

レジンシートによるオーバーレイ に関する研究 (第11報)

含脂率を異にするフェノールレジンシート オーバーレイ合板の6年間の屋外ばくろ試験

松 本 庸 夫⁽¹⁾

1. ま え が き

合板に高度の耐候性を付与することを目的とするフェノールレジンシートオーバーレイについて一連の実験を行ない、オーバーレイ合板の性質やその屋外ばくろ試験の結果を報告した^{1)~6)}。本報では屋外ばくろ6年目までの試料の材質試験の結果の一部を報告する。これは自己接着するいわゆる高密度オーバーレイ (High density overlay⁶⁾) の原紙の厚さと、含脂率の関係についてのべた第7報⁹⁾および高・中・低密度オーバーレイ (High・Medium・Low density overlay⁶⁾) の含脂率の影響についてのべた第9報⁴⁾の続報に相当するものである。

本研究を実行し、本報をとりまとめるにあたり、ご指導、ご助言をいただいた堀岡邦典前材質改良科長、中村 章材質改良科長、柳下 正接着研究室長に、また試験片を作製して下さった田中辰五郎技官に感謝いたします。

2. 供 試 合 板

この報告で述べる供試合板の概要を Table 1 に示した。これらのうち、本報で新たにデータを加えたものは、(1)合板記号 A-42 と B-45 の屋外ばくろ3年目および6年目の材質試験結果と、その間の表面観察結果、(2) F-43, F-25 と A-42, B-45, F-43, F-25 などの合板に相当するオーバーレイしない合板 N' の屋外ばくろ6年目の材質試験結果と、4年目より6年目までの表面観察結果である。オーバーレイ合板のうち、A-42, B-45 および F-43 は自己接着可能な範囲で含脂率を低くしたものであり、F-25 は接着紙を併用してオーバーレイ処理したものである。なお、(1)の A-42 と B-45 の屋外ばくろ2年目までの結果は第7報⁹⁾に、また(2)の F-43, F-25, N' の屋外ばくろ3年目までの結果は第9報⁴⁾に述べられている。Table 1 のそのほかの合板に関する試験結果は前報ですでに報告したものであるが、その結果の一部を本報でも比較のため引用するので、理解を容易にする意味で記載した。すなわち、A-53, B-52, F-50 は含脂率を約50%にそろえた高密度オーバーレイ合板であり、第5報²⁾および第10報⁵⁾にそれぞれ A, B, F と記載してその製造法、6年目までの屋外ばくろ試験の結果を、これらの合板合板である無処理合板 N の結果とともに報告したものである。第9報⁴⁾でふれた F-32 および F-12 は、F-25 と同様に接着紙を用いてオーバーレイした合板であり、F-25 とは含脂率のみを異にする (接着紙は同じ) ものであるが、この2種については試料数の関係で屋外ばくろ6年目のサンプリングは行なわなかった。

1968年12月12日受理

(1) 木材部材質改良科接着研究室・主任研究官

Table 1. 供 試 合 板 一 覧 表
List of plywood for weathering test

試料合板 の 記 号 Symbol of plywood	オーバーレイ処理 Overlay	レジンシート Resin sheet				
		原紙 Base paper(KP)			含 脂 率 Resin content (%)	揮 発 分 Volatile content (%)
		厚 さ Thickness (mm)	標準目方 Basis weight (g/m ²)	かさ密度 Bulk density (g/cm ³)		
N	Non-overlay (Base plywood)	—	—	—	—	—
A — 53	自己接着による両面オー バーレイ Both sides overlaid by self-bond	0.12	62.5	0.52	53*2 (55.5)*2	8 ~ 8.5
B — 52		0.20	110	0.55	52 (54.5)	8 ~ 8.5
F — 50		0.22	141	0.64	50 (52.5)	8 ~ 8.5
N'	Non-overlay (Base plywood)	—	—	—	—	—
A — 42	自己接着による両面オー バーレイ Both sides overlaid by self-bond	0.12	62.5	0.52	42 (45)	8 ~ 8.5
B — 45		0.20	110	0.55	45 (48)	8 ~ 8.5
F — 43		0.22	141	0.64	43 (46)	8 ~ 8.5
F — 32	接着紙*1を併用して両面 オーバーレイ Both sides overlaid with film glue*1	0.22	141	0.64	32 (35)	7.7
F — 25		"	"	"	25 (30)	6 ~ 6.5
F — 12		"	"	"	12 (19)	5

*1 接着紙 Film glue : 原紙 Base paper, 0.05 mm thick and 29.8 g/m² weigh, 含脂率 Resin

*2 含脂率 Resin content = $(W - w) \times 100 / W$

() 内は全乾基準の含脂率 Number in parenthesis shows dry base resin content. ($W_0 - W$ and W_0 : 製造直後および全乾後のレジンシートの重さ。Weight of resin sheet before and 10 min. (g/m²).

w and w_0 : 20°C, R. H. 65%で調湿後および全乾後の原紙の重さ。Weight of base paper at drying (g/m²).

*3 第 2 項は接着紙の値を示す。The second term shows film glue.

*4 第 3 報¹⁾, 第 5 報²⁾, 第 9 報⁴⁾ 参照。Refer to the Rept. 3, Rept. 5 and Rept. 9 of this series.

