

# レジンシートによるオーバーレイに関する研究 (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

松 本 庸 夫<sup>(1)</sup>

### 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実験を行ない、前報<sup>1)</sup>では厚さ0.12~0.38mmの原紙(未さらしクラフトパルプ製または再生綿製)を用い、含脂率がほぼ50%で熱圧によって自己接着するフェノールレジンシートをオーバーレイした合板についてその強度的性質や耐候性試験の結果を報告した。その中で、(1)屋外で使用される場合のごとくはげしい乾燥・湿潤がくりかえされる条件下では、レジンシートの強度が十分でないで使用中にレジンシート層の破断、すなわち表面割れを生じ、耐候性の低下を早める、(2)そのため、この目的のためのレジンシート用原紙として未さらしクラフト紙を用いる場合には厚さ0.2~0.25mm、密度0.65前後のもの(含脂率約50%の場合)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ことを推察した。そこで本報では、これらの原紙を用い、自己接着によるオーバーレイが可能な範囲内で含脂率を低くして樹脂量を少なくしたレジンシートを製造し、これをオーバーレイした合板について屋外ばくろを試み、2年を経過したのでその結果を前報<sup>1)</sup>の含脂率約50%の場合の結果と比較して報告する。

本研究を行なうにあたり、ご指導いただいた堀岡邦典前材質改良科長(現東京農工大学教授)、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、元東京農業大学学生江藤久照君(現朝日工業K.K.)、強度試験についてご指導いただいた強度研究室のかたがた、とりまとめにあたり適切なお助言をたまわった岩下 陸材質改良研究室長に深く感謝する。

なお本報告の結果の一部は、第14回日本木材学会大会(1964年4月)で発表した。

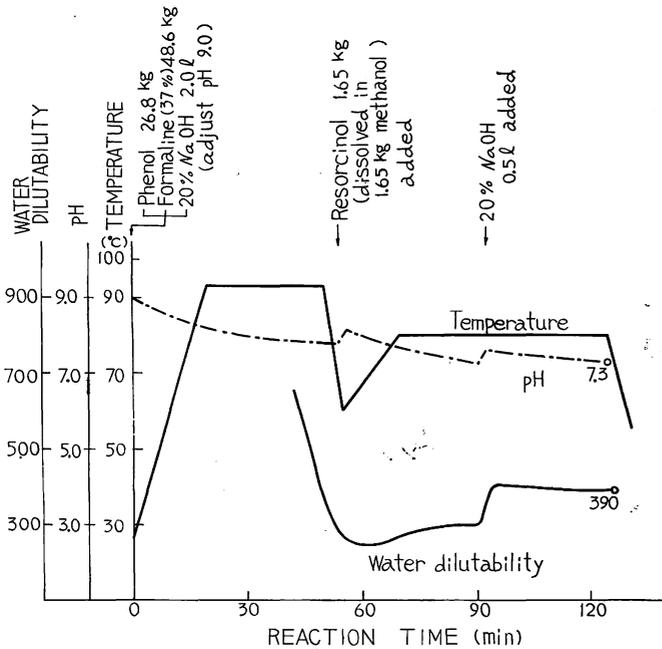
### II レジンシートオーバーレイ合板の製造

#### 1. レジンシートの製造とその性質

i) 製造装置<sup>2)</sup> 前報<sup>1)</sup> <sup>3)</sup>と同じく Floatation system の含浸・乾燥機

ii) 樹 脂 前報<sup>1)</sup> と同じく当場応用研究室で製造した中性のフェノール系樹脂<sup>4)</sup>で、フェノール、レゾルシノール、ホルムアルデヒドのモル比は0.95:0.05:2.0、NaOHの触媒下で合成した。合成経過の大略はFig. 1のとおりである。フェノール26.8kgと37%ホルマリン48.6kgを混合し、20%NaOHを加えてpHを9.0に調整し(20%NaOH 2.0lを要した)、かきまぜながら90~95°Cで反応せしめ、水和度(反応物5gをとって冷却し、これに純水を滴下して樹脂分が遊離してにごるまでに加えら

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室員



Materials	kg	mol. ratio
Phenol	26.8	0.95
Resorcinol	1.65	0.05
Formaline	48.6	2.0
20% NaOH	2.5	
Methanol	1.65	

Final product  
 pH 7.3  
 Viscosity 0.58 poise (20°C)  
 Solid content 46.0 %  
 Water dilutability 390

Fig. 1 中性水溶性フェノール系樹脂の反応経過  
 Process of neutral water-soluble phenolic resin synthesis.

れる水量を樹脂に対する百分率で表わす) が約 300 になれば約 60°C に冷却し、レゾルシノール 1.65kg を等量のメタノールに溶解して反応物に加え、約 80°C でさらに反応をつづけ、途中 pH が 7 以下にならないように NaOH 溶液で調整した (20% NaOH 0.5 l を追加した)。その間レゾルシノール添加によって水和度は増加するが無限大にはならず (P : R : F = 0.9 : 0.1 : 2.0 の場合は無限大となる)、その後徐々に低下する。レゾルシノール添加後 80°C での反応約 1 時間で反応を止めた。得られた樹脂は pH 7.3、水和度 390、粘度 0.58 ポイズ (20°C)、樹脂固形分 46.0% であった。これを必要に応じて 50% メタノールで希釈して用いた。

iii) 原紙前報<sup>1)</sup>で使用した 4 種のうち、Table 1 に示した未さらしクラフトパルプ製のもの 3 種、すなわち厚さそれぞれ A : 0.12, B : 0.20, F : 0.22mm のものを用いた。このうち、B, F は前報<sup>1)</sup>でほぼ満足すべき結果が得られたものである。この 3 種のほかに次項の自己接着によるオーバーレイが可能な最低含脂率を求める予備試験のために、密度の異なる未さらしクラフトパルプ製の原紙 3 種、再生綿製のもの 1 種をあわせて試験に供した (Table 1)。

iv) 自己接着によるオーバーレイが可能な最低含脂率を求める予備試験 前記の各原紙について、前報<sup>1)</sup>の II-1-iii) 予備試験の方法に準じ、樹脂含浸の際の樹脂液濃度と含脂率の関係を求めるとともに、種々の含脂率 (34~53%) のレジンスシートをつくり (一部は次項に述べる条件により含浸・乾燥機によって製造したものを使用)、(1) それらを接着紙として用いた試験用合板の接着力を測定すること、(2) 供試レジンスシートをオーバーレイした合板を煮沸乾燥のくりかえし試験に供することの 2 つの実験によってレジンスシートの自己接着によるオーバーレイの可否を検討した。

Table 1. レジンシート用原紙の性質と自己接着のための最低含脂率  
Properties of base papers for resin sheet and the minimum  
resin content enough to self-bond.

