

レジンシートによるオーバーレイに関する研究 第2報

レジンシート製造装置について

堀 岡 邦 典⁽¹⁾

中 村 章⁽²⁾

松 本 庸 夫⁽³⁾

I 緒 言

レジンシートを合板、ハードボード、パーティクルボードなどの木質材料の表面にオーバーレイ処理し、耐候性、耐湿性さらに化粧的效果をたかめたものが木材工業において広く製造される傾向にある。

その主なるものは次のとおりである。

(1) 石炭酸樹脂含浸レジンシートのオーバーレイ処理：1類合板を外装用として使用すると、2～3年で表面に細かいクラックが発生し、表面の粗さが急激に変化するとともに、風雨による老化がさけられない。このため石炭酸樹脂の初期縮合物をクラフト紙に含浸し、ついで樹脂の含浸および初期硬化を行なうレジンシート製造装置により、石炭酸樹脂含浸レジンシートをつくり、これを1類合板にオーバーレイ処理している。その用途は、建築、舟艇、コンクリートフォームなどである。

(2) メラミン樹脂含浸レジンシートのオーバーレイ処理：各種木質材料を内装用として使用するとき、その耐湿性、耐熱性などを向上せしめるとともに、硬度をたかめ、あるいはそれに化粧効果を与えるために、メラミン樹脂またはメラミン尿素共縮合樹脂をレイヨンパルプにより抄造した紙、各種の模様を印刷したチタンホワイト含有のレイヨンパルプ紙に含浸せしめ、ついで加熱により初期硬化を行なつたレジンシートをオーバーレイする。その用途は家具、建築物の内装、車輛、造船などで、メラミン化粧板に比し安価であるため需要が増加しつつある。

(3) ポリエステル樹脂含浸レジンシートのオーバーレイ処理：各種木質材料を内装用として使用するとき、耐湿性、化粧効果などを与えるためと、ポリエステル樹脂塗装とくらべて操作が簡易で量産しやすいために、このレジンシートのオーバーレイ処理が行なわれている。

従来から使用されているレジンシート製造装置で、水平型のものはロールまたは循環するバーによつて支持される方式のため、でき上がったレジンシートの長さ方向に直角にロールやバーのマークが付着する場合が多い。その欠点の部分を取り除くために歩止りが悪く、塗付ムラの多いレジンシートが製造されやすい。

また垂直型のものは、含浸後、乾燥の初期において、樹脂液がレジンシートの長さ方向に平行に流れることがあつて、水平型と同様に歩止りが悪く、しかも塗付ムラのあるシートが製造されやすい。

これらの製造上の欠陥を改良することが強く要望されていたが、幸いに昭和 32 年度の機械購入費によ

(1) 木材部材質改良科長・農学博士 (2) 木材部材質改良科接着研究室長

(3) 木材部材質改良科材質改良研究室員

り設置することができる機会に、熱風が上下から吹きつけるダクトの間にレジンシートをとおせば、ロールやバーのマークがつくことなく乾燥できると考え、いわゆる Floatation system を考案し、試作したところ、ほぼ良好なる結果を得たので、その性能およびメラミンレジンシートを製造した結果を報告する次第である。

本研究に対し種々指導にあずかった小倉部長ならびに実験遂行に協力してもらった大黒昭夫技官に対し、厚くお礼を述べるとともに、実験にあたり協力していただいた住友ベークライト株式会社、不動化学工業株式会社ならびに本製造装置の製作を担当された日本乾燥機株式会社に対し感謝する次第である。

II レジンシート製造装置について

1. 装置の概要と性能

本装置はレジンシート原紙への樹脂含浸、乾燥(樹脂の初期硬化)、巻き取りを連続的に行なう装置であつて、大別して、(1) 原紙送り出し装置、(2) 樹脂液含浸装置、(3) 乾燥装置、(4) 巻き取り、または裁断装置からなり、堅牢なるベッドの上に一体に組み立てられたものである。その大略は Fig. 1 のとおりであつて、次の性能を具備する。

