

レジンシートによるオーバーレイに 関する研究 (第3報)

石炭酸樹脂によるレジンシートの 製造とオーバーレイ処理および オーバーレイ合板の耐候性試験

松 本 庸 夫⁽¹⁾

I 緒 言

合板を屋外のごとき苛酷な環境下で使用するためには、単に完全耐水性の接着剤を用いるのみでは不十分であつて、合成樹脂等による表面処理をも行ない、高度の耐水性、耐候性を付与する必要がある。レジンシートをオーバーレイすることによつて、合板にそれらの性質を与え、完全耐水性合板を製造する方法を確立することを目的として、前報¹⁾につづいて行なつた石炭酸樹脂含浸紙、すなわちフェノールレジンシートによるオーバーレイ合板の製造法の概要と、天然ばくろ、実用試験などによる耐候性試験結果について報告する。なお、この研究は比較的薄い2種の原紙を用い、自己接着性のレジンシートによるオーバーレイ処理について行なつたものであり、結果の一部は昭和35年4月、日本木材学会大会において発表した。

本研究を行なうにあたり、終始ご指導いただいた堀岡邦典前材質改良科長、研究遂行上種々協力下さつた森屋和美、大黒昭夫両技官、レジンシートオーバーレイ合板の実用試験にご便宜を与えられた斎藤美鷲前場長、小倉武夫木材部長、実用試験の施工法についてご教示いただいた総務部営繕係長引地重一技官に深く感謝致します。

II レジンシートオーバーレイ合板の製造

1. レジンシートの製造

i) 製造装置 当場応用研究室の Floatation system coating machine で浸漬機構は前報²⁾ Cによつた。
ii) 樹脂 当場で製造した中性 (pH 7.0~7.3)、水溶性の石炭酸樹脂³⁾ で、次のごとき3種のものである。

- (a) 樹脂率 (Solid content, 以後 S.C. と略記する) 46.5%
- (b) (a) を S.C. 52% に減圧濃縮し、メタノールで S.C. 46% に希釈
- (c) (a) をメタノールで S.C. 42% に希釈

作業時 (12~15°C) の粘度は (a) 0.7~0.9, (b) 1.1~1.2, (c) 0.6~0.7 ポイズであつた。

iii) 原紙 Table 1 に示した2種、すなわちクラフトパルプ製、厚さ 0.12 mm のもの (原紙記号

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室員

Table 1. レジンシート用原紙の性質
Properties of base paper for resin sheet.

原 紙 記 号 Symbol of base paper		B・PA	B・Pc
パ ル プ の 種 類 Kind of pulp		KP	BKP
厚 さ (mm) Thickness		0.12	0.05
坪 量 (g/m ²) Basis weight		62.5	29.8
密 度 Balk density		0.52	0.60
吸 水 度 (cm/10 min) Water absorption degree		9.5	4.2
引 張 り 強 さ Tensile strength (kg/15 mm)	縦 方 向 Machine direction	5.8	2.8
	横 方 向 Cross direction	1.7	0.94

換した S.C. の等しい樹脂 (b) の場合よりも、明らかに乾燥困難であつた (Table 2 の実験番号 4 と 6 の比較)。また、送り速度が大になると、レジンシートの含脂率が減少する傾向が認められたが、これは送り速度が大になることにより含浸直後のレジンシートが、ドクターロールから受ける圧力が大となり、より多くの樹脂液がかき取られるためと考えられる (Table 2. の実験番号 1, 2 または 5, 6, 7 の比較)。

含脂率は次の式により算出した。

$$\text{含脂率 (Resin content, R.C.)} = \frac{B \cdot W_R \cdot S - B \cdot W_B \cdot P}{B \cdot W_R \cdot S} \times 100 (\%)$$

ただし、B・W_B・P は原紙の坪量、B・W_R・S はレジンシートの坪量を示す。今回のオーバーレイ処理試験に用いたレジンシートの含脂率は、原紙 B・PA の場合 59~60 % (以後このレジンシートを R・SA と略記す)、原紙 B・Pc の場合 66~67 % (以後 R・Sc と略記す) である。

B・PA) とサラシクラフトパルプ製、厚さ 0.05 mm のもの (原紙記号 B・Pc) とを使用した。

iv) レジンシートの製造条件 適当な乾燥度 (130~140°C で 10 分間加熱したときの揮発分 7~8 %) のレジンシートが得られた製造条件を Table 2 に示した。過乾燥の場合には、樹脂の予備硬化がすすみすぎて接着不良の原因となり、乾燥不足の場合にはレジンシートが相互に付着して、貯蔵することができない。

溶媒が水のみである樹脂 (a) の場合は、溶媒の一部をメタノールで置

Table 2. フェノールレジン
Manufacturing conditions and

実 験 番 号 No. of test	原 紙 Base paper	樹 脂 Resins			プレヒーターの温度 Temperature of preheater (°C)	乾燥室温度 (°C) Temperature of dryer	
		本文中の号 Symbol	樹 脂 率 Solid content (%)	粘 度 Viscosity (Poise)		入 口 Entrance	中 央 Middle
1	B・PA	(b)	46	1.1~1.2	80	88	80
2		(b)	46	1.1~1.2	〃	72	70
3		(c)	42	0.6~0.7	〃	80	80
4	B・Pc	(a)	46.5	0.7~0.9	80	103	100
5		(b)	46	1.1~1.2	〃	88~89	80
6		(b)	46	1.1~1.2	〃	83	80
7		(b)	46	1.1~1.2	〃	78~81	78

v) レジンシートの硬化速度 オーバーレイ処理時の熱圧条件を求めするため、レジンシート R・SA を温度と時間および加熱方法を変えて加熱硬化せしめたのち、未硬化の樹脂分をアセトン抽出し、溶出した樹脂量の多寡によつてレジンシートの硬化速度を判断した。3×5 cm のレジンシートを、(A)乾燥器中で、(B)オーバーレイ処理時と同じ条件の熱板の間で、所定の条件で加熱硬化せしめ、調湿後秤量、次にアセトン中で30分間煮沸し、ふたたび調湿後秤量して樹脂分の溶出量を求めた。その結果は、Fig. 1 のごとくであつた。

すなわち、樹脂分の完全硬化には、乾燥器中(A)では 125~130°C で 20~24分を要し、熱板間で加圧する場

合(B)には、熱の伝達が早いので 125~130°C では 5~6分でよいことが判明した。

vi) レジンシートの接着力 レジンシートの自己接着性の可否を検討するため、これを接着紙としてカバまたはラワン の 3 プライ合板を試作し、その常態および煮沸接着力を測定した。その結果は Table 3. のごとくであつて、良好なる接着性を示した。すなわち、自己接着によるオーバーレイ処理が可能である。

2. オーバーレイ処理

レジンシートは前述のごとく良好なる接着性を示すので、オーバーレイ処理は熱圧のみによつて行なう。

シートの製造条件と性質
properties of phenol resin sheet.

