

圧縮条件がフェノール合板の品質に及ぼす影響

瀬戸 健一郎* 野崎 兼司**

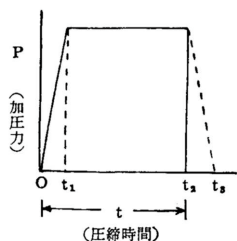
林産試験場月報および木材の研究と普及(1967年5月号)では、フェノール合板の製造に関する一般的事項とフェノール樹脂の塗布作業上の問題点について述べた。本号では、圧縮条件が品質に及ぼす影響について述べる。

フェノール合板の製造方法には、通常の方法とはやや異なった方法、すなわち、被接着単板をその含水率が殆んど全乾状態となるまで乾燥し、粘度の低いフェノール樹脂を充填剤を加えることなく微量塗布を行ない、熱圧後合板の表裏に水打ちをして堆積し、調湿と共に狂いを防ぐ方法があるが、この試験は通常法によった。ここでは、塗布圧縮条件が合板の厚さ減り、汚染、狂いに及ぼす影響についての実験結果を述べ、これ等の防止方法について考察する。

1. ホットプレスの圧縮特性

試験は、工場生産規模において行なったので、ホットプレスの圧縮特性および接着層の温度上昇経過が実験室ホットプレスの場合とやや異なっている。

試験に用いたホットプレスは、名機製1060×2000×30mm - 5段 300トン、圧縮特性は第1図のとおりである。

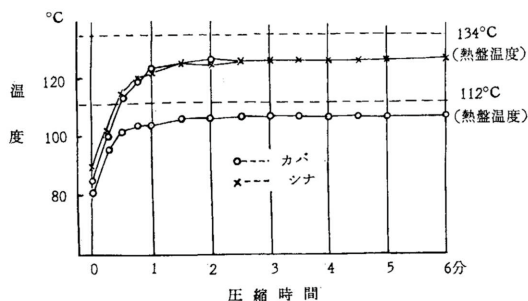


第1図 試験に用いたホットプレスの圧縮特性
 $t_1 = 6 \sim 7$ 秒
 $t_3 - t_2 = 10$ 秒

JISによる熱盤精度の測定結果は、第1段 $D = 0.50$ 、第2段 $D = 0.43$ 、第3段 $D = 0.39$ 、第4段 $D = 0.45$ 、第5段 $D = 0.42$ であり、
 2級規格値 $= 0.06 + \frac{0.2000}{1000} \cdot L > D$ (D)

$= Ra - Rb$, $L = 2263.5$, $Ra =$ 圧縮前の合板厚の最大差, $Rb =$ 圧縮後の鉛線厚) であるから2級合格品と判定される。

単板構成が1.0+4.5(ラワン)+1.0mm、塗布量30g/(30cm)²の熱圧時の接着層の温度上昇経過について第2図に示す。圧縮時間は、熱盤閉鎖時(合板挿入後約15秒)を0とし、温度は、熱電対により、合板



第2図 圧縮中の接着層の温度上昇経過

(91×91cm)の接着層の中央部1点を測定した。

図には、熱盤温度が 134 ± 1 、および 112 ± 1 の場合を示してある。これによると、熱圧初期1分間で接着層の温度は急に上昇し熱盤との温度差は8~12、2分後はほぼ一定に保たれ、6分後の熱盤との温度差は6~8となる。温度上昇についての樹種の影響および100 付近での温度上昇の遅延現象は認められなかった。

2. 厚さ減り

フェノール合板の製造では、熱圧温度が比較的高温であり、熱圧時間も長いので合板の厚さ減りが大きく厚さの10%にも達することがある。従って、接着力に影響しない範囲で加圧力を減じ厚さ減りを防止するこ

とは合板の歩止りからみて重要な問題である。

合板の圧縮条件に関しては、1)~7)の文献があり、特に厚さ減りについては、8)~11)により、厚さ減りが熱圧温度、圧力に大きく影響されることが報告されている。11)は、厚さ減りをクリープの実験方法により解析している。

この試験では、現場作業条件も加味し、工場規模の厚さ減りの量とその回復について検討した。試験はフェノール樹脂、比較のためメラミン樹脂、尿素樹脂を用いて、91×91cm、6mm、3plyのシナ、カバ合板を製造し、厚さ減りに及ぼす熱圧条件の影響をしらべた。

