

—研究—

蒸煮処理カラマツ材を用いた フェノール樹脂含浸圧密処理材 の製造とその性能

窪田 實 梅原 勝雄*1
菊地 伸一*2 平林 靖*3

Manufacture of Phenolic Resin Impregnated Compressed Wood by use of High - Pressure steamed Japanese Larch Lumber and Properties of the Products

Minoru KUBOTA
Shinichi KIKUCHI

Katsuo UMEHARA
Yasusi HIRABAYASHI

The heartwood of Japanese larch (*Larix leptolepis* GORDON) lumber (15×120×450mm) steamed under high pressure (160 , for 60min, 150min, or 240min) for improvement of permeability was impregnated with a water soluble phenol-formaldehyde resin (PF) , and then compressed with a hot press (compression ratios : 15%,30%or50% ; hot pressing : 140 , for 40min, 60min, or 80min) . The mechanical properties , the dimensional stability and the coating properties of the products and the color changes caused by the treatments were determined . The results obtained were as follows :

1) The impregnated compressed wood could be prepared without slight spring back after hot pressing under the following conditions : steaming , 150 min or 240 min at 160 ; hot pressing , 60 min or 80 min at 140 ; compression ratio , 30% or less .

2) The bending strengths of the products were equal to those of the untreated lumber . The surface hardness , the abrasion resistance and the coating strength of the products remarkably exceeded those of untreated lumber .

3) The dimensional stability of the products was affected by the variation of PF-resin loading. Marked thickness changes in dry and boiling cyclic tests were observed at the center of the PF - treated lumber with weight gains of less than 20% .

4) The color changes of the steamed lumber caused by PF - treatment were not significant because the lumber darkened during the steaming treatment .

Keywords : Japanese larch , steaming , phenol-formaldehyde resin , compression ,
surface properties
カラマツ , 蒸煮処理 , フェノール樹脂 , 圧密化 , 表面性能

蒸煮処理（160℃，60分，150分，240分）によって浸透性を改善したカラマツ心材の板目材（寸法：15×120×450mm）を用い、圧密化したフェノール樹脂(PF)含浸処理材（圧密比：15%，30%，50%，熱圧条件：140℃，40分，60分，80分）の製造試験を行い、適正な製造条件や得られた処理材の強度性能，寸法安定性，塗装性，材色変化などについて調べた。その結果，

- 1) 熱圧終了直後にスプリングバックが発生しない条件は，蒸煮処理が160℃では150分以上，熱圧条件は140℃で60分以上，圧密比は30%以内であり，この条件で圧密化したPF含浸処理材（圧密処理材）の製造が可能であった。
- 2) 得られた圧密処理材の曲げ強度性能は素材と同等であったが，表面硬さや耐摩耗性，塗膜の密着性は素材と比べ顕著に向上した。
- 3) 圧密処理材の煮沸・乾燥繰り返し処理による厚さ変化は，PF含浸量のバラツキの影響を受け，重量増加率が20%未満の場合，特に，材中央部で大きくなる傾向を示した。
- 4) 蒸煮処理は材を暗色化するので，PF含浸処理による材色変化はほとんど認められなかった。

1. はじめに

軟質材であるカラマツ材の表面硬さや耐摩耗性の改善を目的とし，まず蒸煮処理によってカラマツ材の浸透性を改善したのち，樹脂を含浸硬化させる方法について検討した。前報¹⁾においては，メタクリル酸メチル（以下，MMA）を用いたWPCの製造を試み，その適正な蒸煮条件や得られたWPCの強度性能について報告した。蒸煮処理は，材の浸透性を向上させる反面，強度性能の低下を伴うので，MMAを用いたWPC化では，曲げ強度性能が素材と同等まで回復せず，また，表面硬さも晩材部では素材と同等，早材部で素材の1.5倍程度となるにとどまった。

木材の寸法安定性や強度性能を向上させる方法としてフェノール樹脂含浸処理が古くから知られている²⁾。最近では，軟質針葉樹材にフェノール樹脂初期縮合物を含浸して圧密化することにより，比較的少ない含浸量で圧縮変形は完全に固定され，表面性能が顕著に向上することが報告されている³⁾。

そこで，本試験では，含浸する樹脂液にMMAより取扱が容易で安価なフェノール樹脂を用い，圧密化したフェノール樹脂含浸処理材の適正な製造条件や得られた処理材の曲げ強度性能，表面性能，寸法安定性，材色変化などについて調べた。

なお，本報告は，中小企業庁の地域技術おこし事業の補助を受け，平成4～5年度に行った試験であり，また，一部は物質工学連合部会第1回研究発表会（平成6年6月24日，つくば市）および第27回木材の化学加工研究会シンポジウム（平成9年10月2日，旭川市）において報告した。

2. 試験方法

2.1 蒸煮処理

前報¹⁾と同様にカラマツ心材部の板目材（厚さ20mm，幅150mm，長さ1200mm）を供試材とし，500l容量の耐圧釜で蒸煮処理を行った。処理条件は，前報¹⁾の結果を参考として，蒸煮温度160℃（飽和水蒸気圧6.3kgf/cm²）と一定にし，処理時間を60分，150分，240分とした。

