

レジンシートによるオーバーレイに 関する研究 (第5報)

原紙の厚さを異にする石炭酸樹脂レジンシート オーバーレイ合板の製造とその耐候性試験

松 本 庸 夫⁽¹⁾

I 緒 言

合板に高度の耐水性、耐候性を付与する手段としてのレジンシートオーバーレイについて一連の試験を行ない、さきには比較的薄い2種の原紙(厚さ 0.05 および 0.12mm)を用いた自己接着性のレジンシートをオーバーレイした合板についての耐候性試験結果を報告した¹⁾。しかし、その結果では1~2年の屋外ばくろによつて表面割れを生じはじめ、以後はかなり急速に割れが進行し、十分な木材質の保護効果、耐候性は得られなかつた。これはレジンシートの強度が台板合板の吸脱湿による膨張、収縮に耐えられなかつたものと考察した。そこで、本報では前報より厚く、強度の大きい4種の原紙を用い、含脂率は50%のレジンシートを製造し、それらをオーバーレイした合板について行なつた耐候性試験結果について報告する。なお、本研究のために製造したレジンシートオーバーレイ合板は多雪寒冷地帯での耐候性を検討するため、当場北海道支場(札幌市)庁舎の羽目板として実用試験中であることを付記する。

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くださった大黒昭夫技官、田中辰五郎技官、ご便宜を与えられた小倉武夫木材部長、強度試験についてご指導いただいた強度研究室の方々に、深く感謝する。

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とその性質

供試レジンシートは前報¹⁾と同じ装置²⁾を用いて製造した。以下これについて述べる。

i) 樹脂 前報¹⁾と同じく、当場で製造した中性(pH 7.0~7.3)、水溶性の石炭酸樹脂で、樹脂率(Solid content, 以後 S. C. と略記する)46.5%, 粘度は約1ポイズ(20°C)である。これを必要に応じて(後述の予備試験の結果によつて)50%メタノールで希釈して用いた。

ii) 原紙 Table 1 に示したごとく、未さらクラフトパルプ製、または再生綿製の厚さ 0.12~0.38 mmのもの4種、すなわち符号A, B, F, Jの4種を使用した。このうちAは前報¹⁾のB・PAと同一のもので、比較のために用いた。

iii) 予備試験 使用した4種の原紙について、それぞれ含脂率(Resin content, 以後 R. C. と略記する)約50%のレジンシートをうるため、樹脂液濃度(樹脂率)と含脂率の関係をレジンシート製造装置と条件をほぼ等しくした簡単な装置による予備試験によつて求めた。その方法は幅22cm, 長さ約45cmの

(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	A	B	F	J
パルプの種類 Kind of pulp	KP	KP	KP	再生綿 (Ragged cotton)
厚さ (mm) Thickness	0.12	0.20	0.22	0.38
坪量 (g/m ²) Basis weight	62.5	110	141	226
密度 Bulk density	0.52	0.55	0.64	0.59
吸水度 (cm/10 min) Water absorption degree	9.5	7.5	7.1	
引張り強さ (kg/15mm) Tensile strength	5.8	12.5	12.1	6.8
縦方向 Machine direction				
横方向 Cross direction	1.7	4.9	5.7	5.4

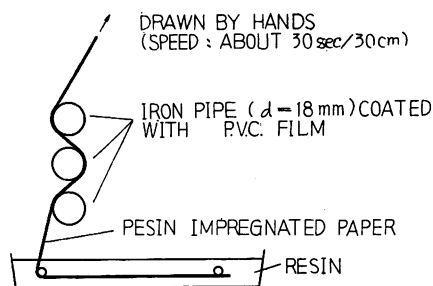


Fig. 1 予備試験における含浸法の模式図
Schematic diagram of impregnation test in laboratory.

なお、含脂率は次式により算出した、

$$\text{含脂率 (R.C.)} = \frac{(\text{レジンシートの坪量}) - (\text{原紙の坪量})}{(\text{レジンシートの坪量})} \times 100 (\%)$$

原紙を用い、Fig. 1 の方法で樹脂を含浸せしめたのち、80~90°C の通風乾燥器中で10~15分間乾燥して揮発分 (130~140°C で10分間乾燥した時の減量) 約8%とし、得られたレジンシートのほぼ中央部から 20×20cm の試料をとつて秤量し、含脂率を求めた、樹脂液の S.C. を変えて試験したところ、Fig. 2 の結果を得た。これより R.C. 50% のレジンシートをうるためには樹脂液の S.C. を A 原紙 : 40%, B 原紙 : 45%, F および J 原紙 : 50% (外挿法により推定) とすればよいことがわかった。

Table 2. フェノールレジンシートの製造条件と性質
Manufacturing conditions and properties of phenolic resin sheets.

原紙 Base paper	樹脂 Resins		乾燥室温度 Temperature in dryer			乾燥時間 Drying time	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
	樹脂率 Solid content (%)	粘度 Viscosity (Poise)	入口 Entrance (°C)	中央 Middle (°C)	出口 Exit (°C)		含脂率 Resin content (%)	揮発分 Volatile content (%)	樹脂量 Total resin (g/m ²)	厚さ Thickness (mm)	
A	40	0.7	82	80	59	5.3	53	8	72	0.19	A-53
B	45	0.8	76	80	53	6.1	52	8	120	0.29	B-52
F	46.5	0.8	81	80	58	6.3	50	8	141	0.33	F-50
J	46.5	0.8	85	88	62	6.3	50	8	226	0.54	J-50

iv) レジンシートの製造条件 この試験に用いたレジンシートの製造条件は Table 2 に示した (製造したレジンシートは原紙記号と R. C. を組み合わせて A-53, B-52, F-50, J-50 と略記することにする)。F, J 原紙の場合には S. C. 50% の樹脂は得られなかつたので樹脂原液 (S. C. 46.5%) を用い、ちょうど R. C. 50% のレジンシートをうることができた。一般的にいつて、この製造装置では予備試験結果より 2~3% 高い R. C. のレジンシートをうることが判明した (Table 3)。この点を考慮し、使用する樹脂液の S. C. を予備試験結果より 2~3% 低くすることによつて、他の R. C. 域でも所望の R. C. にほぼ等しいレジンシートをうる事ができる³⁾。

なお、含浸、乾燥過程でのシートの寸法変化 (幅方向) は Table 4 に示したごとく約 1% あり、原紙のプレヒート後、樹脂液含浸の過程では 2% 近くの伸びがみられ、A 原紙の場合にはほぼ中央部にシワを生ずる傾向があつたが、弓型バーの使用および原紙の緊張度を調節することによつて取除くことができた。厚い他の原紙の場合には原紙の緊張度の調節によりシワを取除くことができた。縦方向 (原紙の抄紙方向) の乾燥後の寸法変化は A 原紙の場合約 0.6% の伸びを示した。

以後の試験には上記で得た 4 種のレジンシートのほかに、記号 L-45, R-65 の 2 種の市販レジンシートを比較のために使用した。L-45 は厚さ 0.25mm の原紙に水溶性石炭酸樹脂を含浸させたものであり、オーバーレイの際には別に接着紙 (原紙の厚さ 0.075 mm, R. C. 約 65%) を併用する。R-65 は厚さ 0.125 mm の原紙にアルコール溶性の石炭酸樹脂を含浸させたもので、自己接着によるオーバーレイが可能なるものである。

v) 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、これらを接着紙としてカバまたはラワンの 1.2 mm, 3 プライ合板を試作し、その常態、煮沸、乾湿くりかえし試験 (JAS に準じて) を行なつた。その結果は Table 5 のごとくであつて (B タイプ試験片で 0.9 を乗じた値、切込は順逆同数)、良好な接着性を示した。したがつて、自己接着によるオーバーレイ (L-45 以外) が可能である。

vi) レジンシートを加熱硬化せしめたものの性質 レジンシートを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ものの引張り強さを Table 6 に示した。R. C. 50% 以上では湿潤強度は常態のそれと大差なく、破断時の伸張度は湿潤時の方が大であつた。また吸湿、吸水時の寸法変化を Table 12, Fig. 6 に示した。

2. オーバーレイ処理

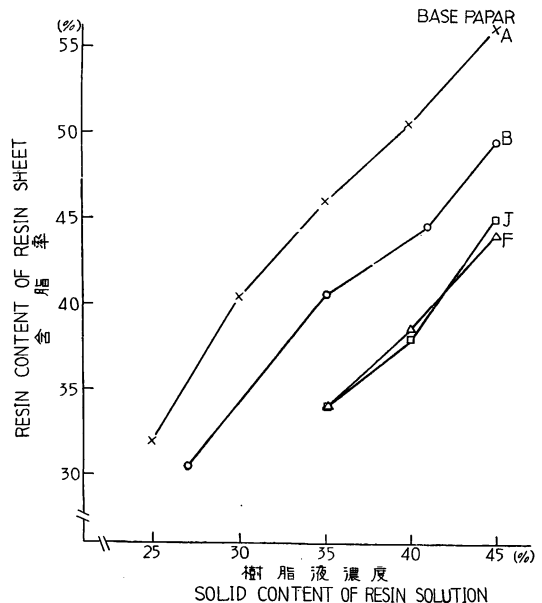


Fig. 2 予備試験における樹脂液濃度とレジンシートの含脂率の関係

Relations between solid content of resin solution and resin content of resin sheet in laboratory tests.