供試単板は、原木の個体差および単板の厚さむらを少なくするよう注意して製造し、ドライヤー乾燥後ポリエチレンシートで被覆して外気と遮断し、30~40日間放置して水分の安定を図った。得られた単板はトランプ切りの要領で各熱圧条件別の単板の品質が均等となるように分配した。製造した合板は、各条件別に10枚である。

実験は、供試単板により、I、IIに分け、実験Iではフェノールとメラミンとの比較を、実験IIでは、フェノールと尿素とを比較した。

供試単板の品質について第1表に、熱圧方法について第2表に示す。共通の製造条件は、塗布量30g/(30cm)²、冷圧12kg/cm²、2時間、ホットプレスの自動圧力調整範囲は、0.8kg/cm²とした。自動加圧の場合は、熱圧中に圧力が設定圧力より0.8kg/cm²低下すると自動的に設定圧力に復する。

実験結果について第3図に示す。この図は、熱圧前の合板厚さta、熱圧後の厚さをtbとし、工場内室温に24時間推積後、65%、20の恒温恒湿室に入れ、1

第1表 供試単板の品質

区分	樹種	含水率	全乾比重	裏割れ率 %	乾燥単板厚mm	
					平均値	標準偏差の推定値
実験I	シナ	9.0	0.40	0	0.97	0.015
	カバ	10.0	0.62	30~50	1.01	0.024
	白ラワン	4.0	0.42	60~80	4.30	0.036
実験II	シナ	9.0	0.43	0	0.98	0.020
	カバ	9.0	0.60	20~40	0.99	0.023
	赤ラワン	7.2	0.58	55~70	4.24	0.071

第2表 熱圧方法

区分	記号	接着剤	自動加圧	温度 °C	加圧法	
					kg/cm ²	分
実験I	P'A	フェノール 100 小麦粉 10	有	135~140	10	6
	P'B	〃	〃	〃	10	7
	PA	〃	無	〃	10	6
	PB	〃	〃	〃	10	7
	MA	メラミン樹脂 100 大豆粉 10 NH ₄ Cl 1	〃	110~115	10	6
	MB	〃	〃	〃	10	7
実験II	PA	フェノール 100 小麦粉 10	有	135~140	10	6
	PB	〃	〃	〃	7	6
	UA	尿素100, 小麦粉 20, 水20, NH ₄ Cl 1	〃	110~115	10	5
	UB	〃	〃	〃	7	5

日後、7日後、14日後、21日後の厚さを夫々tc₁、tc₇、tc₁₄、tc₂₁とし、厚さ減りとその回復状態をしらべたものである。この数値から、熱圧による厚さ減り率を

$$\frac{ta-tb}{ta} \% \text{, 21日後における厚さ減りの回復率を}$$

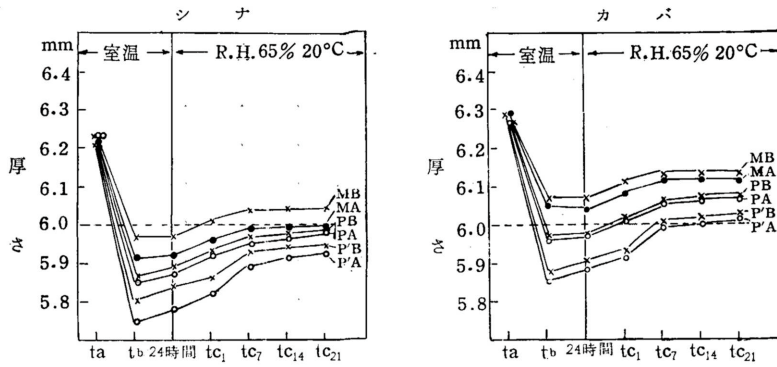
$$\frac{tc_{21}-tb}{ta-tb} \% \text{ であらわすと次の結果が得られる。}$$

(1) 実験Iの厚さ減りは、シナ合板の場合、P A (7.7%) > P B (6.9%) > PA (6.1%) > PB (5.6%) > MA (4.7%) > MB (3.9%)、カバ合板では P A (6.5%) > P B (6.1%) > PA (4.8%) = PB (4.8%) > MA (3.8%) > MB (3.5%) であり、カバよりシナの方が厚さ減りが大きく、また熱圧法A、Bによる差もシナが大きい。カバでは変化熱圧法Bを用いても効果は少ない。従って、初めの1分間を基準圧力とし、後期に減圧する方法の効果はシナのような軟材の場合に大きい。