出 口 Exit	乾燥時間 Drying time (min)	送り速度 Feeding speed (cm/min)	レジンシートの性質 Properties of resin sheet			レジンシートの記号 Symbol of resin sheet
			含 脂 率 Resin content (%)	揮 発 分 Volatile content (%)	樹 脂 量 Amount of resin (g/m ²)	
62	3.9	53	55	7~8	76	—
49	8.0	26	59~60	7~8	92	R・SA
59	5.3	39	54	8~9	73	—
72	5.7	36	62	7~8	49	—
64~71	7.1~7.6	29~27	66~67	7~8	60	R・Sc
61	5.2	40	60	7~8	45	—
58~59	6.5~6.7	32~31	63	7~8	51	—

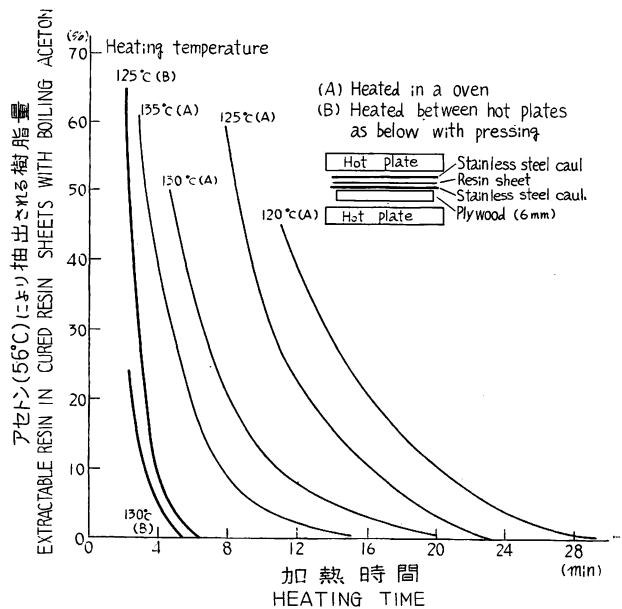


Fig. 1 レジンシートの硬化度と加熱条件の関係
Relations between heating conditions and curing rates of resin sheet.

Table 3. レジンシートを接着紙として用いた合板の接着力
Adhesion strength of plywood bonded with resin sheet.

Base paper	Kind of test Resin content (%)	Species	Birch		Lauan	
			Normal test	Boil test	Normal test	Boil test
B・PA	54		*1 *2 21.5 (O)	23.5 (O)	17.2 (97)	16.3 (85)
B・Pc	60~63		22.0 (31)	23.4 (23)	16.5 (46)	16.5 (40)
	67		23.4 (25)	25.0 (29)	19.2 (60)	18.7 (55)
	83		27.7 (53)	29.1 (37)	21.6 (70)	23.7 (54)

*1 Adhesion strength (kg/cm^2)

*2 Wood failure (%)

Veneer : 1.2 mm 3 ply, u=11~12 %

Press condition : Birch, 130°C, 10 min, 12~15 kg/cm^2 .

Lauan, 130°C, 10 min, 10~12 kg/cm^2 .

ことができる。

i) 台板合板 ラワン5 プライの6 mm (1.2 mm×5) 合板で、含水率 12~14% (ケット含水率計による)。接着剤は当場製の中性水溶性石炭酸樹脂³⁾で、配合、圧締条件等は次のとおり。オーバーレイ面はスクレーパー仕上げを施した。

接着剤の配合 : 石炭酸樹脂 (S.C. 46%) 100 部, 大豆粉 5 部, 水 10 部

塗分量 : 30~35 g/(30 cm)² 冷圧 : 10 kg/cm^2 約 20 時間 熱圧 : 10 kg/cm^2 , 125°C, 15 分

ii) オーバーレイ処理条件 オーバーレイ処理は Fig. 2 の構成で合板の片面のみにレジンシートを熱圧加工した (合板表板の繊維方向とレジンシート原紙の抄紙方向を一致させる)。当板は 600 番鏡面研磨した 3 mm のステンレス板で、離型剤を数回ふきこんで表面をならしておく (ステンレス板を加熱して離型剤を塗付し、さらに熱圧したのち 過剰の離型剤を清浄な布で十分拭きとる。これを数回繰り返しておく。以後はときどき離型剤を塗付し、過剰のものを拭きとればよい)。離型剤としてはポリエチレンエマルジョンが良い結果を示した。

オーバーレイ処理の際、圧力を均一化するため、0.2 mm のクッション紙 (アスベスト 25% を含有す) 各 15 枚を合板の上下に用いた。しかし、このクッション紙を用いることによつて、レジンシートおよび合板表面が熱板温度に達するには 11~12 分を要した。ちなみに、クッション紙の枚数を変えた場合、熱板から合板面への熱の伝達速度を測定したところ、Fig. 3 のごとくであつた (測定時の構成、测温法は Fig. 3 に付記)。この結果と、1-v) のレジンシートの硬化速度の試験結果を考慮して、オーバーレイ処理の熱圧条件は 125~130°C, 20 分間、圧力は 12 kg/cm^2 とした。

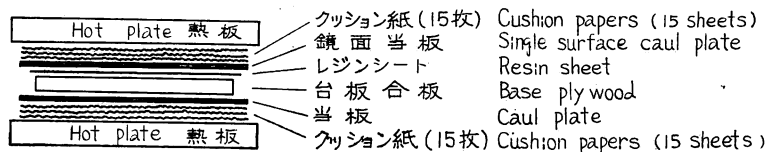


Fig. 2 レジンシートオーバーレイ処理時の組み合わせ
Way of assembling at overlaying.

なお、比較のため、合板表面に S.C. 45% の石炭酸樹脂 110~135 g/m^2 (樹脂固形分として 50~60 g/m^2 で、レジンシート R・Sc の樹脂量にほぼ等しい) を塗付、乾燥し、熱圧硬化せしめたもの(合板記号: D)、およびレジンシート R・Sc 2枚を重ねてオーバーレイ処理したもの(合板記号: E)も一部の耐水性試験(後述)の試料とした。

3. オーバーレイ合板の性質

i) 外観 オーバーレイ合板のレジンシート層はいずれも透明で、木目を透視できる。しかし、導管に起因するごくわずかの凹凸は避けられなかった。また、今回は片面オーバーレイであり、レジンシートは硬化時に Fig. 4 に示したごとく 0.06~0.10% 収縮する(ステンレス板には

さみ、熱板間で接触圧程度で加熱硬化せしめた場合)ため、製品には Table 4 に例示した程度の反り(オーバーレイ面が凹、測定法は Fig. 5 に示した)が認められたが、実用的には支障は認められなかった。

ii) 耐薬品性 オーバーレイ面は 3% 硫酸、アセトン、アルコール、1% マラカイトグリーンによつては 16 時間後に変化は認められなかったが、1% 水酸化ナトリウムによつては赤変した。

iii) 吸水試験 オーバーレイ処理によつて、合板表面からの吸水度は著しく減少するが、これを次の方法で測定した。

試料から 5×5 cm の試験片 3 個をとり、20°C、関係湿度 65% において調湿後、オーバーレイ面(または試験すべき面)のみを残して裏面およびエッジをパラフィン・ワセリン(1:1)混合物約 1 g で封じ、25~26°C

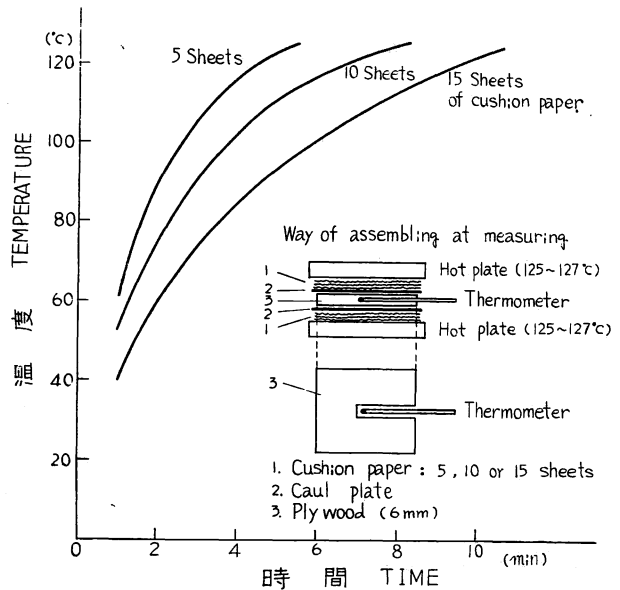


Fig. 3 クッション紙を用いた時の熱板から合板面への温度の伝達速度

Temperature-time curves at applying different sheets of cushion paper (0.2 mm in thickness, contains 25 % asbestos).