蒸煮処理材は含水率が10%になるまで乾燥したのち，厚さ15mm，幅110mm，長さ450mmに裁断して以後の試験に供した。

2.2 フェノール樹脂含浸圧密処理材の製造試験

供試した樹脂は，大日本インキ株式製の含浸用水溶性フェノール樹脂（以下，PF），TD-2370D（揮発分：50%，粘度：20cp/20℃，pH9.28/20℃）であり，これを水で30%濃度に希釈して用いた。

PFの含浸処理は次のようにして行った。すなわち，ステンレス製バットに入れたPF水溶液中に供試材を浸せきし，これを注薬缶（径44cm，長さ200cm，耐圧20kgf/cm²）内にセットして，1時間減圧（30mmHg）後，4時間加圧（7kgf/cm²）した。

含浸処理後，供試材は一昼夜風乾したのち，まず50℃で16～24時間，次いで80℃で16～24時間熱風循環式乾燥機で含水率がほぼ5%になるまで乾燥し，以下の熱圧条件で圧密化したPF含浸処理材（以下，圧密処理材）を製造した。

熱圧温度：140℃

熱圧時間：40分，60分，80分

圧密比：15%，30%，50%

なお熱圧には、ヤマモト鉄工(株)製の実験用ホットプレス (TA-200-IW, 熱盤寸法 500 × 500mm, 総圧力 200t) を用い、毎分 1mm の速度で所定厚さまで試験材を圧縮したのち、所定時間加熱した。熱圧時には、一定の厚さを保つように制御したので、圧縮圧は、圧縮開始直後に最大 (15 ~ 20kgf/cm²) となり、その後低下して熱圧終了時には 1kgf/cm² 以下となった。また、圧密比は下式によって算出した。

$$\text{圧密比(\%)} = (h_0 - h_p) \times 100 / h_0$$

h_0 : 圧縮前の試験材中央部の厚さ

h_p : 圧縮時の熱盤間隔

熱圧終了後解圧すると、蒸煮条件や熱圧条件によっては、圧縮した材が完全に固定されず、特に材中央部で膨らむ現象が起きた。そこで、解圧後の材中央部の厚さを測定し、圧縮時の熱盤間隔に対する解圧後の厚さ変化率を下式により算出し、これをスプリングバック (以下 SB) とした。

$$\text{SB(\%)} = (h_s - h_p) \times 100 / h_p$$

h_s : 解圧後の試験材中央部厚さ

h_p : 圧縮時の熱盤間隔

また、PF 含浸処理前の供試材と熱圧終了後の圧密処理材の全乾重量を測定し、PF 処理に伴う重量増加率を算出した。

2.3 強度試験

上記試験において SB の認められなかった圧密処理材について曲げ強度試験、表面硬さ試験、耐摩耗試験を行った。

曲げ強度試験は、JIS Z 2113 に準じ、曲げ強さ、曲げヤング係数を求めた。なお、試験材は各条件 8 枚とし、スパン長は 200mm とした。

曲げ試験の終了した試験材を用い、JIS Z 2117 に準じて板目面の硬さ試験を行い、ブリネル硬さを測定した。測定は、各試験材 1 枚につき晩材部と早材部別に 2 点ずつ、計 4 点で行い、8 枚の平均値を求めた。

耐摩耗性試験は、曲げ強度試験の終了した試験材

から各条件 16 枚の試験片を採取して供試し、テーバ式摩耗試験機を用い、フローリングの JAS 摩耗 A 試験によって 500 回転後の摩耗深さ (d) を測定し、素材の摩耗深さ (d_0) に対する割合を次式で求め、耐摩耗度とした。

$$\text{耐摩耗度(\%)} = (d_0 - d) \times 100 / d_0$$

2.4 煮沸・乾燥繰り返し試験

圧密処理材の厚さ方向での寸法安定性を調べるため、煮沸・乾燥繰り返し処理を行い、各段階における試験片中央部の厚さを測定して処理前の厚さを基準とした厚さ変化を求めた。なお処理条件は下記のとおりである。

煮沸処理 : 水中で 4 時間煮沸

乾燥処理 : 24 時間風乾後、40°C で 20 時間ついで 105°C で 4 時間乾燥

供試材には、寸法が 15 × 110 × 450mm の蒸煮処理材 (蒸煮条件: 160°C, 150 分) を用いて製造した圧密処理材 (熱圧条件: 140°C, 60 分, 圧密比 30%) を長さ方向で 4 等分して 100mm 角としたものを用いた。

2.5 塗装性

塗膜の密着力ならびにウエザーメータを用いた促進劣化試験による塗膜光沢度の経時変化から圧密処理材の塗装性を評価した。

供試材には 2.4 項と同一条件で製造した圧密処理材を用いた。また比較のため蒸煮処理材 (160°C, 150 分) および素材も供した。

塗料は、ポリウレタン (PU) 系樹脂、アミノアルキッド (AA) 系樹脂、ニトロセルロース (NC) 系樹脂の 3 種類を用いた。塗装工程は次のようにした。まず # 240 で素地研磨後、下塗りとして、主剤に硬化剤、シンナー等を加え、PU 樹脂は不揮発分 35%、AA 樹脂は 35%、NC 樹脂は 24% とし、110 ~ 120g/m² 塗布した。次いで中塗りとして、# 320 で研磨後、PU 樹脂は不揮発分 24%、AA 樹脂は 36%、NC 樹脂は 17% とし 80 ~ 100g/m² 塗布した。最後に # 320 で研磨後上塗りとして、不揮発分 24% の PU 樹脂、35% の AA 樹脂、17% の NC 樹脂を 80 ~ 100g/m² 塗布し

