

# シナ合板の2次接着について

- オーバーレイ紙および化粧単板との2次接着力 -

井村 純夫 阿部 勲

近年オーバーレイ合板あるいはフラッシュドア用スキンパネルとしての合板利用度が大きくなっているが、今回は調製条件を異にする数種の単板より製造したシナ合板にオーバーレイ紙およびタモ化粧単板を2次接着し、ラワン合板台板の場合と比較検討した結果を報告する。

なお本試験計画にあたっては静岡大学農学部（元林産試験科）山岸祥恭氏の御指導によることを附記し謝意を表す。

## 1. まえがき

シナ合板をオーバーレイ用台板あるいはフラッシュドア用スキンパネルとして利用されることも多いが、シナは一般に注意深く接着条件を選定して、はじめて良好な接着がおこなわれる樹種であるといわれており、接着剤の進歩した現在においてもオレングステインの発生とともに接着性の不良をしばしば経験することがある。

合板製造時においては、熱水抽出処理、サンディングあるいは接着剤塗布量を変化させるなど接着技法によって接着性が改善され、接着性の不良は化学成分の特異性および解剖学的性質などに基因するものであろうと報告されている。

シナ合板の2次接着を意図した際には、オーバーレイ用台板として表層で接着する場合、およびスキンパネルなどのように合板裏面が2次接着層となる場合との2者が考えられ、夫々実際的な見地より試験をおこなはなければならないが、本報告ではオーバーレイ用台板としての接着性について検討を加え、接着不良の有無および原因を追求して接着性改善のあしがかりをうることを目的とした。ただし台板合板はサンディング処理をおこなわず、単板製造方法の差異が明らかになるよう心がけた。

試験に際しては合板製造時における既往の知見をもとにし、各種条件でえられたロータリー単板（即ち原木煮沸処理単板、生原木切削単板、熱水処理単板）を調製し、さらに単板乾燥方法を異にしたシナ単板をフェ

ースとして合板を製造し、これにオーバーレイ紙およびタモ化粧単板を冷圧締法によって2次接着をおこない、ラワン合板台板の場合と比較検討した。

## 2. 試験方法

### 2.1 台板用合板の製造

台板用合板には厚さ2.5mmのラワン単板をコア材とし、フェース単板としてシナ、ラワンともに厚さ0.9mmのものより3プライ合板を製造した。フェース用シナ単板は前記したように第1表に示す各種条件で処理し、6種類の単板を調製した。

第1表 フェース用シナ単板の製造方法

要因	記号	条 件
単板調製方法	A <sub>1</sub>	原木煮沸→ロータリー切削
	A <sub>2</sub>	生原木→ロータリー切削
	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> 単板→熱水処理
単板乾燥方法	B <sub>1</sub>	ドライヤー (南機械KK製MC型ドラ イヤー乾燥温度約132°C)
	B <sub>2</sub>	自然乾燥 (常温4日放置)

即ち単板A<sub>1</sub>は煮沸槽中で90℃で加温前処理した直径約50cmの原木より、また単板A<sub>2</sub>はほぼ同一直径の生原木より切削したものである。ただし煮沸原木は24時間煮沸槽（内容積約3m<sup>3</sup>）中に浸漬したが、自然放冷のため90℃で約2時間、70℃で約5時間処理された程度である。単板A<sub>3</sub>は当時吉田らの報告<sup>1)</sup>を参考にし、単板A<sub>2</sub>を90℃の熱水で5秒間処理したものである。以上の条件で調製した91cm×91cm寸法の単板各20枚は、10枚ずつドライヤーおよび自然乾燥によ

って含水率7~8%迄乾燥しフェース単板とした。

ここで単板調製時の処理条件を変化させたのは2次接着力に及ぼす熱水抽出成分の影響度を検討するためであり、また単板の乾燥方法を異にしたのは、乾燥温度によって材表面に物理的性状変化をもたらす意図によるものである。これらの各種単板より一定条件下で91cm×91cm 寸法の 類合板を各10枚、計70枚製造した。

2.2 2次接着製法判定用供試合板

前記各種条件でえられたシナおよびラワンの未研削3プライ合板に、樹脂未含浸のオーバーレイ印刷紙および0.6mm厚さのタモ柾化粧単板を冷圧縮法によって2次接着し30cm×30cmの供試合板各4枚宛作製した。接着剤には主として酢ビ-尿素混合樹脂を用い、オーバーレイ紙のみ大豆グル-も併用した。