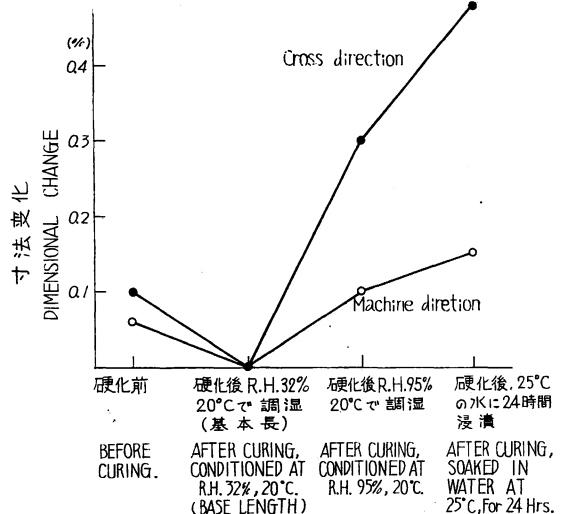
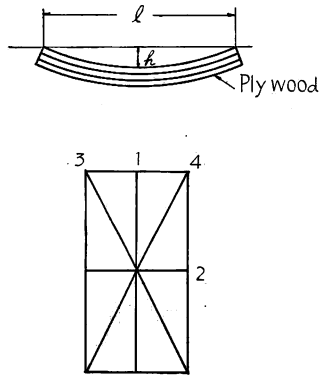


Fig. 4 レジンシート (R・SA) の硬化時、吸湿、吸水時の寸法変化

Dimensional changes of resin sheet R・SA at curing, in high humidity and in water.



l : スパン Span, h : 最高矢高 Maximum height

彎曲度 Degree of warping:

$$\frac{h_1}{l_1} \times 100 \text{ or } \frac{h_2}{l_2} \times 100(\%)$$

捩れ度 Degree of twisting:

$$\frac{h_3 - h_4}{l_3} \times 100(\%)$$

$l_1 = 182 \text{ cm}$, $l_2 = 91 \text{ cm}$

Fig. 5 彎曲度, 捩れ度の測定法
Measuring method of degree of warping and twisting.

Table 4. 片面レジンシートオーバーレイ合板の反り
Warping and twisting of one side overlaid plywood.

使用したレジンシートの種類 Symbol of resin sheet used		R-SA			R-Sc	
試料番号	No. of sample	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2
変曲度* Degree of warping (%)	Length direction	0.6	0	0.9	0.6	0.2
	Cross direction	0.8	1.1	0.8	0.3	0.8
捩れ度* (%) Degree of twisting		2.9	0.4	3.3	2.5	0.8

* Measuring method is shown in Fig. 5.

Base plywood: Lauan 5 ply, 6 mm (1.2 mm × 5).

Moisture content at measuring: 10~12 %

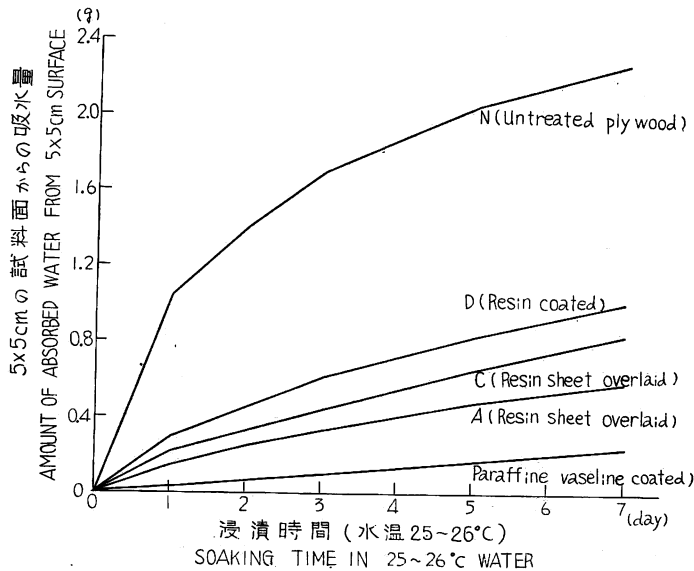


Fig. 6 オーバーレイ面からの吸水試験結果
Results of water absorption test of overlaid surface.

の水中に浸漬 (水深 5~10 cm) し, 1~7 日後に秤量し, 試料面 5×5 cm からの吸水量を求め, 3 試験片の平均値を Fig. 6 に示した。なお, 封じたパラフィン・ワセリン面からの吸水量も若干あつたので, この面からの吸水量を補正した。

オーバーレイ処理の合板被覆効果を簡単に表現するため, この吸水量から“被覆能”として次式を定義すると, ばくろ試験等による表面割れ, レジンシート層の剝離などの目安にもなるので, あわせて計算し, Table 7, 8 に示した。

$$\text{被覆能 (Covering efficiency)} = \left[1 - \left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)_{\text{mean}} \right] \times 100$$

ただし, W_t : 表面処理合板の水浸漬 24, 48 あるいは 72 時間後の吸水量

W_{unt} : 無処理合板の水浸漬 24, 48 あるいは 72 時間後の吸水量

$\left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)_{\text{mean}}$: 水浸漬各 24, 48, 72 時間の点における $\left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)$ の平均値

III レジンシートオーバーレイ合板の耐候性試験

試作したオーバーレイ合板の耐候性を試験するため, 促進試験としてウェザーメーター試験と煮沸-乾燥くりかえし試験, 天然ばくろ試験として 2 条件での屋外ばくろ試験, 羽目板としての実用試験を行ない, 屋外ばくろ試験および実用試験はなお続行中である。

1. 試料

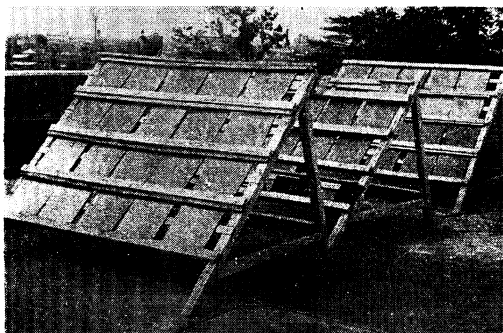
各試験に供した処理合板の種類を Table 5 に示した。ここで, 合板記号 A はレジンシート R・SA を, また合板記号 C はレジンシート R・Sc をオーバーレイしたものであり, D, E は前述したとおりである。

Table 5. 耐候性試験に供した合板
Resin sheet overlaid or resin coated plywoods supplied to weathering and durability test.

Symbol of plywood		Resin sheet overlaid			Resin coated	Untreated
		A	C	E	D	N
Resin sheet	Symbol of resin sheet	R・SA	R・Sc	R・Sc	—	—
	Base paper	B・PA	B・Pc	B・Pc	—	—
	Resin content (%)	59~60	66~67	66~67	—	—
	Number of overlaid sheets	1	1	2	—	—
	Total resin (g/m ²)	92	60	120	50~60	0
Kind of test	Weather meter	○	○		○	○
	Outdoor (45° inclined to south)	○	○		○	○
	Outdoor (Vertical)	○	○	○		
	Service test	○	○		○	
	Boil-dry cycle test	○	○			○

2. 試験方法

i) ウェザーメーターによる試験 試験機および試験中の諸条件は次のとおり。この試験機による 216 時間の紫外線量が, 東京における 1 年間の平均紫外線量にはほぼ等しいとされているので, 216 時間を単位として試験した。



Phot. 1 屋外ばくろ試験 (I) 状況
Circumstances of outdoor weathering test (I).