た。塗装後、20℃、65%RHの恒温恒湿室内で30日間調湿して以下の試験に供した。

塗膜の密着力は、特殊合板のJAS平面引っ張り試験に従って求めた。なお試験材は各塗料7枚ずつとした。

ウエザーメータを用いた促進劣化試験による塗膜の光沢度の変化は、つぎのようにして測定した。すなわち、試験材をサンシャインアーク灯式耐候試験機(スガ試験機(株)製、WEL-6XS-HC-BECS型)に装着し、JIS K 5400 塗料一般試験法を参考として促進耐候処理を最大照射時間864時間まで行った。この間の塗膜の光沢度(JIS Z 8741 鏡面光沢度測定法にもとづく60度鏡面光沢度)をデジタル変角光沢度計(スガ試験機(株)製、SM4型)を用いて経時的に測定した。

2.6 材色の測定

PF含浸処理の欠点として、含浸樹脂による変色⁴⁾があげられる。そこで、蒸煮処理材をPF処理した時の材色変化を調べ、素材にPFを含浸した場合と比較した。材色の測定にはスガ試験機(株)製の測色色差計SM-3型を用いた。受光径は30mmとし、明度指数L*およびクロマティネス指数a*、b*を求めた。

第1表 蒸煮条件とフェノール樹脂含浸量
Table 1. Relation between steaming conditions and weight percent gains.

蒸煮時間 ^{a)} (分) Steaming time (min)	重量増加率 Weight percent gain (%)		
	最小値 Min.	平均値 Ave.	最大値 Max.
	0	14.2	15.2
60	14.6	25.5	37.2
150	13.8	24.7	37.0
240	13.1	26.5	37.2

注) : 含浸条件 : PF濃度 ; 30%, 減圧 (30mmHg) 1時間後加圧 (7 kgf/cm²) 4時間

a) : 蒸煮温度 : 160℃

Note : impregnated condition: PF-concentration; 30%, vacume (30mmHg) 1hr-pressure (7kgf/cm²) 4h

a): Steaming temperature: 160℃

3. 結果および考察

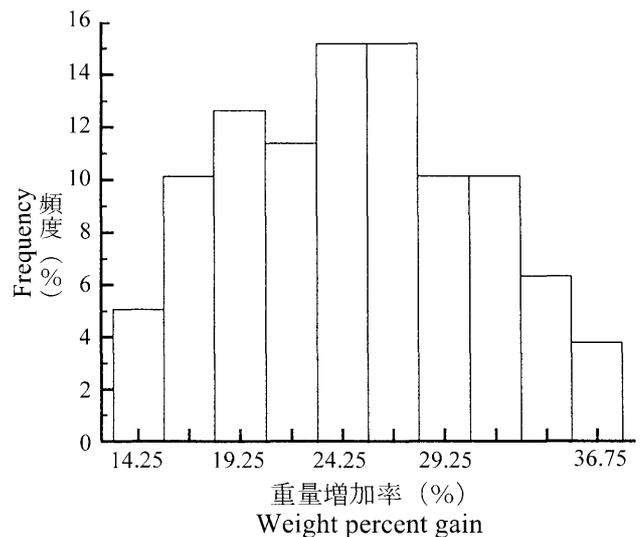
3.1 フェノール樹脂含浸量

第1表に素材および各蒸煮処理材のPF含浸処理に伴う重量増加率測定結果を示す。素材の重量増加率は平均値で15%であるが、蒸煮処理後のそれは25%に増加しており、蒸煮処理がカラマツ心材部の浸透性改善に効果のあることが理解される。しかし、蒸煮処理を行ってもPF含浸量にはかなりのバラツキが認められた。このバラツキを蒸煮条件160℃、150分の場合について頻度分布で示すと第1図のとおりである。なお同図は、80枚のPF処理材について、重量増加率の間隔を2.5%として算出したものである。

3.2 製造条件とスプリングバック

第2図は、蒸煮温度160℃、熱圧条件140℃、40分、圧密比30%の場合の蒸煮時間とSBの関係を示す。

素材のSBは、平均25%であり、圧密化が不可能であった。しかし、蒸煮処理すると、処理時間が長くなるにしたがってSBは低下し、またそのバラツキも小さくなる傾向を示した。この原因として、蒸煮処理によるPF含浸量の増加と材の軟質化が考えられ