(1) 能 力: 本装置に使用する原紙は品質、厚さ、長さいろいろなものを使用できるように、紙の流れを $0.2 \sim 0.8 \text{ m/min}$ の間に調節できる。したがってすべての送り機構は一定速度を保つと同時に、各原紙、樹脂の種類、含脂率などに応じて速度を自由に換えられる。

(2) 予 熱: 原紙の含水率をコントロールし、さらに紙への樹脂液の含浸を良好にするために、原紙の種類、含水率に応じてプレヒートロールにより $60 \sim 80^\circ\text{C}$ の範囲で予熱する。

(3) 樹脂液の加熱: 樹脂液含浸槽にヒーターを取り付け、最高 70°C まで一定温度に保つことができる。

(4) 乾燥温度: 原紙に応じ、乾燥セクションの下部に取り付けてあるヒーターにより加熱した空気を原紙の種類などに応じ 150°C まで任意の温度にて乾燥しうる。

(5) エアサポート: 含浸された紙がロールまたはバーでサポートされていたのを改良して、エヤ

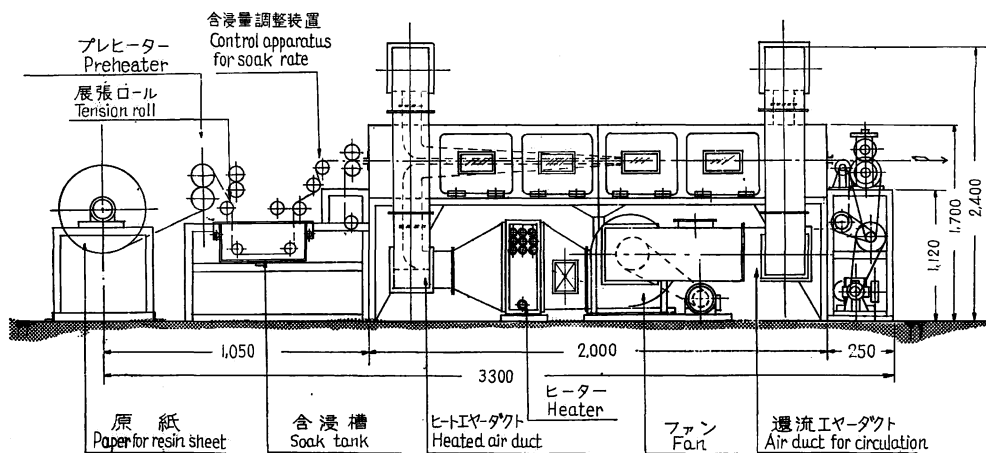
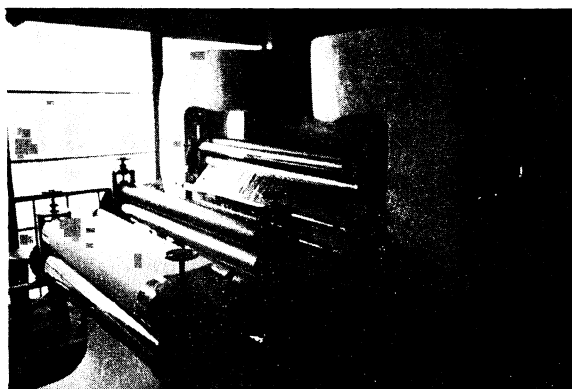


Fig. 1 レジンシート製造装置
Manufacturing apparatus of resin sheet (unit mm)



Phot. 1 当場応用研究室に設置のレジンシート製造装置 (特に樹脂液含浸装置の部分を示す)

Manufacturing apparatus of resin sheet in the pilot plant of this station

(This phot. shows the apparatus of soaking.)