Table 3. 樹脂液濃度と含脂率の関係における予備試験と現場（応用研究室）との差
Relations between solid content of resin solution and resin
content of resin sheet in laboratory and pilot plant.

原 紙 Base paper	予 備 試 験 Laboratory		応 用 研 究 室 Pilot plant	
	樹 脂 率 Solid content of resin solution (%)	含 脂 率 Resin content of resin sheet (%)	樹 脂 率 Solid content of resin solution (%)	含 脂 率 Resin content of resin sheet (%)
A	40	50	40	53
B	45	50	45	52
F	50	50	46.5	50
J	50	50	46.5	50

Table 4. 樹脂含浸、乾燥時のシートの幅方向における寸法変化
Dimensional changes of sheets (cross direction)
at impregnation and drying.

Base paper	A	B	F	J
Part of machine				
Rolled paper	100	100	100	100
Preheater	99.4	—	—	—
After impregnation	101.4	—	—	—
After drying	101.2	101.1	100.8	100.8

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

i) 台板合板 ラワン3 プライの 3.4~3.5mm合板（使用単板は 0.9—2.0—0.9mm）で含水率は約12%，接着剤は前報と同じ石炭酸樹脂で，配合，圧縮条件は次のとおりである。両面を 180番サンドペーパーでサンディング仕上げした。

接着剤の配合：石炭酸樹脂（S. C. 46.5%）100部，大豆粉 5 部，水10部

塗付量：30~35g/(30cm)² 冷圧：10kg/cm²，約2時間

熱圧：10kg/cm²，130°C，10分

ii) オーバーレイ処理条件 オーバーレイ処理は Fig. 3 の構成で合板の両面に同種の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）。クッション紙は前回と同じもの（厚さ0.2mm，アスベスト25%を含有）を両面に5枚ずつ使用した。熱圧条件はレジンシートの硬化速度，クッション紙の枚数を考慮して（第3報参照）125~130°C，15分間（ただし購入したL-45，R-65の場合には20分間），圧力は 12kg/cm² とした。離型剤としてはポリエチレンエマルジョンを使用した。

なお，以後の記述を簡単にするため，オーバーレイ合板には，使用したレジンシートの種類によつて次のごとく記号をつけてそれぞれの合板を示すことにする（Table 8）。無処理の台板合板を N，オーバーレイ合板についてはレジンシート記号の R. C. 値を除いたものとした（すなわち A, B, F, J では原紙記号と同一になる）。

Table 5. 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.

Resin sheet	Species Kind of test (JAS) Adhesion strength (kg/cm^2)	Birch			Lauan		
		Normal test	Boiling test	Cycle wet and dry test	Normal test	Boiling test	Cycle wet and dry test
A-53	Min. Max. Mean	18.5(0) 25.5(0) 22.2(0)	20.0(0) 28.5(0) 24.3(0)	21.6(0) 26.1(40) 24.3(5)	15.7(90) 19.7(100) 17.7(97)	16.0(80) 17.7(100) 16.8(85)	14.9(95) 18.7(100) 17.3(100)
B-52	Min. Max. Mean	16.5(0) 24.5(0) 20.8(0)	24.0(0) 30.4(0) 26.5(0)	20.2(0) 29.4(40) 24.8(23)	11.5(100) 18.4(100) 16.6(100)	11.4(60) 17.6(100) 14.4(86)	12.6(100) 15.7(100) 14.2(100)
F-50	Min. Max. Mean	13.4(0) 24.0(0) 18.9(0)	17.3(0) 23.8(0) 19.5(0)	11.4(0) 26.2(0) 20.3(0)	15.2(100) 19.5(100) 17.1(100)	11.8(100) 14.4(100) 13.0(100)	
J-50	Min. Max. Mean	17.3(0) 24.2(60) 20.2(12)	18.4(0) 28.2(20) 24.0(7)	21.6(0) 28.3(60) 25.6(26)		14.4(100) 16.3(100) 15.0(100)	
Film glue for resin sheet L-45	Min. Max. Mean	24.3(0) 30.2(60) 27.0(37)	18.9(0) 31.2(0) 23.8(0)	20.2(0) 21.8(20) 21.0(5)			
R-65	Min. Max. Mean	19.0(0) 25.9(35) 23.0(5)	15.2(0) 26.6(0) 21.7(0)	13.6(0) 22.4(0) 18.9(0)			

* Wood failure (%)

Veneer : 1.2mm 3 ply, u=11~12%; Press condition : 12kg/cm², 130°C, 10min.

Number of specimen : 10 pieces.

Table 6. 加熱硬化せしめたレジンシートの引張り強さ*1, 2, 3
Tensile strength of cured resin sheets.*1, 2, 3

Resin sheet	Thickness of cured sheet (mm)	抄紙方向 Machine direction		幅方向 Cross direction	
		Dry(20°C R. H. 65%)	Wet (25°C Water 24hrs)	Dry(20°C R. H. 65%)	Wet (25°C Water 24hrs)
A-53	0.15	18.8 (2.4)*4	16.5 (3.8)	7.2 (2.0)	6.0 (3.5)
B-52	0.25	27.4*5(2.7)	28.5 (3.4)	16.4 (2.1)	13.8 (3.3)
F-50	0.29	33.3*5(2.3)	28.8 (3.4)	18.8 (1.9)	17.3 (3.5)
J-50	—	36	—	32	—
L-45	—	28.9 (2.7)	—	18.7 (2.2)	—
R-65	—	11.1 (2.0)	—	7.0 (—)	—

* 1. ショッパー抗張力試験機 Schopper tensile machine.

* 2. Unit : kg/15mm

* 3. 試験片は、接触圧程度で熱板にはさんで硬化せしめた。

Resin sheets for test were cured between hot plates without pressure.

* 4. 破断時の伸張度 Elongation at rupture. (%)

* 5. 10mm 幅の試験片を用い、試験値を kg/15mm に換算した。

Width of test pieces : 10mm ; strength : converted into the unit of kg/15mm

3. オーバーレイ合板の性質

i) 外観 原紙が比較的薄く, R. C. のいくぶん大きい A, B, R 合板の場合にはレジシシート層は透明で木目を透視できるが, F, J, L 合板の場合には不透明であつた。後者のように原紙が厚く, R. C. 40~50% の場合にはわずかの樹脂含浸ムラやオーバーレイ処理時の圧カムラによつてオーバーレイ面に斑点状のムラが目立ちやすい。市販のレジシシートである L-45 の場合のように原紙に無機顔料(この場合ベンガラ)を抄き込むことは, これらの斑点を目立たなくする効果があるとともに, 材の欠点を遮蔽する効果もある。

導管に起因する凹凸は A, B, R 合板にはわずかに認められたが, 厚さ 0.22mm で比較的密度の高い F 原紙, さらに厚い J 原紙を用いた場合および L-45 の場合にはほとんど認められなかつた。

ii) 耐薬品性 オーバーレイ面について, 特殊合板の J A S に準じて耐酸(5%酢酸), 耐アルカリ(1%炭酸ナトリウム), 耐アルコール, 耐石油ベンゼン, さらに耐アセトンの各試験を行なつたところ, いずれの合板も耐アルカリ試験によつてわずかに変色したが, 他には変化はみられなかつた。

