

合板に関する研究(第6報)

トンネルおよび心重なりのない 合板の製造法(その1)

堀 岡 邦 典⁽¹⁾
柳 下 正⁽²⁾

I 緒 言

わが国の合板製造技術は、欧米に比しして遜色がないが、高級合板においては差異があるようにいわれている。その主なる点は、わが国の合板では、トンネルのあることは当然で、技術普及を担当するものさえ、心重なりは合板の品質を害するから心重なりを避けるために、接着剤を塗付した中板が、含水率の増加にともなつて膨脹するための伸びしろ、あるいは波反りの板を平らにするために生ずる伸びしろを、充分に開いて中板を並べるべきであると指導し、トンネルは合板の避け得られない欠点と称えられ、また軽微なる心重なりもたまたま生ずることは当然とされてきた。かかる欠点は、合板の製造法を根本的に改めないうちにおいては、避けることのできないものとされ、合板需要者もほとんどあきらめ、特に家具用、室内用高級合板の使用に際しても、ほとんど改善の要望さえなかつた。

ところが 28 年 8 月ころ、欧米よりトンネルおよび心重なりのない合板の注文が合板メーカーのもとにきたが、関係者は第 5 報にのべてあるようなベニアエツヂグラーが完成した暁に研究に着手し、すくなくとも量産までには相当の時日を要するといひ、あるいは現在の技術をもつてしてはきわめて困難と称し、せつかくの海外からの要求に答えられない状態となつた。

かかる際に、トンネルおよび心重りのない合板の製造法に関する照会を受け、著者ならびに堀池技官が工場におもむき、数百枚の目的とする合板を製造することができたので、その製造法の概要を取り纏め合板の品質向上に役だたしめんとしたが、たまたま種々の事情から発表するにいたらず、昨年当場に応用研究室が設置され、合板の製造設備も一応整つたので、さらに実験を行つた結果をあわせてここに発表するしだいである。

本研究を行うにあたり、種々ご配慮を賜つた當場齋藤場長、野田合板株式会社志田専務、山上、望月技師、東洋プライウッド株式会社、小原工場長、高橋、加藤技師各位に対し衷心より謝意を表するとともに、當場木材部材質改良科接着研究室、嵯峨、野口、榎本、三津川、森屋各技官および星出氏、化学部堀池、加藤各技官に対し感謝するものである。

II 接着剤塗付に基づく中板の伸び

合板の欠点であるトンネルおよび心重なりの原因となる接着剤塗付による中板の伸びについては齋藤・堀岡¹⁾、西野²⁾らの研究があるが、いずれも蛋白系接着剤を用いた場合であつて、現在、輸出合板にもつ

(1) 木材部材質改良科長・農学博士

(2) 木材部材質改良科接着研究室員

ばら使用されている尿素系接着剤を用いた場合は遺憾ながら発表されたものがない。

板目方向の供試単板の巾を l_0 、接着剤を塗付し含水率の増加に基き膨脹した巾を l とする時、含水率 W 、あるいは堆積時間 t 経過後における吸湿による膨脹率（単に伸び） ε_s （%）は

$$\varepsilon_s = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

にて示される。

ε_s を求めるために巾約 15 cm、厚さ約 1.5 mm、2.5 mm の 2 種類のラワン単板（含水率 12~13 %）を用い、単体および増量の尿素系接着剤を供試単板の両面に 20 g/尺² 塗付し、ガラス板上に置いて読取顕微鏡により ε_s を測定した。その結果は、尿素樹脂接着剤キゲタライム 104 に対し硬化剤（塩化アンモン 20 % 溶液）5 % を入れた接着剤による単板の伸びは Table 1 のごとくである。

Table 1. 尿素樹脂接着剤使用による単板の伸び
The elongation of veneer spreaded with urea resin adhesive

2.5 mm 厚 ラ ワ ン 単 板 の 延 び The elongation of Lauan veneer (2.5 mm thick)						
塗 付 前 の 長 さ The original length	I 15.568 cm		II 14.200 cm		III 15.015 cm	
	延 び Elongation		延 び Elongation		延 び Elongation	
塗付後の時間 Times after spreading (min)	$l - l_0$	ε_s	$l - l_0$	ε_s	$l - l_0$	ε_s
	cm	%	cm	%	cm	%
5	0.061	0.39	0.026	0.18	0.039	0.26
10	0.062	0.40	0.056	0.39	0.058	0.39
15	0.072	0.46	0.080	0.56	0.068	0.45
20	0.075	0.48	0.087	0.61	0.079	0.53
30	0.105	0.67	0.102	0.72	0.091	0.61
40	0.108	0.69	0.103	0.73	0.101	0.67
50	0.116	0.75	0.106	0.75	0.112	0.75
60	0.122	0.78	0.107	0.75	0.116	0.77

1.5 mm 厚 ラ ワ ン 単 板 の 延 び The elongation of Lauan veneer (1.5 mm thick)						
塗 付 前 の 長 さ The original length	I 14.481 cm		II 14.413 cm		III 15.783 cm	
	延 び Elongation		延 び Elongation		延 び Elongation	
塗付後の時間 Times after spreading (min)	$l - l_0$	ε_s	$l - l_0$	ε_s	$l - l_0$	ε_s
	cm	%	cm	%	cm	%
5	0.017	0.12	0.065	0.45	0.025	0.16
10	0.025	0.17	0.082	0.57	0.048	0.30
15	0.046	0.32	0.108	0.75	0.078	0.49
20	0.057	0.39	0.122	0.85	0.094	0.60
30	0.092	0.64	0.146	1.01	0.114	0.72
40	0.108	0.75	0.160	1.11	0.123	0.78
50	0.122	0.84	0.172	1.19	0.125	0.79
60	0.127	0.88	0.182	1.26	0.135	0.86

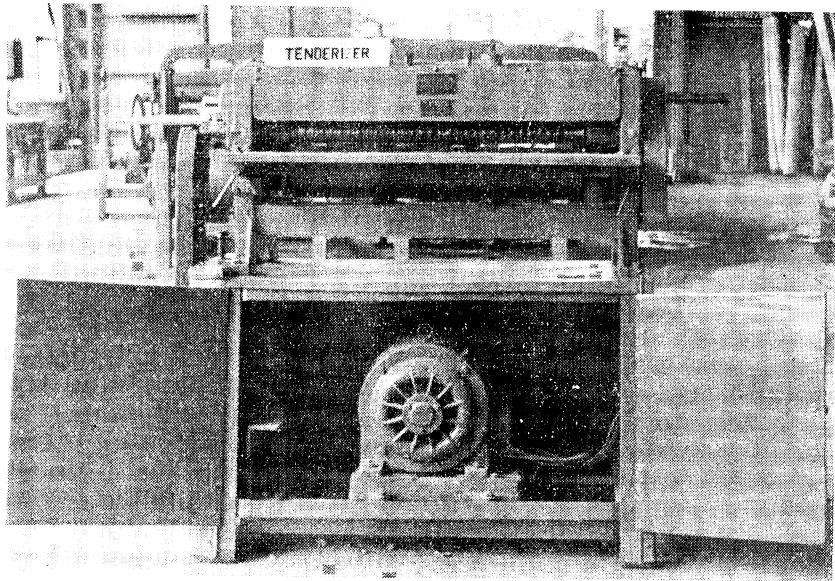


Fig. 1 テンダーライジングマシン
Tenderizing machine

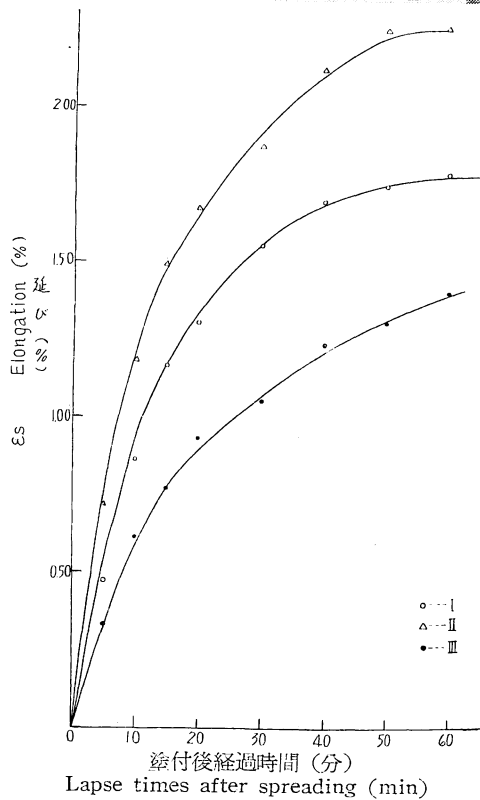


Fig. 2 1.5 mm 厚のテンダーライズしたラワン
単板の伸び (尿素樹脂接着剤使用)
The elongation of Luan tenderized veneer
of 1.5mm thick
(Urea resin adhesive was used)

