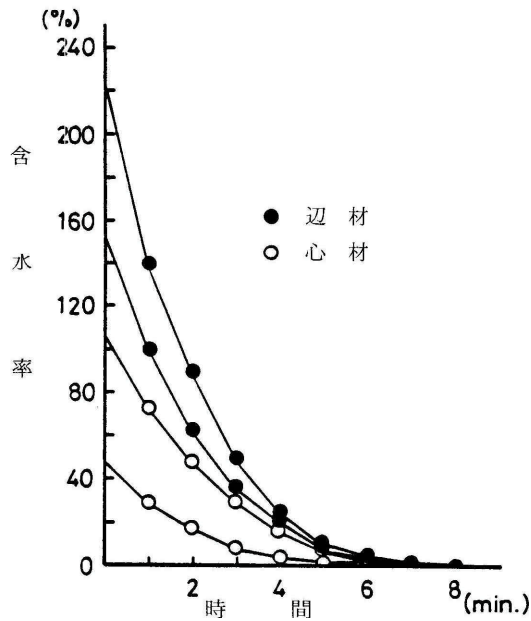
重なりあふ。これは含水率が同じであれば、辺材と心材の乾燥速度の差が少ないことを示している。

第2図に熱板乾燥における乾燥曲線の例を示す。熱風乾燥の場合と異なり、心材は辺材より乾燥速度が遅くなった。野崎らは今回の試験と同様に行われたカラマツ間伐材の単板乾燥について報告しているが、トドマツ間伐材の場合と一致している<sup>8)</sup>。

いずれにしてもトドマツは辺材と心材で含水率差が大きい、色調差がないことにより作業上両者を分けることは困難である。したがって実用上適切な乾燥条件を見いだすことは難しい。なお今回用いられた単板の平均含水率は辺材で250%程度、心材で50%程度であったが、心材には水食い材が含まれている場合が数多く見られ、心材と判定した単板の中にも含水率100%程度のもも見つけられた。したがって今回用いられたような1枚の大きさが小さい単板の乾燥では、辺材と心材による区分ではなく重量あるいは含水率による区分を行うなどして、効率的に乾燥することを考えねばならないであろう。

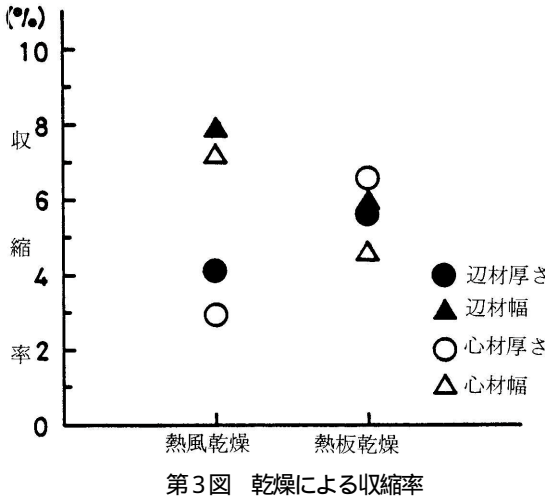


第1図 熱風乾燥曲線



第2図 熱板乾燥曲線

第3図に熱風及び熱板乾燥による単板の収縮率について示す。厚さ収縮率は熱板乾燥が熱風乾燥よりも大きな値となり、幅収縮率は逆に熱風乾燥が大きな値となる。また辺材と心材の収縮率の差はそれぞれ1%程



度である。なお体積収縮率は辺材では熱風乾燥が11.9%、熱板乾燥が11.5%、心材では熱風乾燥が10.0%、熱板乾燥が11.1%であり、乾燥法による大きな差は認められなかった。

ロ) 移行含水率の影響

第4図に移行含水率と収縮率の関係を示す。最終的な厚さ収縮率は移行含水率60%の場合が他より大きな値となった。また幅収縮率は移行含水率が低いものほど大きな値となった。これらはカラマツ間伐材単板の場合と同じ傾向である。

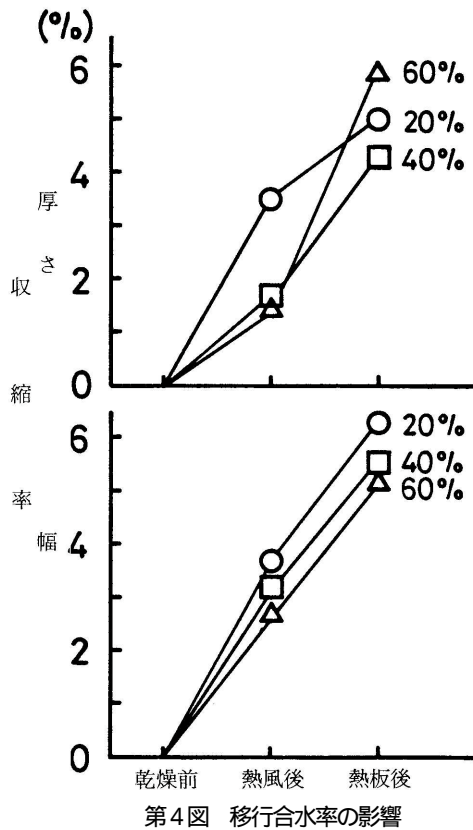
熱板乾燥後の体積収縮率は移行含水率20%が11.4%、40%が9.9%、60%が11.1%と、さほど大きな差は無い。しかし移行含水率のむらは製造するLVLの厚さむらに影響すると思われるので、含水率管理は重要である。

