

## フェノール合板の製造と塗布作業

瀬戸 健一郎\* 野崎 兼司\*\*

合板工業に於て、1類合板として使用される接着剤には、フェノール樹脂とメラミン樹脂とがある。

フェノール樹脂には、水溶性、加熱硬化型（レゾールタイプ）のアルカリ性のものと、アルコール溶性常温硬化型（ノボラックタイプ）の中性のもので、使用にあたり有機塩酸系の硬化剤を必要とするものがある。合板工業に於ては、コスト、大量使用および作業性から前者が用いられる。また、メラミン樹脂単体の場合は、保存期間が短かく、粘度小で作業性も悪いので、普通、尿素と共縮合したもの（メラミン量の多いものを通称メラミン樹脂という）が用いられている。

メラミン樹脂1類合板は、尿素2類合板と同じような工程で製造することが出来るので、仮接着と熱圧温度に多小の差はあっても製造条件として特に問題となる点は少ない。以下主にフェノール合板の製造試験により得られた実験結果をもとに、製造上の問題点について述べる。

### 1. 1類合板について

JASによれば、1類合板とは、フェノール樹脂又はこれと同等以上の接着剤を使用して接着し、長期間の外気および湿潤露出に耐え得る接着性を有するものとある。前述のように、1類合板用接着剤は、水溶性フェノール樹脂とメラミン樹脂の2種が用いられるが、既往の研究結果<sup>1) - 10)</sup> 当場に於ける研究結果<sup>15)</sup> からみて、メラミン樹脂は、煮沸くり返し試験、長期ばく露による接着性能がフェノール樹脂に劣り、完全耐水性合板としての使用に不安がある。従って、外気に面する建築部材、サイジングパネル、長期使用の構造用材、湿潤場所の内装パネル、車輛用材、船舶用材、コンクリート型枠、コンテナ用等の合板には、フェノール合板の使用が好ましい。1類合板を米国広葉樹合板商業規格CS35 - 61 の特類、1類、米松合板商業規格CS45 - 60の Exterior type, Interior type のように区分するとすると、前者にはフェノール樹脂、後者にはメラミン樹脂が適するのではないかと考えられる。

このように、フェノール樹脂がメラミン樹脂に比べ接着性能がすぐれているにもかかわらず使用量が少ないのは、現在の一般的合板製造方式が尿素樹脂の使用を前提として組立てられているので、フェノール樹脂

を使用する場合は、塗布圧縮工程に若干の変更を加えねばならないことが大きな原因と思われる。特に、尿素樹脂が中性ないし弱アルカリ性（PH=6.5~7.5）で、酸性硬化するのに反し、水溶性フェノール樹脂は強アルカリ性（PH=11~12）で硬化剤なしで熱硬化するから、同じ装置で製造するとすると、ミキサー、グルー供給装置、スプレッターの洗滌を十分行なわなければならないので面倒である。根本的には、フェノール樹脂使用プラントと尿素樹脂使用プラントを区別することにより解決をせねばならない問題であろう。

### 2. フェノール合板製造上の問題点

フェノール合板の製造上の具体的問題点は、次の諸点が挙げられる。

- (1) 強アルカリ性のため、塗布作業にあたって充填剤を選択する。
- (2) 曳糸性、および粘度の温度依存性、経時粘度変化の大きなものがあり、同じ粘度であってもメラミン樹脂に比べ剛性が大きく、スプレッター塗布にあたっては、塗布量の規制が困難である。
- (3) 単板の水分が接着性に大きな影響を及ぼすから、メラミン樹脂より低含水率の単板を使用する必要がある。

(4) 接着剤の色が赤褐色で加熱により流動性がよくなるから、樹脂が滲出して表面を汚染し品質を低下させることがある。また、過滲透により接着層に欠膠を生じ接着不良の原因となることがある。このため、単板の品質、含水率によっては充填剤の使用が必要である。

(5) 熱圧時に高温(135~140℃)長時間を必要とするので、合板の厚み減り、くると大きい。

最近、熱圧温度、時間の問題については、低温度および熱圧時間短縮のため、スルホン酸系その他の硬化剤が考案され、また、レゾルシノール、フォルムアルデヒドの添加による熱圧時間短縮<sup>(2)(13)</sup>が試みられている。しかし、時間の経過による接着剤の粘度上昇、水和性などの作業性の面からの問題も少なくない。このような物質の添加によらず合板熱圧初期の硬化反応の一部をフェノール樹脂の製造時に行なう方法もあるが貯蔵性が問題となる。