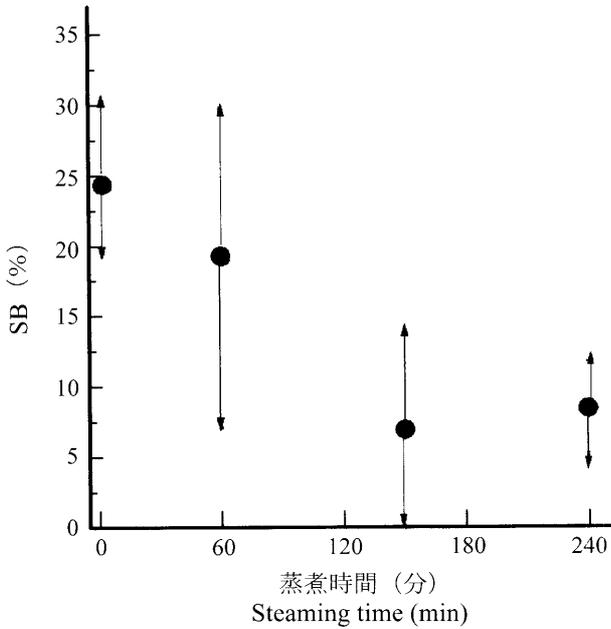


第1図 フェノール樹脂含浸処理に伴う重量増加率の頻度分布

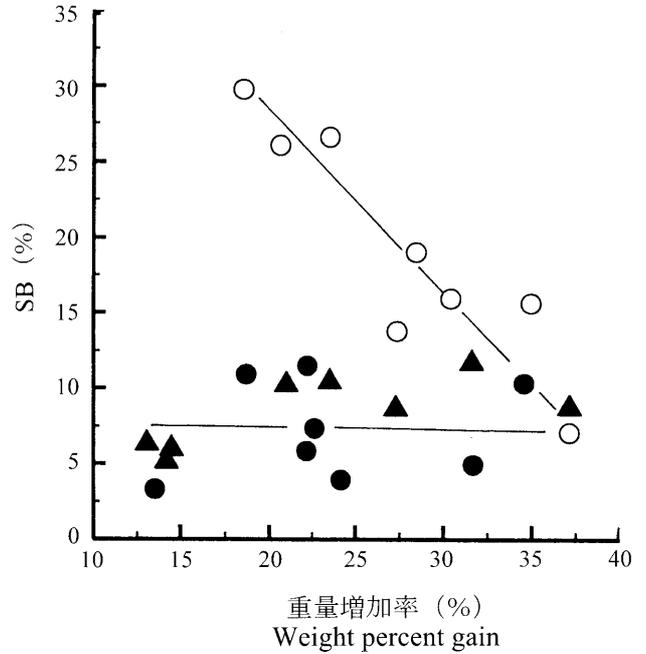
注) : 試験材寸法 : 15 × 120 × 450mm, 試験体数80, 蒸煮条件 : 160℃・50分, 注入条件 : フェノール樹脂濃度30%, 減圧 (30mmHg) 1時間・加圧 (7 kgf/cm²) 4時間

Fig.1. Frequency distribution of weight percent gain.

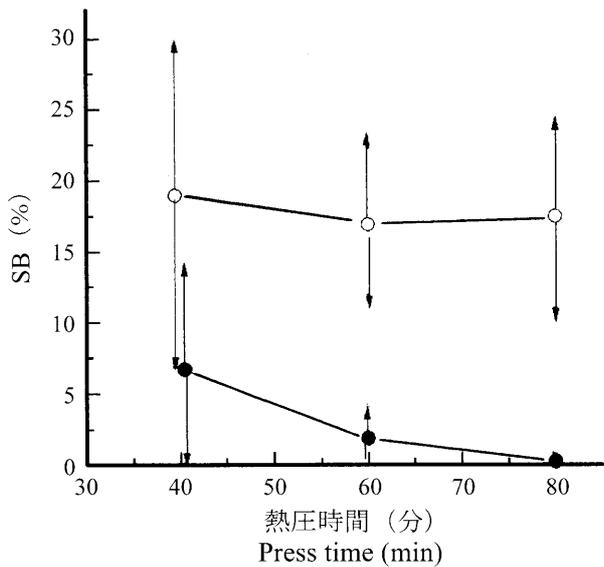
Note : size of specimen : 15 × 120 × 450mm; number of specimen : 80; steaming : 160℃, 150min; impregnating : PF-concentration 30%, vacume (30mmHg) 1hr-pressure (7 kgf/cm²) 4h



第2図 蒸煮条件とスプリングバック(SB)の関係
 注) : 蒸煮温度:160°C, 熱圧条件:140°C, 40分, 圧密比:30%
 凡例 : \longleftrightarrow : 平均値の95%信頼限界
Fig. 2. Relationship between spring back(SB) and steaming condition.
 Note :steaming temperature:160°C; hot press:140°C, 40min; compression ratio:30%
 Legend : \longleftrightarrow :95% confidence ranges



第3図 重量増加率とスプリングバック(SB)の関係
 注) : 蒸煮温度:160°C, 圧密比:30%
 凡例 : 蒸煮時間: ○:60分, ●:150分, ▲:240分
Fig. 3. Relationship between spring back(SB) and weight percent gain.
 Note :steaming temperature:160°C;compression ratio:30%
 Legend :steaming times: ○:60min; ●:150min; ▲:240min