ーダクトに設けられた孔から熱風を吹き出させて、その熱風によつてサポートする方式を考案した。

(6) 乾燥時間: 2 分 30 秒ないし 10 分。

2. 原紙送り出し装置

原紙はボビン巻き長尺のものを使用し、これが円滑に送り出されるような機構であつて、ボビン支え用軸 (ただし脱着可能な機構を備えている)、軸受装置、ブレーキ装置などを具備する。

3. 樹脂液含浸装置

原紙の予熱、樹脂液の含浸、含浸量の調整、含浸による膨脹のため生ずるシワのばしなどを行なう装置で、含浸槽はステンレス製、ロール等は防錆のため硬質クローム鍍金が施されている。この部分を Phot. 1 および 2 に示した。

(1) 原紙予熱ロール (プレヒーター): 径 160 mm の 2 本ロールからなり、ロール間隙は目盛付きハンドルにより紙の厚みに応じて自由に調節しうる。ロールの加熱には短絡あるいは切断のおそれがない電熱パイプヒーターを使用し、温度は自働調節装置によりコントロールする。回転はチェーンおよび鋼鉄製スパーギヤーにて行なわれる。

(2) 絞りロール: 2 本ロールから成り、その間隙は目盛付きハンドルにより、紙の厚みおよび樹脂液に応じ自由に調節しうる。ロール径は 160 mm で、1 本は硬質クローム鍍金、他の 1 本はプラスチックで 55~60° の硬質ゴムライニングが施してある。回転はチェーン伝導による。この絞りロールは厚い原紙を用いる場合、含浸を均一に行なうため 2 段含浸の中間において使用される。なお、その際に気泡が内部に残存しやすいので、それを排除するためにも使用される。

(3) ピンチロール: 2 本ロールから成り、その間隙は目盛付きハンドルにより調整する。ロール径は 80 mm で、絞りロール同様 1 本は硬質クローム鍍金、他の 1 本は硬質ゴムライニングが施されてお



Phot. 2 当場応用研究室に設置のレジンシート製造装置 (特に樹脂含浸部分の送り機構を示す)

Manufacturing apparatus of resin sheet in the pilot plant of this station

(This phot. shows the mechanism of transmission in the part of soaking)

り、チェーン伝導により円滑に回転する。含浸ムラを調整するためと、乾燥セクションに送る際のサポートの役目を果たす。

(4) 浸漬槽：大きさは約 $500 \times 1,000 \times 380 \text{ mm}$ にしてステンレススチール製、槽内に案内ロール 2 本およびヒーターを備える。案内ロールは径 40 mm でクローム鍍金が施されており、樹脂液内でも円滑に回転する。加熱はパイプヒーターで自働温度調節器により液温は一定に保たれる。

(5) ドクターナイフまたはドクターロール：ドクターナイフはステンレススチール製で、2 本 1 組、含浸せしめた紙に対するナイフの角度により、表面に付着している樹脂液の量を調整するのに使用する。このナイフを取り去つてドクターロールに取り換え可能である。ロールは槽内ロールに準ずる。

(6) シワのばしバー：紙に樹脂を含浸せしめると、その樹脂液中の水分およびその他の溶剤により膨潤して、紙の長さ方向に縦シワが生ずる。これをのばすために、数種の銅製パイプ弓型のバーを備え付けて紙の種類に応じてそのバーを取り付け、シワを延ばす。

(7) 案内ロール：案内ロールは適宜に取り付け、塗付ムラの調整に使用し、その形状等は浸漬槽内のロールに準ずる。

4. 乾燥装置

乾燥室の大きさは、幅 $1,100 \times$ 長さ $2,000 \times$ 高さ 400 mm 、両側面には 6 個の取りはずし式扉を設け、熱風は乾燥室入口側上下からはいり、出口側上下から排出し、一部は排気ダクトにより室外に排出し、一部は循環しうる機構となつている。

(1) 乾燥室：骨組みは型鋼を溶接し、側面は内外とも亜鉛引鉄板を使用し、保温のため石綿スレート板を使用している。含浸紙出入口部はできるだけ熱風の漏洩を防止するため、鉄板を上下することにより隙間を調節するような構造としている。架台は型鋼製で乾燥室を支持固定する。