フェノール樹脂の性質とその使用方法については、数多くの文献<sup>(1)~(15)</sup>が発表されており、また合板製造法については、我が国の代表的接着剤メーカーが使用方法について詳細な発表<sup>(6)</sup>をされているので、それらを参考とされれば、その概要を知ることが出来る。

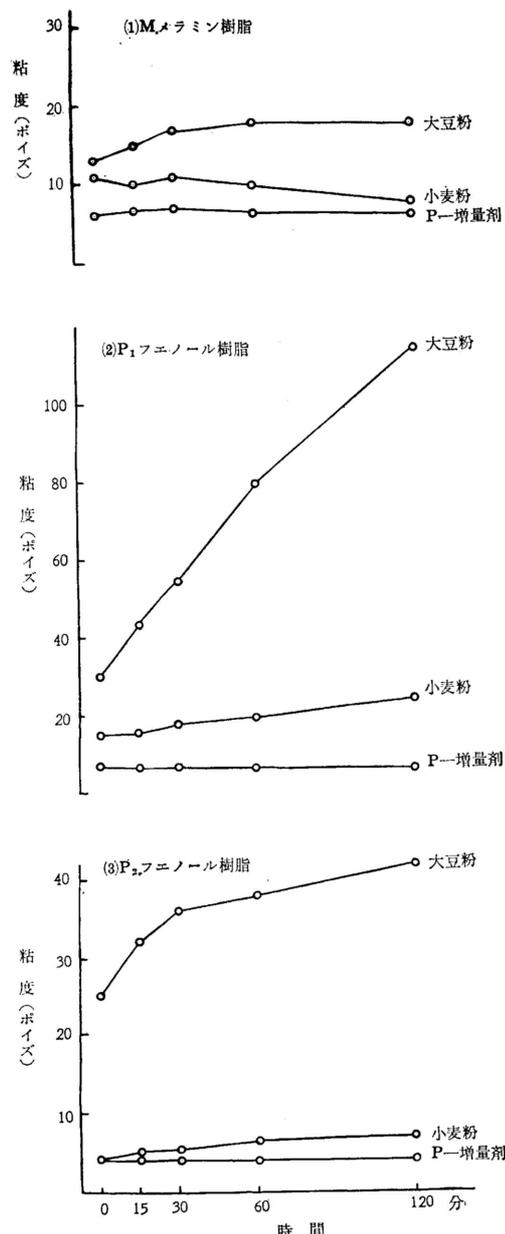
ここでは、北海道材を表板とするフェノール合板の製造に関し、メラミン樹脂と比較しながら製造試験を行ない、主に、塗布圧縮工程上の問題点について具体的に検討を加えた。