記号 Symbol	原紙 Basis weight			密度 Bulk density	自己接着によるオーバーレイ が可能な最低含脂率 Minimum resin content enough to self-bond (Volatile 8%) %
	パルプの種類 Kind of pulp	厚さ Thickness (mm)	坪量 Basis weight (g/m <sup>2</sup> )		
A	K P	0.12	62.5	0.52	42
B	K P	0.20	110	0.55	40
F	K P	0.22	141	0.64	43
E	K P	0.24	124	0.49	40
G	K P	0.25	151	0.60	40
H	K P	0.24	165	0.69	43
J	Ragged cotton	0.38	226	0.59	40

まず、レジンシートは揮発分 (130~140°C で 10分間乾燥したときの重量減) が約 8% になるように乾燥をコントロールし、含脂率は次式により算出した。

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

つぎに第 1 実験として含水率 12%, 厚さ 1.2mm, 20×20cm のカバ単板を用い、供試レジンシートを接着紙として 3 プライ合板を作製した。熱圧条件は前報と同じく圧力 12kg/cm<sup>2</sup>, 130°C・10分間とした。この合板から A 型の合板用接着力試験片をとって (切込みは順逆半数ずつ) 常態および煮沸 3 時間の接着力試験を行なった。その結果を Table 2 に示したが (上段が常態接着力, 下段が煮沸接着力), 含脂率約 40% を境としてそれ以下になると接着力が急に低下する傾向がみられた。

さらに第 2 実験として供試レジンシートをタイプ I, 厚さ 3.7mm のラワン 3 プライ合板にオーバーレイし (オーバーレイ条件は後述するものと同じ), 15×15cm に切断したものを [煮沸 4 時間-63°C における乾燥 20 時間] のくりかえし試験に供した。そしてこの 5 サイクル後にもレジンシートの剝離など, オーバーレイの欠陥を現わさなかったものを○印, 5 サイクル後またはそれ以前にレジンシートの剝離を生じたものを×印として, Table 2 の最右欄に示した。この結果を第 1 実験の接着力試験の結果と照合すると, 最低煮沸接着力が 10kg/cm<sup>2</sup> 以上のレジンシートをオーバーレイしたものは第 2 実験ではすべて○印, すなわち煮沸乾燥 5 サイクル後もなおオーバーレイの欠陥を現わすことはなかった。これらの結果から, 第 1 実験の方法で最低の煮沸接着力が 10kg/cm<sup>2</sup> 以上の接着性を示すレジンシートは自己接着によるオーバーレイが可能であると推察した。

これら 2 つの実験結果から, 各原紙について自己接着によるオーバーレイが可能な最低含脂率を推定すると Table 1 の最右欄のごとくである。一般に原紙が薄いもの, 密度が高いものはやや高い含脂率を必要とする傾向がみられた。

さらにこのように含脂率が低く, 樹脂の Flow が悪い場合の台板含水率とレジンシートの接着性の関係を検討するために, 厚さ 1.2mm のカバ単板を 20°C, 関係湿度 85%, 65%, 45% の恒温恒湿室およびシリカゲルデシケーター中 (20°C) で調湿して含水率 18%, 12%, 8% および 2% の単板を調整し,

Table 2. レジンシートの含脂率と接着力の関係  
Adhesion strength of plywoods bonded with resin sheet varying resin content.

Resin sheet		Kind of test	Adhesion strength (kg/cm <sup>2</sup> )			Number of specimen	*3 Overlaying by self-bonding
Base paper	Resin content (%)		Mean	Min.	Max.		
A	53	N *1	22.2 (0)*2	18.5 (0)	25.5 (0)	10	○ *4
		B	24.3 (0)	20.0 (0)	28.5 (0)	10	
	42	N	21.1 (5)	13.3 (0)	26.5 (20)	14	○
		B	18.7 (15)	12.8 (0)	29.5 (40)	14	
	40	N	15.3 (0)	8.0 (0)	22.2 (0)	7	×
		B	9.9 (0)	5.4 (0)	13.6 (0)	7	
B	52	N	20.8 (0)	16.5 (0)	24.5 (0)	10	○
		B	26.5 (0)	24.0 (0)	30.4 (0)	10	
	45	N	24.2 (2)	17.7 (0)	28.5 (5)	14	○
		B	21.3 (0)	15.0 (0)	28.8 (0)	14	
	40	N	20.8 (0)	16.3 (0)	25.3 (0)	14	○
		B	16.9 (0)	11.2 (0)	22.4 (0)	14	
37	N	15.1 (0)	7.5 (0)	24.0 (0)	14	×	
	B	12.3 (0)	6.2 (0)	20.8 (0)	14		
F	50	N	18.9 (0)	13.4 (0)	24.0 (0)	10	○
		B	19.5 (0)	17.3 (0)	23.8 (0)	10	
	43	N	23.3 (7)	18.2 (5)	30.2 (10)	14	○
		B	24.3 (27)	21.1 (0)	26.6 (60)	14	
	39	N	14.9 (2)	5.1 (0)	27.5 (10)	14	×
		B	13.6 (13)	4.0 (0)	23.2 (60)	14	
E	53	N	25.3 (14)	17.3 (0)	36.9 (80)	14	○
		B	22.7 (15)	15.0 (0)	26.9 (50)	14	
	38	N	21.8 (11)	10.1 (0)	29.6 (50)	14	×
		B	18.1 (16)	9.1 (0)	24.2 (60)	14	
	32	N	11.2 (0)	6.4 (0)	18.1 (0)	14	×
		B	6.7 (0)	4.3 (0)	10.9 (0)	14	
G	46	N	23.1 (3)	17.6 (0)	27.5 (5)	14	○
		B	26.1 (14)	20.5 (0)	34.2 (65)	14	
	42	N	19.9 (17)	15.5 (0)	23.2 (80)	14	○
		B	24.3 (15)	20.0 (0)	30.7 (100)	14	
	39	N	18.6 (4)	15.1 (0)	21.9 (20)	14	○
		B	18.4 (1)	10.9 (0)	24.3 (10)	14	
36	N	12.3 (1)	3.8 (0)	16.3 (5)	7	×	
	B	9.1 (0)	6.7 (0)	11.4 (0)	7		
H	42	N	19.7 (0)	18.1 (0)	21.0 (10)	14	○
		B	23.8 (4)	18.1 (0)	31.1 (25)	14	
J	50	N	20.2 (12)	17.3 (0)	24.2 (60)	10	○
		B	24.0 (7)	18.4 (0)	28.2 (20)	10	
	46	N	20.7 (4)	16.8 (0)	27.5 (40)	14	○
		B	25.3 (0)	18.1 (0)	25.2 (0)	14	
	43	N	24.8 (11)	21.0 (0)	27.5 (40)	14	○
		B	26.2 (25)	21.9 (0)	31.8 (50)	14	
34	N	14.7 (3)	9.4 (0)	18.6 (10)	14	×	
	B	11.7 (10)	8.6 (0)	15.2 (25)	14		

\*1 N : Normal test (tested dry) ; B : Boil test (tested wet after 3 hrs. boil)

\*2 Wood failure (%)

\*3 Results of boil and dry cycle test of resin sheet overlaid plywood.

\*4 ○ : Possible [The resin sheet overlaid lauan plywoods (3 ply, 3.7 mm, 15×15 cm) showed no delamination of resin sheet after 5 cycles of 4 hours boiling and 20 hours drying at 63°C.]

× : Impossible [Showed delamination of resin sheet in the above cycle test]

Veneer : Birch, 1.2 mm 3 ply, u=12%

Press conditions : 12kg/cm<sup>2</sup>, 130°C, 10 min.

Table 3. レジンシートの接着性と木材含水率の関係  
Changes of bonding characteristics of resin sheet with wood moisture content  
(Values show adhesion strength of plywoods bonded with resin sheet).