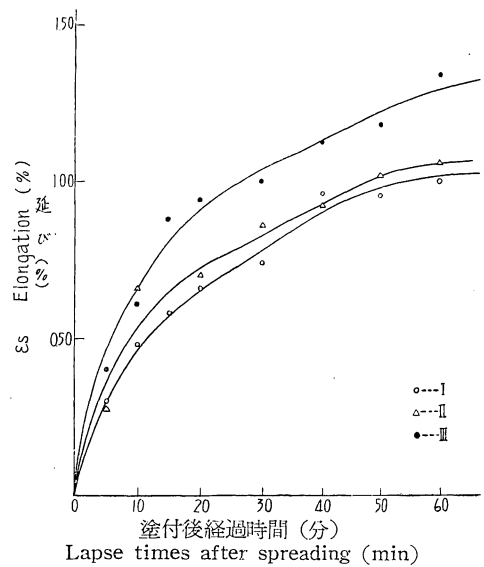


Fig. 3 2.5 mm 厚のテンダーライズしたラワン
単板の伸び (尿素樹脂接着剤使用)
The elongation of Luan tenderized veneer
of 2.5 mm thick
(Urea resin adhesive was used)

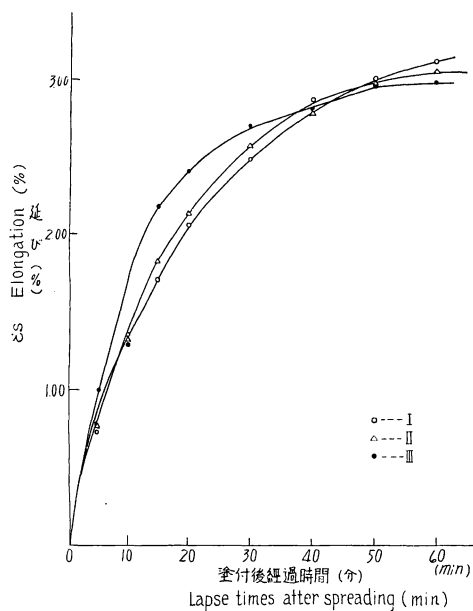


Fig. 4 1.5 mm 厚のテンダーライズしたラワン
単板の延び
(3 類用増量尿素樹脂接着剤使用)
The elongation of Luan tenderized veneer
of 1.5 mm thick
(The extended urea resin adhesive for
Type-III was used)

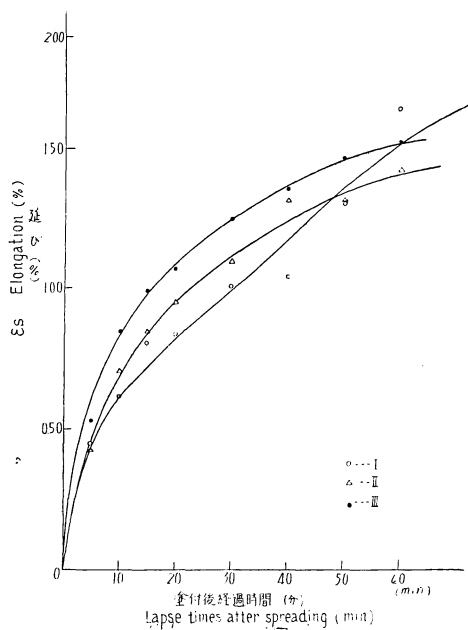


Fig. 5 2.5 mm 厚のテンダーライズしたラワン
単板の延び
(3 類用増量尿素樹脂接着剤使用)
The elongation of Luan tenderized veneer
of 2.5 mm thick
(The extended urea resin adhesive for
Type-III was used)

つぎに、合板のくゐ防止、あるいは中板のあばれの防止のために使用される テンダー ライジング マシン Tenderizing machine (Fig. 1 参照) にてテンダーライジングしたものの延びは Fig. 2, 3, 4, 5 のごとくである。接着剤は前記の尿素樹脂接着剤単体を用いたほかに、3 類用接着剤、すなわち小麦粉にて次のごとく増量した含有水分の多い接着剤による延びを測定した。



Fig. 6 リ ド ラ イ ヤ ー
Redrier

尿素樹脂接着剤 (キゲタライム 104)	100
小麦粉	140
硬化剤 (NH ₄ Cl 20%溶液)	9
水	195

上記の ϵ_s は、測定上の理由からガラス板の上に置いて測定したものであるが、実際の条件と異なるため Fig. 6 のごときリドライヤーにて平坦にした中板を用いて野田合板株式会社にて測定した。

ボルネオ産白ラワン、中板厚さ 1.6 および 2.2 mm の単板に 3 類用尿素樹脂

接着剤を 40 g/尺² 塗付し, 1 mm 単板の間に堆積した時の繊維に直角方向の伸びを測定した。その結果を Table 2, Fig. 7 および 8 に示す。

つぎに, 実際に合板を作った時の伸びを測定した。スプレッダーにて接着剤を塗付し, 一締め分の合板を作る時, 最初に塗付した 2 枚および最後の 2 枚についてその伸びを測定した。

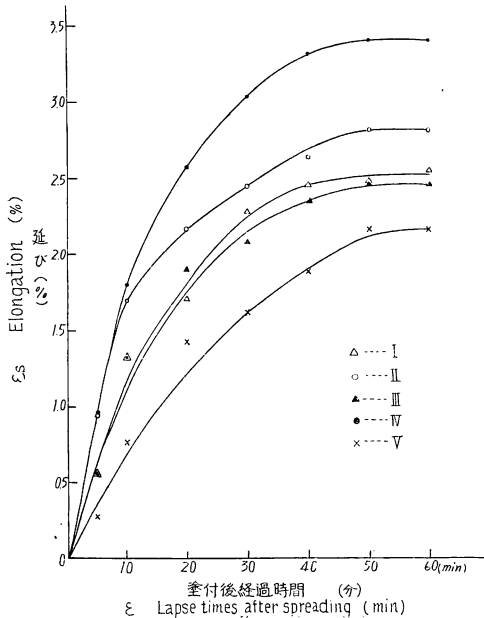


Fig. 7 増量尿素樹脂接着剤による
1.6 mm 厚白ラワン単板の伸び
The elongation of white lauan veneer used
extended urea resin adhesive
(1.6 mm thick)

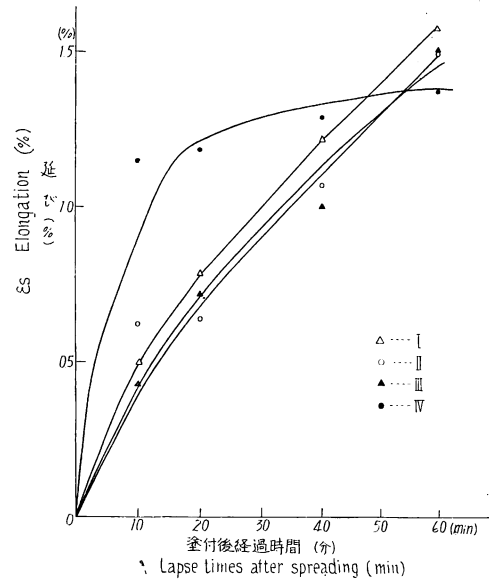


Fig. 8 増量尿素樹脂接着剤による
2.2 mm 厚白ラワン単板の伸び
The elongation of white lauan veneer used
extended urea resin adhesive
(2.2 mm thick)