酢ビ-尿素混合樹脂の配合量および製造条件は下記のとおりである。なおタモ柾単板と台板合板とは繊維方向を平行にして接着した。

接着剤：

酢ビエマルジョン(ボンドCHL)	70部
尿素樹脂(キゲタライムUA-152)	30 "
小麦粉	10 "
塩化アンモン	0.3 "

塗布量 : 10g/30×30cm

冷圧縮 : 7kg/cm<sup>2</sup>-4時間

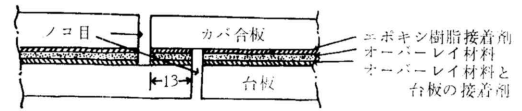
台板合板含水率 : 8.0%

オーバーレイ紙含水率 : 7.6%

タモ柾単板含水率 : 9.2%

2.3 2次接着性能試験方法

2種のオーバーレイ材を接着し、恒温恒湿室(温度20、R.H.65%)で1週間調湿したオーバーレイ合板に、試験板と同一厚のカバ合板を無溶剤型エポキシ系樹脂接着剤で接着し、2枚合わせ試験板を作製した。エポキシ系樹脂接着剤の塗布量は約9g/(30cm)<sup>2</sup> 圧力5kg/cm<sup>2</sup>で24時間常温圧縮し接着硬化せしめた。除圧後上記恒温恒湿室内に1週間放置したのち、JAS B型試験片に準ずる引張剪断接着力試験片(第1図参照)を作製した。ここで鋸目はオーバーレイ材と台板との接着面まで入れ、接着強度はJASに従って島津製作所製オートグラフ S-500 合板引張試験機によって測定し、また規格にのっとり浸せきはくり試験をおこなった。



接着面積 13×25 単位mm

第1図 引張剪断接着力試験片断面図

3. 試験結果及び考察

いづれの試験片も JAS に規定された 類浸せきはくり試験に合格したので、つぎに接着測定結果について考察を加えた

まず酢ビ-尿素混合樹脂によるオーバーレイ紙接着試験板の常態引張剪断試験結果は第2表のごとくであった。表中層間はくりとは、オーバーレイ紙自体が中

第2表 オーバーレイ紙接着試験板の常態接着力(酢ビ-尿素混合樹脂)

台板構成	フェース単板		試験No.	接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )		破壊状態 (%)	
	単板調製方法	単板乾燥方法		平均	最小-最大	台板の破壊	層間はくり
R R R	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	0	64	54 - 72	38	0
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	1	63	42 - 80	38	43
	B <sub>2</sub> (自然)	2	41	31 - 51	0	0	
S R S	A <sub>2</sub> (生原木)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	3	55	42 - 74	36	53
		B <sub>2</sub> (自然)	4	49	34 - 59	0	12
	A <sub>3</sub> (A <sub>2</sub> 単板熱水処理)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	5	55	48 - 66	36	8
		B <sub>2</sub> (自然)	6	53	48 - 62	15	0

注) R:ラワン, S:シナ 試験片数 20個

シナ合板の2次接着について

第3表 分散分析表

要因	S.S.	$\sigma^2$	V	F <sub>0</sub>
A	36	2	18.0	0.39
B	4118	1	4118.0	90.10**
A×B	2275	2	1137.5	24.89**
E	5212	114	45.7	
O	11641	119		

間はくりしたことを示す。第2表の試験結果をもとにしてシナ合板台板による接着強度を分散分析したところ、第3表に示すごとく、単板乾燥方法の独立効果および調製方法との交互作用が高度に有意であると判定された。即ちドライヤー乾燥単板によって製造した合板とオーバーレイ紙との2次接着力は自然乾燥単板使用の場合よりも高く、また自然乾燥によって調整する

第4表 ラワンとシナの2次接着力の分散比

項目	$U_r^2$	$U_s^2$	$U_s^2 / U_r^2$	$F_{19}^{19} (0.05)$
試験No. 1	20.7	68.6	3.31	2.15~2.21
3	20.7	90.6	4.38	ク

注)  $U_r^2$ ,  $U_s^2$ はそれぞれラワンおよびシナでの不偏分散を示す

際は熱水処理の方が好結果を与えることを示している。これらの結果は引張剪断後の破壊状態の観察によってもうなづける。

また試験No.1および3の試験板、即ち煮沸原木および生原木より切削し、ドライヤー乾燥単板によって調製した今板の2次接着力をラワン合板のそれと比較するため、まず第一に不偏分散 $U^2$ を求め分散比を算出したが第4表に示すごとくF分布表値より大となった。それ故、No.1およびNo.3ともにラワン合板台板の2次接着力測定結果と共通の分散をもたず、またシナ合板による2次接着力の分散が大であるといえる。しかし引張剪断強度および破壊状態よりみて、特にドライヤー乾燥単板使用のシナ合板がラワン合板に比較して2次接着性が不良であるとは認め難い。また大豆グルーによる2次接着力を第5表に示すが、試験片数が少ないため分散分析はおこなはなかつた。引張剪断強度を比較すると酢ビ-尿素混合樹脂の際と同様に単板製造方法の差異による影響度は大であり、またラワン合板の2次接着力と