Phot. 2 屋外ばくろ試験 (II) 状況
Circumstances of outdoor weathering test (II).

試験機 : Enclosed type humidity control
Model WE-SH-2 (東洋理化学工業 K. K. 製)

アークランプ : 135 V, 16 A, 2 個掛け。波
長 300~400 $m\mu$

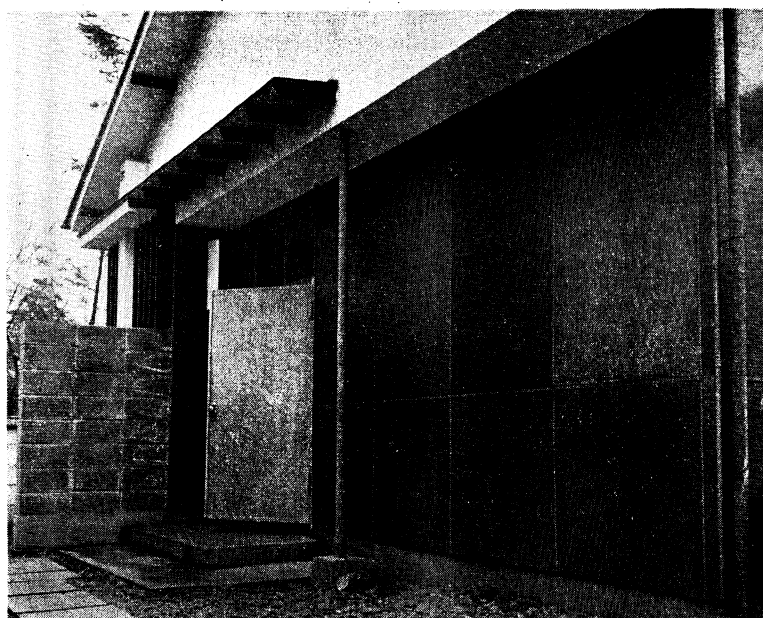
温度, 湿度 : 室内吹出口にて乾球 40~42°C,
湿球 35~37°C。表面温度 60~62°C (ブラック
パネル)

スプレー : 120 分ごとに 3 分間, ノズル径 1
mm のもの 4 個, 水圧 1.0 kg/cm^2 , 水量 580
ml/min (ノズル 1 個にて 145 ml/min)。

14×7 cm (表板繊維方向 14 cm) の試験片の
エッジを常温硬化性炭酸系樹脂で封じ, (216
×1)~(216×5) 時間試験した (各試験時間ご
とに 2 試験片)。

ii) 屋外ばくろ試験 (I) 30×30 cm の試
料各 10 枚のエッジを i) 同様に封じ, 林産新
館屋上に南面 45° 傾斜に設置した。設置時期は
1959年 6 月下旬 (Phot. 1)。

iii) 屋外ばくろ試験 (II) 20×15 cm の試
料を, 本場浅川苗畑における防腐杭試験の標識



Phot. 3 オーバーレイ合板の実用試験状況
Circumstances of service test.

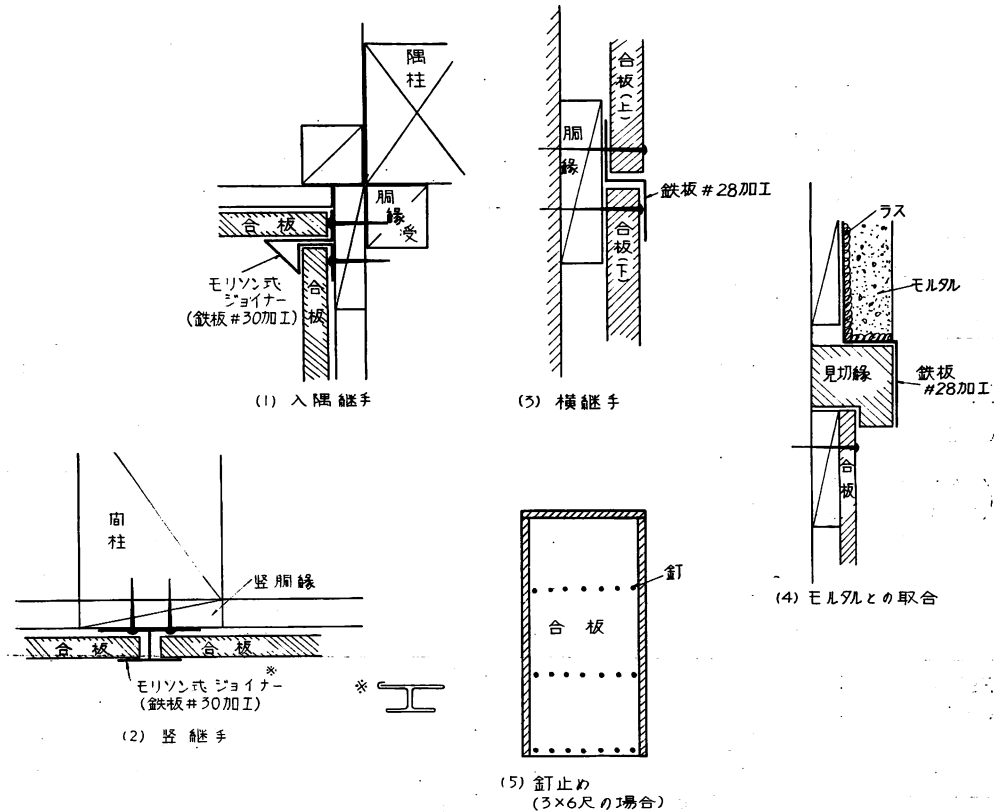


Fig. 7 レジンシートオーバーレイ合板の外壁面への施行法
How to fit up resin sheet overlaid plywood as exterior panel.

板として、地上約 30 cm のところに 1959 年 4 月より使用中。南面部を観察記録の対象とす (Phot. 2)。

iv) 実用試験 91×182 cm の試料 68 枚を本場構内、林野共済組合“あおば寮”において 1959 年 3 月から羽目板として使用中。南面部を観察記録の対象とす (Phot. 3)。なお、壁面への施工法の大略を Fig. 7 に示した。

v) 煮沸—乾燥くりかえし試験 15×15 cm の試験片を 4 時間煮沸し、63°C で 20 時間乾燥するくりかえしを 3 または 5 回行ない、乾燥した試料から接着力試験片を採取した。