Resin sheet		Adhesion strength (kg/cm <sup>2</sup> )		Moisture content of veneer (%)			
Base paper	Resin cont. (%)			18	12	8	2
A	45	Tested dry	Mean	22.6 (17)*	23.6 (13)	24.4 (6)	15.9 (4)
			Min.	14.4 (0)	14.2 (0)	18.4 (0)	10.2 (0)
			Max.	30.4 (50)	30.6 (30)	27.7 (20)	23.7 (10)
		Tested wet after 3 hrs. boil	Mean	23.5 (14)	24.9 (2)	21.6 (4)	13.9 (0)
			Min.	20.2 (0)	20.3 (0)	17.3 (0)	8.8 (0)
			Max.	28.2 (80)	27.0 (20)	31.8 (20)	22.2 (0)
F	45	Tested dry	Mean	21.5 (15)	19.8 (12)	20.1 (5)	17.0 (2)
			Min.	16.0 (0)	13.0 (0)	13.8 (0)	10.4 (0)
			Max.	29.7 (60)	26.6 (50)	23.4 (20)	25.4 (10)
		Tested wet after 3 hrs. boil	Mean	24.8 (33)	23.4 (12)	22.3 (7)	15.1 (0)
			Min.	19.8 (10)	20.6 (0)	17.9 (0)	8.4 (10)
			Max.	29.6 (80)	26.9 (30)	27.8 (30)	29.4 (10)

\* Wood failure(%)

Veneer: Birch 1.2 mm, Three-ply plywoods were bonded with resin sheets.

Hot pressing conditions: 130°C, 10 min, 12 kg/cm<sup>2</sup>.

Number of test piece: 14.

前記同様の接着性試験を行なった。その結果は Table 3 のごとくであって、極端に低い含水率の場合は別として 8~18%では同程度の接着力を示した。

v) レジンシートの製造条件と性質 以後の試験に供したレジンシートの製造条件を Table 4 に示した。乾燥は揮発分が 8~8.5%になるようにコントロールした。原紙 A, F については自己接着可能な最低含脂率に近いレジンシートを得たが、原紙 B についてはやや高い含脂率のものであった。

これらのレジンシートは前項に述べた予備試験用レジンシートの一部として使用し、その接着性は

Table 4. 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	樹脂率 Solid content of resin solution (%)	乾燥室中央部の温度 Temperature at middle of dryer (°C)	乾燥時間 Drying time (min.)	レジンシートの性質 Properties of resin sheet		
				含脂率*1 Resin content (%)	揮発分*2 Volatile content (%)	厚さ Thickness (mm)
A	33	85 ~ 90	4	42 ~ 43	8 ~ 8.5	0.17
B	37	85 ~ 90	3.5	45 ~ 46	8 ~ 8.5	
F	41	80 ~ 85	3.5	43 ~ 44	8 ~ 8.5	0.28

\*1 Resin content (R. C.) =  $\frac{(\text{Basis weight of resin sheet}) - (\text{Basis weight of base paper})}{(\text{Basis weight of resin sheet})} \times 100$

\*2 Weight loss after drying at 130~140°C for 10 minutes.

Table 5. 熱硬化せしめたレジ  
Properties of cured

Resin sheet #1		Thick-ness (mm)	Tensile strength*3 (kg/15 mm)			
Base paper	Resin cont. (%)		Machine direction		Cross direction	
			Dry (20°C R.H. 65%)	Wet (25°C Water 24 hrs)	Dry (20°C R.H. 65%)	Wet (25°C water 24 hrs)
A	—*2	0.12	5.8		1.7	
	42	0.14	17.0 (2.4)*5	15.3 (3.8)	6.4 (2.0)	6.0 (3.6)
	53	0.15	18.8 (2.4)	16.5 (3.8)	7.2 (2.0)	6.0 (3.5)
B	—	0.20	12.5		4.9	
	45	0.24	27.8*4 (2.7)	22.1 (3.3)	13.2 (1.9)	11.7 (3.6)
	52	0.25	27.4*4 (2.7)	28.5 (3.4)	16.4 (2.1)	13.8 (3.3)
F	—	0.22	12.1		5.7	
	43	0.26	31.0*4 (2.4)	30.8 (4.0)	19.2 (2.8)	18.9 (3.7)
	50	0.29	33.3*4 (2.3)	28.8 (3.4)	18.8 (1.9)	17.3 (3.5)

- \*1 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 tests are cured at
- \*2 無処理原紙を示す。 Non-resin-treated base paper.
- \*3 ショッパー抗張力試験機。 Schopper tensile machine.
- \*4 10 mm 幅の試験片を用い、試験値を kg/15 mm に換算した。 Width of test piece : 10 mm,
- \*5 破断時の伸び。 Elongation at rupture.
- \*6 JIS Z-0208 の透湿カップを使用し、CaCl<sub>2</sub> (粒径 2~3 mm) 約13g, 外気条件は Dry 40°C 38°C; Dry side : CaCl<sub>2</sub>; Time of test : 2 hours.
- \*7 20°C, R.H. 32%に調湿時の長さを基準とし、数値はすべて膨張を示す。 Based on the

Table 2 の中に示されている。そしてこれらは前述のごとく自己接着によるオーバーレイが可能であると考えられる。

レジ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 (130°C, 10分間) の諸性質を Table 5 に示した。含脂率 50~53%のグループと 42~45%のグループを比較した場合、引張り強さ、平衡含水率、吸水量、水蒸気透過度などにはわずかな差がみられたが、吸湿・吸水による寸法変化には差がみられなかった。

## 2. オーバーレイ処理

i) 台板合板 ラワン3 プライの 3.65~3.75 mm 合板 (使用単板は 1.0-2.0-1.0mm) で含水率は 11~13%、接着剤はフェノール樹脂でその配合、圧縮条件はつぎのとおりである。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：プライオーヘン T D528HV 100 部、P 増量剤 10 部、水 20 部、配合物の pH 10.1

塗付量：330 g/m<sup>2</sup> 冷 圧：10 kg/cm<sup>2</sup>, 約 4 時間

熱 圧：10 kg/cm<sup>2</sup>, 130°C, 6 分

ii) オーバーレイ条件

レジシートは前述のごとく自己接着性を示すので、熱圧のみによってオーバーレイすることができる。オーバーレイ処理時の構成、熱圧条件などは前報<sup>1)</sup>と同じである。すなわち厚さ 0.2mm, アスベス

ンシートの性質  
resin sheets.

Equilibrium moisture content at 20°C and relative humidity (%) of		Water absorption (25°C, 24 hrs) (%)	Vapor permeability *6 (g)	Dimensional change *7 (%)			
				Machine direction		Cross direction	
32	65			20°C R.H. 95%	25°C water 24 hrs	20°C R.H. 95%	25°C water 24 hrs
			—				
3.4	5.1		0.53 0.43				
				—	—	—	—
				0.09	0.13	0.33	0.46
				0.10	0.15	0.30	0.50
5.4	9.5		—	0.14	0.19	0.41	1.53
3.8	5.4	39	0.35	0.10	0.16	0.25	0.40
3.4	4.9	33	0.33	0.11	0.16	0.25	0.38

130°C for 10 min. between hot plates without pressure.

Strength : converted into the unit of kg/15mm.