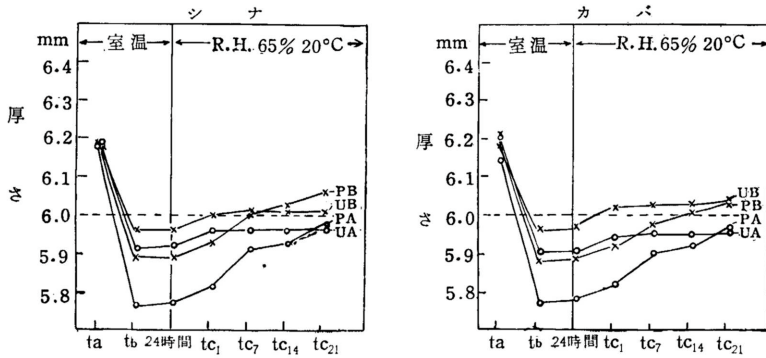
(2) 実験IIでは、シナの場合PA (6.8%) > PB (4.8%) > UA (4.5%) > UB (3.6%)、カバではPA (6.9%) > PB (5.3%) > UA (3.9%) > UB (3.6%) で、全般的にシナ、カバの差は少ない。これは実験Iと比較して心板の比重が高かったためと思われる。加圧力による厚さ減りの差はP>Uであるから、フェノール合板製造時のような高温の場合ほど低圧の採用が厚さ減りに対する効果が大きい。

(3) 20、65%の恒温恒湿室における21日経過後

実験 I



実験 II



第3図 熱圧による合板の厚さの変化

層へ移行してゆくものと考えられる。内外層の厚さ減りの差は、115 > 135であった。これは135の場合には115に比べ内外層の温度上昇の差の時間的ずれが少ないからではないかと考えられる。このことについては、別に熱圧時における単板の横圧縮変形として報告する。

(5) 減圧による厚さ減り防止法は、合板の接着力を低下せしめない範囲で行なわねばならない。実験における各条件別の合板の接着力をJASに準じて試験した結果、各熱圧法による有意差は認められなかった。

の厚さ減りの回復は、実験 I では、P (32~40%) > M (25~30%)、実験 II では、P (46~57%) > U (21~30%) である。従って、フェノール合板の場合は、厚さ減りを回復させてのち加工するのが歩止りからみて有利と考えられる。

これはフェノール合板の場合は熱圧後の含水率が比較的低いため、放置後の吸水による膨潤が厚さ減りの回復量の大部分を占めるためであろう。

(4) 表裏単板 (F) と心板 (C) の厚さ減りは、実験 I、II ともに F > C であった。このことを確かめるため、含水率を12%、18%に調整したシナ、カバ単板1mm、30×30cm のもの7枚を接着剤を用いることなく熱圧し、各層単板の厚さ減りと回復経過を検討した。実験の詳細については省略するが、外層が内層より厚さ減りが甚しいのは、熱圧中の温度上昇により、外層部に荷重による歪が内層より早く起り、外層は水分を失って変形しにくくなり、時間の経過とともに内

3. 汚染

2.の試験と同じく供試単板は同一原木により得られる厚さむらの少ないものを用い、各試験条件ごとに単板の材質差を均等となるように分配した。心板用単板はラワン厚さ4.4mm表裏板用には、シナ、オニセン厚さ1mm単板を用い、6mm厚、3プライ、91×91cm のフェノール合板を各条件別に10枚製造した。製造条件は、接着剤の粘度、塗布量を変えA、B、Cの3条件とし、第3表に示す。

冷圧後および熱圧後の表裏面汚染の状態について第4表に示す。汚染は、全面的に薄くあらわれるいわゆるアルカリ汚染、部分的に道管より滲出するもの、割れ、面あれ、裏割れの影響によるものと大別することが出来るが、樹種、単板の品質によって異なってくる。樹種別では、オニセンでは割れ、道管より滲出する汚染が多く、シナでは熱圧後表面全面に生ずるアル

カリ汚染が大きい。A, B, Cのうちでは, Bが最も汚染が少なく, 次にA, Cの順である。Cは粘度はBより高いが塗布量が大きいためと思われる。従って, 粘度を高く, 塗布量を少なくすることが汚染防止に効果的といえる。しかし, 塗布量を減少せしめ得る限度は, 接着剤, 樹種, 単板の品質により異なるから注意すべきであろう。

