

水蒸気処理によるスギ単板圧密加工

山田 順治*, 住友 将洋*

Nobuharu Yamada, Masahiro Sumitomo

抄 録

密閉加熱水蒸気処理によるスギ単板圧密材の製造条件および固定効果の把握と機械的特性についての基礎的な検討を行った。

50%の圧密によりヤング率が2倍以上の値となり、明らかに強度向上が認められた。また、摩耗特性については良好な結果が得られ圧密により針葉樹材、低質材を家具材料として使う場合の問題点を改良することができた。寸法安定性は、辺材部で良好な寸法固定化が見られたが、心材部は辺材部に比べ寸法の固定化は十分ではなかった。

1 はじめに

近年、高級家具作りに必要な優良材が減少し、素材の面から製品の質の制約が生じ、工芸的家具作りが難しくなっている。将来さらに、優良な広葉樹材が枯渇することが予想され、これまで使用されてこなかった低質材、針葉樹材を積極的に家具・木製品に利用していく必要がある。木材の圧密、複合化技術、表面処理による高性能な家具材料の開発を目的とし試験を行っている。水蒸気処理によるスギ単板圧密材の製造条件および固定効果の把握と機械的特性についての基礎的な検討を行った。

2 試験方法

2・1 供試材料

供試材として、長さ3m、12cm角のスギ四面無節割角材を使用した。供試材よりスライサーを使用し、厚さ2.6mm、幅120mm、長さ1000mmの単板を作成した。単板は辺材と心材の2種類に分類した。

2・2 圧密単板の作成

(株)山本鉄工所製のホットプレス、密閉加熱処理装置を使用し、幅12cm、長さ100cmのスギ単板の圧密を2体ずつ行った。圧密は、厚さ2.6mmの単板を厚さ約1.3mmまでの50%圧縮、約1.8mmまでの30%圧縮の2条件とした。

プレス定盤温度146℃、プレス圧706kNによりス

ギ単板を圧密した。単板は圧密を行う前に煮沸し水分の調整を行った。密閉加熱処理装置内で30分間蒸気処理を行った後、蒸気を解放した。その後も加熱し密閉加熱処理装置内で定盤によるプレス乾燥を行った。3時間後に加熱を停止し放冷した。

2・3 試験片の作成

曲げ強度試験、硬さ試験、摩耗試験に用いる試験片を作成した。

長さ100cmの圧密単板2枚を中央部で切断した長さ50cmの単板を用い、幅12cm、長さ50cm、4層の積層材を作成した。接着剤は水性ビニルウレタンを用いた。この積層材を幅中央で切断し曲げ強度試験片を作成し、残りの材から硬さ試験片を作成した。曲げ試験片は幅50mm、長さ160mm、50%圧縮材では厚さ5.2mm、30%圧縮材では厚さ7.5mmとした。硬さ試験片は、厚さが15mm以上と規定されており、作成した積層材を3枚重ねて接着した。接着剤はシアノアクリレート系接着剤を用いた。用いたスライス単板に連続する無処理の単板より同様に試験片を作成し、コントロール材とした。コントロール材に用いたスライス単板は室内で含水率の調整を行った。

長さ100cmの圧密単板を中央部で切断した長さ50cmの単板を2.5mm厚ラワン合板の表裏面に接着し摩耗試験片を作成した。接着剤は水性ビニルウレタンを用いた。用いたスライス単板に連続する無処理の単板より同様に試験片を作成し、コントロール材とした。

2・4 圧密単板の性能試験

圧密単板の曲げ強度試験，硬さ試験，摩耗試験，寸法安定化の評価試験を行った。

曲げ強度試験は，JIS Z 2101の曲げ強度試験に準じ，(株)島津製作所製オートグラフAG500Dで，スパン140mm，ヘッドスピード5 mm/minで中央集中荷重方式により行い，曲げ強度，曲げヤング係数を求めた。

硬さ試験は，JIS Z 2101の硬さ試験に準じ，(株)島津製作所製オートグラフAG500Dで，10mmの鋼球を0.5mm/minの速度で材に圧入し，深さが0.32mmとなったときの荷重から硬さを求めた。

摩耗試験は，JIS Z 2101の摩耗試験に準じ，テーパー式摩耗試験機を用い，試験荷重を5.2Nとし，試験回転数500回時の摩耗減量と材密度より摩耗量を求めた。

寸法安定化の評価試験は，曲げ試験片の残材より50mm角の試験片を1体ずつ採取し，各条件について3体作製した。試験片の厚さを測定した後，各試験片を105℃の恒温乾燥機中で乾燥し厚さを測定し，次に沸騰水中に1時間浸せきし厚さを測定した後，105℃の恒温乾燥機中で乾燥し厚さを測定した。厚さ寸法の測定点は約13mm間隔に9点とした。回復度は以下の式により求めた。

$$\text{回復度} = (l_R - l_C) / (l_0 - l_C) \times 100 (\%)$$

ここで， l_0 は処理前， l_C は処理後， l_R は回復後の全乾状態の厚さを示す。

3 結果と考察

3・1 材の密度

材の密度は気乾状態で，50%圧密材は0.59g/cm³，30%圧密材で0.40g/cm³，無処理材で0.33g/cm³であった。無処理材に対する圧密材の密度の比率は50%圧密は1.79，30%圧密は1.21となった。単板の場合側方の拘束がなく，圧密プレスをした場合，幅120mmに対し加工後に3mmの幅方向の伸びが見られた。