第5表 オーバーレイ紙接着試験板の常態接着力 (大豆グルー)

台板構成	フェース単板		試験No.	接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )		破壊状態 (%)	
	単板調製方法	単板乾燥方法		平均	最小-最大	台板破壊	層間はくり
RRR	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	0	56	45 - 62	9	45
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	1	14	29 - 54	0	0
SRS	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>2</sub> (自然)	2	33	26 - 39	2	0
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	3	47	40 - 55	0	0
	A <sub>2</sub> (生原木)	B <sub>2</sub> (自然)	4	47	40 - 57	6	0
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	5	53	42 - 68	42	0
	A <sub>3</sub> (A <sub>2</sub> 単板熱水処理)	B <sub>2</sub> (自然)	6	43	37 - 46	0	0

注) R:ラワン, S:シナ 試験片数 5個

第6表 タモ材単板接着試験板の常態接着力

台板構成	フェース単板		試験No.	接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )		木破率 (%)
	単板調製条件	単板乾燥条件		平均	最小-最大	
RRR	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	0	46	33 - 59	2
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	1	44	34 - 54	0
SRS	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>2</sub> (自然)	2	29	23 - 35	0
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	3	47	33 - 58	62
	A <sub>2</sub> (生原木)	B <sub>2</sub> (自然)	4	33	28 - 42	0
		B <sub>1</sub> (ドライヤー)	5	54	46 - 63	43
	A <sub>3</sub> (A <sub>2</sub> 単板熱水処理)	B <sub>2</sub> (自然)	6	40	31 - 55	0

注) R:ラワン, S:シナ 試験片数 20個

第7表 分散分析表

要因	S.S.	自由度	V	F <sub>0</sub>
A	2220	2	1110.0	38.54 **
B	6035	1	6035.0	209.54 **
A×B	17	2	8.5	0.29
E	3294	114	28.8	
O	11566	119		

比較すると、熱水処理単板を除いてはシナ合板のそれより高く示されている。ただし供試大豆グルーには、消石灰、苛性ソーダなどのアルカリ薬品を添加していないことも接着性能低下の一要因と考えられる。

つぎに化粧単板での試験結果は第6表に、またシナ台板合板での接着性能の分散分析表を第7表に示す。解析の結果、単板調製方法および乾燥方法の両要因とも高度に有意であり、特に乾燥方法の影響度は大であるが、両因子間の交互作用は認められなかった。即ち自然乾燥よりドライヤー乾燥処理をおこない、しかも熱水処理単板を用いた台板の2次接着力が高く示される。

またオーバーレイ紙の場合と同様、煮沸原木および生原木より切削し、ドライヤー乾燥によって製造した合板の2次接着力（試験No.1 および3）をラワン合板と比較するため、まず分散比を計算すると第8表の

第8表 ラワンとシナの2次接着力の分散比

項目	U <sub>r</sub> <sup>2</sup>	U <sub>s</sub> <sup>2</sup>	U <sub>r</sub> <sup>2</sup> / U <sub>s</sub> <sup>2</sup>	F <sub>19</sub> <sup>19</sup> (0.05)
試験No. 1	46.0	24.6	1.86	2.15~2.21
3	47.3	24.6	1.92	

注) U<sub>r</sub><sup>2</sup>, U<sub>s</sub><sup>2</sup>はそれぞれラワンおよびシナでの不偏分散を示す

如くなる。即ち危険率5%で両者間の分散に差異があるとは認められなかった。ここで一応両者の分散は同一であると見做し、例えば試験No.1とラワン台板の接着力との共通の分散を求めt分布を用いて解析すると下記の通りとなる。

$$u^2 = \frac{n_s u_s^2 + n_r u_r^2}{u_s + n_r} = \frac{19 \times 46.0 + 19 \times 24.6}{38} = 35.3$$