Table 2. 増量尿素樹脂接着剤による白ラワン単板の伸び
The elongation of white Lauan veneer used
extended urea resin adhesive

1.6 mm 厚白ラワン単板の伸び The elongation of white Lauan veneer (1.6 mm thick)						含水率 7.6 % Moisture content 7.6%					
塗付前の長さ The original length		I 52.70 cm		II 53.20 cm		III 52.70 cm		IV 52.75 cm		V 52.90 cm	
伸び Elongation											
塗付後の時間 Times after spreading (min)		$l-l_0$	ϵ_s	$l-l_0$	ϵ_s	$l-l_0$	ϵ_s	$l-l_0$	ϵ_s	$l-l_0$	ϵ_s
		cm	%	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
5		0.30	0.57	0.50	0.94	0.30	0.57	0.50	0.95	0.15	0.28
10		0.70	1.33	0.90	1.69	0.70	1.33	0.95	1.80	0.40	0.76
20		0.90	1.71	1.15	2.16	1.00	1.90	1.35	2.56	0.75	1.42
30		1.20	2.28	1.30	2.44	1.10	2.09	1.60	3.04	0.85	1.61
40		1.30	2.47	1.40	2.63	1.25	2.37	1.75	3.32	1.00	1.89
50		1.30	2.47	1.50	2.82	1.30	2.47	1.80	3.41	1.15	2.17
60		1.35	2.56	1.50	2.82	1.30	2.47	1.80	3.41	1.15	2.17

2.2 mm 厚白ラワン単板の伸び The elongation of white Lauan veneer (2.2 mm thick)						含水率 4.0 % Moisture content		
塗付前の長さ The original length	I 69.80 cm		II 69.85 cm		III 69.90 cm		IV 69.30 cm	
伸び Elongation								
塗付後の時間 Times after spreading (min)	$l-l_0$	ε_s	$l-l_0$	ε_s	$l-l_0$	ε_s	$l-l_0$	ε_s
	cm	%	cm	%	cm	%	cm	%
10	0.35	0.50	0.43	0.62	0.30	0.43	0.80	1.15
20	0.55	0.79	0.45	0.64	0.50	0.72	0.82	1.18
40	0.85	1.22	0.75	1.07	0.70	1.00	0.90	1.30
60	1.10	1.58	1.05	1.50	1.05	1.50	0.95	1.37

Table 3. 堆積時の伸び The elongation for the assembly time

白ラワン単板厚 1.6 mm 中板の伸び The elongation of white Lauan core veneer (1.6 mm thick)					
	合板番号 Number of plywood	中板の番号 Number of core veneer	塗付前の長さ Original length (cm)	冷圧後の長さ Length after cold press (cm)	延 び Elongation (%)
最初に塗付した単板 First spreaded veneer	1	1	51.9	52.7	1.54
		2	53.0	53.6	1.13
		3	52.0	52.4	0.77
		4	52.1	53.7	3.07
	2	1	52.4	53.1	1.34
		2	52.6	53.1	0.95
		3	52.4	53.0	1.15
		4	52.9	53.5	1.13
最後に塗付した単板 Last spreaded veneer	1	1	53.2	53.5	0.56
		2	52.7	52.7	0.00
		3	52.6	52.8	0.38
		4	52.6	52.6	0.00
	2	1	52.2	52.3	0.19
		2	52.9	52.9	0.00
		3	52.4	52.8	0.76
		4	52.4	52.8	0.76

Table 4. 堆積時の伸び The elongation for the assembly time

白ラワン単板厚 2.2 mm 中板の伸び The elongation of white Lauan core veneer (2.2 mm thick)					
	合板番号 Number of plywood	中板の番号 Number of core veneer	塗付前の長さ Original length (cm)	冷圧後の長さ Length after cold press (cm)	延 び Elongation (%)
最初に塗付した単板 First spreaded veneer	1	1	69.8	69.8	0.00
		2	69.7	69.9	0.29
		3	69.4	69.9	0.72
最後に塗付した単板 Last spreaded veneer	2	1	69.8	69.9	0.14
		2	70.0	70.0	0.00
		3	69.8	69.8	0.00

塗付後冷圧するまでの時間は、心板の厚さ 1.6 mm の時、最初のものは 16 分 55 秒、最後のものは 2 分 40 秒である。この合板は表、裏板とも厚さ 1 mm の単板を使い 3 mm 厚の合板を作った。また、中板

の厚さ 2.2 mm の時は塗付後冷圧するまでの時間は、最初のものは 14 分 0 秒、最後のものは 4 分 55 秒である。この合板は表、裏板とも厚さ 1 mm の単板を使い 4 mm 厚の合板を作った。その伸びを測定した結果を Table 3 および 4 に示す。

Ⅲ “あばれ” に基く

中板の伸び

上記のように中板の伸びは、接着剤の塗付による伸びとともに、圧縮時には単板の“あばれ”による伸びが加わる。ドライヤーにて乾燥した単板は、一般に“あばれ”が少ないが、千鳥乾燥した単板は“あばれ”がひどい。そのひどいものは Fig. 9 のごとくである。これでは使用し難いので Fig. 6 に示すリドライヤーでプレスする。プレスした後は、Fig. 10 のごとくなる。この千鳥乾燥室から取り出した直後、“あばれ”状態の単板の巾と、これを平坦にした時の巾とを測定した。その結果を Table 5 に示す。Fig. 9 のごとき単板の“あばれ”による伸びは、リドライヤーによつてかなり縮小されることがわかった。

以上の実験により単板の伸びは一様なものではなく、個々の単板により異な

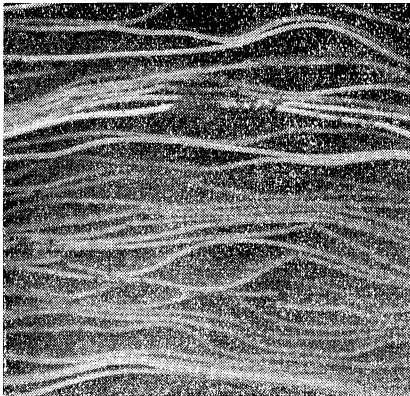


Fig. 9 千鳥乾燥直後の単板の“あばれ”

The warping of veneer after the drying of cross-circulation dry-kiln

Table 5. 中板の“あばれ”の測定結果
The results of measurement of the core-warping

白ラワン厚さ 1.6 mm “あばれ” の測定 The measurement of warping of white Lauan (1.6 mm thick)				
測定番号 Number	実際の巾 Width l_0	あばれ状態の巾 Width in the condition of warping l_1'	延び Elon- gation	$\epsilon = \frac{l_0' - l_1}{l_1} \times 100$
	cm	cm		%
1	33.60	32.70		2.75
2	33.65	32.70		2.91
3	33.30	32.70		1.83
4	33.50	32.70		2.45
5	33.10	32.70		1.22
6	34.00	32.70		3.98
7	34.00	32.70		3.98
8	33.00	32.70		0.92
9	34.20	32.70		4.59
10	33.60	32.70		2.75

白ラワン厚さ 2.2 mm “あばれ” の測定
The measurement of warping of white Lauan
(2.2 mm thick)

測定番号 Number	実際の巾 Width l_0	あばれ状態の巾 Width in the condition of warping l_1'	延び Elon- gation	$\epsilon = \frac{l_0' - l_1}{l_1} \times 100$
	cm	cm		%
1	33.10	32.80		0.91
2	33.30	32.80		1.52
3	33.30	32.80		1.52
4	33.25	32.80		1.37
5	33.40	32.80		1.83