なお今回用いた単板を熱風乾燥のみで含水率10%以下まで乾燥した場合、カラマツ単板に比べ腰が弱いことなどもあり、特に大きな単板の狂いは見られなかった。

3. 2接着力試験の結果

第1表に浸せきはく離試験の結果を示す。数値は各条件15片の試験片のうち、JASに定められた基準に適合した試験片数をパーセントで示している。JASではこの値が90%以上を合格、60%以上90%未満を再試験、60%未満を不合格としている。

圧縮圧が8kgf/cm<sup>2</sup>の場合、接着剤塗布量が少ない時



第1表 浸せきはく離試験における基準適合率 単位：%

圧縮圧	塗布量		
	200g/cm <sup>2</sup>	156g/cm <sup>2</sup>	111g/cm <sup>2</sup>
8kgf/cm <sup>2</sup>	100	87	87
12kgf/cm <sup>2</sup>	93	100	100

はやや基準適合率が低い。この結果から表面あれや節などの状態によっては十分な接着力を得られないことも考えられる。圧縮圧が12kgf/cm<sup>2</sup>になると全体に良好な接着力を示している。このように十分な接着力を得るためには接着剤塗布量とともに圧縮圧も重要であるが、比重の小さいトドマツ材などに高い圧縮圧をかけた場合は厚さべりが大きく、製品の歩留まりが低下する。カラマツ間伐材によるLVLの場合圧縮圧は14kgf/cm<sup>2</sup>に設定しているが、トドマツ間伐材の場合12kgf/cm<sup>2</sup>で十分であり、用途や単板の品質などによっては更に低くすることが可能であろう。

## 3.3 強度試験の結果

第2表に曲げ強度試験の結果を示す。ところで森泉らは林産試型の製造システムによるカラマツ間伐材LVLの曲げ強度は、辺材のみ(ほとんどが成熟材)は曲げ強さ467kgf/cm<sup>2</sup>、ヤング率125tonf/cm<sup>2</sup>、心材のみ(ほとんどが未成熟材)では曲げ強さ272kgf/cm<sup>2</sup>、ヤング率96tonf/cm<sup>2</sup>と報告している<sup>9)</sup>。この値と比較した場合辺材については、トドマツLVLがカラマツLVLに比べ曲げ強さで約20%、ヤング率で約25%小さな値となっている。また心材については逆にトドマツLVLが曲げ強さで約20%大きな値となり、ヤング率の差は少ない結果となっている。

トドマツ間伐材から製造したLVLは辺材と心材で強度的にそれほど大きな差が無く、また辺材と心材の分離が実際上困難である。したがってトドマツLVLの強度性能は辺材心材に関係なく、全体として評価することが適当と思われる。

なお試験体の平均比重は0.40程度であった。この値と強度的な数値を考慮した場合、トドマツLVLの用途は構造材よりもコア材などとして考えるべきであろう。

## 4. まとめ

トドマツ間伐材から厚さ4mmの単板を切削し、乾燥試験、接着力試験、製造したLVLの強度試験を行った。その結果をまとめると以下のとおりである。

(1) 辺材と心材で色調の差は無く、また心材には水食い材と呼ばれる高含水率部が存在することがあるため、両者の分離は困難である。効率的な単板乾燥のためには重量や含水率などによる単板の仕分け方を考える必要がある。

(2) 熱風乾燥による単板の狂いはカラマツ間伐材から切削した単板に比べ少ない。

第2表 曲げ強度試験の結果

	辺材LVL		心材LVL		全体	
	$\sigma_b$	E	$\sigma_b$	E	$\sigma_b$	E
平均値	370	95	321	93	345	94
最大値	402	102	344	99	402	102
最小値	336	87	266	89	266	87

b: 曲げ強さ (kgf/cm<sup>2</sup>)

E: 曲げヤング率 (tonf/cm<sup>2</sup>)

(3) 高周波加熱プレス圧縮圧8kgf/cm<sup>2</sup>では、接着剤塗布量によってはLVLの接着力が不足する場合がある。圧縮圧12kgf/cm<sup>2</sup>では接着剤塗布量にかかわらず、良好な接着力が得られた。

(4) トドマツ間伐材から製造したLVLの曲げ強度は辺材と心材で大きな差は無かった。このLVLの用途は比重が低いことなどから、構造材としてよりもコア材として使うことが適当であろう。

## 文献

- 1) 真田康弘ほか1名: 林産試月報, 404, 11 (1985)
- 2) 小倉高規ほか4名: 木材学会道支部講演集, No, 13 (1981)
- 3) 宮島 寛: 北大演習林報告, 37, 3 (1980)
- 4) 信田 聡ほか3名: 林産試月報, 392, 1 (1984)
- 5) 高谷典良ほか2名: 同上, 367, 13 (1982)
- 6) 高谷典良ほか3名: 同上, 383, 1 (1983)
- 7) 森泉 周ほか3名: 同上, 384, 1 (1984)
- 8) 野崎兼司ほか3名: 同上, 378, 7 (1983)
- 9) 森泉 周ほか3名: 同上, 388, 1 (1984)

- 池田林務署 -

(前試験部 合板試験科)

- \*試験部 合板試験科 -

(原稿受理 昭60.5.8)