### 3. 充填剤による粘度の経時変化と温度依存性

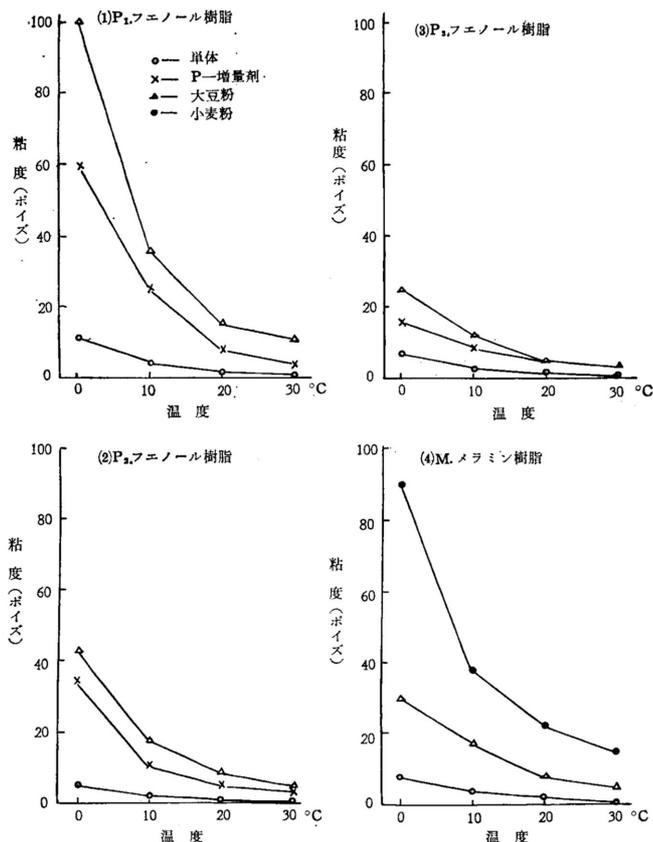
一般に合板の製造における圧縮時間の短縮、くるとい、バンク、接着力の低下防止のためには、樹脂率、粘度の高い接着剤を塗布むらなく塗布することが必要といえる。しかしながら、フェノール樹脂は、接着剤が高剛性であり、温度による粘度変化、充填剤による粘度の経時変化が甚しく作業性が悪くなるものがある。スプレッターの塗布作業では、高剛性のため、ローリング中に応力を生じロールが撓むことによって中高塗布となり塗布むらを生じ易い。また普通のスプレッターでは、塗布量の調節装置が機構的に高剛性接着剤に適していないものがあり、塗布量の調節が困難で

ある。従って、フェノール樹脂の塗布にあたっては、作業中に粘度変化の少ない充填剤を選び、粘度の温度および経時変化に注意を払うことが大切である。

試験は、フェノール樹脂3種類(P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>)とメラミン樹脂(M)について、充填剤として、脱脂大豆粉、小麦粉、くるみ粉(P-増量剤)を、接着剤100部に対し、10部配合した場合の20℃に於ける経時変化と、0, 10, 20, 30℃に於ける温度による粘度の



第1図 充填剤による粘度の経時変化



第2図 充填剤別粘度の温度依存性

変化（粘度の温度依存性）をしらべた。なるべく実際の作業条件に近づけるため、容量15 lの小型ミキサーを用い、10分間攪拌製糊してのち、ガラス容器に移し、ガラス棒で攪拌しながら、RIONビスコテスターによって粘度を測定した。接着剤の温度は、温水、氷+塩化アンモンの中にガラス容器を浸して変化させた。0~30 までの測定所要時間は約30分である。従って、このデータには30分間の経時粘度変化を含むので補正する必要がある。温度20 に於ける粘度の経時変化を第1図に、樹脂別の温度依存性について第2図に示す。これによると、フェノール樹脂はメラミン樹脂に比べ、大豆粉を充填剤とした場合に粘度の経時変化の大きいものがある。いずれの樹脂も、粘度変化は、大豆粉>小麦粉>くみ粉の順に大きい。温度の影響については、 $P_1 > M > P_2 > P_3$ で、銘柄によっても異なるが、フェノール樹脂に粘度変化の大きいも

のがある。一般に10 以下の温度となると粘度が急に上昇する傾向があるから、塗付工程に於ては、保温に注意すると共に、温度変化の少ない環境が望ましい。

#### 4. スプレッターによるフェノール樹脂の塗布

塗布量の調節は、スプレッターの塗布量調節機構である紋り a (グルーロール、とドクターロールの間隔) と開き b (上、下グルーロールの間隔) を調節することによって行なうが、塗布量の調節能力は、a, bの調節機能のほかに接着剤の物性、グルーロールのゴム硬度、ロールの周速、ロールの曲げ剛性などによって異なってくる。一般に普通のスプレッターでは、接着剤の粘度、剛性の高いもの場合は、正確な塗布量の調節には限度があるようである。これは、グルーロールとドクターロールの間に狭まれた接着剤に、ローリングによってロールの間隙を広げようとする応力を生ずるからである。

この防止策としては、(1)ドクターロールの周速をグルーロールよりも小とする。(2)送り速度(グルーロールの周速)を小とする。(3)調節機構を補強する。(4)ドクターロールの径を大とする。(5)グルーロールにクラウンをつける。(6)ドクターロールとグルーロールの軸を交叉させる。(7)ドクターロールにベンディング防止装置をつける。などが考えられるが、フェノール樹脂の塗布にあたっては、調節装置を補強したロールの剛性の大きなものを使用する必要がある。これ等を補う塗布方法として、フローコーターによる塗布、スポンヂロールによる塗布が考えられている。