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_r - \bar{x}_s)}{u} \sqrt{\frac{N_r N_s}{N_r + N_s}} = \frac{45.9 - 44.1}{5.9} \times \sqrt{\frac{400}{40}} = 1.02$$

t分布表によると

$$t(n = n_s + n_r = 38, \alpha = 0.05) = 2.02 \sim 2.04$$

故に両者間に差異を有するとは認めがたいと判定され、試験No.1およびNo.3ともにラワン合板の2次接着性能より劣るとはいわれない。

以上の諸試験のうち、酢ピー尿素混合樹脂接着剤による検討結果を要約して示すと第9表のごとくになる。

第9表 2次接着力に影響を及ぼす因子

項目	因子と効果
シナ単板調製方法	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> 単板 < A <sub>3</sub> 単板
シナ単板乾燥方法	B <sub>2</sub> < B <sub>1</sub>
台板樹種の相違	シナ台板(条件A <sub>1</sub> , A <sub>3</sub> ×B <sub>1</sub> ) ≧ ラワン台板

る。なお、本試験に用いた2次接着用樹脂は非耐水性の醋ピ系樹脂などであるが、JAS 類合板の試験方法に準拠し温冷水浸せき処理後の引張剪断強度を測定したので、その一例を第10表に示す。表により明確なごとく、第9表に示した各要因の

第10表 タモ根単板接着試験板の温冷水浸せき2次接着力

台板構成	フェース単板		試験No.	接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )		木破率 (%)
	単板調製方法	単板乾燥方法		平均	最小-最大	
R R R	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	0	9	3 - 14	0
S R S	A <sub>1</sub> (原木煮沸)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	1	10	4 - 16	0
		B <sub>2</sub> (自然)	2	1	0 - 6	0
	A <sub>2</sub> (生原木)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	3	12	6 - 18	0
		B <sub>2</sub> (自然)	4	1	0 - 4	0
	A <sub>3</sub> (A <sub>2</sub> 単板熱水処理)	B <sub>1</sub> (ドライヤー)	5	13	6 - 20	0
		B <sub>2</sub> (自然)	6	6	0 - 18	0

注) R: ラワン, S: シナ 試験片数 20個

効果度に関する考察は正しく、単板の種類による差異特に乾燥方法の違いが大きな影響度を与えていることが理解される。

従来シナ合板の接着性改善の対策としては、細胞膜が薄く接着面に細胞内壁が露出することが多く、均一な接着層が形成されがたいため接着剤塗布量を多くすること、あるいはサンディング処理、水または有機溶剤処理、接着剤のアルカリ度を高めることなどが有効であるといわれているが、特に上記サンディング以下の処理方法は接着阻害物質の除去あるいは阻害性の低減をはかったものであろう。また阪口らの報告<sup>2)</sup>によると、シナ材の水抽出成分を接着剤に加えてもそれほど接着力は低下しないが、材の水処理による効果はかなり顕著であるため抽出成分の影響とともに、材表面の物理的状態変化による効果が大きく影響を及ぼすものと推論している。

著者らの2次接着力に関する本試験においても、使用接着剤による差異はあるが、熱水抽出処理の効果

は大きく、接着阻害性物質除去の影響度が大きいことを認めた。しかし、さらに前記したごとく単板乾燥方法の違いによる2次接着性能が大きく異なることを認めたので、台板合板の表面性能変化を判定する手段として、予備的に表面粗さおよび湿潤性の測定を試みた。

材の表面粗さは触針式のKK小坂研究所製SE-3型万能表面形状測定機によって測定し、最大粗さの平均値を第11表に示したが殆んど差異は認められなかった。

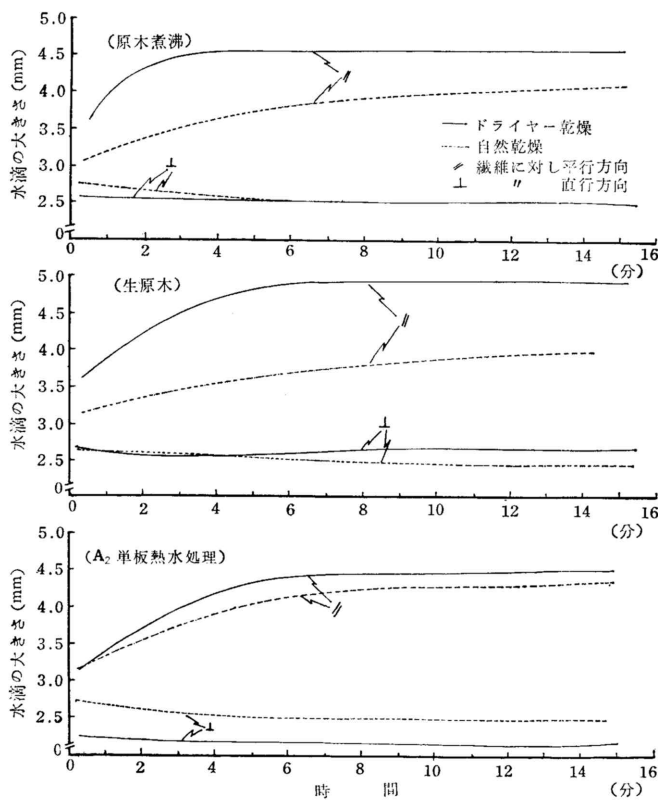
第11表 シナ台板の表面平均粗さ (単位μ)