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。これを次の方法で測定した。試料から 5×5cm の試験片 3 個をとり, 20°C, 関係湿度(R. H.) 65% において調湿後, エッジをパラフィン・ワセリン(1:1)混合物で封じ, 25~26°C の水中に浸漬(水深 5~10cm)し, 1~7 日後に秤量して 5×5cm×2 面(両面)からの吸水量を求め, 3 試験片の平均値を Fig. 7 に示した。この場合(台板合板の厚さ約 3.5mm の場合)の結果によると, たとえば 48 時間水浸漬後の吸水量は無処理合板(N)の場合 2.2g (平均含水率増加は約 40%)であるが, レジシシートオーバーレイによつて 0.03~0.23g (平均含水率増加は 0.5~4%)に減少する。

オーバーレイしたレジシシートが合板を被覆する効果を簡単に表現するため, 前報¹⁾と同様にこの吸水量から“被覆能”として次式を定義して計算し, 48 時間後の吸水量と併せて Table 9, 10 に示した。

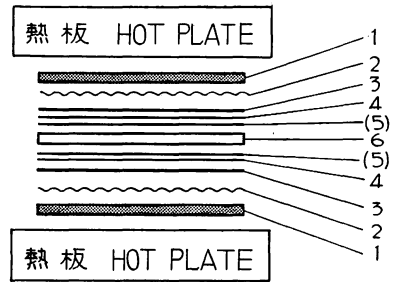
$$\text{被覆能 (Covering efficiency)} = \left[1 - \left(\frac{W_{ov}}{W_{non}} \right)_{\text{mean}} \right] \times 100$$

ただし, W_{ov} : オーバーレイ合板の水浸漬 24, 48 あるいは 72 時間後の吸水量

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

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

iv) 機械的性質 レジシシートオーバーレイにより合板の機械的性質が改善されることは第 1 報⁴⁾等でも報告されている。本実験では縦(0°), 横(90°), 斜(45°)の 3 方向について次節に記述する方法によつて曲げヤング係数(E_b) (中央集中荷重法により測定)と引張り強さ(σ_T)を測定した。それらの結果を Table 15, 16 (ばくろ時間 0 年の場合)に, また台板合板を 1.0 とした場合のオーバーレイ合板の比



1. 当板 Caul plate
2. クッション紙 (5 枚)
Cushion paper (5 sheets).
3. 鏡面みがきステンレス板
Single surface caul plate.
4. レジシシート Resin sheet
5. 接着紙 (L-45 の場合のみ使用)
Film glue (used only with L-45)
6. 台板合板 Plywood

Fig. 3 レジシシートオーバーレイ処理時の組合せ
Way of assembly at overlaying.

較値を Table 7 に示した。これで明らかなように、45° 方向の E_B , σ_T と、90° 方向の E_B は著しく大きくなる。一般に合板の 45° 方向の σ_T は 0° または 90° 方向のそれに比して小であり、 $[\sigma_T(45^\circ)/\sigma_T(0^\circ \text{ or } 90^\circ)]$ (分母は $\sigma_T(0^\circ)$, または $\sigma_T(90^\circ)$ のうち、大きい方の値) で合板の異方性を比較することができる (この値が 1 に近いほど異方性は少ない)。この試験の場合、その値は Table 7 の最右欄に記したごとく、無処理合板の 0.20 に対してオーバーレイ合板は 0.23~0.43 であつて、異方性が著しく少なくなっている。この中でもレジンシートが厚く、強度が大きいほど異方性も少なくなつた。

以上のようにレジンシートオーバーレイは合板の機械的強度を増し、特に異方性を少なくする効果が著しい。

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、促進試験法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前報¹⁾の屋外ばくろ試験(I)と同じ条件の試験を行なつた。屋外ばくろ試験はなお続行中であり、そのほかに前述のごとく北海道支庁において羽目板として実用試験中であるので、それらの結果は後日発表の予定である。

1. 試料

供試合板はIIによつて製造したもので、一括して Table 8 に示した。記号については、II—2—ii) に述べたところである。

2. 試験方法

i) ウェザーメーターによる試験 前報¹⁾同様の条件 (乾球 : 40~42°C, スプレー : 120 分ごと

Table 7. 合板の曲げヤング係数および引張り強さにおよぼすレジンシートオーバーレイの効果
Effect of resin sheet overlay in bending Young's modulus and tensile strength
(Values show ratio between overlaid and non-overlaid plywood).

Thick- ness of base paper (mm) Kind of plywood	Dire- ction of test	Ratio	Ratio of mechanical properties						Ratio of tensile strength of 45° direction and 0° or 90° direction $\left[\frac{\sigma_T(45^\circ)}{\sigma_T(0^\circ \text{ or } 90^\circ)}\right]^*1$
			Ratio of bending Young's modulus $\left[\frac{E_B(\text{overlaid})}{E_B(\text{non-overlaid})}\right]$			Ratio of tensile strength $\left[\frac{\sigma_T(\text{overlaid})}{\sigma_T(\text{non-overlaid})}\right]$			
			0°	45°	90°	0°	45°	90°	
Non-overlaid	N*2	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20
Overlaid	A	0.12	1.26	2.30	2.61	1.08	1.62	1.16	0.23
	B	0.20	1.07	2.63	2.91	1.05	1.94	1.08	0.28
	F	0.22	1.02	3.14	3.39	0.84	1.58	0.84	0.29
	J	0.38	0.94	3.11	3.45	0.96	2.86	1.23	0.43
	L	0.25+ 0.075	0.86	2.48	2.66	0.92	2.02	0.95	0.34
	R	0.125	0.99	2.12	2.41	0.90	1.45	0.93	0.23

* 1. この値が大なるほど、合板の異方性は少ない。The more value shows the less anisotropy.
 $\sigma_T(0^\circ \text{ or } 90^\circ) : \sigma_T(0^\circ)$ または $\sigma_T(90^\circ)$ のうち、大なる値をとる。

Larger σ_T either $\sigma_T(0^\circ)$ or $\sigma_T(90^\circ)$.

* 2. Table 8 参照。cf. Table 8.

3 分間、水量：毎分 580ml) で 216 時間を 1 単位として (216×1)～(216×5) 時間試験した。試験片の大きさは14×7cm (表板の繊維方向 14cm) で、エッジを常温硬化性石炭酸系樹脂で封じた。各試験ごとにのおのの 2 枚の試験片をとつた。

ii) 屋外ばくろ試験 林産新館屋上に南面 45° 傾斜に設置した。試験片の大きさは 30.5×30.5cm で、
i) 同様エッジを封じ、1960年4月に設置した。1 年ごとにのおのの 1 枚の試験片をとりはずし、後述の諸試験に供した。

iii) 煮沸—乾燥くりかえし試験 15×15cm の試験片おのの 2 枚ずつを、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、各段階で表面割れ発生の有無などを観察するとともに、試験終了後の乾燥試験片から接着力試験片を採取した。

3 測定事項および測定法

ばくろ試験または促進試験を行なつた試料 (ばくろ試験しないものを含む) について次の測定を行ない、耐候性を比較した。

i) 光沢と色 ウェザーメーター試験片およびばくろ試験片について、表面に付着した異物を湿つた布でできるだけぬぐいとつたのち観察記録し、さらに色を三刺激値直読型測色計 (東洋工業 K. K. 製, T K-S P 型, 照明・受光の幾何学的条件は 0—d) を用いて測定した。三刺激値より明度と色度を求め、色度はさらに色度図によつて C 光源に対する主波長、刺激純度に読みかえて表示した。

ii) 表面割れ ウェザーメーター試験片については 216時間ごとに 8 倍のルーペで観察し、表面割れの本数と合計長を記録した。屋外ばくろ試験片については試験片の中央に木目に直角方向に一線を引き、その線が横切る割れの数をルーペで観察した。煮沸—乾燥くりかえし試験片については各段階で表面割れの有無を観察した。

iii) 吸水量 ウェザーメーター試験片、またはばくろ試験片から 5×5cm の試験片各 2 枚をとり、II—3—iii) で述べた方法で測定し、図示または48時間後の吸水量と前述した“被覆能”で表示した。

iv) 接着力 B タイプの試験片 (切込みは順逆同数にとる) で測定し、係数 0.9 および構成単板の厚

Table 8. 耐候試験試料一覧表
List of plywoods for weathering tests.