乾燥室内でのレジンシートの支持には案内ロールや支持バー類はいつさい使用せず、Fig. 2 のごときホットエアーダクトから吹き出す風圧によつて支持される。すなわち、乾燥室内に送られた未乾燥のレジンシートは、乾燥室面積のほぼ半分を占める上部および下部ホットエアーダクトの間に導かれ、下向きまたは上向きに吹き出すホットエアーの風圧差によつてレジンシートの重量が支えられる。

乾燥室後半部は乾燥室入口および出口の送りロールおよび前記ホットエアーにより支障なく支持される。このエアーサポート型式による被乾燥物の支持は、著者らの考案によるもので、本装置の特色であつて、Floatation system と称されるゆえんである。

この方式を採用することによつて、製品のロールやバーのマークを無くすることができる。

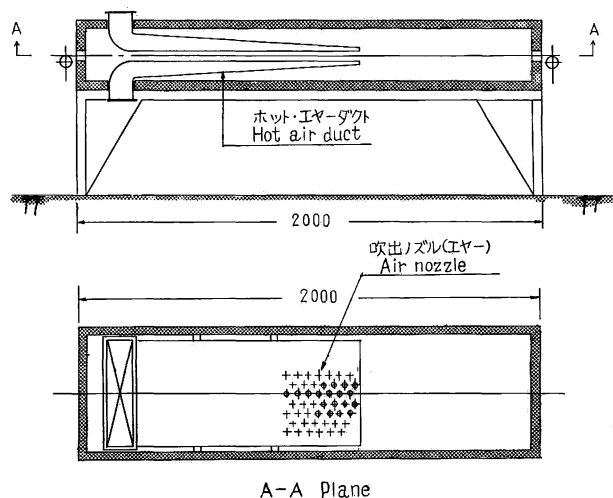


Fig. 2 ホットエアーサポート部分の詳細
Detail of hot air support part

(2) 送風装置: 送風機およびダクトからなる。送風機は # 2 片吹込多翼式で、風量 $45 \text{ m}^3/\text{min}$, 風圧 $44 \text{ mm (H}_2\text{O)}$, 周速度 19.6 m/sec , 回転数 $1,223 \text{ R. P. M.}$, モーターは 1 HP , 軸馬力 0.8 HP である。ダクトは亜鉛引鉄板製にして、接合部は型钢にて補強し、パッキングを入れ、ボルト締めされている。各要所にはそれぞれ回転式のダンパーが設けられ、ハンドルにより調節される。

(3) 空気加熱器: 加熱室は鋼板製、熱源はパイプヒーターによる電熱を使用し、乾燥器内の中央部に感温部を設置した自動温度調節器により断続される。

(4) 保温: 送風機、加熱器、ダクトは石綿充填モルタルによつて十分な保温がなされている。

5. 伝導装置

回転部の駆動には $1/2 \text{ HP}$ モーターおよびロールチェンを使用する。三木式減速機により原紙の送り速度を $0.2 \sim 0.8 \text{ m/min}$ の間で無段変速できる。

6. 巻取り装置および裁断装置

乾燥室から出たレジンシートは、送りロールにより巻取り装置に導かれるか、または直接裁断機に送られる。

(1) 送りロール: 2 本ロールからなり、その間隙は目盛付ハンドルにより自由に調節できる。ロール径は 100 mm でいずれもクローム鍍金。

(2) 巻取り装置: チェンにより回転する鉄製円板によつて、鉄製巻取り芯を間接的に回転せしめる。巻取り径の増大にともない巻取り芯が空転し、送り速度と巻取り速度が合致する機構となっている。

(3) 裁断器: 押切り式裁断器を木製架台に取り付け、手動部は巻バネにより懸垂する。送りロールを出たレジンシートは巻き取らない場合にはこの架台に送られ、順次所定寸法に裁断される。