ここでは、現在のスプレッター型式のうちで、上記の点で改良が加えられているスプレッターにより塗布試験を行い、フェノール樹脂の塗布方法について検討

第1表 使用したスプレッター

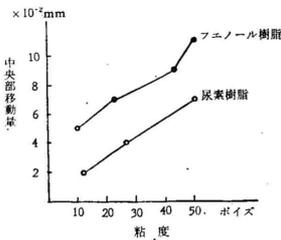
型 式	循環式 SMZ型 82 <sup>g</sup> 精密スプレッター 2.2KW	
塗付 ロー ル	長×径	2.090mm×280mm, 中央部4/100mm クラウン付
	ゴム溝 と硬度	22/25.4mm, 山谷均等巾, 深さ0.5mm, ゴム硬 度40
ドクターロー ル長×径	2.090mm×220mm, 硬質クロームメッキ	
ドクターロー ルの周速	塗付ロールの1/10, 1/20の2段切換	
送り速度	55, 70, 90m/分の3段切換, 単板送り装置付き	
塗付量調節	(1)絞りaは1/100mm, 開きbは1/10mm ダイアル ゲージによる	
	(2)aの調節はストツパーによる固定式	
運動機構	チエンによる運動, ドクターロールの回転はセンタ ードライブによる Pure torque 方式	

旧型と異なる主な点は、(1)ドクターロールの径が大きい、(2)周速2段切換、(3)単板送り装置付き、(4)ダイアルゲージ付塗付量調節機構ストツパー方式、(5)ドクターロールへの運動が Pure torque 方式

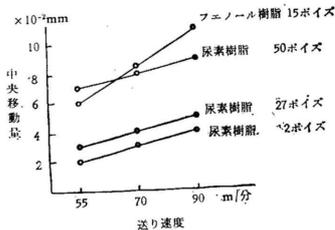
した。

供試材料と使用したスプレッターの諸元は次のとおりである。

供試材料：心板用ロータリー単板のシナ、ラワンで厚み2.2mmおよび4.5mmでくるいの少ないもので、繊維方向3点の厚みのレンジR 0.04mm, 同一試験条件の試験片は3枚, 3枚の単板平均厚のR<0.05mm, 大きさは 30×95cm, 接着剤：大日本インキ工業 KK製フェノール樹脂, 粘度は充填剤小麦粉の配合割合を変えることにより, 10~20, 20



第3図 粘度によるドクターロールの移動量

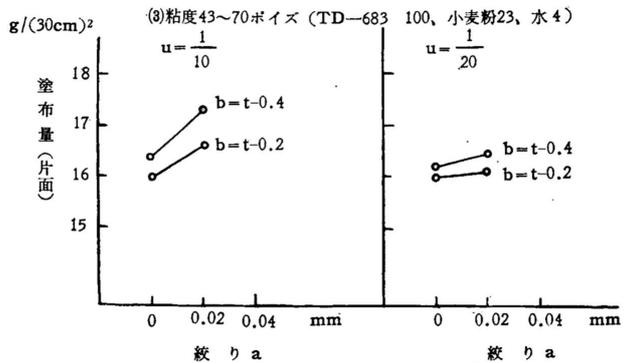
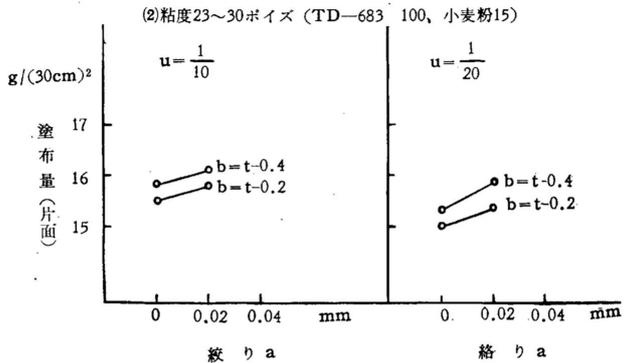
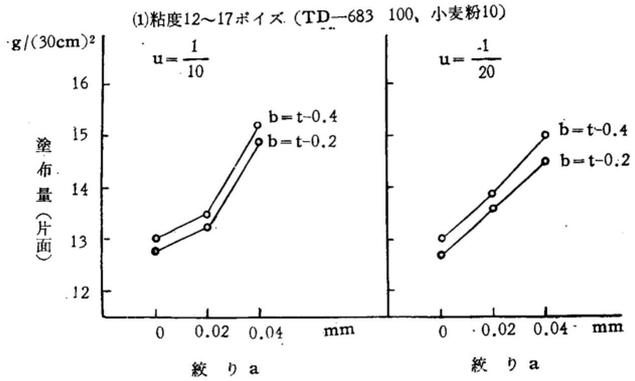