試料合板の記号 Symbol of plywood	オーバーレイ 処理の有無 Overlaid or not	レジンシート Resin sheet			試料合板の厚さ Thickness of plywood (mm)	備考 Note
		原紙の厚さ Thickness of base paper (mm)	含脂率 Resin content (%)	Table 2 中の記号 Symbol in Table 2		
N	Non-overlaid (base plywood)	—	—	—	3.4～3.5	
A	Both side overlaid	0.12	53	A-53	3.6～3.7	
B	As above	0.20	52	B-52	3.7～3.8	
F	As above	0.22	50	F-50	3.8～3.9	
J	As above	0.38	50	J-50	4.0～4.1	
L	As above with film glue	0.25 and 0.075	About 45 and About 65	(L-45)	3.9～4.0	市販のレジンシートを使用 Resin sheet on the market
R	Both side overlaid	0.125	About 65	(R-65)	3.6～3.7	同上 As above

さ比の係数として一律に 1.2 を乗じた値を表示した (レジンシートの厚さにより三層の構成比は変化するが、ここでは便宜的に同じ係数を乗じた)。試験片の数は Table 14 に付記した。

v) 曲げ剛性試験 屋外ばくろ試験片 (30.5×30.5cm) から Fig. 4 にしたがひ、縦 (0°), 横 (90°), 斜 (45°) の3方向から 2×20cm の試験片3枚ずつを採取し、20°C, R. H. 65% で調湿後試験に供した。曲げ試験はスパン長さ 15cm の中央集中荷重法により行なつた。すなわち中央に荷重用分銅受とダイヤルゲージを設置し、試料の強度に応じて 10~500g の分銅を逐次加え、荷重と撓みの関係を10点読み取り、それから曲げヤング係数 (E_B) を計算した (ばくろ試験の際の上面を曲げ試験に際しても上面とした)。この曲げ試験では曲げヤング係数だけを求め、その試験片から次の引張り試験片を作製した。

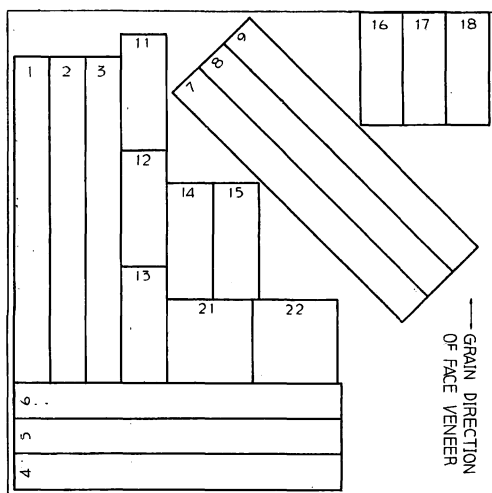
vi) 引張り試験 曲げヤング係数を求めた試験片から Fig. 5 の引張り試験片を作製し、つかみの部分には補強材を接着し、オルゼン型試験機 (能力1トン) によつて引張り強さ (σ_T) を求めた。

vii) 台板目やせ 屋外ばくろ試験片、煮沸—乾燥くりかえし試験片について、台板目やせの有無を観察した。

4. 試験結果および考察

ウェザーメーター試験、屋外ばくろ試験、煮沸—乾燥くりかえし試験の観察結果その他を Table 9~11 に、接着力試験、曲げ、引張試験結果を Table 14~16 に、吸水試験結果を Fig. 7 にそれぞれ示した。

i) 色 ウェザーメーター試験、屋外ばくろ試験によつて徐々に変色する (Table 9, 10) が、その傾向は両試験法によつて若干の差がある。これはウェザーメーターの場合にはスプレイ用水道水中の無機物の



1~9 : Bending and tensile strength test pieces (2×20 cm).

11~18 : Adhesion strength test pieces (2.5×7 cm).

21~22 : Water absorption test pieces (5×5 cm).

Fig. 4 屋外ばくろ試験合板から各試験片のとり方
Cutting diagram of test pieces from the outdoor weathered plywood.

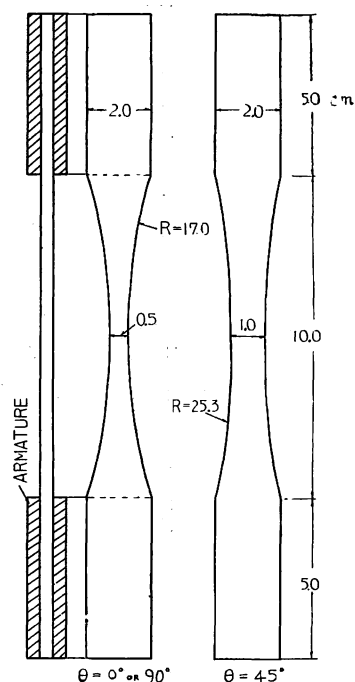


Fig. 5 引張り試験片の形状
Tensile strength test pieces

影響、屋外ばくろの場合には煤煙等の影響（ぬぐいとれない汚れが認められる）と思われる。しかし一般的には主波長は最初長波長側に、その後わずかながら短波長側に变化する傾向がみられた。ただ、レジシシート原紙にペンガラを抄きこんでいるL合板の場合には主波長の変化が大であり、アルコール溶性の石炭酸樹脂を用いたR合板の場合には一般に知られているごとく、ばくろ前には他に比し明るくうすい赤黄色であるが、ウェザーメーター試験またはばくろ試験によつて急速に赤味を増した。

純度、明度はいずれの試料も低下する傾向にあり、だんだん濁つた、暗い色になつてゆくことが数値上からもうかがわれる。

石炭酸樹脂は元来、褐色に着色しており、ここで観察された変色は実用的には支障ないものと考えられ

Table 9. ウェザーメーターによる耐候性試験結果

Results of weather meter test.

合板 の種類 Kind of ply- wood	ウェザー メーター 試験時間 Exposing time to weather meter (hr)	測定項目 of measu- rement	色 Color			表面割れ Surface crack		吸水量 Amount of absorbed water by 5×5 cm specimen for 48 hours (g)	被覆能 Covering efficiency
			明 度 Light- ness (%)	主 波 長 Domi- nant wave length (mμ)	刺戟純度 Excita- tion purity (%)	Total length (mm) and number of crack on the 2 specimen of 7×14 cm			
						表 面 Face	裏 面 Back		
A	0		18.5	587.5	51.5	0	0	0.23	89.5
	216×1		16.0	589.7	57	0	0	—	—
	×2		15.4	589.5	45	5.5(1)	11(1)	0.24	89.8
	×3.5		14.0	591.0	41	20(1)	74(9)	0.20	91.5
	×5		13.4	591.4	40.5	60.7(11)	196(22)	0.25	89.2
B	0		16.1	588.8	45.5	0	0	0.08	96.5
	216×1		14.0	589	46	0	0	—	—
	×2		14.8	588	44	0	0	0.11	95.3
	×3.5		13.3	594.5	38	0	0	0.09	96.2
	×5		13.3	591	36	0	0	0.11	95.2
F	0		13.4	588.7	39.5	0	0	0.07	96.8
	216×1		13.8	588.4	45.5	0	0	—	—
	×2		14.3	591	36	0	0	0.12	94.5
	×3.5		12.9	588.6	36	0	0	0.07	96.3
	×5		12.8	590	31.5	0	2(1)	—	—
J	0		12.5	586.8	37	0	0	0.14	93.6
	216×1		12.1	587.8	40.5	0	0	—	—
	×2		12.7	593.6	28.5	140(1)	0	0.15	93.7
	×3.5		12.7	581.5	33	0	0	0.12	95.8
	×5		13.8	567.6	53	130(1)	0	0.15	93.7
L	0		11.3	600	37.5	0	0	0.18	92.3
	216×1		10.5	598.5	37.5	0	0	—	—
	×2		13.5	591.0	36	0	0	0.16	93.1
	×3.5		13.2	592	26	0	0	0.19	91.9
	×5		13.8	591.5	25.5	0	0	0.17	92.8
R	0		24.5	588.5	62	0	0	0.03	98.6
	216×1		13.7	593.5	52	0	0	—	—
	×2		13.7	593.5	47	8(3)	9.5(2)	0.07	96.5
	×3.5		12.5	593.5	37	2.5(1)	13(4)	0.09	96.4
	×5		11.7	596	37	19(7)	66(12)	0.07	96.4

Size of specimen : 7×14cm (grain direction of the face veneer : 14cm).

Surface cracks were observed with a magnifying-glass.

Table 10. 屋外ばくろ試験によるレジシシートオーバーレイ合板の外観的変化

Results of outdoor weathering test of resin sheet overlaid plywoods.