Fig. 10 リドライヤーにてプレス後の中板
Core after redrying

る。そのために中板を定尺に裁断し、接着剤を塗付後、一定間隔に並べる方法により、トンネルおよび心重なりのない合板を製造しようとしても不可能であることがわかった。

Ⅳ 中板の横矧法

前章の実験により中板を逆サイズに裁断するか、小巾の中板は横矧をして、いわゆる 1 枚物、または 1 枚ハギ心にしなれば、トンネルおよび心重なりのない合板は製造することができないことがわかったので、本章においては、単板の横ハギ法について検討を加える。

中板の横矧法は、28 年末ごろまでは、ほとんど行われていなかったが、木材の利用合理化のため、中板を Taping-machine または Tapless veneer splicer により一部を横矧するようになったが、前者では心重なりの原因となることが多く、また後者では中板を全部横矧することが作業的に困難であるし、さらに両者ともに作業能率が低いし、かつ作業中に割れを生ずることが多い欠点がある。

それゆえに、合板に関する研究第 5 報⁵⁾ ベニヤエツヂグルーイングに関する研究 により発表したごとく、わが国において最初の Veneer edge gluer をウロコ製作所、東京芝浦電気株式会社および當場木材部堀岡・岩下・加藤技官⁶⁾ らが協力して 1 号機を試作し、さらに改良した 2 号機を試作した。

この中板の横矧に用いられる機械、すなわち Veneer edge gluer およびその使用法の概要、ならびに著者らが特に改善した点を (1) に示し、(2) 以下は現在製造されている内外の横矧用機械について検討を加えた。

(1) 試作した Veneer edge gluer

まず、1 号機と 2 号機との性能を比較すると次のとおりである。

項 目	1 号 機	2 号 機
送 り 速 度	1.5 mm 厚単板にて 15 尺/分, 3.0 mm 厚単板にて 7.5 尺/分	1.5 mm 厚単板にて 30~40 尺/分, 3.0 mm 厚単板にて 15 尺/分 を基準とし, 6~40 尺/分の無段変速とする。
送り速度と衝合速度との比	1 : 1.7	単板の種類および厚さにより変化せしめた方が良いことがわかつたので 1 : 1.3, 1 : 1.5, 1 : 1.7 とした。
電 極 の 長 さ	150 mm	400 mm
高圧, 低圧電極の間隔	25 mm	25 mm
高 周 波 電 圧	2,000~3,000 V	2,000 V
接着しうる単板の巾および厚み	5 尺 1.2~6 mm	5 尺 1.0~6 mm
高周波の周波数	5.8 メグサイクル	13.56 メグサイクル
高周波の出力	5 kw	3 kw
接 着 状 況	2,000 V にてアークはほとんどなくすることができることがわかつた。	高周波を断続発振させることによりアークをほぼ完全に防ぐことができる。

2号機の衝合わせの機構および電極の取付け位置と接着層の関係は1号機と同じくそれぞれ Fig. 11 および Fig. 12 に示すとおりである。

1号機の欠点に対する改良方法は次のとおりで、すべて2号機に取り入れて改良をはかった。

(i) 送り速度の増加 電極を400 mm として1号機より250 mm も長くした。

(ii) アークの防止 ゴムベルトのピッチを65 mm とし、電極を送りベルト部に入れ、ゴムベルトを低圧側電極にて挟んだ。

(iii) 衝合わせベルトと送りベルトとの速度比 薄単板をも考察して1:1.3, 1:1.5 を加えた。

(iv) 単板を平行にする装置 岩下技官および堀岡らの考案にかかる特殊装置を入れた。

(v) 送り速度の変換 板厚材種に相当した速度とするために無段変速装置とする。

(vi) 電極スプリングの調節 エキセン軸により全体を同時に行いうるようにした。

(vii) ブーリーの調節 ダイヤル目盛式とした。

(viii) ベルト張り装置 ベルトを個々に張る装置を付した。

(ix) ベルトの返り防止 ブーリーの溝を深くした。

(x) 機械の構造 上下フレームを2つに分けて、ベルトの取換え、注油、清掃などを便にした。

この機械による最適接着条件は第5報のとおりであるから省略し、心重なりおよびトンネルのない合板の製造用に適した機械の一であると考えられる。

(2) Tapless splicer, type C

本機械は表板、または裏板の巾の狭い単板を横切する装置であつて、従来から用いられていた Taping machine のかわりにきわめて優秀な端面接着を行い、能率も Taping machine を凌駕するものである。

この機械の構造は、Fig. 13 のごとくベッド上に強固な箱型コラムと送り台を備え、送り機構は精密工作をほどこされた2条のチェーンが送り台に設けられたV型レール上に正確に運動し、そのチェーンに相対して、上部ロール台にボールベアリング入りの多くのロールが装置され、チェーンとともに単板に円滑な送りと接着に必要な横圧力を加えるようになっていいる。送り速度は単板の厚さと含水率に応じ、20~60 尺/分までギヤーにより変えられるようになっていいる。接着剤塗付装置は取外し自由な糊つぼの中に接着剤を入れ、その中に取り付けられていいる回転自由な円板により適量塗付される。加熱装置はヒーターに電流を通

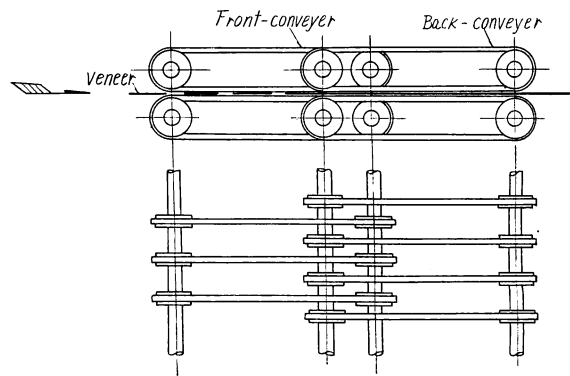


Fig. 11 衝合わせの差動機構
The pushing method in the different of front-conveyor speed and back-conveyor speed

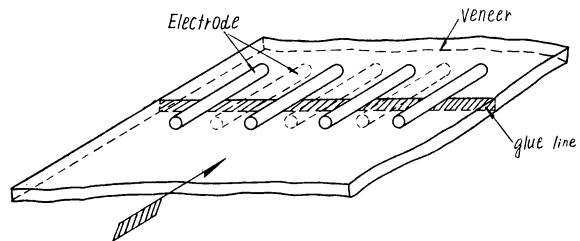


Fig. 12 電極の取付け位置と接着層との関係
The relation of electrodes and glue line

じ生ずる抵抗発熱体を用い単板の両面から加熱するようになっている。ヒーターの最大出力は 5 kw である。

(3) 国内合板工場にて使用されている Tapless splicer の調査および使用法の改善

国内合板工場において主として使用されている Tapless splicer は南機械株式会社製の Tapless splicer, type C である。トンネルおよび心重なりのない合板を製造するには厚物の中板を使用しないかぎり（完全を期すにはやはり joint した方がよい）Veneer edge gluer か Tapless splicer を使用して joint せねばならない。いま、ただちに工場においてトンネルおよび心重なりのない合板を製造するには Veneer edge gluer を購入する以外は Tapless splicer による以外方法はない。このため、名古屋の東洋ブライウッド株式会社工場の Tapless splicer, type C について調査した。この機械の使用をむずかしくしている原因として考えられる主な点は次のごときところである。

(i) 単板を送るチェーンが下部のみで、上部はローラーのみであるので、薄単板、特に腰の弱い単板は重なり合い、接着を不能にし、“あばれ”の多い単板では、接着を不良にする。しかし、この点はラワンでも、1.2, 1.5 mm 単板で joint する面をジョインターにかけ、機械の調節を良くすれば使用できないことはない。