これらの供試合板に関する詳細はそれぞれ第 5 報, 第 7 報, 第 9 報にのべられている。

台板合板はいずれもラワン合板で, その概要を Table 2 に示す。レジンシート用原紙はいずれも未さらシクラフトパルプ製で, 厚さおよびかさ密度を異にする 3 種 (Table 1 参照) を用いた。接着紙用の原紙はさらシクラフトパルプ製, 厚さ 0.05mm, 標準目方 29.8g/m² である。レジンシート用樹脂はいずれもフェノール : レゾルシノール : ホルムアルデヒドのモル比 0.95 : 0.05 : 2.0, 水酸化ナトリウムを触媒として合成したほぼ中性の樹脂³⁾ である。オーバーレイ処理は合板の両面に同種のレジンシートを熱圧加工した。その際, クッション紙として厚さ 0.2mm, アスベスト 25%含有のものを両面に 5 枚ずつ使用し, 熱圧条件は 125~130°C, 15分間, 圧力 12kg/cm² とした。

なお, これから後, 供試合板は Table 1 の第 1 欄の記号によりその種類を示すこととする。

3. 試 験 方 法

前報²⁾⁻⁵⁾ に準ずるが, 以下簡単にのべる。

3. 1 屋 外 ば く ろ

林業試験場林産館屋上に, 南面, 45度傾斜で1961年6月に設置した。ばくろ試料は 30cm×30cm に切断し, エッジを常温硬化性フェノール系樹脂でシールし, 鉄製架台 (最初の 1 年間は木製架台) にとりつ

オーバーレイ層の全樹脂量 Total solid resin in resin sheet layer (g/m ²)	硬化させたレジンシートの横方向の引張り強さ Tensile strength of cured resin sheet in cross direction*4 (kg/15 mm)	試験合板の厚さ Thickness of plywood (mm)
—	—	3.4~3.5
68	7.2	3.6~3.7
115	16.4	3.7~3.8
136	18.8	3.8~3.9
—	—	3.65~3.75
45	6.4	3.8 ~3.9
88	13.2	3.95~4.05
104	19.2	3.95~4.1
68+40*3	17.3+2.8*3	4.0~4.2
54+40	17.0+2.8	4.0~4.25
29+40	13.5+2.8	4.0~4.2

content, 58%.

$w_0) \times 100 / W_0$
after oven drying at 130~140°C for
standard condition and after oven

量して 5cm×5cm×2面（表面および裏面）からの吸水量を求め、2試験片の平均をとって各時点での吸水量とした。表面と裏面とは表面割れの発生度合も異なり、したがって吸水性も異なるが、ここでは分けて測定することはしなかった。この吸水量測定の目的は、オーバーレイ層の劣化や表面割れなどによって起こるオーバーレイ効果の変化をみることにあったので、本報では次式によって算出した被覆能 (Covering efficiency) のみによって比較・検討した。この被覆能は式により明らかなように、水に浸漬しても全然吸水しないものが 100、まだばくろしていない無処理台板合板と同じ吸水性のものが 0 となる。またマイナスに算出されたものは 0 として示した。

$$\text{被覆能 (Covering efficiency)} = [1 - (W_{OV} / W_{NON})_{\text{mean}}] \times 100$$

ここに、 W_{OV} ：未ばくろまたはばくろしたオーバーレイ合板の、水浸漬 1日、2日あるいは3日後の吸水量、

W_{NON} ：未ばくろの無処理台板合板の、水浸漬 1日、2日あるいは3日後の吸水量、

$(W_{OV} / W_{NON})_{\text{mean}}$ ：水浸漬 1日、2日、3日のそれぞれの時点における (W_{OV} / W_{NON}) の平均。

3.3.2 合板接着力 普通合板の日本農林規格（昭 39）に示された B 型試験片（切込みは順逆各 4 片、計 8 片）を 20°C、R. H. 65% の条件で調湿したのち引張り剪断試験を行ない、B 型試験片の係数 0.9

けた。そして 1 年経過ごとに表面の状況を観察し、1 年、2 年、3 年および 6 年の時点ではばくろ試験片各 1 枚を架台よりとりはずし、第 10 報⁹⁾に図示した取り方にしたがって試験片を採取し、後述の諸試験を行なった。

3.2 ばくろ試験の観察

屋外ばくろ 1 年経過ごとの観察では、主として表面割れの有無を調べた。表面割れが現われる場合は、特殊の場合を除き合板の全面にほぼ均等に発生するのでその程度を表わす尺度として、ばくろ試験の表単板木理に直交する方向の中央に一線を設け、その線とクロスする表面割れの本数をルーペで観察した。表面割れが著しく進行すると、隣接する表面割れとの間に囲まれたオーバーレイ層（レジンシート層）が部分的に剥脱するようになる。このような状態が観察された場合には、その剥脱した部分の大略の面積割合を（ ）内に % として示すようにした。

3.3 ばくろ試験の試験

3.3.1 吸水量の測定と被覆能の算出 5cm×5cm の試験片（2 個）を 20°C、R. H. 65% の条件で調湿後、エッジをパラフィン・ワセリン（1：1）混合物でシールし、25~26°C の水中に浸漬（水面からの深さ約 5~10cm）し、1日、2日、3日、4日および7日後に秤