合板の種類 Kind of plywood	屋外ばくろ時間 Outdoor weathering time (Year)	観察・測定項目 Items of observation and measurement	光 沢 Gloss	色 Color			表面 割れ Surface crack (Number of cracks crossed with center line of 30cm)	台板目やせ Raised grain of base plywood	吸 水 量 Amount of absorbed water by 5×5cm specimen for 48 hours (g)	被 覆 能 Covering efficiency
				明 度 Lightness (%)	主 波 長 Dominant wave length (mμ)	刺 戟 純 度 Excitation purity (%)				
A	0		glossy	18.5	587.5	51.5	0	—	0.23	89.5
	1		little	12.8	591	42	0	very slight	0.25	88.6
	2		none	10.8	591.5	33	5~7	slight	0.51	76.4
B	0		glossy	16.1	588.8	45.5	0	—	0.08	96.5
	1		little	12.5	593	44.5	0	very slight	0.13	94.3
	2		none	10.8	589.4	36.5	0	slight	0.24	88.7
F	0		glossy	13.4	588.7	39.5	0	—	0.07	96.8
	1		none	10.4	589.8	30	0	none	0.10	96.0
	2		none	8.9	586	22	0	none	0.25	88.1
J	0		glossy	12.5	586.8	37	0	—	0.14	93.6
	1		none	10.7	590.5	32	0	none	0.16	92.7
	2		none	10.1	585.5	22	0	none	0.17	92.3
L	0		glossy	11.3	600	37.5	0	—	0.18	92.3
	1		none	10.0	594.8	27	0	none	0.16	93.5
	2		none	9.5	588.4	23	0	none	0.19	91.1
R	0		glossy	24.5	588.5	62	0	—	0.03	98.6
	1		little	11.4	595.5	37	0	very slight	0.12	94.4
	2		none	10.5	593.6	28	0~2	slight	0.24	89.2

Table 11. 煮沸—乾燥くりかえし試験片の観察結果
Observation results of boil and dry cycle test specimen.

合板の種類 Kind of plywood	くりかえし経過中の重量変化 Weight change at cycle process (Air dry weight :) 100		くりかえし回数 Number of cycle	表面割れ Surface crack	台板目やせ Raised grain of base plywood
	Boil 4 hrs	63°C Dry 20 hrs			
A	122	93	3 5	*a few on one side many on both sides	observed "
B	127	94	3 5	none none	observed "
F	131	94	3 5	none none	none slightly observed
J	119	95	3 5	none none	slightly observed "
L	124	96	3 5	none none	observed "
R	127	94	3 5	a few on one side a few on one side	observed "

Size of specimen : 15×15cm.

* All cracks occurred at drying process

る。

ii) 表面割れ ウェザーメーター試験の場合にはA, J, R合板に、屋外ばくろ試験と煮沸—乾燥くりかえし試験ではA, R合板に表面割れが発生した。ウェザーメーターによるJ合板の表面割れは2本とも原紙中に夾雑物として含まれていた黒色の無機物を基点として発生しており、部分的な温度上昇に起因すると思われる。

さて、レジンシートを加熱硬化せしめ、20°C、関係湿度(R. H.) 65%で調湿したものを24時間25°Cの水に浸漬した時の幅方向の伸びは Table 12 のごとく 0.26~0.69%であり、さらに伸びが最小のレジンシートであるF-50について、R. H. 32, 65, 95% (いずれも 20°C)、水浸漬 (25°C) の状態に順次おいた時の寸法変化を測定すると Fig. 6 のごとくなる。ところで、20°Cにおいて R. H. が 65→95%, 65→32%と変化した場合、すなわち木材の平衡含水率が 12→24%, 12→6.5% と変化した場合における1—2—1mm 構成のタンギール合板 (本試験の台板合板とほぼ同じ構成である) の表板繊維に直角方向の膨張、収縮率はそれぞれ 0.17% (文献⁵⁾ には含水率 0~20% の記載があるが、24%まで直線で外挿した値) および 0.05%である⁵⁾。これを上記レジンシート F—50の同条件下での膨張、収縮率それぞれ 0.14%, 0.12% (Fig. 6) に比較すると、R. H. 65→32% すなわち一般的な気乾状態よりさらに乾燥する場合には合板の収縮率よりレジンシートの収縮率の方が大であつて(吸湿の場合にはこの逆)、この傾向は水浸漬時の伸びが F-50 より大きい(したがって乾燥時の収縮も大きい)他のレジンシートの場合にはさらに著しい。しかもオーバーレイ処理によつて合板表面からの吸水量は実際にはきわめて少なくなり (Fig. 7), 台板合板の含水率が外界条件と平衡に達するのは時間的にみてレジンシートのそれよりはるかにおくれる

Table 12. 加熱硬化せしめたレジンシートの
吸水時の伸び
Expansion of cured resin sheet (conditioned
at 20°C and R. H. 65%) in water.

Direction Resin sheet	抄 紙 方 向 Machine direction	幅 方 向 Cross direction
A-53	0.07%	0.42%
B-52	0.08	0.37
F-50	0.07	0.26
J-50	0.37	0.68
L-45	0.15	0.47
R-65	0.39	0.69

Size of specimen :

20cm(tested direction)×3cm.

から、レジンシートの膨張・収縮は合板合板のそれより
はるかに大きくかつ頻繁に行なわれる。したがって乾燥
過程でレジンシートがその収縮のために合板からうける
相対的な張力も一層大であり、このような膨張・収縮が
頻繁にくりかえされると、そのレジンシートの強度が小さい場合には表面割れを生ずる結果となる。ばく
ろ試験、ウェザーメーター試験で表面割れを生じたA合板、R合板のレジンシートは他に比して引張り強
さは小であり、上記のことを裏づけている。

iii) 吸水量 試験結果を Fig. 7, Table 9, 10 に示した。前述のごとく表面割れが発生すると、それ
に伴って表面からの吸水量も増加するが、表面割れにかかわらず吸水量はウェザーメーター試験時間、ま
たはばくろ時間の増加とともに増す傾向がみられる。これらはレジンシート層の老化現象によつてレジン
シート層に顕微鏡的な凹凸ができたり、porous になるためと考えられる。F合板と、それを屋外に8カ
月間(4月~12月)ばくろしたものについて、J I S K 6707⁶⁾ の表面固有抵抗試験法にしたがつてレジン
シート面の乾燥状態(D:シリカゲルデシケーター中に4時間放置)と吸湿状態(W:第一磷酸アンモニウム
飽和水溶液デシケーター中に18時間放置後)での表面固有抵抗を測定したところ(測定電圧:100V。D。
C.) Table 13 のとおりであつた。W/D をみるとばくろした試料の方が小であつて、乾燥時に比し湿潤
状態で表面の電気抵抗が低下する度合が大である。これは表面に顕微鏡的な凹凸または孔が生じ、そこに
保有される水分によつて表面抵抗が低下するものと考えられる。A合板の場合ばくろ前、屋外ばくろ1年
および1.5年後のW/D はそれぞれ0.842, 0.650 および0.476となり、F合板と同じ傾向がみられた。

iv) 接着力 Table 14 のごとく、今回の試験においてもレジンシートオーバーレイ合板は無処理合板
より合板接着力をよく保持している。無処理合板の場合にはウェザーメーター試験 216×5 時間のものは
材の風化によつて大部分の試験片がいわゆる目切れを起こした。

v) 機械的性質 屋外ばくろ試験1または2年後の曲げヤング係数(E_B) および引張り強さ(σ_T)を、
Table 15, 16 に示した。また、ばくろ前の強度を1.0とした場合のばくろ試験片の比較値を、Table 17
に示した。この表によつてレジンシートオーバーレイのウェザーリングに対する効果が一層明確になる。
すなわち、無処理の場合には表単板は著しい風化を受け、0°方向では1年後に E_B は元の66%、 σ_T は

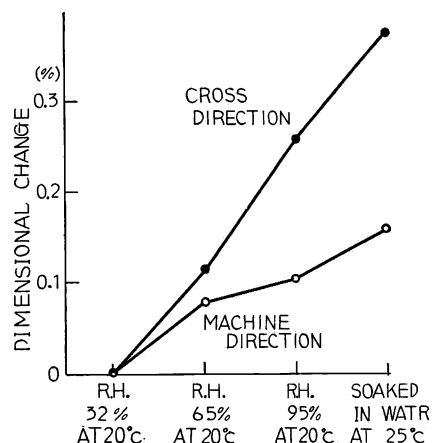


Fig. 6 レジンシート F-50 を加熱
硬化せしめたものの吸湿、
吸水時の寸法変化

Dimensional change of cured resin
sheet F-50 at changing relative
humidity and in water.