3. 測定事項および測定法

種々のばくろ試験を行なつた試料について次の測定を行ない、耐候性を比較した。

i) 光沢度および色 観察記録のほか、色を三刺激値直読型測色計 (東洋工業 K.K. 製 TK-SP 型、照明・受光の幾何学的条件: O-d) を用いて測定した。三刺激値より明度と色度を求め、さらに色度は色度図によつて C 光源に対する主波長、刺激純度に換算して表示した。

ii) 表面割れ ばくろ試験片を定期的に観察し、発生状況を記録した。この際、表面割れの大略の数を表現するため、ウェザーメーター試験片、屋外ばくろ (I) 試験片について、試験片のほぼ中央に木目と直角方向に一線を引き、その線が横切る割れの数をもとに観察した。

iii) 吸水量 II-3-iii) で述べた方法により測定し、水浸漬 48 時間後の吸水量および前述した“被覆

Table 6. ばくろ試験した。
Observation results of weather-

合板の種類 Kind of plywood	観察項目 Items of observation 観察年月 Date of observation ばくろ法 Type of weathering	A (Resin sheet R-SA overlaid)				C (Resin sheet	
		光 沢	色	表面割れ Number of cracks crossed with 30 cm line	ウェザーメーター試験片との比較 Comparison with weather meter test pieces	光 沢	色
		Gloss	Color			Gloss	Color
屋外ばくろ (I) Outdoor test (I) (45° inclined to south) (Phot. 1)	1959. 6. 設置 (Setting)	glossy	light brown	0	A-0*1	glossy	light brown
	1959. 7.	no change				no change	
	1959.10.	decreased	slightly darker	0	A-1	decreased	slightly darker
	1960. 6.	no	brown	none or a few	A-2 or 3	no	brown
	1960.11.	—	dark brown	0~16	A-4	—	brown
	1961. 6.	—	〃	2~20	A-5	160 or more cracks off resin sheet along	
	1961.11.	—	dark brown	8~35	—	more stripped off	
屋外ばくろ (II) Outdoor test (II) (Vertical) (Phot. 2)	1959. 4. 設置 (Setting)	glossy	light brown	0	A-0	glossy	light brown
	1960. 6.	no	dark brown	0	A-2	no	dark brown
	1960.11.	—	dark brown	0	A-3	—	—
実用試験 (あおば寮) Service test faced on south as a exterior panel (Phot. 3)	1959. 3. 施工 (Setting)	glossy	light brown	0	A-0	glossy	light brown
	1959. 9.	decreased	—	0	—	decreased	—
	1960. 4.	no	brown	0	A-1	no	slightly darker
	1960.11.	—	—	none or a few	A-2	—	brown
	1961.12.	—	*2	a little more	A-3	—	*2

*1 cf. 2nd column of Table 8.

*2 cf. Table 7.

Table 7. ばくろ試験によ
Color and covering efficiency changes of

合板の種類 Kind of plywood		A (Resin sheet R・SA overlaid)				C (Resin sheet R・Sc overlaid)		
測定項目 Items of measurement ばくろ試験法 Type of weathering		色 Color			被覆能 Covering efficiency	色 Color		
		明 度 Lightness (%)	主 波 長 Dominant wave-length (<i>mμ</i>)	刺激純度 Excitation purity (%)		明 度 Lightness (%)	主 波 長 Dominant wave-length (<i>mμ</i>)	刺激純度 Excitation purity (%)
ばくろ 前 Before weathering		14.0	589	47	82	16.4	587	51
屋外ばくろ (I) Outdoor (I)	1 year	11.2	591	37	80	12.8	590	40
	1.5 〃	10.1	593.5	29	74	11.3	593.5	34
	2 〃	9.6	594.5	21.5	—	11.7	590	27
実 用 試 験 Service test 2.7 year		10.2	597.5	36	—	12.8	591.5	44

合板の観察結果
beaten overlaid plywoods.

R・Sc overlaid)		D (Resin coated)				E (2 resin sheet R・Sc overlaid)			
表面割れ Number of cracks crossed with 30 cm line	ウェザーメ ーター試験 片との比較 Comparison with weather meter test pieces	光 沢 Gloss	色 Color	表面割れ Number of cracks crossed with 30 cm line	ウェザーメ ーター試験 片との比較 Comparison with weather meter test pieces	光 沢 Gloss	色 Color	表面割れ Number of cracks crossed with 30 cm line	ウェザーメ ーター試験 片との比較 Comparison with weather meter test pieces
0	C-0*1	glossy	light brown	0	D-0*1	no tested			
.				many					
0	C-1	decreased	slightly darker	many	D-1				
35~40	C-3 or 4	no	grayish brown	very many	D-4				
60	C-5 or more	with much flaked off resin			D-5 or more				
with a little stripped crackes		with more flaked off resin							
resin sheet		stopped to test							
0	C-0	no tested				glossy	light brown	0	—
many	C-3					no	dark brown	0	—
many	C-4					—	dark brown	a few	—
0	C-0	glossy	light brown	0	D-0	no tested			
0	—	no	—	a few or many	—				
a few	C-1	—	—	—	D-1				
many	C-2	—	grayish brown	many	D-2				
many	C-3	with much flaked off resin			D-3 or 4				

る色と被覆能の変化
overlaid plywood with weathering.

	D (Resin coated)				N (Untreated)			
被 覆 能	色 Color			被 覆 能	色 Color			被 覆 能
	明 後	主 波 長	刺激純度		明 度	主 波 長	刺激純度	
Covering efficiency	Lightness	Dominant wave- length ($m\mu$)	Excitation purity (%)	Covering efficiency	Lightness	Dominant wave- length ($m\mu$)	Excitation purity (%)	Covering efficiency
76	14.7	588	39.5	68	26.8	585.5	31	0
27	10.8	586	21	0	15.0	580	10.5	—
0	12.7	584.5	15.5	—	16.8	580.5	9	—
—	11.6	584	14	—	15.4	582	10	—
—	15.8	586.5	32.5	—	—	—	—	—

能”で表示した。

iv) 接着力 台板合板が5プライであるので、オーバーレイ面3プライ間の接着力を常法により測定した(切り込み間隔 13 mm)。

4. 試験結果および考察

ばくろ試験の結果を Table 6, 7 に, ウェザーメーターによる試験結果を Table 8 に示した。いずれの試験においても光沢度は急速に減少し, 色はオーバーレイ合板の場合茶褐色から茶, 濃茶色へと変化する(ウェザーメーター試験片の場合には水道水中の無機物が表面に付着したため, この傾向が数値にはよく現われていない)。樹脂のみを塗付, 熱圧硬化せしめた D 合板の場合にはばくろ時間が長くなるとともに樹脂分が剥脱して, むしろ無処理合板に似た色を示すようになる。

i) ウェザーメーターによる試験結果 Table 8 のごとく, 表面割れが生じはじめるのは, A 合板: (216×3) 時間, C 合板: 216 時間, D 合板: 約 10 時間であり, 表面割れの発生にともなつて吸水量は増加し, “被覆能”は低下する。樹脂を塗付, 熱圧硬化せしめた D 合板の場合には短時間で割れが発生し, (216×2) 時間後には樹脂分の一部が剥脱した状態が観察され, “被覆能”もほとんど 0 になる。

接着耐久性については Table 9 に示した。ウェザーメーター試験(216×5)時間後の接着力は試験前に比し A: 93%, C: 78%, 無処理 53%であつて, オーバーレイ処理は有効であると思われる。

ii) 屋外ばくろ試験および実用試験結果 Table 6, 7, Phot. 4 のとおりである。Table 6 には表面

Table 8. ウェザーメーターによる耐候性試験結果
Results of weather meter test.