Table 2. 合板合板の製造条件
Manufacturing conditions of base plywoods

合板記号 Symbol of plywood		N	N'
合板としたオーバーレイ合板 Base plywood for:		A-53, B-52, F-50	A-42, B-45, F-43, F-32, F-25, F-12
接着剤の配合 Glue formula (Parts)	樹脂 Resin	Laboratory made water soluble phenolic resin P : R : F = 0.9 : 0.1 : 2 (Solid cont. = 46.5%, pH = 7.1) 100	Water soluble phenolic resin on the market 100
	大豆粉 Soybean flour	5	—
	指定フィラー Filler recommended	—	10
	水 Water	10	20
糊液の pH pH of mixture		—	10.1
塗付量 Glue spread (g/30cm×30cm DGL*)		30 ~ 35	30
単板構成 Veneer construction		Lauan (almon) 3 ply 0.9+2.0+0.9mm	Lauan (red lauan) 3 ply 1.0+2.0+1.0mm
冷圧 Cold pressing		10 kg/cm ² , 2 hr	10 kg/cm ² , 4 hr
熱圧 Hot pressing		10 kg/cm ² , 10 min. at 130°C	10 kg/cm ² , 6 min. at 130°C
表面仕上 Surface finishing		両面 180 番サンディング Both sides No. 180 sanded	両面 180 番サンディング Both sides No. 180 sanded

* 2 接着層あたりの量 Amount for double gluelines.

および構成単板の厚さ比の係数として一律に 1.2 を乗じた値で示した。

3. 3. 3 曲げ剛性試験 合板の表単板木理に平行方向 ($\theta=0^\circ$)、直交方向 ($\theta=90^\circ$) およびななめ方向 ($\theta=45^\circ$) の 3 方向から 2cm×20cm の試験片 3 枚ずつを採取し、20°C, R. H. 65% の条件で調湿したのち試験した。曲げ試験はスパン 15cm の中央集中荷重法によった。すなわち、中央に荷重用分銅受けとダイヤルゲージを設置し、試料の強度に応じて 20~500g の分銅を逐次加え、荷重とたわみの関係を読みとり、その比例部分から次式により曲げヤング係数 (E_B) を計算した。

$$E_B = \frac{l^3}{4bh^3} \cdot \frac{P}{\delta}$$

ここに、 l : スパン、 b : 試験片の幅、 h : 試験片の厚さ、 P : 比例限度における荷重、 δ : 荷重 P に対するたわみ。

この曲げ試験の際、屋外ばくろしていたときの上面を圧縮側にした。この試験では破壊強度は求めず、この試験片からつぎの引張り試験片を作製した。

3. 3. 4 引張り強さ試験 曲げヤング係数を求めた試験片から、第10報の中の Fig. 2 に示した引張り試験片を作り、オルゼン型試験機により引張り破壊荷重を求め、引張り強さ (σ_T) を次式により算出した。

$$\sigma_T = P/A$$

ここに、 P : 最大荷重、 A : 中央部断面積

4. 試験結果と考察

4. 1 表面状態の変化

ばくろ初期は色の変化が大きい³⁾⁴⁾、3年以上経過すると変色の度合はやや少なくなり、表面の変化

はレジンシート原紙が薄いもの場合には表面割れの発生および進行, さらにすすんでオーバーレイ層の部分的な剥脱などとなる。その状況を 3.2 によって観察した結果を Table 3 に示した。レジンシート原紙が厚い F 系統の合板には, Table 3 に表示していない中密度オーバーレイの F-25 をもふくめて表面割れは発生しないが, 薄い A 系統のオーバーレイ合板には 2 年目ですでに表面割れがみられる。そのなかでも含脂率が低い方の A-42 では 6 年目にはすでに大部分のオーバーレイ層が剥脱して, あたかも無処理合板のような様相となる。これは含脂率の低いものは, (1)レジンシート自体の強度が小さい, (2)オーバーレイ層の透水性が含脂率の高いものより大きいので, 吸・脱水にともなう台板の動きがはげしい, (3)オーバーレイ処理時にフローする樹脂が少ないので, レジンシートの台板合板への接着力が含脂率の高い A-53 に比較して小さい, などのためと思われる。B 系統のものでは表面割れの発生は少ないが, 含脂率の差による表面割れの発生状況の差はやはり明白に現われている。

4.2 吸水性

オーバーレイの効果を知る 1 つのパラメーターとして合板表面からの吸水量を測定し, その数値から 3.3.1 の式によって算出した被覆能がばくろ年数の経過とともに変化する様子を Fig. 1 および Fig. 2 に示した。Fig. 1 に示したオーバーレイ合板はいずれも自己接着性の高密度オーバーレイと称せられる

Table 3. 屋外ばくろした高密度レジンシート
オーバーレイ合板の表面割れ
Surface cracks of outdoor weathered high density resin
sheet overlaid plywoods

合板の種類 Kind of plywood	屋外ばくろ年数 Outdoor weathered time (year)	表面割れ (本/30cm) Surface crack (Number of cracks crossed with center line of 30cm)		観察試料数 Number of sample inspected
		表 面 Face	裏 面 Back	
A-53	1	0	0	5
	2	5 ~ 7	0	4
	3	18 ~ 30	0	3
	4	22 ~ 36	2 ~ 8	2
	5	(1 ~ 5%)*	12 ~ 18	2
	6	(20 ~ 50%)*	16 ~ 26	2
A-42	1	0	0	5
	2	12 ~ 20	0	4
	3	32 ~ 56	0	3
	4	(20 ~ 50%)*	0 ~ 1	2
	5	(80 ~ 95%)*	5 ~ 7	2
	6	(95 ~ 100%)*	7 ~ 12	2
B-52	1	0	0	5
	2	0	0	4
	3	0	0	3
	4	0	0	2
	5	0 ~ 2	0	2
	6	2 ~ 6	0	2
B-45	1	0	0	5
	2	0	0	4
	3	0	0	3
	4	0	0	2
	5	1 ~ 3	0	2
	6	8 ~ 16	0	2
F-50	1	0	0	5
	2	0	0	4
	3	0	0	3
	4	0	0	2
	5	0	0	2
	6	0	0	2
F-43	1	0	0	5
	2	0	0	4
	3	0	0	3
	4	0	0	2
	5	0	0	2
	6	0	0	2

* 表面割れが進行し, レジンシート層が剥脱した部分の面積割合。
Percentage of stripped off resin sheet area after intensive cracking.