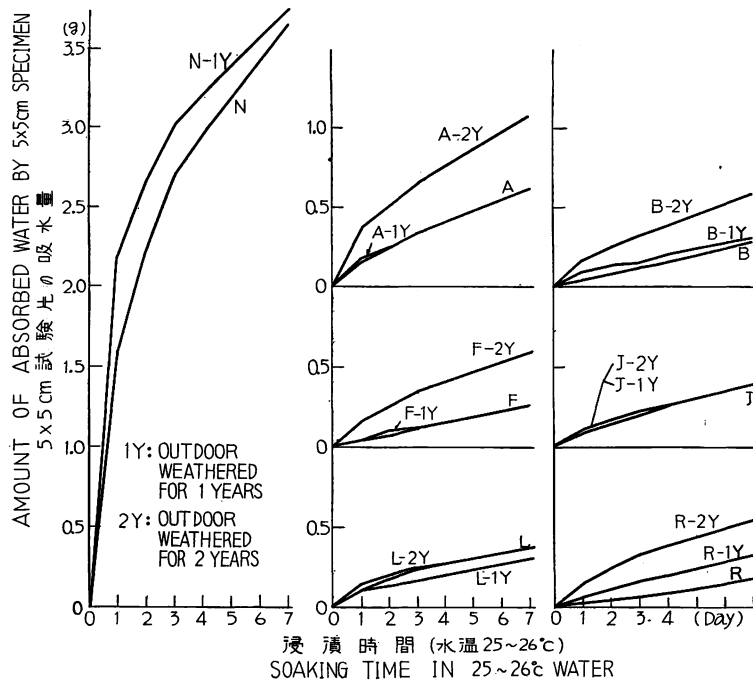


Fig. 7 レジンシートオーバーレイ合板およびそれを屋外ばくろ（1または2年）したものの吸水試験結果

Results of water absorption test of overlaid plywoods and outdoor weathered (for 1 or 2 years) ones.

Table 13. F合板の表面固有抵抗測定結果
Surface resistivity of F—plywood at dry and wet condition.

条件 Condition	ばくろ前 Before weathering	屋外ばくろ8カ月後 (4~12月) Outdoor weathered for 8 months(April~Dec.)
乾燥時 (D) Dry	$3.83 \times 10^{10} (\Omega)$	$3.67 \times 10^{10} (\Omega)$
吸湿時 (W) Wet	2.98×10^{10}	1.19×10^{10}
W/D	0.778	0.324

42%に低下し、それに伴って 45° 方向も小さくなる。心板の風化は表板よりおくれるため、90° 方向での低下は 0°, 45° 方向ほど大きくはないが、1年後に E_B は元の 75%, σ_T は 85%になる。屋外ばくろ2年後には 0°, 45° 方向では最初の1年ほど著しい低下はみられないが、90° 方向の σ_T は元の 68%にまで低下し、心板の風化も進行していることがわかる。これらの結果に比してオーバーレイ合板の場合には全種類の平均でばくろ試験2年後でも E_B は元の 81~85%を示し、 σ_T はほとんど元の値を保持しており、この種のレジンシートオーバーレイが合板の耐候性を向上させるために好結果をもたらすことを示している。前報¹⁾で述べたごとく、ここで採用したばくろ試験法（南面 45° 傾斜で、コンクリート上 0.3

Table 14. 屋外ばくろ試験, ウェザーメーター試験および煮沸—乾燥くりかえし試験による
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 plywoods.

Kind of plywood	Adhesion strength ($kg\ cm^2$)	Type of weathering	Before weathering	Outdoor weathering (size : $30\times30cm$)		Weather meter (size : $7\times14cm$)		4 hrs boiling, 20 hrs drying at $63^\circ C$ (size : $15\times15cm$)	
				1 year	2 years	(216×3.5) hrs	(216×5) hrs	3 cycles	5 cycles
N (No resin sheet overlaid)	Min. Max. Mean		12.6 (5)* 18.6 (85) 15.2 (35)	13.3 (20) 17.9 (65) 15.9 (37)	10.0 (0) 15.0 (100) 11.5 (34)	13.6 (50) 19.9 (100) 16.5 (84)	14.3 (100) 17.3 (100) 15.5 (100)	16.6 (50) 22.9 (100) 20.0 (89)	14.6 (100) 19.9 (100) 17.2 (100)
(Resin sheet overlaid)	A	Min. Max. Mean	16.9 (50) 23.9 (100) 19.5 (90)	17.9 (100) 24.2 (100) 21.0 (100)	16.3 (70) 20.6 (100) 18.3 (94)	18.9 (90) 23.6 (100) 20.6 (96)	18.9 (90) 20.6 (100) 19.9 (96)	17.6 (100) 25.3 (100) 20.3 (100)	16.6 (55) 24.6 (100) 19.4 (90)
	B	Min. Max. Mean		17.3 (80) 23.9 (100) 21.0 (96)	15.6 (80) 19.3 (100) 17.5 (93)	17.3 (80) 22.2 (100) 19.8 (95)	17.6 (90) 22.6 (100) 20.2 (96)	16.6 (100) 24.3 (100) 21.3 (100)	14.6 (100) 23.6 (100) 20.6 (100)
	F	Min. Max. Mean		14.0 (80) 21.6 (100) 17.3 (96)	14.0 (70) 21.6 (100) 17.9 (89)	18.9 (95) 21.6 (100) 19.8 (99)	16.6 (100) 17.9 (100) 17.1 (100)	15.6 (80) 23.6 (100) 19.7 (98)	16.3 (50) 26.6 (100) 19.7 (87)
	J	Min. Max. Mean		15.3 (80) 21.9 (100) 19.4 (92)	12.6 (60) 17.3 (100) 15.6 (80)	16.3 (100) 22.6 (100) 19.0 (100)	13.6 (80) 20.6 (100) 15.8 (95)	14.0 (60) 21.6 (100) 17.0 (95)	14.3 (90) 23.6 (100) 18.3 (99)
	L	Min. Max. Mean		16.6 (80) 21.3 (100) 20.2 (94)	14.3 (40) 19.9 (100) 17.2 (88)	18.3 (70) 21.9 (100) 19.6 (84)	14.9 (100) 25.2 (100) 19.3 (100)	15.0 (95) 24.3 (100) 18.8 (99)	15.0 (100) 19.9 (100) 17.1 (100)
	R	Min. Max. Mean		14.0 (80) 20.6 (100) 16.6 (98)	13.3 (50) 18.6 (100) 16.3 (77)	16.3 (100) 21.9 (100) 18.5 (100)	13.6 (100) 19.3 (100) 16.7 (100)	14.0 (40) 20.6 (90) 17.7 (75)	14.0 (20) 18.9 (100) 16.3 (65)
Number of specimen			20	8	8	4	4	10	10

* Wood failure (%)

Adhesion strength test pieces are prepared after weathering test.

レジシートによるオーバーレイに関する研究 (第5報) (松本)

～1.2m に設置) はレジンシート面の 耐候性に関しては羽目板として南面に使用した場合のほぼ 3 倍のウェザーリングを示すので、これらを考えあわせると表面割れの生じなかつた B, F, L 合板などは屋外での実用に十分耐えうるものと考ええる。

なお、ばくろ試験後に強度比が 1.0 以上になつたものが見られるが、試験片数が少ないので、元の試料のバラツキのためであらう。

vi) 台板目やせ 屋外ばくろ試験、煮沸・乾燥くりかえし試験を通じて F 合板が最も平滑さを保持しており、レジンシート層がこれより厚い J, L 合板よりもよい結果を示した。F 原紙は試験した中で密度の最も高いものであり、レジンシートの乾燥・吸湿による伸縮も他のものより小であつた。この種のオーバーレイ用原紙としては、ある限度内(他の諸性質と関連する)で密度の高いものが製品の平滑度および使

Table 15. 屋外ばくろ試験によるレジンシートオーバーレイ合板の曲げヤング係数の変化
Bending Young's modulus of outdoor weathered resin sheet overlaid plywood.