3・2 曲げ強度試験

曲げ試験結果，圧密材の強度に関する効果を表1，表2に示す。

圧密することにより，曲げ強度および曲げヤング係数が向上した。50%の圧密により曲げヤング係数

の値は2倍以上の値となった。曲げ強度については，50%，30%の場合共に無処理材に対する密度の比と同程度性能が向上した。

表1 曲げ試験結果

試験体	曲げヤング率 Eb (kN/mm ²)	曲げ強度 σb (N/mm ²)	密度 ru (g/cm ³)	含水率 (%)
H50	12.05	79.7	0.58	5.9
H30	7.15	55.0	0.42	7.2
H50 C	4.90	45.0	0.33	10.5
H30 C	5.06	45.6	0.34	13.0
S50	10.71	75.7	0.60	6.5
S30	6.13	54.1	0.38	8.0
S50 C	4.81	44.0	0.33	9.9
S30 C	4.40	45.9	0.32	10.7

ここで，

H50，H30；スギ心材，50%，30%圧密材

S50，S30；スギ辺材，50%，30%圧密材

H50 C，H30 C，S50 C，S30 C；コントロール材，圧密0%

表2 圧密材の強度に関する効果

試験体	E_b / \bar{E}_b	$\sigma_b / \bar{\sigma}_b$	r_u / \bar{r}_u
H50	2.46	1.77	1.76
H30	1.41	1.21	1.23
S50	2.23	1.72	1.82
S30	1.39	1.18	1.19

ここで，

E_b ， σ_b ， r_u 圧密材の曲げヤング係数，曲げ強度，密度

\bar{E}_b ， $\bar{\sigma}_b$ ， \bar{r}_u コントロール材の曲げヤング係数，曲げ強度，密度

3・3 硬さ試験

硬さ試験結果を表3に示す。

表3 硬さ，摩耗試験結果

試験体	硬さ(平均) (N/mm ²)	硬さ(範囲) (N/mm ²)	摩耗量 (mm)
H50	5.25	3.8 ~ 9.0	0.089
H30	5.70	3.7 ~ 10.8	0.140
H50 C	7.83	3.9 ~ 10.8	0.162
H30 C	5.88	5.9 ~ 8.3	0.162
S50	10.49	4.9 ~ 15.7	0.084
S30	5.66	3.9 ~ 10.8	0.106
S50 C	6.13	3.4 ~ 12.3	0.143
S30 C	4.61	3.9 ~ 6.1	0.133

ここで，

H50，H30；スギ心材，50%，30%圧密材

S50，S30；スギ辺材，50%，30%圧密材

H50 C，H30 C，S50 C，S30 C；コントロール材，圧密0%

辺材部では、50%圧密材は無処理材に対し1.7倍、30%圧密材では1.2倍の硬さの向上が見られた。全体に硬さが向上した。心材部では逆に平均で0.82倍となり無処理材の方が硬い結果となった。スギ材の場合同じ材でも早材部、晩材部で硬さがかなり異なるため、測定点の影響が大きかったと思われるが、辺材に比べ心材の圧密材に硬さの向上が見られなかった原因は、現在の所不明である。

3・4 摩耗試験

摩耗試験結果を表3に示す。

50%圧密材では、心材部で1.8倍、辺材部で1.7倍耐摩耗性の向上、30%圧密材では、心材部で1.2倍、辺材部で1.3倍耐摩耗性の向上が見られた。この値は、圧密材の無処理材に対する密度の比とほぼ等しかった。

3・5 寸法安定化の評価試験

煮沸処理による回復度を表4に示す。

表4 煮沸処理による回復度

試験体	回復度（平均） （％）	回復度（範囲） （％）
H50	5.69	4.84 ~ 6.90
H30	9.03	5.94 ~ 12.6
S50	2.21	0.37 ~ 5.17
S30	2.63	1.39 ~ 4.84

ここで、
H50, H30；スギ心材，50%，30%圧密材
S50, S30；スギ辺材，50%，30%圧密材

回復度は辺材部50%圧密材で2.2%，30%圧密材で2.6%を示し、寸法の固定化が認められた。心材部では、回復度が50%圧密材では5.7%，30%圧密材では9.0%を示し、辺材部に比べ寸法の固定化は十分ではなかった。

圧密加工時の寸法固定化の因子は、熱盤の温度、蒸気処理時間等であるが、今回の試験では材中の水分を蒸気として使用するため、材の水分量が心材では辺材に比べ十分ではなかったと考えられる。また、熱盤の温度を上げ、蒸気処理時間を長くすることで、心材の寸法固定化を向上させることができると考えられる。

4 まとめ

水蒸気処理によるスギ単板圧密材の製造条件および固定効果の把握と機械的特性についての基礎的な検討を行った。

針葉樹材、低質材は強度的な理由、デザイン上の制約により家具材料にあまり使われていない。50%の圧密によりヤング率が2倍以上の値となり、強度向上が期待できるので家具材料として使用することが可能になる。また、家具材料では表面性能が重要であるため材の硬さ、耐摩耗性能が要求される。材の硬さについては、この試験では、材料の部分的ばらつきにより、明確な結果が得られなかった。耐摩耗性については50%の圧密を行うことにより良好な結果が得られた。圧密により針葉樹材、低質材を家具材料として使う場合の問題点を改良することができた。

寸法安定性は、辺材部で良好な寸法固定化が見られた。心材部は辺材部に比べ寸法の固定化は十分ではなかった。家具部材の開発に向け、単板圧密材の製造条件についても、引き続き併せて検討していきたい。

謝辞

本研究において、スギ材の圧密について、有益なご助言を頂いた、徳島県林業総合技術センター、仁木木材化工科長に対し深く感謝いたします。