7. 配電盤

各種スイッチ、メーター、調節器類は 1 枚の配電盤に取りまとめ、安全かつ自由に操作できるようにした。

III レジンシート製造装置の性能試験

この製造装置の性能を明らかにするため、次の試験を行ない、ロールやバーのマークのないレジンシートを能率よく製造することができることが判明した。

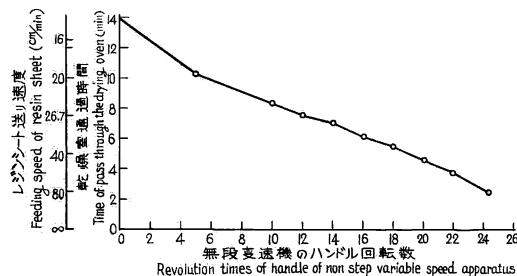


Fig. 3 無段変速機のハンドル回転数と乾燥室通過時間(レジンシート送り速度)との関係
Relation between the revolution times of handle and the passing time through the drying oven (feeding speed of resin sheet)

1. 送り速度

出口側にある三木式無段変速プリーを使用したので、変速機回転数と乾燥室(長さ 2.0 m) 通過時間および送り速度との関係を求めた。その結果は Fig. 3 に示すとおりで、ほぼ直線的な関係にある。しかし送り速度を 1.0 m/min 以上になると若干振動を生ずるため、この装置ではそれを限界とする必要がある。

2. 乾燥室内の風速の測定

Fig. 4 に示す風速測定位置について、側面

Table 1. 乾燥室内の風速 (m/sec)

Hotair speed in drying oven

熱風の風速測定位置 Points where hotair speeds were measured		A	B	C	D	E	F
Upper or lower side							
Upper side	(上 側)	0.45	1.45	1.70	3.90	0.84	0.84
Lower side	(下 側)	0.70	1.54	1.80	4.50		

注：この表の測定値は各5回測定したものの平均を示す。

Remarks: These values in this table show the means of each five measured values.

から約 20 cm の箇所において、熱線風速計を用いて測定した。その結果は Table 1 に示すとおりで、レジシートの下方の方が一般に風速は大きく、その差がレジシートのエアーサポートとして役だっているものと思われる。なお、レジシートの上下方向の振動は、ダクト内のダンパーを調節することによつて、ほとんど振動のない状態でレジシートを送ることができた。

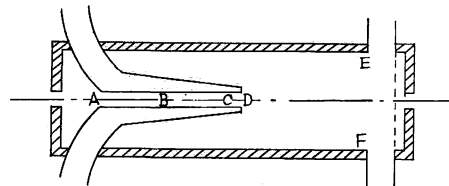


Fig. 4 乾燥室内の風速測定位置
Points in drying oven where hot air speeds were measured

3. 含浸機構について

原紙に合成樹脂溶液を含浸せしめるとき、プレヒーターにて紙の含水率をほぼ一定にして浸漬槽に送り、Fig. 5 に示すような4種類の方法により塗付量の調整を行なつた。

A. ドクターナイフを用いる方法：ドクターナイフにより紙の両面から余分の樹脂を取り除く方法であるが、原紙の厚さが薄い時は、送り方向に直角に生ずる膨潤に基づくシワが弓型バーによつていつたん減らされ、ついでふたたび助長される傾向にあつた。

B. 弓型バーを用いない方法：シワはAより増加し、塗付ムラも顕著になつた。

C. ドクターナイフを取りはずし、この位置に新たにロールを用いる方法：この結果はA, Bよりも良好であるが、弓型バーの彎曲によつて、原紙の中央部と両端部との絞り量が異なり、塗付ムラの原因になるようであつた。

D. 弓型バーを用いないでドクターロールを用いる方法：A, B, C に比して良好な塗付状態を示し、塗付ムラやシワもほとんどみられない。

4. メラミンレジシートの製造

試作したメラミン樹脂のメタノール・水混溶液（レジシ率約 50%，粘度 250 c. p.）を用いて、Table 2 に示す条件でメラミンレジシートを試作した。番号 3～6