JASによる煮沸くり返し試験結果を第5表に示す。この結果は, シナ, オニセンともにC>B>Aであった, 粘度大, 塗布量大の方が接着性能はよい。

第3表 汚染に関する実験の製造条件

記号	接着剤の配合	粘度ポイズ	塗付量 g/(30cm) ²	冷 圧	熱 圧
A	P398 100 小麦粉 15 水 12	10~12/4°C	30	12 kg/cm ² 30分	10 kg/cm ² 135°C 6分
	P398 100 小麦粉 15 水 5				
C	P398 100 小麦粉 15	40~70/4°C	37~40		

注 単板含水率, 表板 7~8%, 心板 3~7%, 表板単板は3等品, 目ぼれ部分あり

第4表 汚染の状態 (表・裏面20面)

樹 種	接着剤	冷 圧 後			熱 圧 後			熱圧後 合 計
		全面	道管	割れ等	全面	道管	割れ等	
シ ナ	A			△ 2	△ 2 × 3		× 1	△ 2 × 4
	B				△ 3			△ 3
	C			△ 3	△ 1 × 5		△ 3	△ 4 △ 5
オニセン	A		△ 3	× 3		△ 1 × 5	× 2	△ 1 × 7
	B		○ 3			△ 3	△ 1	△ 4
	C		△ 3 × 7			△ 3 × 7		△ 3 × 7

注 ○……極めて軽微 △……軽微 ×……顕著

4. 狂い

この試験では, 粘度を一定とし, 塗布量と冷圧時間を変えて狂いに及ぼす影響をしらべた。製造条件について第6表に示す。製造枚数は各条件別に10枚である。供試単板にはヌカセンを用いたが, いずれの試験条件においても表面の汚染は認められなかった。これは, 3.汚染に関する実験の供試単板のオニセンと比較して, 単板の品質がすぐれていることによるものと思

第5表 煮沸くり返し試験結果

樹 種	接着剤 記 号	接着力 kg/cm ²			木 破 率 %		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
シ ナ	A	11.6	7.1	9.6	15	0	8
	B	13.1	8.2	10.5	55	5	28
	C	14.7	8.3	11.0	65	5	23
オニセン	A	12.2	5.3	7.9	70	0	40
	B	10.3	6.3	8.3	30	0	12
	C	12.3	6.3	9.0	65	0	23

注 1) 各グループ16片, 順逆半数
2) B型試験片, 構成比係数, 1.7

われる。狂いの量は, 熱圧後, 平盤の上に各試験条件別の合板10枚を1組として, 表裏単板の繊維方向を互いに直交させて堆積し, 4隅の高さをはかり, 4点の平均値で示した。

試験結果は, 狂い量 $A_1 = 124\text{mm}$, $A_2 = 92\text{mm}$, $B_1 = 101\text{mm}$, $B_2 = 78\text{mm}$ で, A, Bを比較すると $A > B$, また $A_1 > B_2$, $B_1 > B_2$ であるから, 塗布量の大きいものほど冷圧時間の短いものほど狂いが大きい。狂いは, A, Bともにすべての合板が, 心板のタイトサイド面が凹に, ルーズサイド面が凸となつてあらわれた。狂いはこの他に単板の木理および水分の影響など, 種々の他の因子も関与してくるものと思われるが, 心板の品質の影響も無視出来ないように考えられる。

JASによる煮沸くり返しによる接着力試験結果は第7表のようであり, $A > B$, $A_2 > A_1$, $B_2 > B_1$ となつており, 比較的明瞭に製造条件による差をあらわしている。すなわち, 塗布量の大きなもの, 冷圧時間の長いものが接着性能はよい。なお, JASにより不合格となつたものは, 表裏単板が弱いためであつて, 他樹種に比べ接着力が弱いとはいえない。常態接着力試験ではA ($A_1 + A_2$) のグループは32片すべてが単板切れを生じ, B ($B_1 + B_2$) のグループは32片中14片が単板切れを生じ接着力を判定することが出来なかった。