(ii) 最も大きな難点は糊壺がヒーターの近くにあり、断熱の設備がしてない点である。そのため接着剤を糊壺に入れておくと気温約 20°C の時 35~40°C となる。市販の尿素樹脂接着剤を使用すれば、単板の焦げない範囲で熱盤の温度を充分高くする必要があり、Splicer の速度を毎分 45 尺とした時、その接着剤が熱盤をとる時間中に硬化する必要な量だけ硬化剤を入れると、その糊壺における接着剤の pot life は接着剤の種類にもよるが 10~30 分程度となる。このため、硬化剤を混合した接着剤を糊壺に入れることを困難にしている。そのため、なるべく早く硬化する尿素樹脂接着剤を糊壺に入れ、硬化剤は単板に塗るいわゆる分離塗付を行つて、かろうじて使用している。このようにできるだけ高温で使用するため、ヒーターの故障を多くしている。また、この方法であると硬化剤をどうしても多量に使用するので、glue line が着色したり、また塗装時の欠点の原因を作ることになる。

その他改良すべき点は種々あるが、(ii) の欠点に対する適当な手段を採れば一応使用できると思われた。

分離塗付法は手数が多くかかり硬化剤の量も多く使用するので、あまり良い方法と思われぬ。糊壺を断熱することもいまの構造では無理である。そのため、35~40°C で充分な量の硬化剤を入れ pot life が 2 時間以上あるものが必要となつてくる。この条件にあうものを市販の接着剤より選択すると、Veneer edge gluer, Tapless splicer 用として市販されている日本ライヒホール化学工業株式会社の尿素樹脂接着剤 Plyamine P 364—AA のみであり、外国から輸入されているもので、今回実験したなかではボー

Table 6. Tapless splicer の熱盤の温度
The temperature of heat plate of Tapless splicer

単板挿入方向よりの熱板の測定位置 The distance from the point that veneers are put into		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
熱板温度(°C) The temperature of plate	上 Upper	130	180	170	160	180	220	185	230	220	140
	下 Lower	155	205	195	185	205	240	220	255	245	165

デン製 TS—26 W および TS 26—LA が良い。この二者を比較すると Plyamine P 364—AA の方が優っていた。その結果は Plyamine P 364—AA に専用硬化剤を 10 % 混合し、熱盤温度が Table 6 のごとき時(この splicer についている温度計は熱盤の温度を正確に示さないで熱電対で表面温度を測定した)、ラワン単板厚 1.5 mm で送り速度毎分 48 尺の時の硬化状態は良好である。糊壺に作業開始時に(午前 8 時より午後 5 時まで、午前午後各 1 回の休憩と昼休みがある) 170 g の接着剤(硬化剤を入れてある)を糊壺に入れ、10 時 25 分より 11 時 55 分までに joint 部分の長さ 2 尺 2 寸 5 分のものが 620 枚 joint できた。単板の準備がよりスムーズにいくならこの数字を上廻ることができ、最高 2 分間に 30 枚は joint できる。この間の接着剤の使用量は 140 g であり、作業終了の糊壺における接着剤の状態は、まだまだ使用できる状態である。このように作業時間内の使用量約 150 g 程度を入れ、接着剤の塗付量はこの機械で最低になるようにしなければ良い。この場合の塗付量は接着層 30 cm につき約 0.1 g ということになった。ボーデン製の接着剤(粉末であり使用前に水で膠質液を作る)は Plyamin P 364—AA に比較し、粘度高く、同じ機械の状態で塗付量が 2 倍になり、その点不用に多く塗付することになり、glue line をきたなくする。また、熱盤温度を Plyamine の場合より高くする必要があり単板が薄く焦げる程度が硬化状態が一番良かった。以上のごとくこの機械には多くの改良を要する点をもっているが、適当なる接着剤を上手に使用すれば、充分この splicer を使用して、トンネルおよび心重なりのない合板製造に大きな役割をはたすだろう。

上記の改良点は 1955 年に改良された CC 型ではほとんど改善されている。

(4) Fritz の Tapless veneer splicer の調査

野田合板株式会社が設置したドイツ製 Fritz の Tapless veneer splicer について調査を行った。外観は、Fig. 13 にみられるごときものである。単板厚の相違による間隙の調査は、上部に存在する Fig. 14 のごときゲージをあわせ、ハンドルにて上下すれば、適当な間隙になる。Fig. 14 は 1 mm に合わせてある。単板の送り機構は 1 条のチェンが送り台に設けられ、チェンの下にヒーターが 2 条に別れて入っている。そのチェンに相対し上部ロール台に Fig. 15 にみられるごとき多くのロールが装置され、そのロールをぬつて圧縮板があり、その上部に熱盤がある。単板は下のチェンにて送

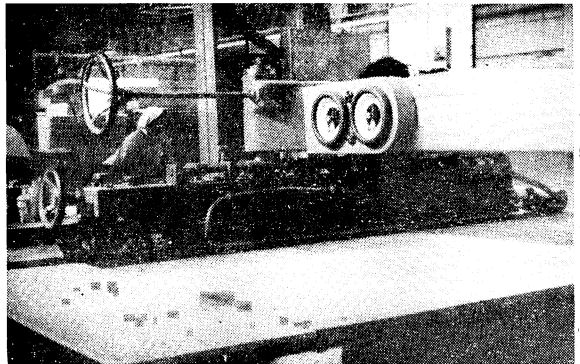


Fig. 13 Fritz の テープレスベニヤスプライサー
“Fritz” Tapless veneer splicer

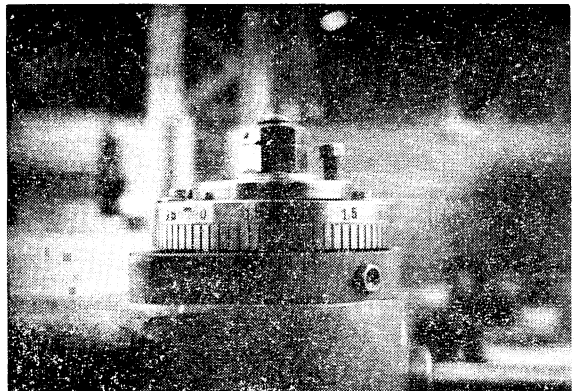


Fig. 14 単板厚み調整ダイヤル
The dialgag of control of veneer thickness

Table 7. Fritz の Tapless veneer splicer の熱盤温度
The temperature of heat plate of "Fritz" Tapless veneer splicer

チェン出口よりの距離 The distance from the point put out veneer (cm)	27.5	44.5	65.0	86.0	101.5	123.0	1.430
温度 Temperature 度 °C	143	158	161	180	182	178	174