単板調製方法 乾燥方法	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
B <sub>1</sub>	7.8	7.6	8.3
B <sub>2</sub>	7.0	7.5	8.3

ついで合板台板材面の湿潤性を20℃の恒温室内において検討した。湿潤性を示す指標として接触角があり、著者も液滴法による接触角測定結果より、自然乾燥単板を使用した台板が湿潤性に乏しい傾向のあることを認めたが、更に水滴の経時的拡散状態を測定して動的な湿潤性を判定する試みをおこなった。

即ち各種台板表面に蒸留水0.01mlを滴下し、万能投影機(20倍)によって液滴の変化を、繊維方向に対して平行および直交の2方向について測定したもので、各種シナ台板合板での結果を第2図に示す。

第2図によると繊維方向によって拡散の状態が異なり、繊維方向に対して平行な方向での動きが大きく、単板調製方法の差異は判然としませんが、少くともドライヤー乾燥単板および自然乾燥単板で製造した合板の相違が明確に示されている。勿論多孔質である木材表面においては、水滴の拡張のほかに浸せき湿潤性を有



第2図 水滴の拡散状態

し液の浸透現象もおこるであろうが、これを無視して拡散現象をみても、合板フェースがドライヤー単板である場合の方が、いずれの単板調製方法においても急カーブで広がっており湿潤性の良好であることを示している。また供試合板の2次接着力で、比較的乾燥方法の影響度の小さかった熱水処理単板での湿潤性の差異は小さく、最も強度差の大きかった原木煮沸単板での湿潤速度の差は大きいように思われる。ここで参考のため酢ビ-尿素混合樹脂によるドライヤー乾燥単板フェース台板を基準として算出した自然乾燥単板台板の2次接着力の比を第12表に示す。

第12表 2次接着力の比

単板調製方法 オーバーレイ材料 乾燥方法	原木煮沸		生原木		生単板熱水処理	
	オーバーレイ紙単板	タモ紐	オーバーレイ紙単板	タモ紐	オーバーレイ紙単板	タモ紐
	ドライヤー乾燥	100	100	100	100	100
自然乾燥	65	66	89	70	96	74

合乾燥方法の影響度が大きであることに疑念を生じ 他種処理単板採取原木との差異によるものかどうかは、さらに検討を要する。

(3) ドライヤー乾燥単板より製造したシナ合板の2次接着力は、ラワン合板に劣るとはいわれな

い。(4) シナ合板2次接着力不良の要因の一つとして、湿潤性の不良が考えられる。また熱水処理単板においても乾燥方法による接着性の差異が認められることなどより、単に抽出成分の影響のみで接着性が変化するとはいられない。ただし接着阻害性物質が熱変成をうけることも考慮されよう。

以上シナ合板の2次接着性能をラワン合板と比較しながら検討を加えた結果、本試験範囲内では通常の条件で製造したシナ合板では、特に2

ただしラワン台板合板の尿素樹脂による接触角は、自然乾燥した単板を用いたシナ合板とほぼ同一値を示しており、接着性能の差異を湿潤性のみで比較することは危険である。なお供試オーバーレイ材の接触角は極めて小さく、尿素樹脂で50°前後であった。

#### 4. あとがき

各種条件によって製造したシナ合板の2次接着力に関する諸結果より、本試験範囲内ではつぎのごとくに要約できる。

- (1) シナ合板の2次接着力は単板乾燥方法によって異なり、ドライヤー乾燥単板より製造した合板の接着力は、自然乾燥単板をフェースとした合板よりも大であった。
- (2) 熱水処理単板は他の処理単板より、乾燥方法の差異により影響度が小さい。また煮沸原木の場

次接着性能が不良であるとはいわれませんが、単板処理方法によってかなり表面性能が変化し、2次接着性に影響を与えることに留意する必要がある。また単板乾燥条件および材の部位による影響度などについては今後さらに検討を加える予定である。

#### 文 献

- 1) 吉田弥明, 野崎兼司・田口崇; シナ単板の熱水処理効果, 木材の研究と普及6月号 (1967)
- 2) 阪口宏司, 中塚友一郎; シナノキ材の接着性について, 第16回日本木材学会大会研究発表要旨

- 木材部 接着科 -  
(原稿受理 43.11.2)