前述の3., 4. の試験結果を総合すると次のように

第6表 狂いに関する実験の製造条件

記号	接着剤の配合	粘度 (ポイズ)	塗付量 g/(30cm) ²	冷 圧		熱 圧
				圧 力	時 間	
A ₁	TD-683 小麦粉 100/10	14~15/10°C	31~32	12 kg/cm ²	30分	10kg/cm ² 140°C 6分
A ₂	〃	〃	〃	〃	2時間	〃
B ₁	〃	〃	24~25	〃	30分	〃
B ₂	〃	〃	〃	〃	2時間	〃

注 1) 単板含水率, 表板 7~8%, 心板 3~6%
2) 表板単板はヌカセン1等品, 目ぼれ等の欠点なし

なる。

(1) 一般に塗布量大, 粘度小のときは, 汚染が出やすいが, 単板の樹種と品質によって汚染のあらわれ方はかなり異なってくる。単板の品質を良好にし, 粘度の高い接着剤を使用すれば, 道材単板厚1mmの場合は汚染の問題は少ない。

(2) 冷圧時間を短くすると, 狂い, 接着力に悪影響がある。従って, ノークランプ方式は行なわない方が良いと思われる。

第7表 煮沸くり返し試験結果

記号	接着力 kg/cm ²			木破率 %			単板切れの枚数
	最大	最小	平均	最大	最小	平均	
A ₁	9.3	5.2	7.4	100	20	61	3
A ₂	13.6	6.2	9.2	100	70	93	8
B ₁	9.1	5.2	7.0	30	0	10	3
B ₂	11.3	6.2	8.3	100	5	60	0

注 1) グループの試験片数16片, 順逆半数
2) B型試験片, 構成比係数 1.7

(3) 塗布量大のときは汚染, 狂いとも大きくなるが, 塗布量小の場合は接着力が低下するから, 約30 g/(0cm)²の塗布量が標準と考えられる。

熱圧後堆積 (ホットスタック) の効果については, 熱圧後堆積の時間を2時間とし, 標準熱圧時間 (140 °Cのとき1mmにつき1分) より20%, および40% 熱圧時間を短縮した場合の効果について実験を行なったところ, いずれの場合も接着力に有意差は認められなかった。この試験は予備実験の段階に止まったが, フェノール樹脂, 尿素樹脂の場合につき実験を重ねたい。特に実用規模の実験では, 水分および熱の移動が合板の形状に影響されやすく, また狂い量も広面積の

場合は応力分布が小面積の場合と異なってくるので, 実験方法については, その目的に従って十分検討の要があるように思う。

5. むすび

フェノール合板の製造に関する工場規模の実験結果について, 林産試験場月報および木材の研究と普及,

1967年5月号, 10月号にわたって述べた。ホットスタック (熱圧後堆積) の効果, 厚物合板のくずれ防止方法など不十分な点は今後の課題として解決してゆきたい。「海外視察をかえりみて」(木材工業, 1967 - 3月号)によると, ヨーロッパもアメリカもフェノール合板の研究が進んでおり, 厚物合板を主とする外装用, 構造用合板の大部分はフェノール合板であるといわれる。

この試験の大部分は, 昭和39年度中小企業技術改善

補助事業として実施したものであるが, 我が国においても昭和41年初め頃より, サイジングパネル, コンクリート型枠, コンテナ用材, 足場板など構造用, 外装用合板の生産もようやく軌道に乗りつつある。高性能合板の生産量が増加することは, 資源的にみても, 合板の需要拡大の面からも合板工業にとって喜ばしいことにちがいない。

文 献

- 2) 半井勇三: 木材の接着と接着剤, 森北出版 (1961)
- 3) 大沼功茂也: 木材の内部温度測定方法, 林試研報, No. 111 (1959)
- 4) Takamaro, Maku: Studies on the Heat Conduction in Wood, 京大木材研究, No. 13 (1954)
- 5) 金子宏ほか: 単板含水率および熱圧時の圧力が合板品質に及ぼす影響, 第14回木材学会要旨 (1964)
- 6) 筒本卓造ほか: 単板含水率の合板の品質に及ぼす影響, 林試研報, No. 176 (1965)
- 7) 浅野信治: 合板工業に於ける水溶性フェノール樹脂につ

いて、木材工業11月(1966)

- 11) 大熊幹章：合板の圧縮時のクリープ歪について、木材学会誌, Vol.10, No.1 (1964)

- 林産試 *木材部長
**合板試験科 -