• wet 38°C ; 2時間吸湿。 Apparatus : JIS K-0208 ; Wet side : dry temp. 40°C, wet temp.

length conditioned at 20°C, 32% relative humidity and values show elongation.

ト25%含有のクッション紙を両面に5枚ずつ使用して125~130°C, 15分間, 圧力は12 kg/cm<sup>2</sup>で台板合板の両面に同種のレジンシートをオーバーレイした。

なお, 以後の記述を簡単にするために, オーバーレイ合板には使用したレジンシートの原紙記号と含脂率を連記した記号を付して表示することとし, 台板合板をN'で示す(後述のように耐候性試験結果は前報<sup>1)</sup>と対比して示すが, その方の台板合板をNで示した)。

### 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前報<sup>1)</sup>の含脂率約50%のレジンシートオーバーレイ合板のそれと比較するため, 同じ条件の屋外ばくろ試験に供し, 1年または2年経過したものについて機械的性質, 吸水性, 合板接着力を測定した。屋外ばくろ試験はなお続行中であり, それらの結果は後日報告の予定である。

#### 1. 試料

供試合板はIIによって製造したレジンシートの含脂率が42~45%のものほかに, 比較のための資料として前報<sup>1)</sup>の含脂率50~53%のレジンシートをオーバーレイした合板も対照として考えた。それらを一括してTable 6に示した。記号は前述のごとく使用したレジンシートの原紙記号(Table 1)と含脂率を連記したものである。無処理合板NはA-53, B-52, F-50の台板合板であって, 使用単板の構成はラ

Table 6. 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)
		原紙の厚さ Thickness of base paper (mm)	含脂率 Resin content (%)	
N	Non-overlaid (base plywood) *1	—	—	3.4~3.5
A-53	Both side overlaid	0.12	53	3.6~3.7
B-52	As above	0.20	52	3.7~3.8
F-50	As above	0.22	50	3.8~3.9
N'	Non-overlaid (base plywood) *2	—	—	3.65~3.75
A-42	Both side overlaid	0.12	42	3.8~3.9
B-45	As above	0.20	45	3.95~4.05
F-43	As above	0.22	43	3.95~4.1

\*1 Veneer construction : Lauan, 3 ply, 0.9-2.0-0.9mm.

Adhesive : Phenol-resorcinol-formaldehyde (mol. ratio 0.9 : 0.1 : 2.0, pH : 7.1, viscosity at 20°C : 6.0 poise, solid cont. : 46.5 %, water soluble resin) mixed with 5 % soybean flour and 10 % water.

\*2 Veneer construction : Lauan, 3 ply, 1.0-2.0-1.0mm.

Adhesive : Phenolic resin on the market (water soluble) mixed with 10 % filler and 20 % water (pH of mixture : 10.1).

ワン3 プライ 0.9-2.0-0.9mm, 接着剤はフェノール-レゾルシノール-ホルムアルデヒドのモル比を0.9:0.1:2.0とし、II-1-ii)と同様にして合成した中性の水溶性フェノール系樹脂接着剤(総反応時間:3.5時間, pH:7.1, 粘度:6.0ポイズ(20°C), Solid content:46.5%)を100部, 大豆粉5部, 水10部を混合したものである。

オーバーレイ合板のレジンシート層はA-42は透明, B-45, F-43は半透明ないし不透明であった。

## 2. 試験方法

i) 屋外ばくろ法 前報<sup>1)</sup>と同じで, 30.5×30.5cmの試料のエッジを常温硬化性フェノール系樹脂で封じ, 林産新館屋上に南面, 地面に対し45°傾斜させて設置した(1961年6月)。1年ごとにおのおの1枚の試料をとりはずし後述の諸試験に供した。

ii) 測定事項および測定法 耐候性を比較するために測定した項目は色, 表面われ, 吸水量, 接着力, 曲げ剛性, 引張り強さであるが, これらの測定法, 表示法および試験片のとり方は前報<sup>1)</sup>と同じであるので省略する。

## 3. 試験結果および考察

試験結果はTable 7~12, Fig. 2~5に示した。これらのうち合板N, A-53, B-52, F-50の屋外ばくろ0年, 1年および2年のものについては前報<sup>1)</sup>で報告されているものであり, 3年のものは今回新たに追加したものである。

i) 色 ばくろ試験によって変色するがその傾向は含脂率50~53%の場合と同じく主波長は長波長側に変化し, 明度と純度は低下した(Table 7)。

ii) 表面割れ 2年経過した A-42 に生じたが、これは A-53 の同時期のそれよりも多かった。この原因としては表面割れが煮沸・乾燥くりかえし試験における乾燥過程で生ずるという事実<sup>1)</sup> から推察すると、レジンシートの含脂率が少なくなったことによって、(1) 次項に述べる合板の吸水量が増加し、そのために台板合板、レジンシートとも湿潤・乾燥による膨張・収縮の度合が A-53 よりも大になったこと、(2) 表面割れに関係するレジンシートの横方向の常態時 (dry) の引張り強さがわずかではあるが小になったこと、などのためと考えられる。B-45, F-43 にはいままでのところ表面割れは現われていない (Table 7)。

iii) 吸水量 まず、ばくろ前の試料についていえば、含脂率を 50~53% から 42~45% に少なくすることによって吸水速度は Fig. 2 にみられるごとく早くなり、48時間後の吸水量 (Table 7, 第8欄) は A-42/A-53 = 0.40/0.23 ≒ 1.7, B-45/B-52 = 0.24/0.08 = 3.0, F-43/F-50 = 0.32/0.07 ≒ 4.6 のごとく 2~5 倍になる。また被覆能 (Table 7, 最右欄) は 6.4~10.7 低下する。ここで被覆能は前報<sup>1)</sup> にのべたごとく Fig. 2 の吸水曲線から次式によって計算したものである。

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

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

Table 7. 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外観的および吸水性変化  
Changes of appearance and water absorbing property of resin sheet overlaid plywoods by outdoor weathering test.

Kind of plywood	Outdoor weathered time (year)	Items of observation and measurement						
		Gloss	Color			Surface crack (Number of cracks crossed by center line of 30cm)	Amount of absorbed water by 5×5 cm specimen for 48 hours (g)	Covering efficiency
			Lightness (%)	Dominant wave length (mμ)	Excitation purity (%)			
A-53	0	glossy	18.5	587.5	51.5	0	0.23	89.5
	1	little	12.8	591	42	0	0.25	88.6
	2	none	10.8	591.5	33	5~7	0.51	76.4
	3		9.1	591.5	20	18~30	0.81	63.1
B-52	0	glossy	16.1	588.8	45.5	0	0.08	96.5
	1	little	12.5	593	44.5	0	0.13	94.3
	2	none	10.8	589.4	36.5	0	0.24	88.7
	3		9.6	591.5	20	0	0.18	91.9
F-50	0	glossy	13.4	588.7	39.5	0	0.07	96.8
	1	none	10.4	589.8	30	0	0.10	96.0
	2		8.9	586	22	0	0.25	88.1
	3		9.1	591.5	20.5	0	0.32	85.5
A-42	0	a little	22.1	586.6	44	0	0.40	83.1
	1	none	9.3	586.5	26.5	0	0.75	65.2
	2		9.6	588.2	21	12~20	1.48	34.2
B-45	0	a little	18.3	587	44.5	0	0.24	89.1
	1	none	9.3	587.5	30	0	0.38	82.9
	2		9.2	590	20	0	0.47	78.2
F-43	0	a little	14.7	588.5	42.5	0	0.32	86.1
	1	none	9.8	587.2	28.5	0	0.30	86.6
	2		9.2	590	20	0	0.35	83.7