測定項目 Items of measurement 合板の種類 Kind of plywood	試験片の記号 Symbol of test piece	ウェザーメーター試験時間 Exposing time to weather meter	色 Color			表面割れ Number of cracks crossed with 7 cm line	マラカイトグリーンによる着色 Stain with 1% malachite green	オーバーレイ面からの吸水量 Amount of absorbed water from treated surface (g/5×5 cm·48hr)	被覆能 Covering efficiency
			明 度 Lightness (%)	主波長 Dominant wave length (mμ)	刺激度 Excitation purity (%)				
A Resin sheet (R·Sa) overlaid plywood	A-0	0	14.0	589	47	0	—	0.26	82
	A-1	216×1	11.5	594.5	37	0~1	+	0.24	83
	A-2	×2	12.4	591.4	36.5	0	+	0.20	86
	A-3	×3	13.1	591.4	32.5	2~3	+	0.40	73
	A-4	×4	12.1	592	32	3~4	+	0.44	69
C Resin sheet (R·Sc) overlaid plywood	C-0	0	16.4	587	51	0	—	0.35	76
	C-1	216×1	14.2	590	48.5	5~5	±	0.38	75
	C-2	×2	16.3	590	44.5	5~6	+	0.41	71
	C-3	×3	15.0	590.5	41.5	9~11	+	0.92	36
	C-4	×4	15.4	589.5	37.5	10~12	+	1.22	18
D Resin coated plywood	D-0	0	14.7	588	39.5	0	—	0.46	68
	D-1	216×1	11.0	589	33	10~11	+	0.90	36
	D-2	×2	12.5	590	33	11~12	+	1.30	8
	D-3	×3	14.6	588	29	many	+	1.43	0
	D-4	×4	11.3	590	19.5	many	+	—	—
N Untreated plywood	N-0	0	26.8	585.5	31	—	+	1.41	0
	N-1	216×1	16.8	584.5	25	—	+	1.28	—
	N-2	×2	17.7	582.5	19	—	+	1.51	—
	N-3	×3	21.2	580	15	—	+	2.07	—
	N-4	×4	19.0	581	13	—	+	2.07	—

Table 9. ウェザーメーター試験または煮沸—乾燥くりかえしによる
レジンシートオーバーレイ合板の接着力変化

Durability of adhesion strength of resin sheet overlaid plywood.

Kind of plywood	Adhesion strength (kg/cm ²)	Type of weathering	Before weathering	Exposed to weather meter for (216×5) hrs	4 hrs boiling, 20 hrs drying at 63°C	
					3 cycles	5 cycles
A (Resin sheet R·Sa overlaid)	Min.		22.9(0)*	19.8(0)	18.7(0)	16.7(0)
	Max.		30.5(95)	29.3(80)	26.8(0)	26.8(25)
	Mean		25.3(13)	23.7(26)	22.7(0)	23.1(10)
	Ratio		100	93.7	89.7	91.3
C (Resin sheet R·Sc overlaid)	Min.		22.6(0)	17.3(0)	18.9(0)	20.6(20)
	Max.		33.7(70)	28.5(40)	25.9(80)	27.9(90)
	Mean		28.0(24)	21.9(7)	23.4(25)	25.7(43)
	Ratio		100	78.2	83.6	90.7
N (Untreated)	Min.		23.4(0)	11.7(0)	10.6(0)	10.1(0)
	Max.		32.3(70)	22.0(60)	24.3(0)	24.8(0)
	Mean		29.2(16)	15.5(5)	18.9(0)	18.7(0)
	Ratio		100	53.1	64.7	64.1

* Wood failure (%)

状態がほぼそれと等しいと思われるウェザーメーター試験片の記号 (Table 8, 第2欄) を付記した。

屋外ばくろ試験 (I) は最も苛酷な試験法であり, 屋外ばくろ (II) がこれに次ぐが, ウェザーメーター試験, 実用試験は屋外ばくろよりかなりゆるやかであつた。屋外ばくろ (I) 1年後のオーバーレイ面 (Phot. 4) とほぼ等しい表面状態になるウェザーメーター試験, 実用試験による試験時間を合板 A, C, D についてそれぞれ比較すると Table 10 のごとくであり, この結果から, オーバーレイ面の耐候性試験に関しては, ウェザーメーター試験 216 時間は南面した羽目板としての実用 1 年間に, 南面 45° 傾斜の屋外ばくろ 1 年間はウェザーメーター試験の (216×3) 時間, 南面した羽目板としての 3 年間にほぼ等しいと考えることができる。このことは“被覆能”の減少度から考えても妥当なものであると考える (Table 7, 8 参照)。

Table 10. ばくろ試験法の比較
Comparisons of types of weathering.

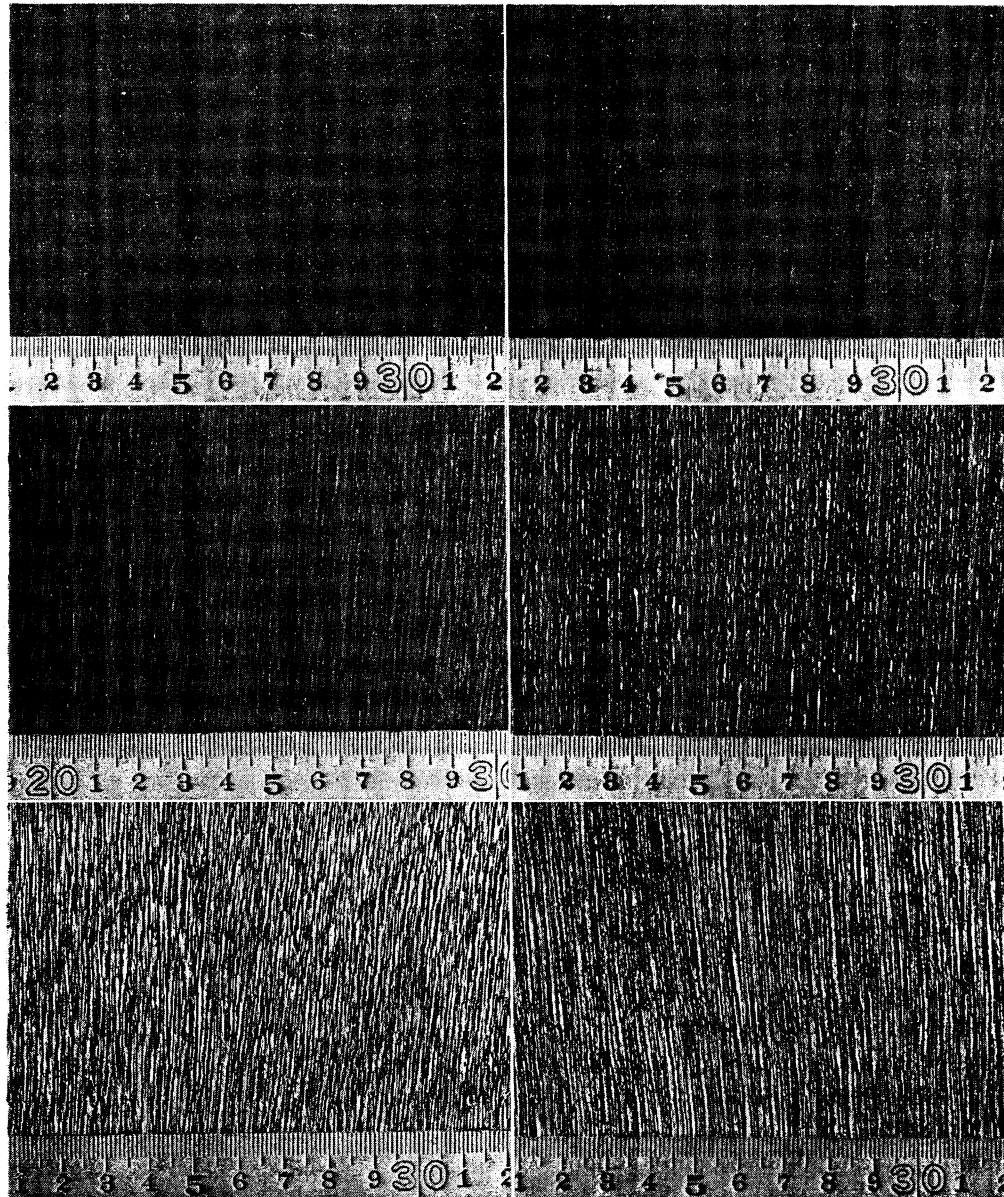
処理合板の種類 Kind of plywood	A	C	D	試験法の大略比 Approximate ratio between weathering methods
ばくろ試験法 Type of weathering				
屋外ばくろ (I) (year)	*	*	*	
Outdoor (I)	1	1	1	1
45° inclined to south				
ウェザーメーター (×216 hrs)	2~3	3~4	4	1/3
Weather meter				
実用試験 (year)	2~3	2~3	2~3	1/3
Service test faced on south				