第4図 熱圧条件とスプリングバック(SB)の関係
 注) : 熱圧温度:140°C, 圧密比:30%
 凡例 : 蒸煮条件: ○:160°C, 60分, ●:160°C, 150分, \longleftrightarrow : 平均値の95%信頼限界
Fig. 4. Relationship between spring back(SB) and hot press condition.
 Note :hot press temperature:140°C,compression ratio:30%
 Legend :steaming conditions:○:160°C, 60min
 ●:160°C,150min, \longleftrightarrow :95% confidence ranges

る。本試験に用いたPF含浸処理材の重量増加率は、第1表に示したように、素材と蒸煮処理材の間には大きな差が認められるが、蒸煮処理材間ではほとんど差はない。しかし、SBは蒸煮時間60分と150分の間で大きく低下していることから、蒸煮時間150分以上の場合には、材が軟質化して圧密化が容易になったものと考えられる。このことは、つぎの結果からも推定される。すなわち、本試験に供した試験材は、同一蒸煮条件であっても重量増加率が14~37%の範囲にあり(第1表および第1図)、個々にかなり異なっている。したがって、PF含浸量だけがSBに関与するのであれば、各蒸煮条件において重量増加率の多いものほどSBが小さくなるはずである。しかし、各蒸煮処理材の重量増加率とSBの関係は第3図に示すとおりであり、蒸煮時間が60分の場合には、重量増加率が多くなるにしたがってSBが低下する傾向を示し、蒸煮時間が150分および240分の場合には、重量増加率に関係なく、SBはほぼ一定の値を与えた。

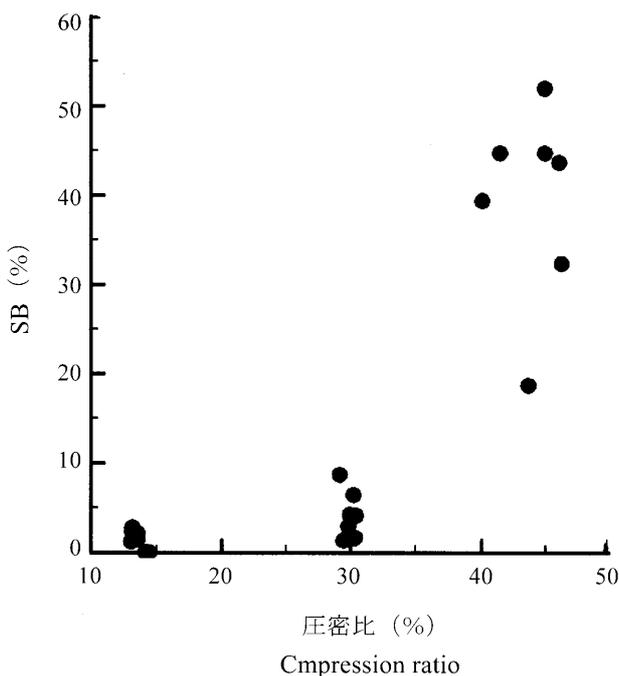
第2図に示したSBは、少ないものでも平均値で10

%近くあり、実用上問題がある。そこで、さらにSBを小さくするため、熱圧条件とSBの関係を調べた。結果は第4図に示すとおり、蒸煮時間60分の場合、熱圧時間を長くしてもSBはほとんど変化せず、高い値(15~20%)を与えた。しかし、蒸煮時間が150分の場合、熱圧時間が長くなるとSBは低下し、熱圧時間が60分以上では、SBの平均値は2%以下となり、バラツキも少なく、ほとんど無視できる程度となった。

第5図は、圧密比とSBの関係を示す。蒸煮条件は160°C、150分、熱圧条件は140°C、60分の場合である。図からわかるように、圧密比が30%を越えるとSBは急激に増加する傾向を示した。

以上の結果、温度160°C、時間150~240分の条件で処理した蒸煮処理材(寸法15×110×450mm)に30%濃度のPFを加圧注入した後、140°Cで60~80分、圧密比は30%以内の条件で熱圧することにより圧密処理材を製造することができた。

なお、蒸煮時間が長くなるほど蒸煮処理材の強度性能は低下するので、必要以上に長時間蒸煮処理を



第5図 圧密比とスプリングバック(SB)の関係

注) :蒸煮条件:160°C, 150分, 熱圧条件:140°C, 60分
Fig. 5. Relationship between spring back(SB) and compression ratio.