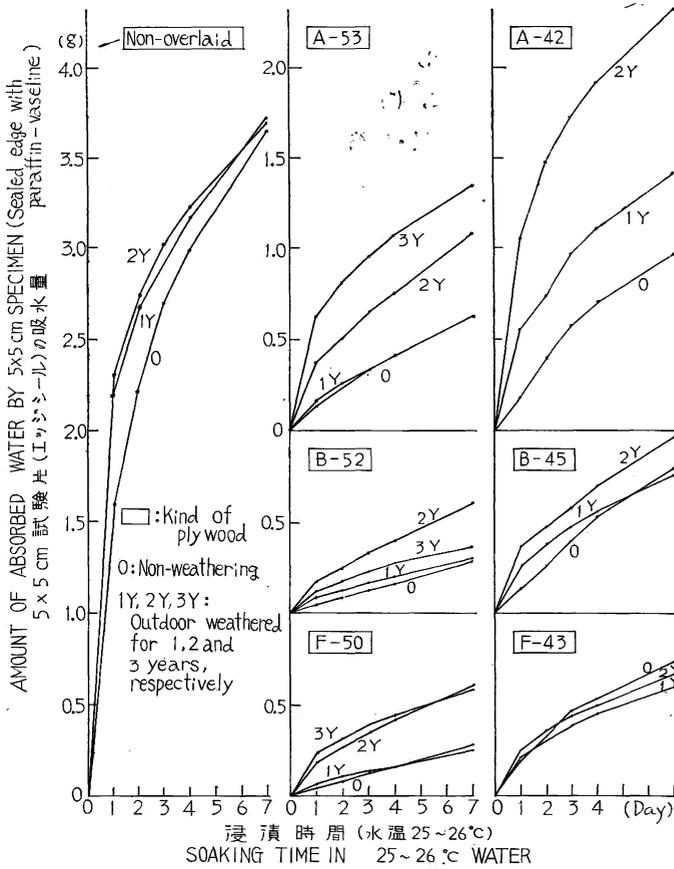


Fig. 2 レジンシートオーバーレイ合板の屋外ばくろによる吸水性の変化

Changes of water absorbing property of resin sheet overlaid plywoods owing to outdoor weathering.

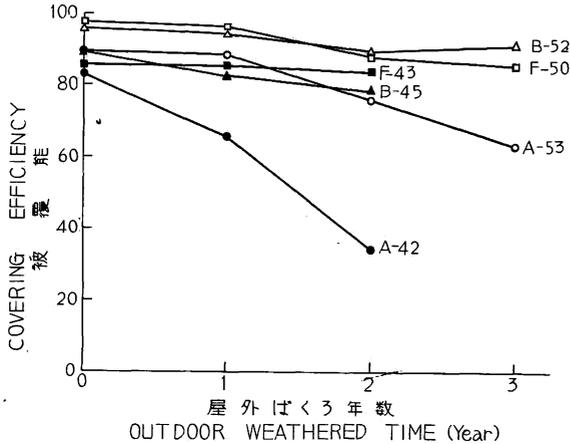


Fig. 3 屋外ばくろによるレジンシートオーバーレイ合板の被覆能の変化

Changes of covering efficiency of resin sheet overlaid plywoods owing to outdoor weathering.

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

$\left(\frac{W_{OV}}{W_{NON}}\right)_{mean}$  : 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

つきにばくろ試料についていえば, Fig. 2にみられるように, 吸水量はA-42の場合急速に増加し, 表面割れが出た屋外ばくろ2年の試料では特にその傾向がいちじるしく, これが表面割れを急速に増加させる原因にもなっている。B-45, F-43については表面割れは観察できないが吸水量は徐々に増加する傾向がみられ, B-52, F-50と同様な結果を示した。これらの結果を被覆能で表現すると Fig. 3となり, A-53, A-

42の耐候性が十分でないことがわかる。

iv) 接着力 Table 8のごとく今回の試験でもレジンシートオーバーレイ合板は無処理合板に比し接着力をよく保持している。含脂率50~53%のグループと比較すると, 42~45%のグループでは屋外ばくろ2年後の木部破断率が少ない傾向がみられた。

v) 機械的性質 ばくろ前の試料および屋外ばくろ試料の曲げヤング係数 ( $E_b$ ), 引張りヤング係数 ( $E_T$ ) および引張り強さ ( $\sigma_T$ ) の試験結果を Table

9~11に示した。

まず、ばくろ前の試料について、上記の機械的性質におよぼすオーバーレイの効果をみるために、オーバーレイしない台板合板の各強度を1.0とした場合のオーバーレイ合板の比較値を Table 12 に示した。前報同様、無処理合板に比しオーバーレイ合板は異方性が少ないことが特徴的であるが、その度合やオーバーレイによる機械的性質向上の度合は含脂率50~53%のグループとほとんど差はなかった。

つぎにばくろ試料については、ばくろ前のそれぞれの強度を1.0とした場合の比較値(ばくろ試料の強度/ばくろ前の試料の強度)をグラフ化して曲げヤング係数比を Fig. 4 に、引張り強さ比(一部引張りヤング係数比をふくむ)を Fig. 5 に示した。これらから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を推定することができる。すなわち、屋外ばくろ1年後には無処理合板の  $E_B$ ,  $\sigma_T$ ,  $E_T$  は低下の度合の最も大きい  $45^\circ$  方向では、それぞればくろ前の 0.40~0.43, 0.50~0.56, 0.40 倍に低下するが、オーバーレイ合板では、それぞれ 0.78~0.98, 0.73~1.25, 0.88~1.02 倍に変化しているにすぎ

Table 8. 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.

Kind of plywood		Adhesion strength (kg/cm <sup>2</sup> )			
		Kind of values	Before weathering	Outdoor weathered for: (size: 30×30cm)	
				1 year	2 years
Non-overlaid	N	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)
Overlaid	A-53	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)
	B-52	Min. Max. Mean		17.3 ( 80) 23.9 (100) 21.0 ( 96)	15.6 ( 80) 19.3 (100) 17.5 ( 93)
	F-50	Min. Max. Mean		14.0 ( 80) 21.6 (100) 17.3 ( 96)	14.0 ( 70) 21.6 (100) 17.9 ( 89)
Non-overlaid	N'	Min. Max. Mean	15.0 ( 40) 21.9 (100) 17.7 ( 80)	11.3 ( 20) 15.3 (100) 12.8 ( 60)	8.7 ( 5) 17.0 (100) 12.9 ( 60)
Overlaid	A-42	Min. Max. Mean		14.0 ( 10) 19.6 (100) 17.1 ( 80)	9.3 ( 0) 20.6 ( 95) 16.1 ( 50)
	B-45	Min. Max. Mean		11.3 ( 15) 19.3 (100) 15.6 ( 60)	13.0 ( 5) 20.3 ( 60) 16.8 ( 30)
	F-43	Min. Max. Mean		14.3 ( 60) 19.6 ( 95) 17.6 ( 85)	10.6 ( 0) 20.0 ( 60) 14.9 ( 25)
Number of specimen			20	8	8

\* Wood failure (%).