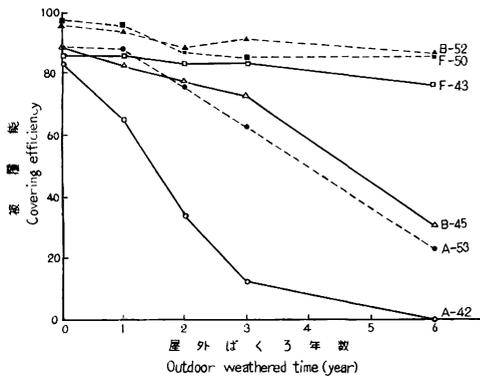


Fig. 1 屋外ばくろによる高密度オーバーレイ合板の被覆能の変化
Changes of covering efficiency of high density overlaid plywoods under outdoor weathering.

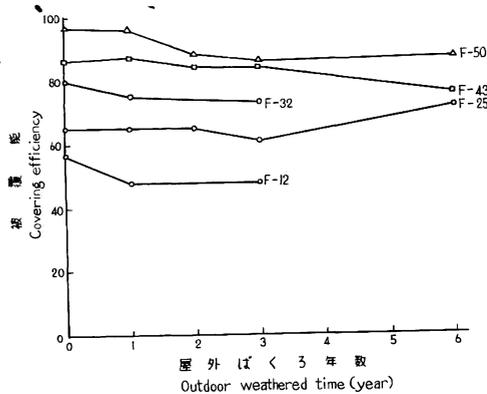


Fig. 2 含脂率を異にするレジンシートオーバーレイ合板の屋外ばくろによる被覆能の変化
Changes of covering efficiency of resin sheet overlaid plywoods differing in resin content under outdoor weathering.

部類に属するものであるが、レジンシート原紙の薄いものの方が、また含脂率の低いものの方が被覆能の低下は大きく、表面割れの発生とその進行や、それに引き続いて起こるオーバーレイ層の剥脱により、オーバーレイの効果が急速に低下することがわかる。そして、急速な低下を始める時期は表面割れの発生と関連があり、A-53, A-42 では1~2年目以後、B-45 では3年目以後となっている。6年後にまだ著しい被覆能低下が認められない試料でも、将来オーバーレイ層全体の劣化や、樹脂分の流脱などによるオーバーレイ層の強度低下が起これば、表面割れが発生し、被覆能は急速に低下するものと思われる。F-43とB-45とは原紙の厚さはそれぞれ0.22mmと0.20mmで、その差は小さいにもかかわらず、屋外ばくろ6年後の被覆能には大きな差がある。これは原紙の厚さの差はわずかではあるが、かさ密度などとの関係もあって、F-43の硬化レジンシートの強度（表面割れの発生と関係が深い表単板の木理に直交する方向の強度）とB-45のそれとの差に起因するものと思われる。すなわち、Table 1の第9欄に見られるごとく、F-43のレジンシートの横方向の強度は19.2kg/15mmであるに対し、B-45の場合は13.2kg/15mmである。

Fig. 2はいずれもオーバーレイ層が厚く、したがってその横方向の強度も大きいF系統の結果である。含脂率の低いものは初期の被覆能は小さいが、いずれも表面割れの発生がないので、屋外ばくろ3年または6年経過後も被覆能はほとんど変化していない。

4.3 接着力

Table 4に屋外ばくろ3年および6年後の合板接着力を示した。Fig. 3はこれらの値のうち高密度オーバーレイのものについて、レジンシート原紙が比較的厚くて表面割れが軽微であるか、あるいは全くなかったB-45とF-43を一つのグループとして平均し、レジンシート原紙が薄くて表面割れが早く発生したA-42と比較したものである。第10報⁵⁾で述べた含脂率がこれより高いB, F, J and Lグループ（レジンシート原紙が厚く、表面割れが全くないか、少ないグループ）とA and Rグループ（レジンシート原紙が薄く、2年後には表面割れが発生したグループ）との比較でみられた傾向、すなわちオーバーレイ層が薄くて表面割れの発生が早く、被覆能の低下も早いグループの方が接着力の低下も早いという傾向は

Table 4. 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接着力変化
Durability of adhesion strength of resin sheet overlaid plywoods

合板の種類 Kind of plywood	屋外ばくろ年数 Outdoor weathered time (year)	接着力 Adhesion strength Ave. (Min. ~ Max.) (kg/cm ²)	木部破断率 Wood failure Ave. (Min. ~ Max.) (%)
N' (Non-overlay)	0	17.7 (15.0 ~ 21.9)	80 (40 ~ 100)
	3	8.4 (6.3 ~ 10.6)	36 (15 ~ 65)
	6	6.0 (4.6 ~ 7.6)	76 (10 ~ 100)
A-42	3	14.9 (10.0 ~ 16.9)	48 (0 ~ 95)
	6	10.5 (7.6 ~ 11.6)	48 (0 ~ 95)
B-45	3	14.4 (11.3 ~ 18.3)	35 (0 ~ 75)
	6	13.6 (12.3 ~ 15.0)	59 (10 ~ 95)
F-43	3	14.3 (11.6 ~ 18.3)	33 (20 ~ 75)
	6	14.0 (12.3 ~ 16.3)	72 (10 ~ 95)
F-25	3	21.0 (17.9 ~ 23.2)	93 (75 ~ 100)
	6	15.4 (14.6 ~ 17.3)	86 (60 ~ 100)

試験片の形 Type of specimen: JAS B型試験片 JAS B type specimen.