第4図 送り速度とドクターロールの移動量

~30, 40~50ボイズの範囲で変化させた。塗布量は、1条件単板 3枚の片面塗布量の平均値で示す。使用したスプレッターの諸元は第1表に示す。

(1) フェノール樹脂の塗付特性

ラワン心板を用いたフェノール樹脂の粘度別塗付量, 粘度別ドクターロールの中央部移動量(たわみ)について, 第3図, 第4図に示す。ドクターロールの中央部移動量により中高塗付の傾向を推察出来る。これによると, 旧型スプレッターに



第5図 粘度別絞りと塗布量 (注) u=周速比, b=開き, t=単板厚

みられた左右両軸の移動は認められない。また送り速度55m/分の場合、周速比1/10, 1/20による塗布量の差は認められない。従って、ゴムロールの摩耗を考慮すれば1/10が妥当と考えられる。送り速度を早めると移動量は直線的に大となる。従って、フェノール樹脂の場合は送りを早くすると塗付むらを生じ易くなることがわかる。

第4図によりフェノール樹脂と一般の尿素樹脂(増量)を比較すると、フェノール樹脂15ポイズと尿素樹脂50ポイズによる移動量がほぼ同量であって、同一の粘度であってもフェノール樹脂は尿素樹脂に比べて、約2~3倍剛性が高いことを示すものと考えられる。

(2)フェノール樹脂の粘度と塗布量

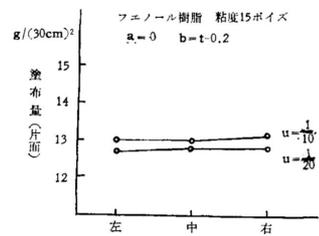
フェノール樹脂のラワン心板単板の塗布試験結果について第5図に示す。一般に粘度が高くなると塗布量は大となり、紋りaによる塗布量規正が困難となる。カスレ(塗布されない部分)が出来ない範囲の最小塗布量は、12~15ポイズで、片面13g/(30cm)<sup>2</sup>, 23~30ポイズで、15g/(30cm)<sup>2</sup>, 43~50ポイズで、16g/(30cm)<sup>2</sup>であった。

この試験は、送り速度55m/分、周速比1/10, および1/20で行なったが、いずれの場合も周速比による塗布量の差は殆んどなかった。この試験によって、新型ス

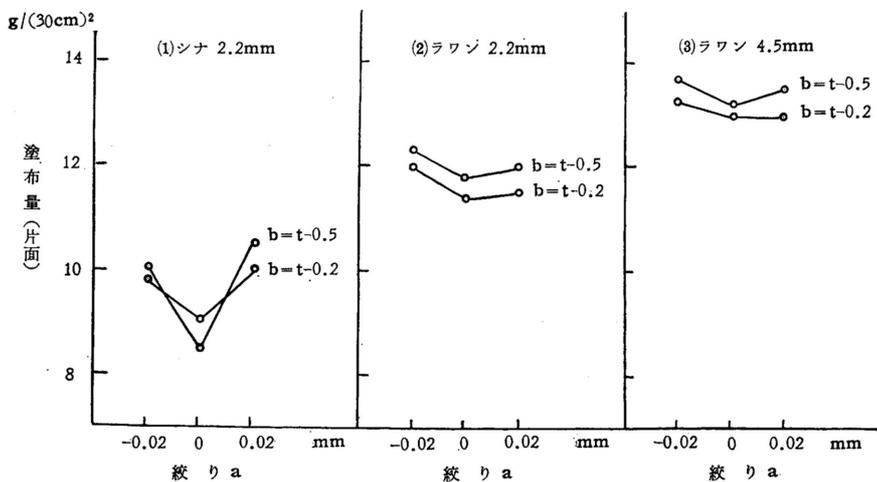
プレッターによっても粘度の高い場合は、塗布むらを生ずるおそれがあるので、粘度を15ポイズとした場合の塗布むら、およびシナ、ラワン単板のカスレを生じない塗付量の限界をしらべた。結果について第6図、第7図に示す。第6図によると、グルーロールの左、中、右部分の塗布量の差は殆んどなく、第7図によると、中央部移動量が約6/100mm であっても中高塗布とならない。これは、グルーロールに4/100mm のクラウンが付されてあることによるものと思われる。