B Type adhesion strength test pieces are prepared after weathering test.

Adhesion strength is calculated according to the formula of  $P/S \times 0.9 \times 1.2$ .

Table 9. 屋外ばくろ試験によるレジシトオーバーレイ合板の曲げヤング係数 ( $E_R$ ) の変化  
Modulus of elasticity in bending ( $E_R$ ) of outdoor weathered resin sheet overlaid plywoods.

Outdoor weathered time (year)	Kind of plywood	$E_R$ , Mean (Min.~Max.) ( $10^8 \cdot \text{kg/cm}^2$ )		
		Angle of grain direction of face veneer ( $\theta$ )		
		0°	45°	90°
0	N	127 (117~137)	17.2 (16.1~18.6)	14.9 (13.7~16.1)
1		84 (80~86)	6.5 (6.4~6.6)	11.2 (10.9~11.4)
2		85 (82~88)	7.6 (7.2~8.1)	11.6 (10.3~12.4)
3		—	—	—
0	A-53	159 (148~179)	39.5 (38.3~41.0)	38.9 (36.5~40.1)
1		144 (143~145)	34.0 (33.7~34.6)	34.6 —
2		124 (123~125)	31.5 (29.9~33.6)	30.2 (29.8~30.9)
3		122 (117~128)	28.8 (27.6~29.6)	24.2 (24.0~24.4)
0	B-52	135 (129~142)	45.3 (44.2~45.8)	43.4 (42.6~44.2)
1		121 (116~131)	42.9 (41.7~43.5)	34.3 (32.0~37.3)
2		123 (121~126)	39.5 (39.2~40.1)	39.6 (39.0~40.0)
3		123 (121~124)	38.1 (37.7~38.6)	38.8 (37.4~40.6)
0	F-50	130 (125~133)	54.0 (54.0~54.0)	50.5 (49.5~51.8)
1		114 (111~119)	49.4 (47.8~50.6)	36.6 (34.7~37.5)
2		110 (108~113)	39.1 (38.7~39.6)	40.8 (39.7~42.0)
3		124 (122~127)	42.9 (42.3~43.6)	37.3 (36.0~38.6)
0	N'	125 (122~128)	17.4 (17.1~17.6)	27.4 (24.2~31.2)
1		109 (107~112)	7.4 (7.2~7.7)	22.2 (21.4~22.6)
2		97 (95~100)	7.5 (7.3~7.6)	23.9 (23.1~25.0)
3		—	—	—
0	A-42	123 (104~135)	27.3 (26.7~27.8)	34.5 (33.3~35.7)
1		113 (108~118)	26.8 (26.2~27.3)	30.7 (29.9~31.5)
2		116 (105~122)	20.8 (20.6~21.1)	24.5 (23.7~25.2)
3		—	—	—
0	B-45	138 (135~144)	44.9 (44.7~45.1)	44.3 (43.4~44.8)
1		125 (112~140)	34.8 (33.3~36.6)	34.8 (33.2~36.4)
2		113 (106~119)	33.6 (32.0~34.5)	34.7 (32.8~36.1)
3		—	—	—
0	F-43	137 (134~143)	44.6 (43.2~45.2)	46.0 (45.8~46.2)
1		132 (125~135)	41.8 (39.8~43.1)	42.7 (42.1~43.0)
2		125 (120~129)	39.9 (39.1~40.9)	37.5 (36.5~38.2)
3		—	—	—

Number of specimen : 3 pieces in each direction.

Size of specimen : 2 × 20cm

Span length : 15cm (center loading)

Table 10. 屋外ばくろ試験によるレジシトオーバーレイ合板の引張りヤング係数 ( $E_T$ ) の変化  
Modulus of elasticity in tension ( $E_T$ ) of outdoor weathered resin sheet overlaid plywoods.

Kind of plywood	Outdoor weathered time (year)	$E_T$ , Mean (Min. ~ Max.) ( $10^8 \cdot \text{kg/cm}^2$ )		
		Angle of grain direction of face veneer ( $\theta$ )		
		0°	45°	90°
N'	0	85.7 (84.0~86.5)	15.1 (15.0~15.3)	73.6 (61.3~81.3)
	1	71.6 (63.3~82.0)	6.1 (5.5~6.7)	51.3 (44.1~61.2)
A-42	0	97.5 (88.0~107.0)	20.3 (19.1~21.9)	99.2 (91.5~104.1)
	1	76.6 (75.6~78.2)	17.9 (15.8~21.2)	78.5 (70.8~86.5)
F-43	0	101.3 (88.4~111.0)	26.7 (25.5~28.4)	93.6 (88.4~96.8)
	1	96.3 (86.4~101.5)	27.4 (26.4~28.0)	91.9 (85.3~100.0)

Table 11. 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 ( $\sigma_T$ ) の変化  
Tensile strength ( $\sigma_T$ ) of outdoor weathered resin sheet overlaid plywoods.

Outdoor weathered time (Year)	Kind of plywood	$\sigma_T$ , Mean (Min. ~ Max.) (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Angle of grain direction of face veneer ( $\theta$ )		
		0°	45°	90°
0	N	751 (740~770)	151 (129~198)	621 (505~718)
1		314 (231~393)	64 (60~70)	528 (517~541)
2		292 (276~323)	57 (54~61)	422 (388~465)
3		—	—	—
0	A—53	810 (770~882)	186 (183~189)	719 (604~865)
1		780 (755~797)	196 (193~200)	566 (458~625)
2		803 (667~909)	190 (185~193)	786 (731~832)
3		409 (399~419)	125 (121~131)	609 (517~673)
0	B—52	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)
3		635 (623~645)	191 (185~195)	526 (459~574)
0	F—50	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)
3		602 (545~632)	140 (128~150)	317 (298~328)
0	N'	532 (423~667)	106 (89~123)	664 (528~800)
1		397 (385~409)	53 (52~53)	658 (585~728)
2		249 (171~289)	57 (46~70)	626 (571~730)
3		—	—	—
0	A—42	756 (672~843)	201 (177~231)	852 (760~953)
1		532 (379~760)	146 (142~149)	885 (834~972)
2		493 (435~533)	115 (113~119)	571 (491~640)
3		—	—	—
0	B—45	663 (629~700)	238 (228~244)	763 (618~951)
1		702 (575~780)	194 (192~197)	755 (612~893)
2		554 (461~603)	143 (141~145)	717 (645~778)
3		—	—	—
0	F—43	782 (750~825)	217 (199~234)	1008 (1000~1015)
1		528 (463~631)	237 (230~242)	993 (940~1039)
2		547 (530~586)	147 (122~168)	595 (510~681)
3		—	—	—

Number of specimen : 3 pieces in each direction.

Shape of specimen : see Fig. 5 of Report 5 of this series.