* ほぼ同じ表面状態を示すに至る各試験時間

Exposing time showing approximately equal degree of surface weathering.

iii) 煮沸—乾燥くりかえし試験 A合板は第3回目の、C合板は第2回目の乾燥過程において割れを生じた。接着力試験の結果は Table 9 に示した。この試験においてもオーバーレイ処理は合板の接着耐久性に好結果をもたらしている。同様の結果は前報¹⁾でも認められているところである。

iv) レジンシート層の性質と耐候性 以上数種の耐候性試験において、厚さ 0.05 mm の原紙 B・Pc を



Outdoor weathering (I) 1 year

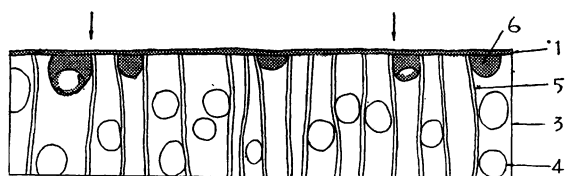
do. 2 year

Upper tier : Resin sheet (R・SA) overlaid plywood, Middle tier : Resin sheet (R・Sc) overlaid plywood, Lower tier : Untreated plywood.

Phot. 4 屋外ばくろ (I) 試験片の表面状態
Surface views of weather-beaten test pieces.

用いたC合板は比較的短時間のばくろによつて表面割れを生じ、樹脂のみで表面処理したD合板はきわめて短時間に表面割れを生じた。これはオーバーレイ面および裏面からの吸脱湿による合板の膨張、収縮量 α_W とレジンシートのそれ、 $\alpha_R \cdot S$ とが $\alpha_W > \alpha_R \cdot S$ であり、その上レジンシート層の強度が低いために、レジンシート層または樹脂層の破断、すなわち表面割れとなつて現われるのである。硬化したレジンシートの吸湿、吸水による寸法変化は Fig. 4 のとおりである。レジンシートを熱板により加熱硬化せしめたものの引張り強さは Table 11 のとおりであり、苛酷な条件下で使用するためのオーバーレイ処理にはさらに強度大なる表面層を必要とする。A合板と、レジンシート R・Sa 2枚をオーバーレイしたE合板とを比較した場合、Table 11 に見られるごとく樹脂量はE合板の方が多いが、表面割れは早く発生する。これはレジンシート層の強度が $A > E$ であるためと考えられる。

オーバーレイ面の断面を顕微鏡的に観察すると、Fig. 8 のごとく台板面の導管はA合板の場合、かなりの部分が樹脂によつて充てんされているが、一部には不完全なところがあり、このような導管部から表面割れが起こりやすい。C合板の場合は大部分の導管が完全には充てんされておらず、レジンシート層の低い強度とあいまって、導管部に多数の割れが短



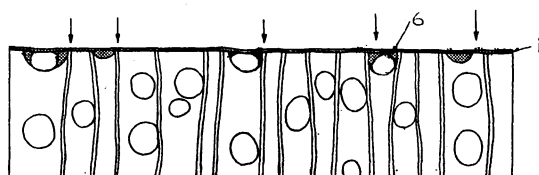
A : レジンシート R・Sa オーバーレイ面

原紙厚 0.12 mm

樹脂量 92 g/m²

A : Resin sheet R・Sa overlaid surface

Base paper thickness 0.12 mm

Amount of resin 92 g/m²

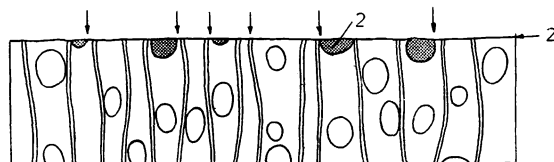
C : レジンシート R・Sc オーバーレイ面

原紙厚 0.05 mm

樹脂量 60 g/m²

C : Resin sheet R・Sc overlaid surface

Base paper thickness 0.05 mm

Amount of resin 60 g/m²

D : 樹脂塗付面

樹脂量 50~60 g/m²

D : Resin coated surface

Amount of resin 50~60 g/m²

- | | | | |
|-----------|--------------|------------|--------------|
| 1. レジンシート | Resin sheet | 4. 導管 | Vessel |
| 2. 樹脂 | Resin | 5. 髄線 | Ray |
| 3. ラワン単板 | Lauan veneer | 6. フローした樹脂 | Flowed resin |

↓ ばくろ試験によつて割れの起こりやすい部分
Easily crack by weathering

Fig. 8 レジンシートオーバーレイまたは樹脂塗付断面の模式図

Schematic side views of resin sheet overlaid or resin coated surface.

時間に発生し、D合板の場合には、樹脂層の強度がレジンシートに比較して著しく小さいため、きわめて短時間に著しい割れが発生するものと考えられる。いつたん表面割れが発生すると、表面からの吸湿吸水量は大となり、表面状態は加速度的に悪くなる。かくのごとく考えると、屋外で使用することを目的とするレジンシートとしては、それ自身の強度、水分遮断性ととともに、オーバーレイ処理時に導管を充てんするだけの流動樹脂量を保有することが望ましい。十分な耐候性をもたせるためにはレジンシートの強度と

Table 11. レジンシートの引張り強さとばくろ試験における割れ発生の関係
Tensile strength of cured resin sheet related to cracks of the overlaid plywood with weathering test.

オーバーレイ合板の種類 Kind of overlaid plywood				A	C	E
レジンシート Resin sheet	樹脂量 Total resin (g/m ²)			92	60	60×2
	引張り強さ ^{*1} Tensile strength (kg/15mm)	縦方向 Machine direction	Dry	18.0(1.7) ^{*2}	4.5(2.1)	4.5×2
			Wet	16.8(2.5)	4.3(2.2)	4.3×2
		横方向 Cross direction	Dry	8.1(1.9)	2.8(2.3)	2.8×2
			Wet	7.7(1.8)	2.8(2.4)	2.8×2
屋外ばくろ (Ⅱ) 1年後の表面割れ After 1 year outdoor weathering				No cracks	Many cracks	A few cracks

^{*1} ショッパー抗張力試験機 Schopper tensile machine

^{*2} 破断時の伸張度 Elongation at rupture (%)

樹脂量を、どの程度にすればよいかを試験することが今後の問題であろう。

この試験に用いたC合板は屋外ばくろ 1.5 年 (夏を2回経過) にしてすでに“被覆能”は0 になった (Table 7 参照) が、A 合板の場合、表面割れは生じたとはいえまだオーバーレイの効果はあり、この処理によって耐用年数がどの程度向上するかについては試験をさらにつづけた上で、後日発表する予定である。

IV 摘 要

1. 応用研究室のレジンシート製造装置により、厚さ 0.12 mm および 0.05 mm の原紙から石炭酸樹脂レジンシートを製造した。このレジンシートについて合板へのオーバーレイ処理条件を求め、オーバーレイ合板を製造した。レジンシートはいずれも自己接着性の高含脂率のものである。