Kind of plywood	Direction of test Bending Weathering time	Angle of grain direction of face veneer θ (°)		
		0	45	90
		10^3 kg/cm^2 Mean(Min.~Max.)	10^3 kg/cm^2 Mean(Min.~Max.)	10^3 kg/cm^2 Mean(Min.~Max.)
N	0(year)	126.5 (117.5~137.3)	17.2 (16.1~18.6)	14.9 (13.7~16.1)
	1	83.7 (80.5~85.7)	6.5 (6.4~6.6)	11.2 (10.9~11.4)
	2	85.3 (82.4~87.8)	7.6 (7.2~8.1)	11.6 (10.3~12.4)
A	0	159.3 (147.8~178.6)	39.5 (38.3~41.0)	38.9 (36.5~40.1)
	1	143.9 (143.0~144.8)	34.0 (33.7~34.6)	34.6 — —
	2	124.1 (123.2~124.6)	31.5 (29.9~33.6)	30.2 (29.8~30.9)
B	0	135.0 (129.4~142.2)	45.3 (44.2~45.8)	43.4 (42.6~44.2)
	1	121.4 (116.4~130.6)	42.9 (41.7~43.5)	34.3 (32.0~37.3)
	2	122.9 (121.0~125.8)	39.5 (39.2~40.1)	39.6 (39.0~40.0)
F	0	129.5 (125.2~132.8)	54.0 (54.0~54.0)	50.5 (49.5~51.8)
	1	114.4 (110.6~119.1)	49.4 (47.8~50.6)	36.6 (34.7~37.5)
	2	110.4 (107.7~112.7)	39.1 (38.7~39.6)	40.8 (39.7~42.0)
J	0	118.6 (118.1~118.9)	53.4 (52.8~53.6)	51.4 (50.6~52.8)
	1	113.8 (107.0~119.7)	46.1 (45.2~46.5)	51.2 (50.3~52.3)
	2	100.0 (96.7~101.8)	39.4 (38.6~39.8)	43.7 (42.9~44.5)
L	0	108.7 (106.3~112.3)	42.6 (41.2~43.6)	39.6 (39.4~40.0)
	1	123.7 (123.6~123.8)	49.0 (48.2~49.8)	39.4 (38.6~40.1)
	2	112.9 (108.8~118.6)	40.5 (39.5~41.5)	39.1 (38.3~39.8)
R	0	124.6 (123.8~125.4)	36.4 (34.6~37.8)	35.9 (35.4~36.1)
	1	105.1 (103.0~108.4)	29.9 (29.3~30.2)	37.3 (35.5~39.1)
	2	109.8 (105.9~112.9)	27.5 (27.2~27.7)	29.6 (29.0~29.9)

Number of specimen : 3 pieces in each direction

Size of specimen : 2×20cm.

Span length : 15cm.

用中の台板目やせの点でよい結果を示すように思われる。

IV 摘 要

合板に高度の耐水性，耐候性を付与することを目的とした一連の石炭酸樹脂レジンシートオーバーレイ試験において，前報¹⁾に示したごとく比較的薄いレジンシート（原紙の厚さ 0.05 または 0.12mm）をオーバーレイした合板は，屋外ばくろ 1 年後には少数ながら表面割れを生じ始めた。これは薄いレジンシートでは水に対する被覆能が十分でなく，このため吸脱湿による木材の膨張・収縮がかなりあり，この応力に薄いレジンシートの強度では耐えられず，レジンシート層の破断，すなわち表面割れを起こしたものと考察した。そこで前報より厚い 0.12～0.38mm の 4 種の原紙を用い，含脂率をほぼ 50% に統一した自己接着性のレジンシートを製造し，それを 3.5mm，3 プライのラワン合板にオーバーレイした。この合板を

Table 16. 屋外ばくろ試験によるレジンシートオーバーレイ合板の引張り強さ変化
Tensile strength of outdoor weathered resin sheet overlaid plywood.

Kind of plywood	Wea-thering time	Direction of test Tensile strength	Angle of grain direction of face veneer θ (°)		
			0	45	90
			kg/cm ² Mean(Min. ~Max.)	kg/cm ² Mean(Min. ~Max.)	kg/cm ² Mean(Min. ~Max.)
N	0(year)		751 (740~770)	151 (129 ~ 198)	621 (505~718)
	1		314 (231~393)	63.7 (60.5~69.5)	528 (517~541)
	2		292 (276~323)	57.2 (54.2~61.0)	422 (388~465)
A	0		810 (770~882)	186 (183 ~ 189)	719 (604~865)
	1		780 (755~797)	196 (193 ~ 200)	566 (458~625)
	2		803 (667~909)	190 (193 ~ 185)	786 (731~832)
B	0		787 (724~868)	223 (213 ~ 239)	673 (613~732)
	1		704 (677~729)	207 (202 ~ 212)	724 (616~799)
	2		719 (656~770)	245 (234 ~ 252)	768 (710~841)
F	0		627 (574~658)	182 (128 ~ 224)	522 (417~619)
	1		711 (706~716)	228 (218 ~ 238)	364 (306~458)
	2		659 (649~669)	174 (166 ~ 179)	650 (620~705)
J	0		722 (680~765)	329 (318 ~ 339)	762 (711~825)
	1		836 (784~875)	271 (264 ~ 284)	617 (540~722)
	2		718 (701~746)	276 (265 ~ 290)	743 (676~781)
L	0		693 (592~810)	232 (226 ~ 237)	589 (488~653)
	1		800 (738~835)	222 (214 ~ 238)	591 (560~609)
	2		824 (768~902)	234 (231 ~ 237)	692 (611~741)
R	0		675 (631~710)	157 (134 ~ 170)	579 (520~611)
	1		659 (619~695)	192 (181 ~ 211)	678 (743~785)
	2		694 (667~710)	165 (159 ~ 169)	674 (593~717)

Number of specimen : 3 pieces in each direction.

Shape of specimen : see Fig. 5

Table 17. 屋外ばくろ試験による合板の強度（曲げヤング係数，引張り強さ）

低下におよぼすレジシシートオーバーレイの効果

Effect of resin sheet overlay in bending Young's modulus and tensile strength of outdoor weathered plywoods (Values show ratio of strength between weathered and unweathered plywood).

Kind of plywood	Outdoor weathering time (Year)	Direction of test	Ratio of bending Young's modulus $\left[\frac{E_B(\text{weathered})}{E_B(\text{unweathered})} \right]$			Ratio of tensile strength $\left[\frac{\sigma_T(\text{weathered})}{\sigma_T(\text{unweathered})} \right]$		
			0°	45°	90°	0°	45°	90°
Non-overlaid	N	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.66	0.40	0.75	0.42	0.56	0.85
		2	0.67	0.44	0.78	0.39	0.50	0.68
Overlaid	A	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.91	0.86	0.89	0.96	1.05	0.79
		2	0.78	0.80	0.78	0.99	1.02	1.09
	B	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.90	0.95	0.79	0.90	0.93	1.08
		0	0.91	0.87	0.91	0.91	1.10	1.14
	F	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.88	0.92	0.73	1.13	1.25	0.70
		2	0.85	0.72	0.82	1.04	0.96	1.25
	J	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.96	0.86	1.00	1.16	0.83	0.81
		2	0.84	0.74	0.85	1.00	0.84	0.98
	L	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	1.14	1.15	1.00	1.16	0.96	1.00
		2	1.04	0.95	0.99	1.19	1.01	1.17
	R	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.84	0.82	1.04	0.98	1.22	1.17
		2	0.88	0.76	0.83	1.03	1.05	1.17
	Mean	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		1	0.94	0.93	0.91	1.05	1.04	0.92
		2	0.88	0.81	0.86	1.03	1.00	1.13

用いて，オーバーレイによつて合板の強度やその他の性質がどのように変わるか，耐候性がどの程度向上するか，さらにこの種の目的のためのオーバーレイはいかにあるべきかについて検討を加えた。その結果，次のことが判明した。

1. レジシシートオーバーレイによつて，合板の強度は増加する。特に 45°方向において著しく，異方性が少なくなる。
2. オーバーレイ処理によつて合板の耐候性は著しく改善され，接着力もよく保持される。