Note :steaming:160°C,150min;hot press:140°C,60min

行うのは得策ではない。したがって、上記蒸煮時間は、240分より150分の方が好ましいと考えられる。また、160°C、150分の条件で得られる蒸煮処理材の明度指数L*は47となる。前報りにおいて、蒸煮条件(温度および時間)と材色(明度指数L*)との間に多重相関が認められることを報告した。この相関関係を適用すると、L*が47となる蒸煮条件は、温度が150°Cの場合は270分、170°Cの場合は90分であり、これらの蒸煮条件でも本試験と同様にSBの少ない圧密処理材が得られるものと考えられる。

3.3 強度性能

上記試験でSBが認められなかった圧密処理材(蒸煮条件:160°C, 150分, 熱圧条件:140°C, 60分, 圧密比:15%, 30%)について、曲げ強度試験、表面硬さ試験、耐摩耗試験を行った。結果を第2表に示す。なお表には比較のため、素材および蒸煮処理材の強度性能も示した。

素材の曲げ強さは、平均値で782kgf/cm²、曲げヤング率は85.4×10³ kgf/cm²であるが、蒸煮処理によって強度性能は低下し、160°Cで150分の処理では、曲げ強さが素材の50%、曲げヤング率は素材の70%程度となる。しかし、この蒸煮処理材にPFを含浸し、圧密化すると曲げ強度性能は素材と同等まで回復した。

また、表面硬さについても、蒸煮処理によって低下し、本試験条件では、早材部、晩材部ともに素材の1/2以下となる。しかし、PF含浸圧密処理後は、顕著に表面硬さは向上し、早材部で1.7~2.1kgf/mm²(素材の2.3~2.7倍)、晩材部で2.7~3.1kgf/mm²(素材の1.3~1.6倍)のブリネル硬さを与えた。前報りにおいてMMAを用いて製造したWPCのブリネル硬さは、早材部で素材の1.5倍、晩材部では素材と同等程度であったことから、表面硬さの向上効果は、PF含浸処理の方が高いといえる。

耐摩耗性についても、PF含浸圧密処理により向上し、耐摩耗性試験における圧密処理材の摩耗量は素材に対し45~55%減少した。

3.4 煮沸・乾燥繰り返し処理による厚さ変化

第1図に示した圧密処理材(蒸煮条件160°C, 150

第2表 フェノール樹脂含浸圧密処理材の強度性能

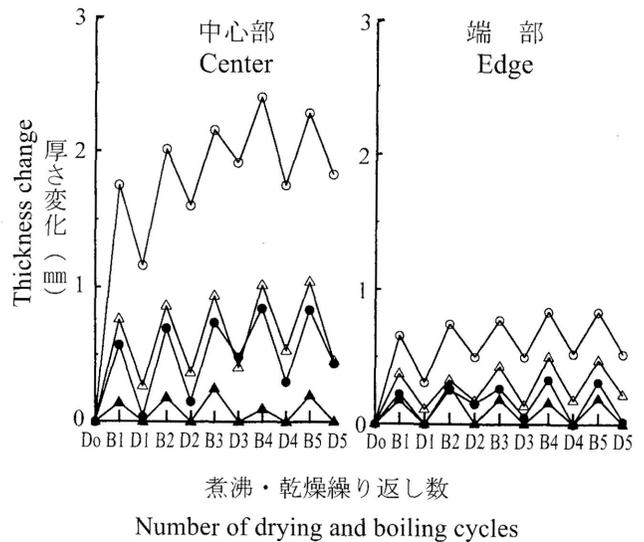
Table 2. Mechanical properties of phenol formaldehyde resin-treated compressed specimens.

蒸煮時間 ^{a)} (秒) Steaming time (min)	重量増加率 ^{b)} (%) WPG (%)	熱圧時間 ^{c)} (秒) Press time (min)	圧密比 Compression ratio (%)	曲げ強さ MOR kgf/cm ²		曲げヤング率 MOE × 10 ³ kgf/cm ²		ブリネル硬さ Brinell hardness kgf/m cm ²				耐摩耗度 Abrasion resistance (%)
								早材部 Early wood		晩材部 Late wood		
				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
				Ave.	Standard deviation	Ave.	Standard deviation	Ave.	Standard deviation	Ave.	Standard deviation	
0	0	0	0	782	62	85.4	8.5	0.75	0.04	1.88	0.12	—
150	0	0	0	353	70	62.8	9.6	0.38	0.04	0.88	0.06	23
150	23.6	60	30	721	86	109.3	17.7	1.72	0.23	2.70	0.30	45
150	22.4	60	15	675	268	110.4	35.4	2.07	0.17	3.10	0.44	56

注) : a):蒸煮温度は 160°C, b):フェノール樹脂含浸率の平均値, c):熱圧温度は 140°C
 Note :a):Steaming temperature:160°C ;b):Weight percent gains by average ;c):Press temperature:140°C

分, 圧密比30%) の中から重量増加率が15%, 20%, 25%, 30%で, それぞれ±0.5%の範囲にあるものを選び (各条件3~6枚), 煮沸・乾燥繰り返し処理に伴う厚さ変化を調べた。結果を第6図に示す。図中の端部とは, 長さ450mmの圧密処理材を4等分した両端部分の試料についての厚さ変化の平均値であり, また, 中央部とは端部の残りの部分についての平均値である。