試験片の数 Number of specimen: 8片ずつ, ばくろ前の N' に限り 20片。

Eight test pieces for each weathered sample,
twenty test pieces for unweathered base plywood.

この B-45 and F-43 グループと A-42 との比較でも認められた。しかし、オーバーレイ合板の接着力低下は、どの種類の場合でも無処理合板の接着力低下よりはるかに小さく、オーバーレイが材質保護だけでなく、接着耐久性をも向上させることを示している。

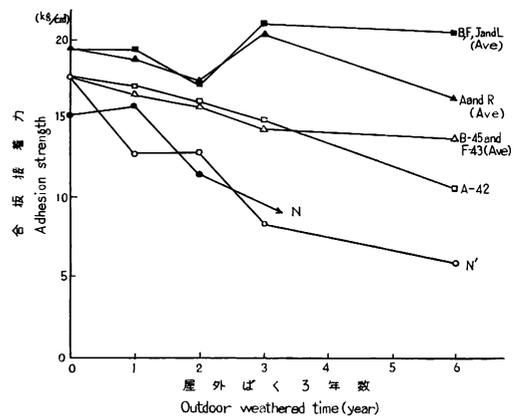
中密度オーバーレイである F-25 の接着力低下は、高密度オーバーレイの B-45 and F-43 グループより小さい傾向にあり、しかも木部破断率は大きい。

4.4 強度

ばくろ前および屋外ばくろ3年、6年後の曲げヤング係数 (E_n) および引張り強さ (σ_r) を Table 5, Table 6 に示した。また、このなか

の平均値のみについて図示したものが Fig. 4, Fig. 5 である。これらでみるとオーバーレイ合板といえども3年または6年間の屋外ばくろによってかなりの強度低下がみられるが、無処理合板の強度低下と比較すればはるかに小さい。無処理合板の場合には当然ながら表・裏単板の性質が大きいウエイトを占める縦方向 ($\theta=0^\circ$) の強度低下が著しく、横方向 ($\theta=90^\circ$) の曲げヤング係数は N 合板, N' 合板とも6年目ではばくろ前と変わらない数値を示している。これは6年間の屋外ばくろにより合板の表単板が 0.3~0.6mm も薄くなっているため、相対的にこのような数値を示すものと思われる。

オーバーレイ合板については、原紙が同じで、含脂率を異にするペアー、すなわち A-53 と A-42,

Fig. 3 屋外ばくろによる合板接着力の変化
(グループごとの平均値)

Changes of adhesion strength (by tensile shear) of plywood groups classified with properties of overlay.

Table 5. 屋外ばくろしたレジンシートオーバーレイ合板の曲げヤング係数
Modulus of elasticity in bending (E_n) of outdoor weathered resin sheet overlaid plywoods

合板の種類 Kind of plywood	屋外ばくろ年数 Outdoor weathered time (year)	E_n , Ave. (Min.~Max.) ($\times 10^8$ kg/cm ²)		
		表単板の木理方向 Grain direction of face veneer (θ)		
		0°	45°	90°
N'	0	125 (122~128)	17.4 (17.1~17.6)	27.4 (24.2~31.2)
	3	96 (90~103)	8.2 (8.1~8.4)	24.1 (23.0~24.7)
	6	60 (56~65)	6.6 (6.0~7.1)	29.7 (27.3~31.2)
A-42	0	123 (104~135)	27.3 (26.7~27.8)	34.5 (33.3~35.7)
	3	116 (113~118)	16.3 (15.7~16.7)	24.8 (24.4~25.5)
	6	115 (113~118)	12.2 (11.0~13.1)	21.9 (20.3~23.4)
B-45	0	138 (135~144)	44.9 (44.7~45.1)	44.3 (43.4~44.8)
	3	117 (110~120)	30.5 (29.8~31.3)	32.1 (31.7~32.8)
	6	109 (108~111)	20.3 (19.9~21.1)	27.6 (27.0~28.3)
F-43	0	137 (134~143)	44.6 (43.2~45.2)	46.0 (45.8~46.2)
	3	130 (128~132)	39.4 (39.0~39.9)	36.5 (34.8~37.6)
	6	122 (118~125)	32.2 (31.8~32.9)	31.9 (31.1~32.5)
F-25	0	116 (110~122)	41.1 (40.5~42.4)	41.1 (39.9~42.9)
	3	122 (118~129)	37.2 (36.4~37.8)	34.7 (33.8~36.0)
	6	114 (110~117)	27.7 (26.2~29.2)	32.0 (31.6~32.4)

試験片数 Number of specimen : 各方向3片ずつ 3 pieces in each direction.

試験片の大きさ Size of specimen : 2×20 cm.