3. 屋外で使用する場合には乾燥、湿潤のくりかえしがはげしいので、レジンシートの強度が十分でない使用中、乾燥する過程でレジンシート層の破断、すなわち表面割れを生じ、耐候性低下の直接的原因となる。したがって外装用レジンシートの原紙としては強度がある程度大きい紙を用いるべきである。A合板、R合板（Table 8 参照）は屋外ばくろ2年後に表面割れがみられたので、この報告のB原紙以上の強度、具体的には幅方向の引張り強さ $5\text{kg}/15\text{mm}$ 以上を必要とする。合板表板の繊維方向と原紙の抄紙方向を直交させることは、この点で効果的であろう。原紙中の夾雑物は表面割れの原因となりやすい。

ここで採用した屋外ばくろ法は羽目板として南面に使用する場合に比してレジンシート層には約3倍のウェザーリングを示す（第3報¹⁾ 参照）ので、以上の試験結果を総合判断して、A、R以外の合板は十分実用に耐えうる耐候性を有するものと考えられる。

4. 密度が小さい原紙を使用したレジンシートは乾燥・吸水による伸縮が大で、それをオーバーレイした合板は使用中に目やせを生ずる。また、密度の高い（0.7以上）紙は樹脂の吸収性などの点で難がある。これらを総合判断して、外装用高密度レジンシート用の原紙としては、本報のF原紙あるいは厚さ 0.25mm 程度のものが適当であり、かつそれで十分耐候性付与の目的を達することができる。

文 献

- 1) 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，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，林試研報，143，（1962）p. 137～155.
- 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) 松本庸夫：未発表
- 4) 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.
- 5) 平井信二・堀岡邦典監修：合板，槇書店，（昭35，1960）p. 163.
- 6) 日本工業規格：J I S K6707，フェノール樹脂積層板試験方法
- 7) 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.
- 8) SEIDL, P. J. : Paper and Plastic Overlays for Veneer and Plywood, Proceedings of the Forest Products Research Soc., 1, (1947) p. 23～30.
- 9) Housing and Home Finance Agency : Some Properties of Paper-Overlaid Veneer and Plywood, Forest Products Lab., Technical Paper, 9, (1948).
- 10) RITCHIE, John D. : Future of Plastic Surfaced Douglas-fir Plywood, Proceedings of the Forest Products Research Soc., 4, (1950) p. 347～351.
- 11) BARTON, J. S. : Recent Developements in Masking Overlays, Jour. of the Forest Products Research Soc., 2, 4, (1952) p. 52～53.
- 12) MACDONALD, Kenneth R. : Plastic Overlaid Plywood, Veneer and Plywood, 50, 4, (1956) p. 12～13.
- 13) WORKS, W. R. : Plastic Overlays for Wood Products, Forest Products Jour., 6, 1, (1956) p. 18A～20A.

Studies on the Resin Sheet Overlay. Report 5.
On the manufacture of phenolic resin sheet overlaid
plywoods using base papers with different thickness
and on the weathering test of the overlaid plywoods.

Tsuneo MATSUMOTO
 (Résumé)

In order to improve the durability of plywood for exterior use, a series of phenolic resin sheet overlay tests have been carried out in our laboratory. In Report 3 of this series, results of weathering test of phenolic resin sheet overlaid plywood, using base papers with thickness of 0.05 and 0.12 mm, were reported. In the same report, insufficient durabilities of the overlaid plywoods caused by less tensile strength of their resin sheet were observed in an outdoor weathering test (many cracks occurred).

In this report, phenolic resin sheets with approximately 50% resin content using 0.12~0.38 mm base paper were manufactured and applied on both sides of base plywoods, and the overlaid plywoods were offered to some types of weathering test. Results of the tests are as follows :

1. Manufacture of phenolic resin sheet overlaid plywood.

i) Apparatus manufacturing resin sheet : Flootation system coating machine as in Report 2 of this series.

ii) Resin : Water soluble and neutral phenolic resin, specially made in our pilot plant. When considered necessary, it was diluted with 50% methanol (Table 2).

iii) Base paper : Shown in Table 1.

iv) Manufacturing condition of resin sheets : Shown in Table 2.

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

$$\text{Resin content} = \frac{(\text{Basis weight of resin sheet}) - (\text{Basis weight of base paper})}{(\text{Basis weight of resin sheet})} \times 100 (\%).$$

v) Characteristics of resin sheet : Six types of phenolic resin sheet were used for the overlay tests. Four of them are shown in Table 2 and Table 8 with symbols of A-53, B-52, F-50 and J-50, and the other two are shown in Table 8 with symbols of L-45 and R-65, which are on the market. They possess good self-bonding characteristics as can be seen in Table 5, except L-45 which is used with film glue. Tensile strength and other properties of the resin sheets (cured between hot plates without pressure) are shown in Table 6, Table 12 and Fig. 6.

vi) Base plywood : 3.4~3.5 mm, 3 ply (veneer construction : 0.9-2.0-0.9 mm) plywood bonded with phenolic resin adhesives and sanded with # 180 sand paper.

vii) Overlaying conditions : 125~130° C, 15 minutes (in the case of L-45 and R-65, 20 minutes) and 12 kg/cm² in pressure. Resin sheets were applied on both sides of a base plywood. Polyethylen emulsion was used as a parting agent.

viii) Characteristics of overlaid plywood : Shown in Table 7, 9~11, 14~16 and Fig. 7.

2. Weathering test of overlaid plywoods.

In order to investigate the effects of overlay on durability, the resin sheet overlaid plywoods were applied to some weathering tests.

i) Plywoods tested : Shown in Table 8. Plywood with symbol N is non-overlaid plywood ; A, B, F, J, L and R are resin sheet overlaid plywoods.

ii) Weathering condition : (a) Weather meter (3 minutes spray/120 minutes), (b) Boil and dry cycle test (boiling for 4 hours and 63°C drying for 20 hours, 3 or 5 cycles), (c) Outdoor, 45° inclined to south (Phot. 1 in Report 3).

iii) Results of weathering test : Shown in Table 9~11, 14~17 and Fig. 7.

In order to measure the amount of water absorption through the overlaid surface, edge of 5×5cm specimens were coated with paraffin-vaseline (1:1), and then soaked in 25~26°C water. Increase of weight after 24, 48 and 72 hours was then ascertained by weighting. The term "Covering efficiency" was calculated with the following formula :

$$\text{Covering efficiency} = \left[1 - \left(\frac{W_{OV}}{W_{NON}} \right)_{\text{mean}} \right] \times 100$$

W_{OV} : Amount of absorbed water through the overlaid surface for 24, 48 or 72 hours soaking.

W_{NON} : Amount of absorbed water through the non-overlaid surface for 24, 48 or 72 hours soaking.

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

Sampling of bending and tensile strength test pieces from the outdoor weathered plywood with the size of 30.5×30.5cm is shown in Fig. 4 and tensile strength test pieces are shown in Fig. 5. Then bending Young's modulus (E_B) (center loading) and tensile strength (σ_T) in three directions ($\theta=0^\circ$, 45° and 90°) are measured.

3. Discussion.

i) Bending Young's modulus and tensile strength of resin sheet overlaid plywoods are larger than that of non-overlaid plywood, especially in 45° direction. Therefore resin sheet overlaid plywoods show less anisotropy than non-overlaid plywood (Table 7).

ii) The durabilities of plywoods are improved very much by resin sheet overlay. Little changes of mechanical properties and adhesion strength of the overlaid plywoods were observed after 2 years of outdoor weathering (Table 17 and 14).

iii) In the case of A and R plywood, surface cracks occurred after 216×2 hours exposing to weather meter, after 2 years of outdoor weathering and after 3 cycles of boil and dry cycle test (Table 9~11). When the tensile strength of resin sheet in cross direction is smaller than the stress of expansion and shrinkage of base plywood caused by a change of moisture content, surface crack will occur while the plywood is exposed to weather. Therefore a base paper for exterior resin sheet needs more tensile strength of cross direction than that of the base paper of A or R plywood. According to the results obtained in these experiments, base paper F (in Table 1) shows sufficient strength.

iv) In the expansion and shrinkage of cured resin sheet caused by humidity change, we find a tendency that the resin sheet using a base paper with a higher bulk density shows a smaller expansion and shrinkage. By reason of the fact mentioned above, when a low bulk density base paper is used, the resin sheet overlaid plywood shows much raised grain in high humidity condition. F plywood shows no raised grain and no surface crack in weathering test. We presume that the base paper F has sufficient strength, a suitable bulk density, and a sufficient resin absorption degree too.