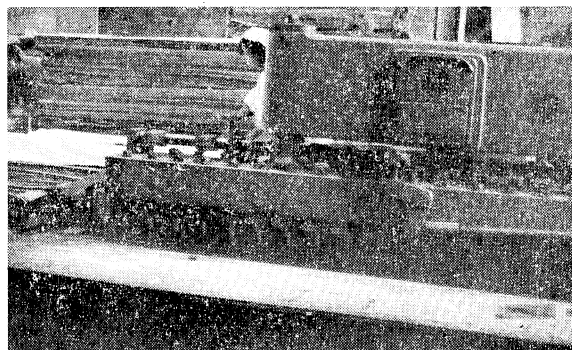


Fig. 15 上部のロール
The roll of upper parts

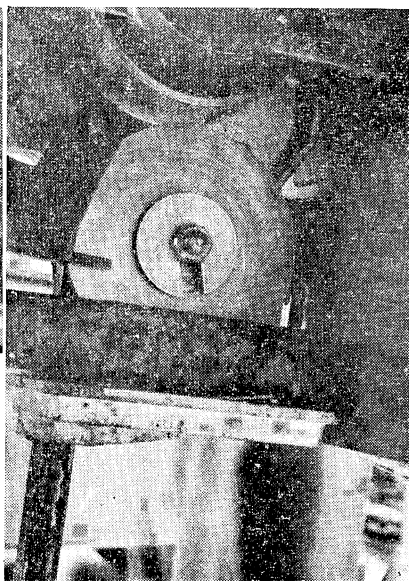


Fig. 17 糊つぼ
The bottle of adhesives

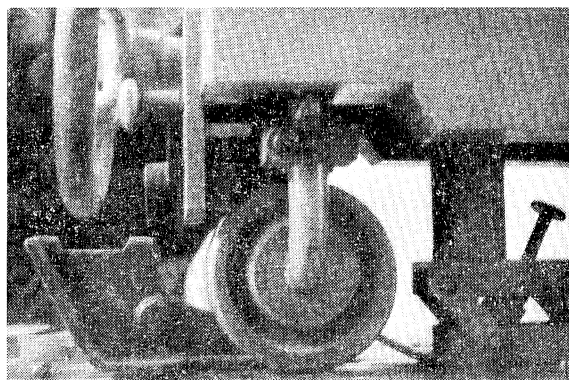


Fig. 16 単板挿入部分
The inner section of veneer

られ圧縮板およびロールにておさえられて進む。横圧はロールの傾斜により与えられる。ヒーターは上部が 2.0 kw 下部が 2.5 kw である。単板の差入れ口は Fig. 16 のごとくである。送り速度は 7~27.9m/毎分の範囲で連続的に変えら

れる。接着剤を入れる糊壺および塗付装置は Fig. 17 のごとき構造であり、熱盤とは完全に隔離され塗付装置も工夫をこらして作られている。

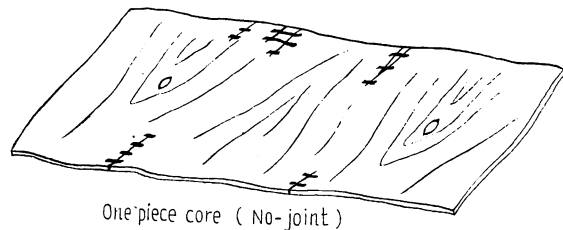
野田合板株式会社での使用状況は、自家製の接着剤にて厚さ 1 mm のラワン単板で、塗付量は 1 尺当たり約 50 mg である。1 回に使用する接着剤の量は 130~140 g であり、厚さ 1 mm、長さ 7 尺の単板 200~250 枚を貼っている。糊壺に 30~40 g 残りこれはすてる。送り速度は 17m/毎分 で温度ゲージを上部を 100°C、下部を 170°C に合わせて、好調に運転していた。

この運転を止めた直後、チェンと圧縮板の間に水銀寒暖計を入れ温度を測定した結果を Table 7 に示す。

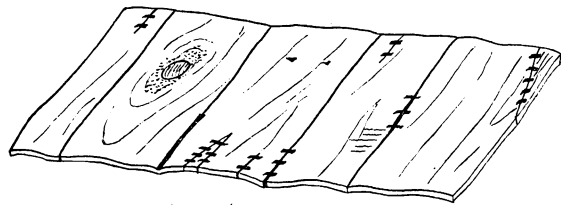
V 中板の補修法

第III章までにトンネルおよび心重ならない合板を製造するには中板を横矧し、1枚矧ぎ心にする必要があることがわかった。しかるに、合板の欠点を無くするには横矧する以外に、接着剤を塗付するまえに中板に適当なる補修をほどこしておく必要がある。単板には原木の良否、製造工作の良否により多少の差はあるが種々の欠点をもっている。特に合板製造上で注意しなくてはならない点は割れ、ふくれ（または袋ともいっている）、あばれである。

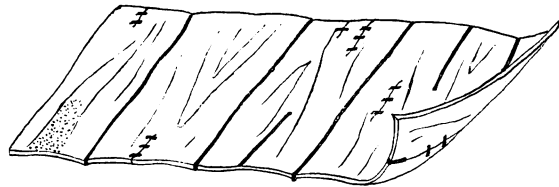
“割れ”は原木の割れ、その他によりロータリーの切削時に生ずるものと乾燥時に生ずるものと、運搬その他における不注意な取扱いにより機械的に割れを生ずる。この割れを補修せずに接着剤を塗付圧縮し合板を製造すると、合板に心重なりを生ずる。この心重なりが中板で起る場合には、合板表面にわずかなすじを生ぜしめる原因となり、塗装時の大きな欠点となる。表板、裏板の場合には、合板表面に大きな欠点を生じることになり、補修が必要となる。“ふくらみ”はロータリーの切削不良により生ずるものであり、このふくらみが単板の中央部にある場合はあまり問題はないが、端の部分にある場合は重なる原因となる。また、あばれがひどいと接着剤を塗付し圧縮することを困難にする。この“あばれ”はロータリーの切削技術の向上と単板の乾燥にドライヤーを使用するか、千鳥乾燥なら乾燥後熱圧することにより防げる。このように欠点をもった単板により合板を製造すると、合板に種々の欠点を生じ、合板は補修を行わなくてはならなくなる。この合板の補修法には各種の方法があるが、手間もかかり、その上完全な補修ということは困



One piece core (No-joint)



One piece joint core (The tapless splicer was used)



One piece joint core (The taping machine was used)

Fig. 18 中板の補修の代表例

The illustrations of the repaired core

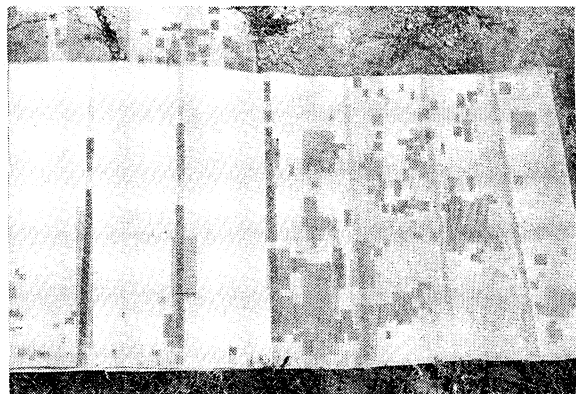


Fig. 19 1枚矧ぎ心の単板

One piece joint core
(The taping machine was used)

難である。特に中板に欠点を生じた場合にはその処理に困難がともなう。そのため、どうしても単板時に十分な補修を行う必要がある。

中板の補修は今日までの合板製造においてはなにも行われていないのが普通であるが、トンネルおよび心重なりのない合板の製造時においては中板の割れ、および重なりが合板表面の欠点を作ることになり、その補修が重要なことになる。中板の厚い物は比較的問題は少ないが、 1.5 mm 以下のものは充分に注意する必要がある。今回の研究において中板に対して行つた補修の代表的な例を Fig. 18 に示す。“割れ”に対してはテープを貼る。 10 cm 以下の割れはテープの必要はない。大きな割れ、および“重なり”の原因となるような割れに対しては、単板を少し削り、しかる後にテープする必要がある。“ふくらみ”に対しては端の部分にある場合にはその大きさにより多少異なるが、“ふくらみ”の中央部辺りまで手で $40\sim 50\text{ cm}$ 裂き、左右より手でおさえて重ねあわせ、その重なりを細長い楔形に切り取り、この作業により生じた割れをテープする。この割れの巾はテープした時 $0.5\sim 1.0\text{ mm}$ 程度とする。この細長い楔形を切る時に特に注意しなくてはならぬことは、細長い楔形に確実に切ることである。

また、中板の補修とともに、実際の合板製造においては、表板、裏板に対しても充分補修を行う必要があることはもちろんである。表板、裏板に対する補修法、および合板の補修法については、本研究の目的にはずれるので後日に報告を行う。

このように joint して 1 枚に作つた中板に接着剤を、合板工場等にあるスプレッダーにより塗付しようと思うと、単板の繊維方向と直角方向に通さねばならない。そのため、割れの非常に多い単板の両端の部分をテープする。このテープは、接着剤の塗付に必要なばかりではなく、中板の割れの補修にも役だっているのである。接着剤の塗付法については VI において詳述する。