煮沸・乾燥繰り返し処理による試験片の厚さ変化は, PF処理に伴う重量増加率が少ないものほど大きくなり, また端部と比べ中央部で大きくなる傾向を示した。特に, 重量増加率が15%の場合, 中央部での厚さ変化が大きく, 5回の煮沸・乾燥繰り返し処理で厚さが1.8mm増加し, 圧縮した4.5mmの40%が回復した。しかし, 端部では比較的厚さ変化が少なく, 5回の煮沸・乾燥繰り返し処理で0.5mm程度(回復率約10%)の厚さ増にとどまった。重量増加率が20%および25%の場合には, 中央部でも5回の煮沸・乾燥処理後の厚さ増は0.5mm以下であり, また, 重量増加率が30%の場合には, 中央部, 端部ともに乾燥時の厚さ増は認められず, 圧密化は完全に固定された。このように, 中央部が端部より厚さ変化が大きくなるのは, 木口から離れた中央部では, 樹脂の含浸量が少ないことによるものと考えられる。カラマツ心材部の蒸煮処理材(160°C, 150分処理)を圧密化(圧密比30%以内)した場合, これを煮沸・乾燥繰り返し処理に耐えうるまで固定するためには, PF含浸量が, 重量増加率で少なくとも15%以上必要



第6図 煮沸(B)・乾燥(D)繰り返し処理による厚さ変化

注) :蒸煮条件:160°C, 150分, 熱圧条件:140°C, 60分, 圧密比:30%

凡例:重量増加率:○:15%, △:20%, ●:25%, ▲:30%

Fig. 6. Thickness changes of phenol formaldehyde resin treated compressed specimens in drying(D) and boiling(B) cycle test.

Note :steaming:160°C,150min;hot press:140°C, 60min;compression ratio:30%

Legend :weight percent gain:○:15% ;△:20% ;●:25% ;▲:30%

であり, 試験材全体で重量増加率が15%であっても, これが均質に含浸しているのではなく, 端部では15%以上となり, 中央部ではそれ以下となるため, 前者の厚さ変化が顕著に大きくなったものと思われる。重量増加率が20%以上の場合には, 中央部

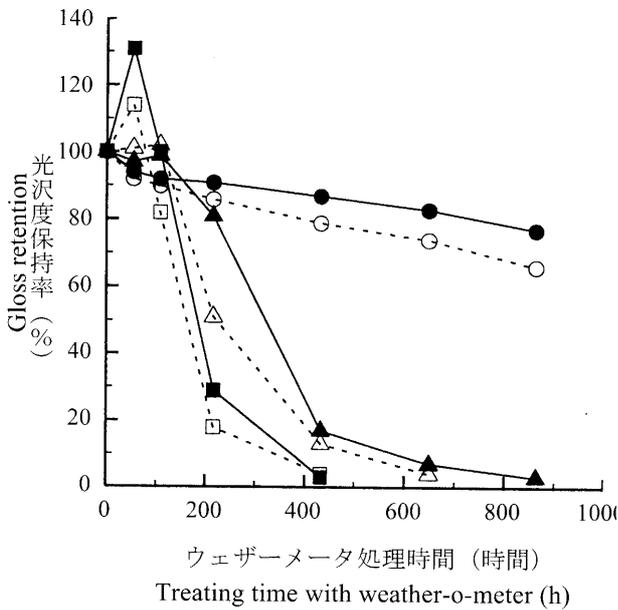
第3表 フェノール樹脂含浸圧密処理材の塗膜の密着力

Table3 .Coating strength tests for phenol formaldehyde resin - treated compressed specimens .

塗料 Paints	素材 Control				PF- 処理材 PF-treated specimen ^{a)}			
	密着力 Strengths kgf/cm ²		木部破断率 Wood failues %		密着力 Strengths kgf/cm ²		木部破断率 Wood failues %	
	平均値 Ave.	標準偏差 Standard deviation	平均値 Ave.	標準偏差 Standard deviation	平均値 Ave.	標準偏差 Standard deviation	平均値 Ave.	標準偏差 Standard deviation
ポリウレタン系樹脂 Polyurethane resin	21.3	1.3	64	15	31.3	4.7	76	9
アミノアルキッド系樹脂 Aminoalkyd resin	12.8	4.9	12	18	18.0	7.9	59	24
ニトロセルロース系樹脂 Nitrocellulose resin	10.3	2.7	4	5	13.8	3.8	23	10

注) : a) : 製造条件 : 蒸煮 ; 160 , 150分 , 熱圧 ; 140 , 60分 , 圧密比 ; 30%

Note : a) : Preparation conditions : steaming : 160 , 150min ; hot press : 140 , 60min ; compression ratio : 30%



第7図 促進耐候試験による光沢度保持率の経時変化

凡例 : 塗料の種類 : 〇 : ポリウレタン系, △ : アミノアルキッド系, □ : ニトロセルロース系 ; PF処理材, - - - : 素材

Fig.7 . Changes of gloss retention by accelerated weathering test .