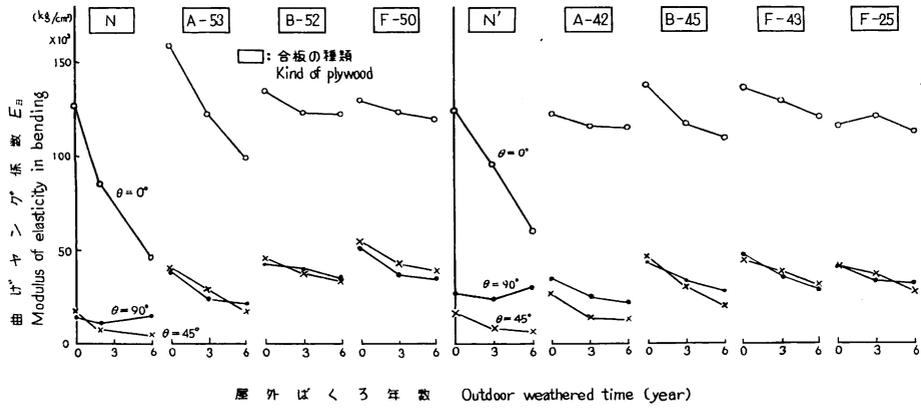
スパン Span : 15 cm (中央集中荷重 Center loading)

Table 6. 屋外ばくろしたレジンシートオーバーレイ合板の引張り強さ
Tensile strength (σ_T) of outdoor weathered resin sheet overlaid plywoods

合板の種類 Kind of plywood	屋外ばくろ年数 Outdoor weathered time (year)	σ_T , Ave. (Min.~Max.) (kg/cm ²)		
		表単板の木理方向 Grain direction of face veneer (θ)		
		0°	45°	90°
N'	0	532 (423~667)	106 (89~123)	664 (528~800)
	3	280 (255~328)	47 (38~55)	588 (425~733)
	6	141 (116~163)	30 (22~38)	557 (474~610)
A-42	0	756 (672~843)	201 (177~231)	852 (760~953)
	3	484 (476~499)	74 (61~91)	626 (610~652)
	6	383 (352~398)	56 (53~60)	536 (479~586)
B-45	0	663 (629~700)	238 (228~244)	763 (618~951)
	3	579 (509~620)	130 (125~138)	644 (612~661)
	6	532 (519~549)	86 (79~94)	509 (446~550)
F-43	0	782 (750~825)	217 (199~234)	1008 (1000~1015)
	3	663 (544~756)	183 (175~195)	721 (656~777)
	6	454 (299~595)	131 (125~136)	533 (456~602)
F-25	0	734 (657~820)	247 (245~250)	980 (972~991)
	3	719 (678~790)	203 (196~217)	829 (784~892)
	6	639 (598~691)	138 (120~147)	692 (661~711)

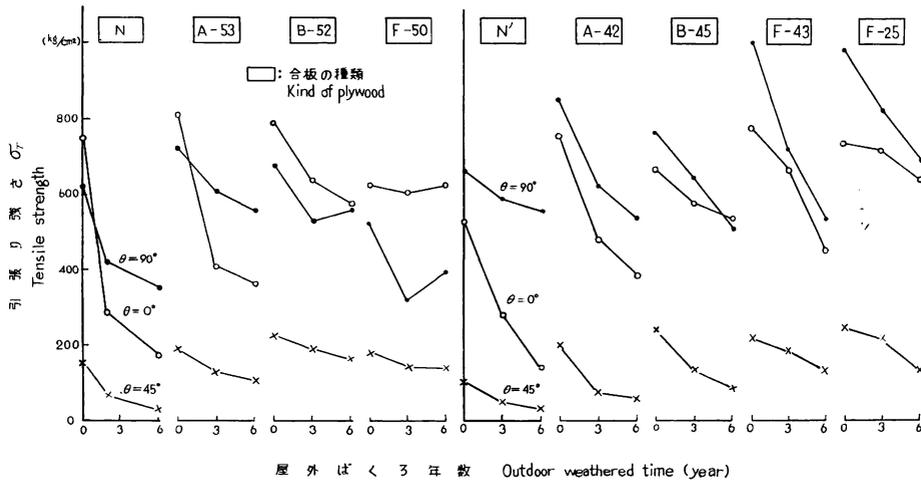
試験片数 Number of specimen : 各方向3片ずつ 3 pieces in each direction.

試験片の形状 Shape of specimen : 第10報, Fig. 2 参照。 See Report 10, Fig. 2.



屋外ばくろによる曲げヤング係数の変化

Changes of modulus of elasticity in bending under outdoor weathering.



屋外ばくろによる引張り強さの変化

Changes of tensile strength under outdoor weathering.

B-52 と B-45, F-50 と F-43 をそれぞれ比較すると、これらのペアはそれぞれ台板を異にするので厳密な比較はできないが、含脂率の高い方が E_b, σ_T の低下率が小さい傾向がみられ、自己接着可能とはいえ含脂率は 42~45% から 50% くらいまで上げることが望ましいことを示している。しかし、F 系統の合板でみられるように、オーバーレイ層が十分厚くてある程度の強度もあり、表面割れが発生しない場合にはこの実験の範囲内の含脂率の差が強度低下におよぼす影響は小さい。これらの傾向を、ばくろ前の強度に対する 3 年または 6 年間ばくろ後の強度の比 ($\times 100$) として Table 7 に示した。この表から強度変化は $\theta = 45^\circ$ の方向で最も敏感に現われることがわかる。

4. 5 オーパレイ合板の耐候性とオーバーレイ層の樹脂量、強度との関係

いままで第10報では主として含脂率を同じくして原紙を変えた場合について、また本報では原紙を同じくして含脂率を変えた場合について論じてきたが、この2つの関係を合わせたものとして、(1)オーバーレイ層に存在する全樹脂量、(2)硬化レジンシートの横方向 ($\theta = 90^\circ$ 方向)の引張り強さ(接着紙を併用する場合はその強さをふくむ)のそれぞれをパラメーターと考え、耐候性を示す値として前述の屋外ばくろ 6 年