2. レジンシートオーバーレイ合板をウェザーメーター試験、屋外ばくろ試験、羽目板としての実用試験等に供し、耐候性を検討した。その結果、次のことが判明した。

i) 合板表面を石炭酸樹脂で処理する場合、樹脂のみをコーティングするよりも、それと同量の樹脂を含むレジンシートとしてオーバーレイした方が合板の被覆能も大であり、耐候性も大である。これは樹脂のみでは処理層の強度が小なるため、短時間に割れを生ずるためである。

ii) したがって、屋外等の苛酷な条件下で使用するためのオーバーレイ用レジンシートは、屋内に比して特に著しい木材の吸脱湿による膨張、収縮に耐える強度を必要とし、また裏面にもバランスシートを用いて吸湿する水分を抑え、膨張、収縮を抑える必要があると思われる。ここで用いたレジンシートは、この点でいずれも不十分であつて、その欠陥はばくろ中の著しい表面割れとなつて現われた。

iii) レジンシートオーバーレイ処理により材面の導管の一部は、流動 (フロー) した樹脂により充てんされているが、表面割れは充てんされていない導管部から生じやすい。したがって、オーバーレイ処理時に導管を充てんするに十分な流動樹脂量のあるレジンシートが望ましい。

iv) 各種のばくろ試験片の表面状態の観察結果から、レジンシートオーバーレイ面の耐候性試験に関してはウェザーメーター試験 216 時間は南面した羽目板としての実用 1 年間にほぼ等しく、南面 45° 傾斜の

屋外ばくろ1年間は、ウェザーメーター試験の(216×3)時間、南面した羽目板として実用した場合の3年間はほぼ相当することが判明した。

文 献

- 1) 柳下 正：レジンシートによるオーバーレイに関する研究 第1報，異なる含脂率の石炭酸樹脂レジンシートによる特性，林試研報，130，(1961) p. 133~148.
- 2) 堀岡邦典・中村 章・松本庸夫：同上，第2報，レジンシート製造装置について，林試研報，130，(1961) p. 149~158.
- 3) 堀岡邦典：未発表
- 4) 宮本保夫・野口重信：完全耐水性合板用オーバーレイ・レジンシートについて，木材工業，13，(1958) p. 135~139.
- 5) SEIDL, P.J.: Paper and Plastic Overlays for Veneer and Plywood, Proceedings of the Forest Products Research Soc., 1, (1947) p. 23~30.
- 6) Housing and Home Finance Agency: Some Properties of Paper-Overlaid Veneer and Plywood, Forest Products Lab., Technical Paper, 9, (1948).
- 7) RITCHIE, John D.: Future of Plastic Surfaced Douglas-fir Plywood, Proceedings of the Forest Products Research Soc., 4, (1950) P. 347~351.
- 8) BARTON, J.S.: Recent Developements in Masking Overlays, Jour. of the Forest Products Research Soc., 2, 4, (1952) p. 52~53.
- 9) MACDONALD, Kenneth R.: Plastic Overlaid Plywood, Veneer and Plywood, 50, 4, (1956) p. 12~13.
- 10) WORKS, W.R.: Plastic Overlays for Wood Products, Forest Products Journal, 6, 1, (1956) p. 18A~20A.

Studies on the Resin Sheet Overlay. Report 3.

On the manufacturing and overlaying of phenolic resin sheet, and the weathering test of phenolic resin sheet overlaid plywood.

Tsuneo MATSUMOTO

(Résumé)

In order to use plywood under severe conditions, such as exposed exteriors, an additional surface treatment for plywood is desired. Applying the phenolic resin sheet overlay is a good way to improve the durability of plywood. In this report, the manufacturing and overlaying conditions of phenolic resin sheet using rather thin base paper, and the results of some types of weathering test on the resin sheet overlaid plywoods are reported.

1. Manufacturing of phenolic resin sheet.

- i) Apparatus: Floatation system coating machine as in Report 2 of this series.
- ii) Resin: Water soluble and neutral phenolic resin, specially made in our pilot plant.
- iii) Base paper: Shown in Table 1.
- iv) Manufacturing conditions: Shown in Table 2.

Two types of resin sheet are used for the overlaying test. They are shown in Table 2 or 5 with symbol of (R-SA) and (R-Sc), and they possess good self-bonding characteristics

as shown in Table 3.

In this report, the term "Resin content" shows the following value:

$$\text{Resin content} = \frac{B \cdot W_R \cdot s - B \cdot W_B \cdot p}{B \cdot W_R \cdot s} \times 100 (\%)$$

$B \cdot W_R \cdot s$: Basis weight of resin sheet.

$B \cdot W_B \cdot p$: Basis weight of base paper.

2. Overlaying treatment.

i) Curing rate: As shown in Fig. 1, the resin sheet is perfectly cured by heating for 6 ~ 7 minutes between hot plates at 125~130°C.

ii) Overlaying conditions: 125~130°C, 20 minutes, considering the results of Fig. 3, the way of assembling being as shown in Fig. 2 and 12 kg/cm² of pressure. Polyethylene emulsion is used as a parting agent.

iii) Base plywood: 6 mm, 5 ply (1.2 mm×5) lauan plywoods bonded with phenolic resin adhesives. Resin sheet is overlaid on one side of plywood.

3. Weathering tests of overlaid plywoods.

In order to test effect of overlaying, the resin sheet overlaid plywoods are applied to some weathering tests.

i) Plywood tested: Shown in Table 5. Plywood with symbol D is coated with phenolic resin followed by curing between hot plates.

ii) Weathering conditions: (a) Weather meter, (b) Boil and dry cycle test, (C) Outdoor, 45° inclined to south (Phot. 1), (d) Outdoor, vertical, 30 cm above the ground (Phot. 2), (e) Service test as exterior panel (Phot. 3).

iii) Results of weathering test: Shown in Table 6, 7, 8, 9 and Phot. 4. In order to measure the amount of water absorption from the treated surface, back side and edge of 5×5 cm specimens are coated with paraffine-vaseline (1:1), and then soaked in 25~26°C water. Increase of weight after 24, 48 and 72 hours is then weighed. The term "Covering Efficiency" is calculated with the following formula:

$$\text{Covering Efficiency} = \left[1 - \left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)_{\text{mean}} \right] \times 100$$

W_t : Amount of absorbed water from the overlaid or resin coated surface for 24, 48 or 72 hours soaking.

W_{unt} : Amount of absorbed water from the untreated surface for 24, 48 or 72 hours soaking.

$\left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)_{\text{mean}}$: Mean of three values of $\left(\frac{W_t}{W_{unt}} \right)$ at 24, 48 and 72 hours soaking.

4. Discussions

i) In the surface treatment of plywood with phenolic resin, resin sheet overlay is an effective method.

When resin sheet overlaid plywood C is compared with resin coated plywood D (these plywoods are treated with approximately the same amount of resin), the former has a higher "Covering efficiency" and less decreasing rate of the efficiency by weathering, and the latter has little resistant rating for cracks. These facts are reasonable, having in mind the little strength of resin layer of plywood D.

ii) In weathering tests, plywood C has less resistant rating for cracks than plywood A, this fact may depend on the less strength of resin sheet R-Sc (See Table 11). With increase of cracks, "Covering efficiency" falls (See Table 7, 8).

For exterior use, a resin sheet must have more strength than resin sheet R-SA of this report. And it is desired that a balancing sheet be applied to back side of plywood to reduce elongation and shrinkage with changing moisture content.

iii) Some vessels on top of plywood are filled with flowed resins and some others are not. Cracks occur more easily at the part of unfilled vessels (See Fig.8). Therefore adequate resin flow to fill vessels at overlaying treatment is desired.

iv) Severity relations between outdoor weatherbeating, service test facing south as exterior panel and weather meter test are approximately shown in Table 10.

v) The outdoor and service tests are being continued. Further results will be reported later.