合板の種類によつては、穴あきテープでも接着層にあることを禁止している。この場合は、この端のテープ（圧縮後ダブルソーで切り落される部分である）のみを貼る。

つぎに中板の厚さは、厚い方が以上の作業はやりやすい。また、中板に欠点が現われることが少ない。ロータリーの精度の向上、乾燥技術の向上とともに、中板は厚く、表板、裏板は薄くという方向に、経済的見地からみても、今後の合板は進むものと思われる。特に優秀な合板の製造においては、ロータリーの改善が特に望まれる。

Ⅶ 中板への接着剤塗付法

巾 8 寸ないし 3 尺の中板を Spreader に通して糊付けすることは容易であるが、 3×6 尺あるいは 3×7 尺、 4×8 尺の合板の 1 枚に横切された中板に接着剤を塗付することは今日実施されている方法では困難である。

その理由は、(i) Spreader の軸に対して直角に通そうとすると、すくなくとも合板の長さだけの Spreader をあらたに作製しなければならないが、かりに作製したとしても中板に波反りなどがあるとその部分が上部の Spreader の荷重およびスプリングの圧力によつて割れを生じ心重なりの原因となることがある。また、Spreader の軸が長くなると塗付量のむらが生じやすく、特に中板の巾によつて塗付量にむらができることが多くなる。(ii) Spreader の軸に対して繊維の軸を平行に通そうとすると、中板が上または下の Spreader のゴムローラーに巻きついてしまう。

いま、その粘着力 F は STEFAN, J.⁷⁾ によると

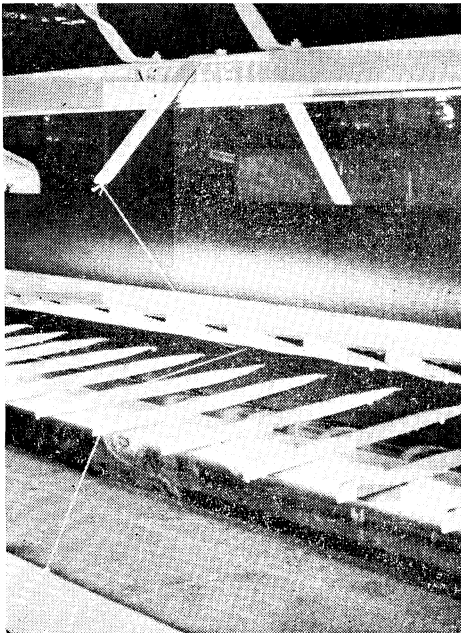


Fig. 20 スプレッダーに取りつけた巻付防止装置
The non-wind-up-appurtenances are put
on the glue-spreader

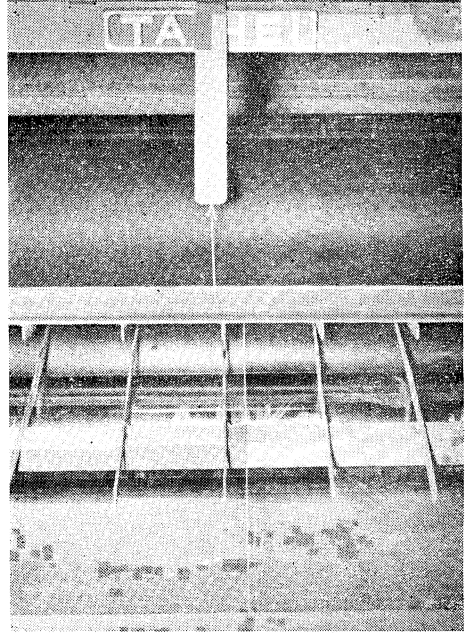
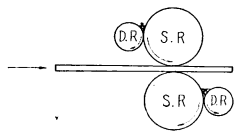


Fig. 21 スプレッダーに取りつけた巻付防止装置
The non-wind-up-appurtenances are put
on the glue-spreader

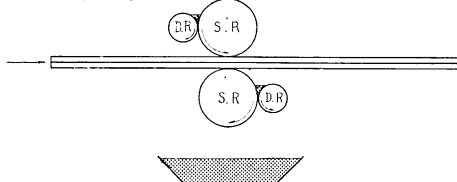
A 繊維方向と塗付方向とが平行なる場合

The direction of fibre of veneer parallel the direction of spreading

- (1) 心板への塗付
Spreading to the core



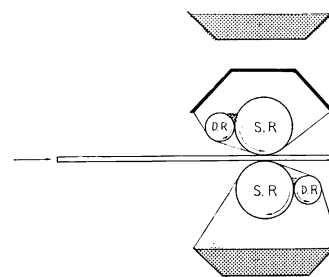
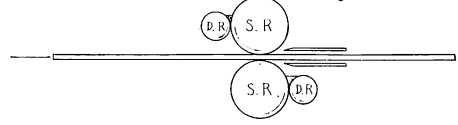
- (2) 表・裏板への塗付
Spreading to the face and back veneers



B 繊維方向と塗付方向とが垂直なる場合

The direction of fibre perpendicular the direction of spreading

- (1) 心板への塗付 (特殊の巻付防止装置)
Spreading to the core (Special non-reeling apparatus)



- (2) 表裏板への塗付
Spreading to the face and back veneers

Fig. 22 トンネルおよび心重りの合板を製造するための単板の塗付方法
(単板の繊維方向と塗付方向との関係)

The relation of fiber direction and spread direction

$$F = \frac{3\pi\eta R^4}{4tD^2} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 η は粘度、 R は粘着される物体の半径、 t は引き離すに要する時間、 D は粘着される物体間の距離である。

粘着力を少なくしてなるべく中板が貼り付かないようにするためには、 η を小にするか、 t を大にする以外にはない。しかし、実際には接着剤の粘度を低下させることは困難で、かりにできたとしても中板のみに接着剤が滲透しすぎる傾向があり、場合によっては、すなわち塗付後直ちに圧縮する時に表板または裏板に滲透しすぎる欠点が生じよう。また、 t を大にすることはゆつくりと引き離すことであるから、Spreader の回転数を低下することであるが、かくすると塗付時間が多くかかるようになる。

叙上の理由から F を小にすることは困難であるから、Spreader のゴムロールに中板が巻きつかないように筒形の鉄製巻付防止装置 (Fig. 20 および Fig. 21) を取りつけることにより、中板に接着剤を容易に塗付することができる。

なお、トンネルおよび心重なりのない合板を製造する方法として、中板を 1 枚に横切しておいて、表板と裏板を重ねて Spreader に通し、中板を重ねる方法があるので、実験を行ったところ次のとき長所と欠点がある。

- (i) 巻付防止装置を Spreader に取りつける必要がない。
- (ii) 表板と裏板を重ねて Spreader に通すときに両者の間に接着剤がはいりやすいから、表板と裏板をそろえて通す必要がある。
- (iii) 表板と裏板に割れ、その他の隙間のある欠点から接着剤が内部に入り込む。
- (iv) 前二者の欠点によつて圧縮を解除するとき離れにくくなっている場合があり、また、無理に剥がそうとすると合板の表面に疵を生ずる。

以上のごとき事由からこの方法は 3 ply の合板を製造するのに適当していることがわかった。

Ⅶ 冷圧時の圧縮力と中板または表板（裏板）の伸びとの関係

単板に接着剤を塗付してその伸びを測定したが、コールドプレス中における伸びの状態、すなわち圧縮力と伸びの関係について測定を行った。ラワン 1.5 mm 厚単板に尿素樹脂接着剤（尿素樹脂ホゲタライム 104、硬化剤塩化アンモニウム 20 % 溶液を 5 %）を塗付し、横杆式プレスにて圧縮し、伸びの量を読取顕微鏡にて測定した。接着剤塗付後 5 分後に圧縮を開始した。この際の圧力は圧力を加えない場合、0.5 kg/cm²、1.0 kg/cm²、1.5 kg/cm²、2.0 kg/cm² の場合について、それぞれ 5 個ずつ測定し、その平均値を計算した結果、Fig. 23 となった。すなわち、2.0 kg/cm² の圧力下においては接着剤による単板の伸びは生じないことがわかった。よつて接着剤を塗付して生ずる単板の伸びは、合板製造においては、堆積時間中のみ生ずるものであつて、コールドプレスに挿入し、圧縮を開始し、すくなくとも圧力が 2 kg/cm² を超えれば、伸びは生じなくなるものである。よつて合板製造については、接着剤塗付後圧縮までの時間をむだにながびかせることは単板に自由な伸びを与えることになるので、この点からも短縮されることが望ましい。