Table 7. 屋外ばくろ 3 年および 6 年後の強度比
Strength ratio based on initial values after three or six years' exposure

合板の種類 *1	試験方向 年数 *2	曲げヤング係数比 Ratio of modulus of elasticity in bending $\left[\frac{E_B \text{ (weathered)}}{E_B \text{ (unweathered)}} \right] \times 100$			引張り強さ比 Ratio of tensile strength $\left[\frac{\sigma_T \text{ (weathered)}}{\sigma_T \text{ (unweathered)}} \right] \times 100$		
		強度比 *4			強度比 *4		
		0°	45°	90°	0°	45°	90°
N Non-overlay	2 *5	67	44	78	39	38	68
	6	36	30	102	23	19	57
A — 53	3	77	73	62	50	67	85
	6	62	43	55	45	58	77
B — 52	3	91	84	89	81	86	78
	6	90	75	82	73	72	83
F — 50	3	95	79	74	96	77	61
	6	92	71	70	99	76	76
N' Non-overlay	3	77	47	88	53	44	89
	6	48	38	108	27	28	84
A — 42	3	94	60	72	64	37	73
	6	93	45	63	51	28	63
B — 45	3	85	68	72	87	55	84
	6	79	45	62	80	36	67
F — 43	3	95	88	79	85	84	72
	6	89	72	69	58	60	53
F — 25	3	105	91	84	98	82	85
	6	98	67	78	87	56	71

*1 Kind of plywood *2 屋外ばくろ年数 Outdoor weathered time *3 Direction of test
*4 Strength ratio *5 3 年目にはサンプリングせず No sample tested at 3 years' exposure.

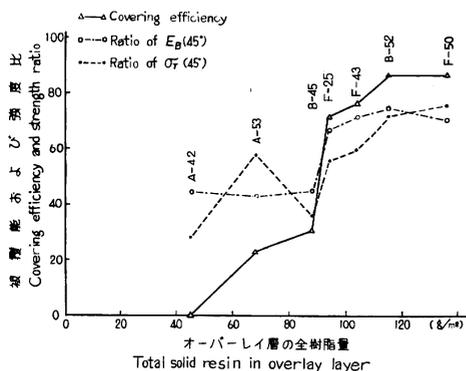


Fig. 6 屋外ばくろ 6 年後の被覆能, 曲げヤング係数比, 引張り強さ比とオーバーレイ層の全樹脂量の関係
Relationships between the covering efficiency, the strength ratios of the overlaid plywoods which are weathered outdoors for six years and the total solid resin in overlay layer.

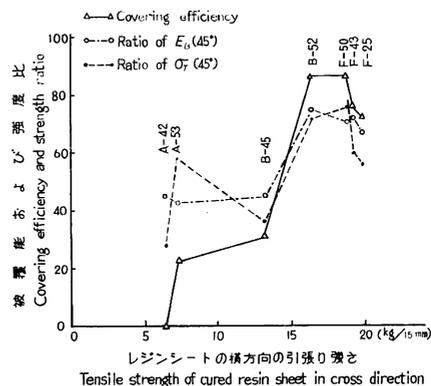


Fig. 7 屋外ばくろ 6 年後の被覆能, 曲げヤング係数比, 引張り強さ比と硬化させたレジンスートの横方向の引張り強さの関係
Relationships between the covering efficiency, the strength ratios of the overlaid plywoods which are weathered outdoors for six years and the tensile strength of cured resin sheet in cross direction.

後の被覆能と、強度比のうち E_R (45°) 比, σ_T (45°) 比とをプロットしてみると Fig. 6, Fig 7 のごとくなる。ここで(1)をパラメーターの1つにしたのは耐候性を向上させるための主役を演ずるものとしてであり、(2)はオーバーレイの効果が表面割れの発生によって急速に低下するところから、表面割れに抗する因子としてとったものである。Fig. 6 でみるとオーバーレイ層の樹脂量が多いものは耐候性が大きい。しかし、これはオーバーレイ層がある程度の強さを有する場合であって、レジンシートとしてではなく、単に多量の樹脂の層を合板表面に形成したとしてもこのような耐候性の向上は期待できないであろう。すなわち樹脂と、紙または布のような基材との組合せによってはじめてオーバーレイの効果を発揮するものである。Fig. 7 でみると、オーバーレイ層の強さ 16kg/15mm あたりをさかいとして耐候性に大きな違いがあり、これがオーバーレイの効果を予測する1つのパラメーターになりうることを示している。

これらの結果から、この研究の範囲内では(1)オーバーレイ層の全樹脂量が 90g/m² 以上あり、(2)表単板木理に直交する方向のオーバーレイ層の引張り強さが、16kg/15mm 以上あるフェノールレジンシートオーバーレイは十分な屋外耐候性を期待できるものと思われる。本報の供試合板のなかでは中密度オーバーレイである F-25 をも含めて F 系統のもの、および B-52 がこれらの条件を満たしている。なお、ここで採用した南面、45度傾斜の屋外ばくろは、浅い軒下での南面・垂直の実用試験に比較して約3倍のきびしさであることが観察されている⁹⁾。

5. 摘 要

第7報および第9報に記載したフェノールレジンシートオーバーレイ合板を引きつづいて屋外ばくろし、3～6年間の表面の観察結果と、3年目および6年目の材質試験の結果を示した。これらの結果から、オーバーレイの効果に対する含脂率の影響についてつぎのような結論を出したが、これは前報での推察と一致するものである。