シナ、ラワンと単板のカスレを生じない範囲での塗布量の限界は、第7図よって、厚さ2.2mmの場合、シナ8~9g/(30cm)<sup>2</sup>, ラワン11~12g/(30cm)<sup>2</sup>, 厚さ4.5mmのラワン単板の場合は13g/(30cm)<sup>2</sup>であった。

以上の塗布試験結果によれば、フェノール樹脂の塗布にあたっては、充填剤による粘度の経時変化、温度による粘度変化に注意し、適正なスプレッター作業条件を求めることが必要である。フェ



第6図 ロールの長さ方向の塗布量



第7図 単板の樹種別限界塗布量

- (注) 1. フェノール樹脂, TD-683 100, 小麦粉 10  
 2. 粘度12~15ポイズ/8~10°C u=1/20 送り55m/min  
 3. b=t-0.8は長さ方向の塗付むらが出る

ノール樹脂は尿素樹脂に比べ高剛性であるから、機構を補強したスプレッターを使用する場合でも、粘度は約15ポイズ、送り速度は遅くして塗布することが塗布むらの点から考えて安全である。圧縮条件がフェノール合板の品質に及ぼす影響については次回に述べる。

## 文献

- 1) 堀間邦典：石炭酸系合成樹脂による耐水性合板について，木材工業 9, 4 (1954)
- 2) 鳥越 倅：水溶性石炭酸樹脂接着剤，木材工業，11, 4 (1956)
- 3) 柳下正ほか：一類合板の接着力試験について，木材工業，16, 9 (1961)
- 4) 柳下正ほか：一類合板の接着力試験の調査について，木材工業，17, 3 (1962)
- 5) 柳下正ほか：合板に関する研究，第12報，合板のばくろ試験，林産研報，No. 138 (1962)
- 6) 辰巳泰一郎：フェノール樹脂接着剤について，接着，7, 9 (1963)
- 7) 半井勇三：合板用水溶性石灰酸樹脂接着剤に関する2, 3の問題，木材工業，18, 10 (1963)
- 8) 柳下正：市販されている一類合板用接着剤の使用について，木材工業，19, 3 (1964)
- 9) 桜田誠一ほか：合板の耐水性試験について，木材工業，19, 5 (1964)
- 10) 田中耕：最近の木材工業用フェノール樹脂について，木材工業，20, 2 (1965)
- 11) 瀬戸健一郎ほか：スプレッターによる接着剤塗布試験，北林産試研報，No. 39 (1964)
- 12) 半井勇三ほか：水溶性石炭酸樹脂接着剤に関する2, 3の実験，木材学会誌，11巻，4号 (1965)
- 13) 山岸祥恭ほか：フェノール樹脂類合板の熱圧時間短縮 (1) 北林産試月報，8 (1965)
- 14) 山岸祥恭ほか：外国合板規格による接着力比較試験，北林産試月報，9 (1965)
- 15) 山岸祥恭：合板の接着力に関する研究，北林産試研報，No. 46 (1965)
- 16) 日本合板工業組合技術委員会：フェノール樹脂接着剤に関する研究会記録，合板工業，No. 36 (1965)
- 17) 日本合板検査会：市販合板の耐候性能および利用区分に関する研究 (1966)
- 19) 普通合板の日本農林規格 (昭39.4.11.)，標準合板の輸出検査基準 (昭38.5.13.)

\* - 林産試 木材部長 -  
 \*\* - 林産試 合板試験科 -