Legend : Paints : 〇 : polyurethane resin ; △ : aminoalkyd resin ; □ : nitrocellulose resin ; PF - resin treated compressed specimen - - - : Control

でもPF含浸量が15%近辺あるいはそれ以上となり、厚さ変化が少なくなったものと考えられる。

第6図は前項までの試験結果から適性と考えられる条件で製造した圧密処理材を用いて行った試験である。しかし、苛酷な環境条件下では厚さ変化が大きくなると考えられる重量増加率20%未満の圧密処理材は全体の15%占めており(第1図参照)、屋内で使用する場合は問題ないと考えられるが、屋外などで使用する場合には、含浸処理時間を長くするなど、さらに含浸量を増加させるための工夫が必要である。

3.5 塗装性

3.3項で用いた圧密比30%の圧密処理材について、3種類の塗料を用いた塗膜の密着力試験を行ない、素材のそれと比較した。結果を第3表に示す。PU系、AA系、NC系のいずれの塗料も素材と比べ圧密処理材では高い密着力を与え、また木部破断率も高い値を示しており、PF含浸圧密処理によって塗膜の密着性の向上したことが認められた。

また、ウエザーメータを用いた促進劣化処理による光沢度の経時変化から塗膜の耐久性について評価した。結果は第7図に示すとおり、各塗料ともウエ

ゲーメータの処理時間に対する光沢度保持率の値が素材と比べ若干PF処理材の方が上回っているものの大きな差は認められず、PF含浸圧密処理が塗膜の耐久性に及ぼす影響は認められなかった。

3.6 材色変化

素材から蒸煮処理（160℃，150分）、PF処理までの材色変化を第8図に示す。素材のL*，a*，b*はそれぞれ66.8，12.7，29.7である。蒸煮処理後のL*，a*，b*は48.0，10.6，28.3となり、a*，b*の値は素材とほぼ同じで色相は変わらないが、明度(L*)が大きく低下して暗色化する。

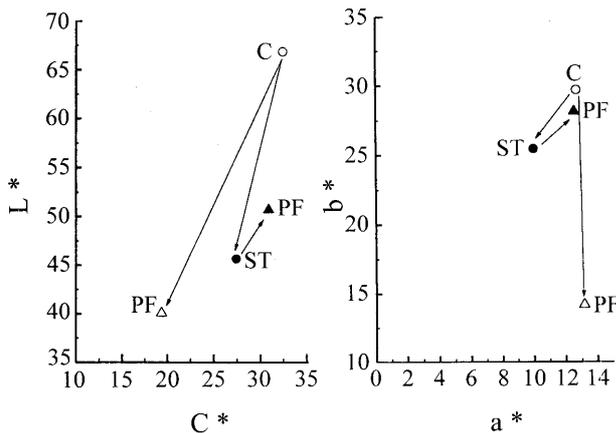
素材をPF含浸処理した場合、色相、色調ともに大きく変化し、a*（13.7）は素材と変わらないがb*（14.2）が大きくマイナス側に移行し、赤みが増す。またL*（40.1）も大きく低下して暗色化し、素材に対する色差（E*）も31.0と極めて大きい。一方、蒸煮処理材をPF含浸処理した場合、L*，a*，b*はそれぞれ50.7，12.6，28.1であり、蒸煮処理によって暗色化しているためPF処理による材色変化は小さく（蒸煮処理材に対するPF処理後のE*は3.4）、素材ほどPF含浸処理による材色への影響は認められない。カラマツ材は、早材と晩材の色の差が大きく、こ

れにPFを含浸すると、ますます早晚材間の色の差が目立つようになる。しかし、蒸煮処理材では、早晚材間での色の差は少なくなり、PF含浸処理してもほとんど色は変わらないので、PFの含浸むらも目立たず、重厚で落ち着いた感じの材料が得られる。

4. まとめ

カラマツ板材（厚さ15mm）を対象として、まず蒸煮処理によって材への樹脂液の浸透性を改善し、これにPFを含浸させ熱圧硬化させると同時に材を圧密化することにより、材表面の硬さや耐摩耗性を向上させる方法について検討した。その結果、蒸煮条件や熱圧条件によっては、圧密化が困難であることが認められたが、蒸煮温度160℃の場合には、蒸煮時間150～240分、熱圧温度は140℃で60～80分、圧密比は30%以内の条件でPF含浸圧密処理材を製造することができた。得られた製品の表面硬さは素材の1.3～1.6倍となり、耐摩耗性や塗膜の密着性にも優れることが認められた。

また、PF含浸による材色変化もほとんど認められず、蒸煮処理による重厚な色合いが保たれた。しかし、蒸煮処理を行ってもPF含浸量にはバラツキがあり、PF含浸量が少なく、重量増加率が20%未満のものは、煮沸・乾燥繰り返し試験で厚さ方向の寸法方向の変化が大きくなる傾向が認められた。



第8図 蒸煮処理およびフェノール樹脂処理に伴う材色変化

凡例：C：素材，ST：蒸煮処理（160℃，150分）後
PF：フェノール樹脂処理後

Fig. 8. Changes of color resulting from steaming and Phenol formaldehyde resin treatment.

Legend: C: control; ST: after steaming (160℃, 150min); PF: after phenol formaldehyde resin treatment

文 献

- 1) 窪田 實 ほか3名：林産試験場報，11（5），18 - 22（1997）。
- 2) 後藤輝雄：“木材利用の化学”，共立出版社，P. 261-263（1983）。
- 3) 井上雅文 ほか3名：木材学会誌，37（3），227 - 233（1991）。
- 4) 井上雅文 ほか4名：木材学会誌39（2），181 - 189（1993）。

- 技術部 部長 -

- *1：利用部 物性利用科 -
- *2：性能部 耐久性能科 -
- *3：性能部 接着塗装科 -

（原稿受理：97.12.19）