1. 高密度オーバーレイの含脂率を50%から42～45%に低下させると、オーバーレイの効果は減少し、耐候性も低下する。
2. レジンシートの含脂率は高くても、厚さや強度が不十分な場合は表面割れが早く発生し、十分な耐候性は期待できない。しかし、オーバーレイ層が十分な厚さと強度を有する場合には含脂率は低くても、たとえば本報の F 系統のものは、中密度オーバーレイである F-25 をも含めて6年間の屋外ばくろ後にも表面割れは観察されず、接着力、強度などの低下も少ない。
3. レジンシートオーバーレイの性質を示すパラメーターとして、(1)オーバーレイ層の全樹脂量、(2)オーバーレイ層の横方向(表単板の木理に直交する方向)の引張り強さの2つをとると、(1)がここで用いた樹脂については 90g/m² 以上、(2)が 16kg/15mm 以上あるフェノールレジンシートをオーバーレイした合板は、南面、45度傾斜の屋外ばくろ6年後にも表面割れの発生は全くないか、非常に軽微であり、被覆能、強度の低下も小さい。本報のばくろ法が実用試験に比較して非常にきびしい条件であること⁹⁾を考慮すれば、(1)、(2)の条件をもつレジンシートをオーバーレイした合板は十分な屋外耐候性を期待できるものと思われる。本報の供試合板では F-50, F-43, F-25 および B-52 がこの条件をみたし、中密度オーバーレイである F-25 の場合にも塗装などの処理をすることなく用いてもかなりの耐候性を期待することができる。

以上、耐候性の付与を目的とするフェノールレジンシートオーバーレイはいかなる条件を備えるべきか

について、6年間の屋外ばくろ試験の結果から2つの条件を設定した。これらの条件は台板合板や樹脂の影響など、さらに検討すべき点はあるが、外装用オーバーレイ合板の今後の発展や、期待される耐候性の推定などに応用することができるものと思われる。

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，pp. 137～155，(1962)
- 2) 松本庸夫：同上（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，林試研報，150，pp. 67～87，(1963)
- 3) 松本庸夫：同上（第7報）、自己接着性フェノールレジンシートオーバーレイ合板の耐候性試験，林試研報，170，pp. 99～115，(1964)
- 4) 松本庸夫：同上（第9報）、フェノールレジンシートオーバーレイ合板の耐候性におよぼすレジンシート含脂率の影響，林試研報，188，pp. 185～199，(1966)
- 5) 松本庸夫：同上（第10報）、原紙の厚さを異にするフェノールレジンシートオーバーレイ合板の6年間の屋外ばくろ試験，林試研報，209，pp. 169～182，(1968)
- 6) WORKS, W. R. : Plastic Overlays for Wood Products. Forest Products Jour., 6, 1, pp. 18A～20A, (1956)

Studies on the Resin Sheet Overlay Report 11

Effect of resin content on the durability of phenolic resin sheet overlaid plywoods against outdoor weathering for six years

Tsuneo MATSUMOTO

(Résumé)

This paper is a continuation of Report 7 and Report 9 of this series (this Bulletin, No. 170 and No. 188) in which relationships between the durability of phenolic resin sheet overlaid plywood and the base paper thickness or the resin content of resin sheet were reported after weathering for two or three years in exterior conditions.

In this paper, results of the weathering test of the phenolic resin sheet overlaid or non-overlaid plywoods which are exposed outdoors for six years are given as a supplement of the previous papers. The results of the inspection of surface cracks during the weathering is shown in Table 3, the "covering efficiency" calculated from the amounts of water absorbed by the plywoods through overlaid surface in Fig. 1 and Fig. 2, adhesion strength in Table 4 and Fig. 3, modulus of elasticity in bending in Table 5 and Fig. 4, and tensile strength in Table 6 and Fig. 5, respectively.

Received December 12, 1968

(1) Gluing Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

From the results, the following findings are confirmed.

1. In the high density (high resin content) self-bonding overlay, fifty per cent of resin content in resin sheet shows higher durability than forty-two to forty-five per cent resin content, as was anticipated.

2. In cases of resin sheet having a sufficient thickness and strength, such as resin sheets of the F series plywoods in this paper, no surface crack is observed, and deteriorations in adhesion strength, in bending and tensile properties occur only to a very small extent after exterior weathering for six years facing south, inclined at 45 degrees against the ground in Tokyo.

3. In order to consider the relationships between the properties of overlay layer and the durability of the overlaid plywood, (1) the total solid resin in overlay layer (the 8th column in Table 1) is chosen as a parameter of the waterproofing property, and (2) the tensile strength of cross direction of cured resin sheet including film glue, if it is used (the 9th column in Table 1), is chosen as a parameter of the anti-surface-cracking property. The relations between these two parameters and representative properties of the phenolic resin sheet overlaid plywoods which are weathered outdoors for six years, are shown in Fig. 6 and Fig. 7. As the representative properties of the plywood, (1) the covering efficiency, (2) the ratio of weathered to unweathered modulus of elasticity in bending of diagonal direction and (3) the ratio of weathered to unweathered tensile strength of diagonal direction are chosen.

From what is shown in Fig. 6 and Fig. 7, it may be concluded that the overlay which possesses ninety grams per square meter or more total solid resin in overlay layer, and sixteen kilograms per 15 millimeters wide or stronger tensile strength of cross direction of overlay layer shows sufficient durability. These conditions are satisfied by the overlaid plywood F-50, F-43, F-25 and B-52 in this paper, and the medium density overlay F-25 seems to indicate that a fairly high durability can be expected even without any paint application on it.