ない。試験値はばらつきが多く、試験片数も少ないためオーバーレイされているレジンシートの種類と機械的性質の変化度との関係は、明確には数値に現われていないが、含脂率50~53%と42~45%のグループを比較した場合、前者がばくろ年数の増加とともに  $E_T$ ,  $\sigma_T$  は必ずしも低下した数値を示していないのに対し、後者は  $E_T$  も含めてすべて数値がばくろ年数の増加とともに減少していることが特徴的である。これらのことから、含脂率約50%のものと42~45%のもの間には耐候性に差があることが推察され、含脂率としては約50%のものを用いる方が好ましいものと考えられる。

#### 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するフェノールレジンシートオーバーレイについて、前報では含脂率約50%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。本報では、前報と同じく厚さ0.12~0.22mmのクラフトパルプ製原紙を用い、含脂率を自己接着によるオーバーレイが可能な範囲内で低くした42~45%のレジンシートを、厚さ3.7mm、3プライのラワ

Table 12. 合板の曲げ・引張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 on modulus of elasticity in bending ( $E_B$ ) and in tension ( $E_T$ ) and tensile strength ( $\sigma_T$ ) of plywoods (Values show ratios between overlaid and non-overlaid).

Kind of plywood		Ratio of mechanical properties									Ratio of tensile strength of 45° direction and 0° or 90° direction $\left[ \frac{\sigma_T(45^\circ)}{\sigma_T(0^\circ \text{ or } 90^\circ)} \right]^*$
		Ratio of $E_B$ $\left[ \frac{E_B(\text{overlaid})}{E_B(\text{non-overlaid})} \right]$			Ratio of $E_T$ $\left[ \frac{E_T(\text{overlaid})}{E_T(\text{non-overlaid})} \right]$			Ratio of $\sigma_T$ $\left[ \frac{\sigma_T(\text{overlaid})}{\sigma_T(\text{non-overlaid})} \right]$			
		0°	45°	90°	0°	45°	90°	0°	45°	90°	
Non-overlaid	N	1.00	1.00	1.00				1.00	1.00	1.00	0.20
Overlaid	A-53	1.26	2.30	2.61				1.08	1.62	1.16	0.23
	B-52	1.07	2.63	2.91				1.05	1.94	1.08	0.28
	F-50	1.02	3.14	3.39				0.84	1.58	0.84	0.29
Non-overlaid	N'	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.18
Overlaid	A-42	0.98	1.57	1.27	1.14	1.34	1.35	1.42	1.90	1.44	0.24
	B-45	1.10	2.58	1.62	—	—	—	1.25	2.25	1.29	0.31
	F-43	1.10	2.57	1.68	1.18	1.77	1.27	1.47	2.05	1.71	0.22

\* 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  $\sigma_T$ , either  $\sigma_T(0^\circ)$  or  $\sigma_T(90^\circ)$ .

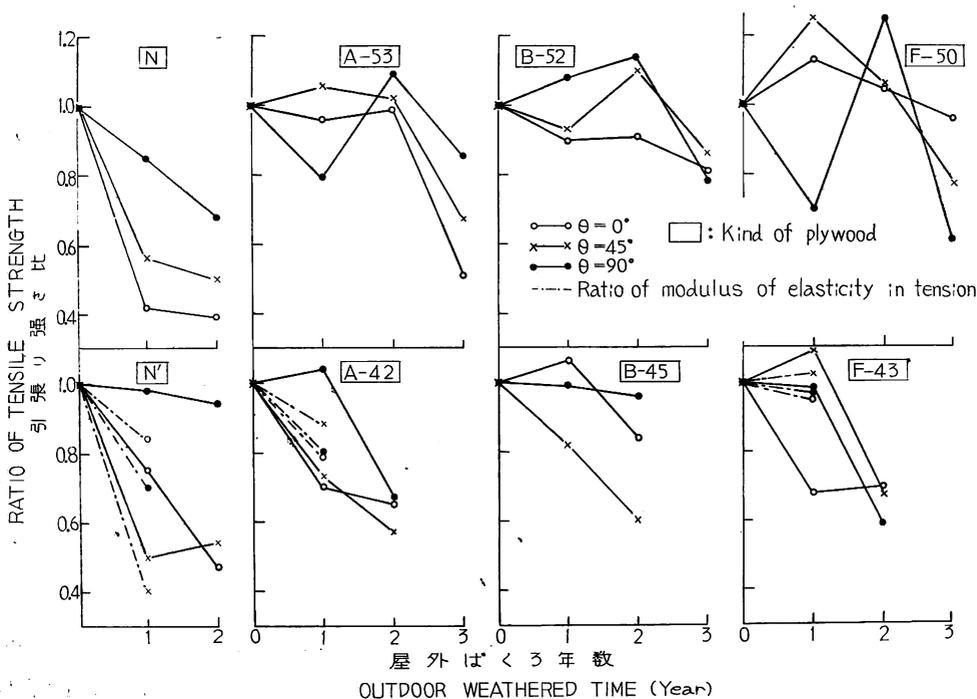


Fig. 4 屋外ばくろ試験による合板の引張り強さ変化におよぼすレジンシートオーバーレイの効果  
Effect of resin sheet overlay on tensile strength ( $\sigma_T$ ) of outdoor weathered plywoods  
(Values show ratio of  $\sigma_T$  between of weathered and of unweathered plywood).

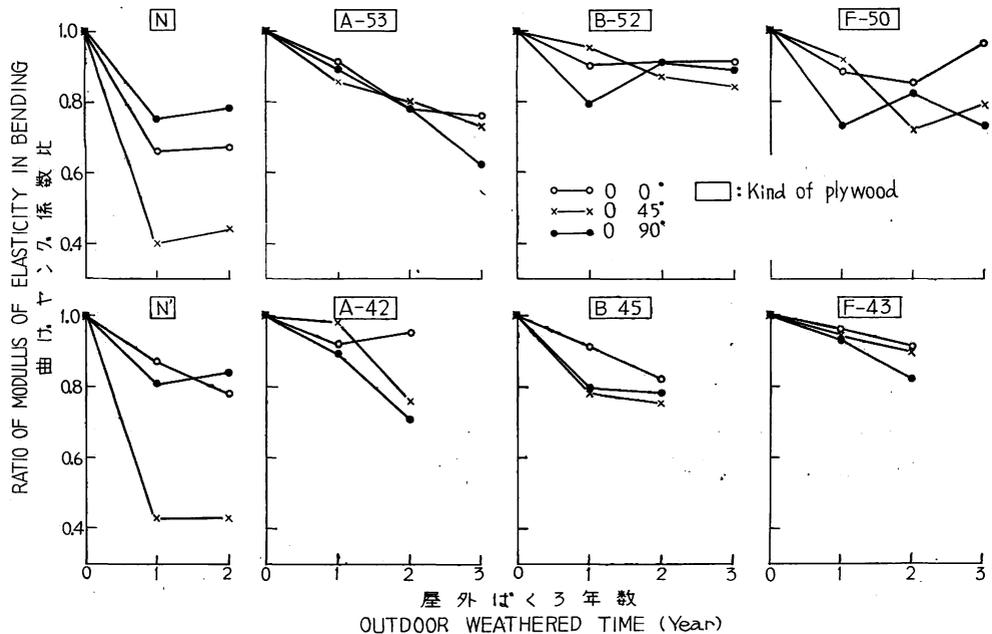


Fig. 5 屋外ばくろ試験による合板の曲げヤング係数変化におよぼすレジンシートオーバーレイの効果

Effect of resin sheet overlay on modulus of elasticity in bending ( $E_B$ ) of outdoor weathered plywoods (Values show ratio of  $E_B$  between of weathered and of unweathered plywood).