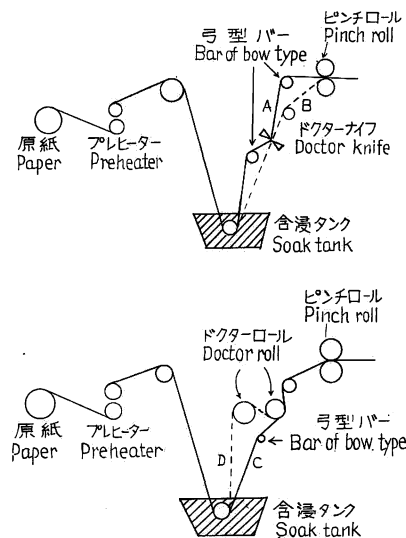


Fig. 5 含浸機構
Mechanism of soaking for resin sheet

Table 2. メラミンレジンシートの製造条件ならびに性質
Manufacturing conditions and properties of melamine resin sheet

実験番号 No. of experiment	原紙の種類 Kinds of paper	プレヒーターの温度 Temperature of pre-heater °C	含浸機構 Mechanism of soaking	乾燥条件 Conditions of drying			レジンシートの性質 Properties of resin sheet	
				温度 Temperature °C	乾燥時間 Time of drying min	送り速度 Feeding speed m/min	含脂率 Resin content %	揮発分 Volatile content %
1	表面紙 A Surface paper A thickness 0.125 mm	110	A	90	7.4	0.27	50~60	7~8
2	表面紙 B Surface paper B thickness 0.125 mm	90	B	95	7.8	0.26	50~60	8~9
3	表面紙 B Surface paper B thickness 0.125 mm	90	C	95	7.8	0.26	70~80	7~8
4	パターン紙 Pattern sheet paper thickness 0.25 mm	90	C	95	7.8	0.26	35~40	4~5
5	コア紙 A Core paper A thickness 0.25 mm	80	D	95	5.6	0.35	50~60	6~7
6	〃 〃	80	D	90	5.6	0.35	50~60	8~9

注: (1) 乾燥室の長さは 2.00 m, (2) 含浸機構の符号は Fig. 5 に示すとおりである。

Remarks: (1) Length of drying oven is 2.00 m.

(2) Marks of mechanism of soaking are shown in Fig. 5.

は塗付ムラおよびシワのほとんどないメラミンレジンシートを試作することができた。

なお送り速度を変化せしめて表面紙 (厚さ 0.088 mm) にメラミン樹脂のアルコール・水混溶液 (レジン率約 50%, 粘度 170 c. p.) を含浸させ、レジンシートを Table 3 に示す条件で試作したところ、塗付ムラおよびシワのないすぐれた表面紙用レジンシートを製作することができた。

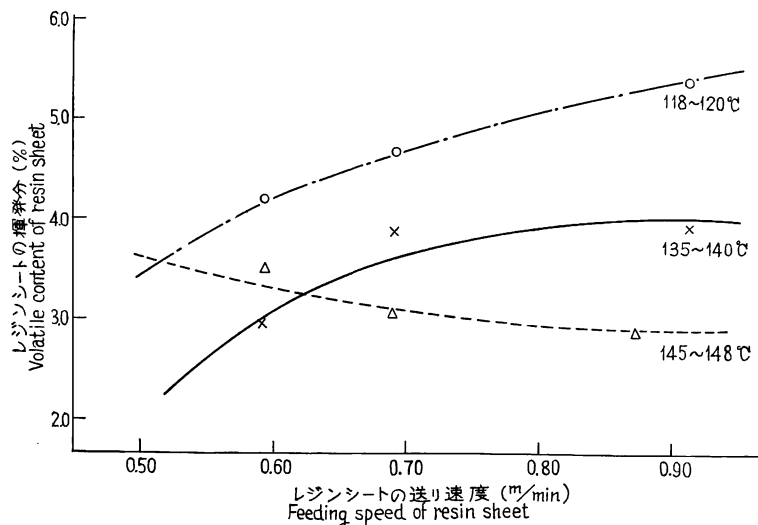


Fig. 6 レジンシートの送り速度と揮発分との関係
Relation between the feeding speed and volatile content of resin sheet
(length of drying oven: 2.0 m)

Table 3. 各種製造条件による表面紙用メラミンレジンシートの製造ならびに性質
Manufacturing and properties of resin sheet for surface of melamine
decorative sheet made by various conditions

実験番号 No. of experiment	原紙の種類 Kinds of paper	プレヒーターの温度 Temperature of pre-heater °C	含浸機構 Mechanism of soaking	乾燥条件 Conditions of drying			レジンシートの性質 Properties of resin sheet	
				温度 Temperature °C	乾燥時間 Time of drying min	送り速度 Feeding speed m/min	含脂率 Resin content %	揮発分 Volatile content %
15	表面紙 C Surface paper C thickness 0.088 mm	65	D	121	3.4	0.59	62.8	4.2
16	〃	65	D	118	2.9	0.69	61.5	4.7
17	〃	65	D	120	2.2	0.90	65.3	5.4
18	〃	65	D	140	3.4	0.59	62.4	3.0
19	〃	65	D	135	2.8	0.72	63.2	3.9
20	〃	65	D	138	2.2	0.90	62.8	3.9
21	〃	67	D	145	3.4	0.59	62.4	3.5
22	〃	66	D	148	2.9	0.69	61.3	3.1
23	〃	66	D	148	2.3	0.87	61.6	2.9

注：(1) 乾燥室の長さは 2.00 m, (2) 含浸機構の符号は Fig. 5 に示すとおりである。

Remarks: (1) Length of drying oven is 2.00 m.

(2) Marks of mechanism of soaking are shown in Fig. 5.

レジンシートの送り速度と揮発分との関係を求めると Fig. 6 のとおりであつて、乾燥温度が 118~120°C および 135~140°C の範囲では、いずれも送り速度が早くなると揮発分は増加していく傾向にあるのに対して、145~148°C おいては、送り速度が早くなると逆に揮発分がわずかではあるが低下する傾向にある。これはメラミン樹脂の特性にもとづくものと思われる。

これらメラミンレジンシートによるメラミン化粧板の試作や、合板、パーティクルボードなどの木質材料への 2 次加工については、別の報告として発表する予定である。

Ⅳ 考 察

以上の実験結果を総括して次のような考察がされる。

1. 浸 漬 機 構

わが国では一般にプレヒーターを使用していないが、北米では使用することが普通であつて、原紙の含水率が高い関係からも使用することをすすめたい。さらにセルローズの屈折率は約 1.55 であるのに対して、メラミン樹脂の屈折率は 1.62~1.65 である。空気の屈折率は 1.00 とかなり低いから、最適の透明性を与えるためにも原紙中に含まれる気泡をなるべく少なくするために、プレヒートした原紙を用いるべきである。

次にドクターナイフは用い方によつては逆効果になる可能性もあるので、できれば取り止めるのが得策のように思われる。しかしこの種のドクターナイフを用いるとすれば、Monsanto Chemical Co.⁴⁾などで指導しているように、自由に角度が変化しうるような機構のものを選ぶ必要がある。

弓型のバーの曲率が大きすぎるために、弓型バーのセットの仕方によつては塗付ムラないし絞りムラを生ずる傾向がある。

実験結果から多数のロールおよびドクターロールによつて塗付量を調整することが望ましい。わが国で用いているドクターロールの径は小さく、Egan Co.⁵⁾などで製作しているように径は少なくとも 25 cm 以上が適当であると考えられる。

2. 送り機構

変速機がベルトの伸張度合によつてコントロールされる機構であるためか、ある点で急激な変速度を示すところが認められた。このような機構のため速度の再現性がなく、同一箇所においても多少速度が異なっているようである。したがって、さらに精度の良い無段変速機が望ましい。