ン合板の両面にオーバーレイし、それらを屋外ばくろ試験に供してその耐候性を含脂率約 50% のレジンシートをオーバーレイした合板のそれと比較した。その結果つぎのことが判明した。

1. 自己接着によるオーバーレイが可能な最低の含脂率は原紙の性質によっても異なるが、40~43% (揮発分約 8%) である。
2. レジンシートオーバーレイによって機械的性質は向上し、異方性は少なくなるが、その度合は含脂率約 50% のグループと大差はない。
3. オーバーレイ処理によって合板の耐候性は改善され、接着力もよく保存されるが、含脂率約 50% のレジンシートをオーバーレイした合板と比較すると
  - i) 厚さ 0.12 mm の A 原紙の場合は含脂率の少ない方が表面割れが発生しやすく、屋外ばくろ 2 年によって被覆能は急速に低下する。
  - ii) 厚さ 0.20, 0.22 mm の B, F 原紙の場合は表面割れは発生しないが、一般に含脂率約 50% のものより被覆能は劣る。
  - iii) ばくろ試験によって曲げヤング係数、引張り強さが低下する度合は、含脂率 42~45% のグループの方が 50~53% のグループより大きい傾向がみられた。
4. これらの結果を総合判断すると、含脂率を 42~45% に低下させることによってオーバーレイの効果は減少し、耐候性もやや低下する。したがって、外装用オーバーレイとしては前報<sup>1)</sup>の結論のごとく、原紙は本報の F 原紙 (B 原紙は密度が小なるため使用中に目ヤセを生ずる) あるいは厚さ 0.25mm, 密度

0.65前後、含脂率約 50% のものが適当であると考えられるが、最終的な結論はなお続行中の屋外ばくろ試験の結果をまって出す必要がある。

## 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)。
- 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，pp. 149～158，(1961)。
- 3) 松本庸夫：同上，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)。
- 4) 堀岡邦典・大黒昭夫：材質改良に関する研究，第9報，フェノール樹脂接着剤の合成とその接着性能について，林試研報，153，pp. 145～146，(1963)。

### Studies on the Resin Sheet Overlay. Report 7.

#### On the weathering test of self-bonding phenolic resin sheet overlaid plywoods.

Tsuneo MATSUMOTO

(Résumé)

In order to improve the durability of plywood under exterior conditions, a series of phenolic resin sheet overlay tests have been carried out in our laboratory. In Report 5 of this series, results of weathering test of phenolic resin sheet overlaid plywoods were reported. The base papers of those resin sheets were 0.12 to 0.38 millimeter thick, and resin contents of the sheets were approximately 50 per cent.. In that report, satisfying durabilities in the outdoor weathering test of the resin sheet overlaid plywoods were observed in the case of the resin sheet containing 50 per cent resin and prepared from the base paper of 0.22 millimeter thickness and 141 grams per square meter in basis weight.

In this report, phenolic resin sheets were prepared so as to contain a lower resin (42～45%), but still enough to self-bond by hot press without more glue or other film glue, than that in Report 5 (50～53%), and base papers used were 0.12 to 0.22 millimeter thick. Then these resin sheets were overlaid on both sides of base plywoods, and the overlaid plywoods were exposed outdoors for weathering test. Results of the test were compared with those of Report 5.

#### 1. Manufactures of phenolic resin sheet overlaid plywoods.

- i) Apparatus for manufacture of resin sheet: Same as in Report 5.
- ii) Resin: Water soluble and neutral phenol-resorcinol-formaldehyde resin as in Report 5. Molar ratio is phenol 0.95 : resorcinol 0.05 : formaldehyde 2.0, and sodium hydroxide was used as a catalyst. The process of the resin synthesis is shown in Fig. 1. To get the necessary consistency, the resin solution was diluted with 50% methanol.
- iii) Base papers : Shown in Table 1. Base paper F showed sufficient but A insufficient results in Report 5. The minimum resin contents of each base paper for self-bonding overlay are shown in the sixth column of Table 1. As in Report 5, the term "Resin content" and "Volatile content" bear the following values:

$$\text{Resin content} = \frac{W_s - W_P}{W_s} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{Volatile content} = \frac{W_s - W'_s}{W_s} \times 100 \quad (\%)$$

$W_s$  : Basis weight of resin sheet.

$W_P$  : Basis weight of base paper, conditioned at 20°C, 65% R.H.

$W'_s$  : Basis weight of resin sheet after drying at 130 to 140°C for 10 minutes.

iv) Resin sheets : Manufacturing conditions of resin sheets are shown in Table 4. Three kinds of resin sheet were used in the following overlay test. As may be seen in Table 2, they show good self-bonding characteristics.

v) Base plywood : Three ply, 3.65 to 3.75 millimeters thick lauan plywoods (veneer construction : 1.0-2.0-1.0 mm) bonded with phenolic resin adhesive and sanded with # 180 sandpaper.

vi) Overlaying conditions : As in Report 5, resin sheets were applied on both sides of a base plywood under the pressure of 12 kilograms per square centimeter, for 15 minutes at 125~130 degrees centigrade. The overlaid plywoods were named respectively A-43, B-45 and F-43.

## 2. Outdoor weathering test of overlaid plywoods.

Plywood specimens (30.5×30.5 cm in size and edges sealed with room temperature setting phenolic resin) were exposed outdoors so as to face south and to incline 45 degrees against the ground. Plywood specimens used in the test are listed in Table 6. After one, two and three years, the mechanical properties, water absorption and adhesion strength of the exposed plywoods were tested. The weathering test will be continued for five more years.

## 3. Results

The results of weathering tests are shown in Table 7 to 12 and Fig. 2 to 5 comparing them with the results of the previous report (Report 5). Sampling of specimens and method of measurements are the same as in Report 5.

i) The minimum resin contents sufficient to self-bond are 40 to 43% (Table 1).

ii) Modulus of elasticity in bending ( $E_B$ ) and in tension ( $E_T$ ) and tensile strength ( $\sigma_T$ ) of resin sheet overlaid plywoods are superior to the values of non-overlaid plywood, especially in 45 degrees direction to grain of face veneer. Therefore, overlaid plywoods show less anisotropy than non-overlaid plywood as was the case in Report 5 (Table 12).

iii) The durabilities of plywood are improved by resin sheet overlay. A little change in mechanical properties and in adhesion strength of each overlaid plywood was observed after two years outdoor weathering, and the changes were a little more than those of Report 5. Comparing the durabilities of overlaid plywood A-42, B-45 and F-43 with those of A-53, B-52 and F-50, (1) surface cracks appeared more in A-42 than in A-53 after two years weathering, (2) ratio of modulus of elasticity in bending and ratio of tensile strength between weathered and unweathered plywood in Fig. 3 and 4 showed a tendency that the ratios of the overlaid plywood A-43, B-45, F-43 and A-53 evidently decreased with length of weathering time, although the ratio of B-52 and F-50 did not show such an evident decrease.

From these results the following fact is obtained : The resin sheet overlay containing 42~45 per cent. resin shows slightly less durability than that containing 50~53% resin. But the final conclusion about the effect of resin sheet overlay will be ascertained after further weathering test.