3. 乾燥機構

乾燥室内の温湿度のムラは比較的少ないのは、強制循環させているためであるが、出口のスリット部分から漏洩気流が認められるので、さらに改良を必要とする。

ホットエヤーのサポート方式は確かに従来の方式と比較すると、ロールやバーのマークが生じないし、塗付ムラも少ない点では画期的なレジンシート製造装置である。したがってこの型式の製造装置がすでに 40 台近く業界で使用されている。

しかし、北米で使用されているエヤーサポート方式⁵⁾は、送気孔の径が小さく、しかも原紙の厚さに応じてノズルの径をコントロールすることができるし、また蒸発したエヤーを吸引せしめて乾燥能率を数倍にたかめている点は学ぶべきであると思われる。このように能率を上げているのは、単にレジンシート製造装置の機能によるばかりでなく、メラミン樹脂の粉末を水と有機溶剤とによつて溶解していることも関係するものと思われる。

文 献

- 1) 堀岡邦典：接着および表面処理の基礎，接着およびオーバーレイ処理に関する講習会テキスト，(1958) p. 1~22
- 2) 堀岡邦典・中村章・松本庸夫：レジンシートによるオーバーレイに関する研究，第3報 レジンシート製造装置について，第9回木材学会大会研究発表要旨，(1960) p. 99~102
- 3) 堀岡邦典：レジンシートオーバーレイ処理，合板の表面処理についての講習会テキスト，(1960) p. 21~42
- 4) Monsanto Chemical Co.: Manufacturing information on decorative melamine laminates, Production information bulletin No. 1056
- 5) Frank W. Egan & Co.: Equipment for treating continuous webs with resins

Studies on the Resin Sheet Overlay Report 2
On the manufacturing apparatus of resin sheet

Kunisuke HORIOKA, Akira NAKAMURA and Tsuneo MATSUMOTO

(Résumé)

Recently, the resin sheet overlaid wood materials have been manufactured. Resin sheet manufactured by the horizontal type machine heretofore in use has roll or bar marks as the result of using rolls or bars to support the wet resin sheet in the drying oven. And also the resin sheet manufactured by the vertical type machine lacks uniformity of resin, and has a characteristic of vertically flowing resin.

So we planned and established a new type of resin sheet manufacturing apparatus which is equipped with the air floatation system instead of the roll or bar system to support the wet resin sheet in the drying oven. (Fig. 1 & 2, Photo. 1 & 2)

This apparatus is made up of the paper feeding part, the resin soaking part, the drying oven and the reeling part or the cutter.

The particulars of this apparatus are as follows:

1. Feeding speed: $0.2 \sim 0.8 \text{ m/min}$ (non-step variable apparatus).
2. Preheating of paper: $60 \sim 80^{\circ}\text{C}$.
3. Heating of resin solution: max. 70°C .
4. Drying temperature: room temp. $\sim 150^{\circ}\text{C}$.
5. Time of drying: $2.5 \sim 10 \text{ min}$.

The air floatation system is made up of two ducts having many small air nozzles as shown in Fig. 2. The wet resin sheet is supported between these two ducts by reason of the difference of air pressure of the ducts. The hot air speeds in the drying oven measured and measuring points are shown in Table 1 and Fig. 4.

And then, by experiment, we investigated the manufacture of melamine resin sheet. In this experiment, melamine resin was used as a mixed solution with methanol and water. The resin content of this resin solution was about 50% and the viscosity was 170 c. p. The results of this experiment are shown in Table 2 & 3.

The 4 kinds of soaking mechanism (A, B, C and D) as shown in Fig. 5 were used, and the D mechanism showed a good result without unequal or uneven application and rumples in the resin sheet.

And also in this experiment, the relations between the feeding speed and the volatile content of melamine resin sheet were measured and these results are shown in Fig. 6. These relations are considered to be based on the character of melamine resin.

The resin sheet manufacturing machines having the air floatation system are already established in 40 factories in Japan.