VIII トンネルおよび心重なりのない合板の製造法

トンネルおよび心重なりのない合板を製造するために以上のごとき実験および研究を行った結果、現状における製造法の見とおしがついたので、当場の応用研究室において3尺×6尺、3 ply 合板についての製造実験を行った。その結果を報告する。

(I) 中板横切を行わない法

この方法は先に述べたように、従来各工場で一般に行われている方法で、現在においても多くの工場で実際に作業している方法である。Fig. 24 を参照すれば明りようであるごとく、中板に用いる巾の狭い単板を横切しない

で、そのまま各巾の狭い単板ごとにスプレッダーを通す方法である。これはIIに述べたごとく接着剤中の水分の吸収によつて各単板が延び、またIIIに述べたごとく単板が“あばれ”

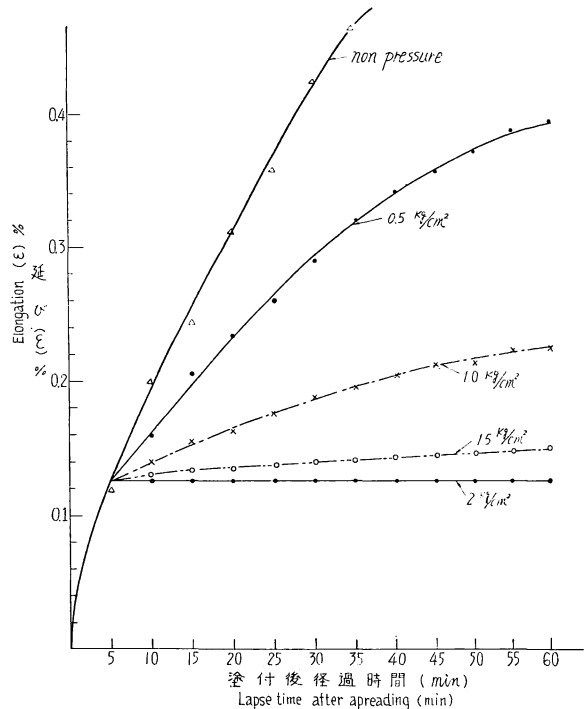


Fig. 23 種々の圧縮力下における厚さ1.5mm ラワン単板の延び
The elongation of Luan 1.5 mm thick veneer under the various pressure

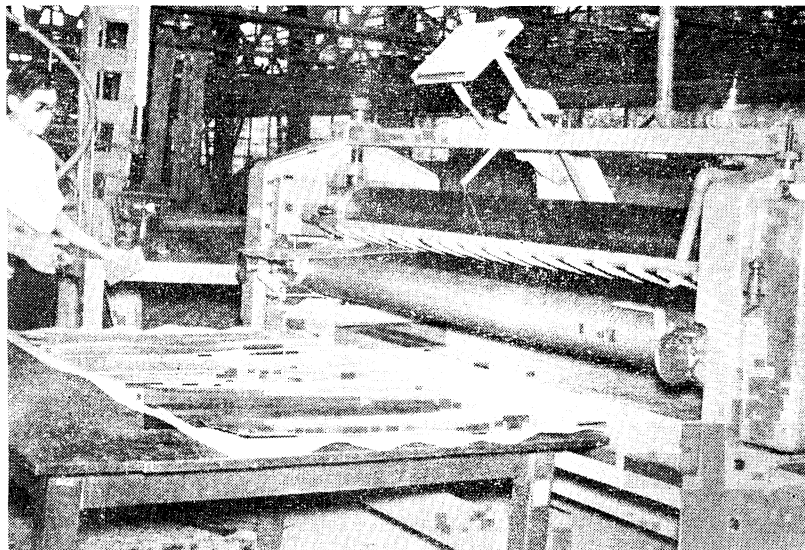


Fig. 24 横切をしない中板
Core veneers are not glued to each edges

じめ見込んで、各単板の間を1尺につき1分くらいの割合にて、すなわち1%の程度の間隔をつけて並べるようにしている。これがトンネルを起し、心重なりを生ずる最大の原因となるであろう。すなわち、この1%程度の間隔が広すぎることはトンネルの原因となり、狭すぎると心重なるの結果となつて現われてくる。しかも、実際の工場作業ではゲージをあて測定することは不可能であり、その現場の作業員の直感で作業されている。そのうえに、単板は樹木の一部であるから、当然にその組織は不均一質であり、接着剤による伸びも定量的に均一のものでなく、各単板について、また同一単板の各部分について各独自の伸びの割合を示している。これゆえに、いかに熟練した作業員でもこれらの特性を見込んで中板の単板を並べることは不可能であろう。よつて、トンネルおよび心重なりのない合板を製造するためにはまず第一に行うべきは、中板用の単板は横矧して用いることである。

つぎに、トンネルおよび心重なりのない合板を製造するためには、まず中板を横矧する。この横矧方法はIVにて詳細に記述してあるゆえ、ここには省略して、1枚矧心(one piece joint core)の中板ができたとする。この中板を用いて合板を製造する際にはVIによつて述べたとき塗付方法によつて、4種類程度の製造法が行われる。このうちいずれを選ぶかは、その工場の設備、単板の性質などにより一概には選定し得ないことは、上記の章にて詳細に記述されているので省略し、その製造方法の分類とそれを応用した実際の作業の状態を記す。

(II) 横矧せる中板を用いる法

A. 繊維方向と塗付方向とが平行なる場合

(1) 中板への塗付

Fig. 22 および Fig. 25 参照

(2) 表・裏板への塗付

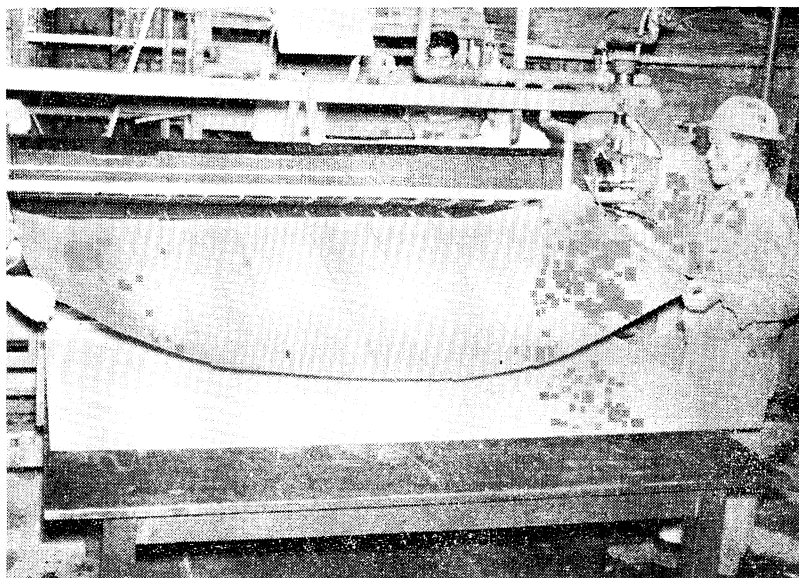


Fig. 25 1枚矧心を繊維方向と塗付方向を平行にスプレッダーに通す場合
The jointed core veneer is spreaded
(Fiber direction is parallel with spread direction)

Fig. 22 および Fig. 26 参照

B. 繊維方向と塗付方向が垂直なる場合

(1) 心板への塗付

Fig. 22 および Fig. 27 参照

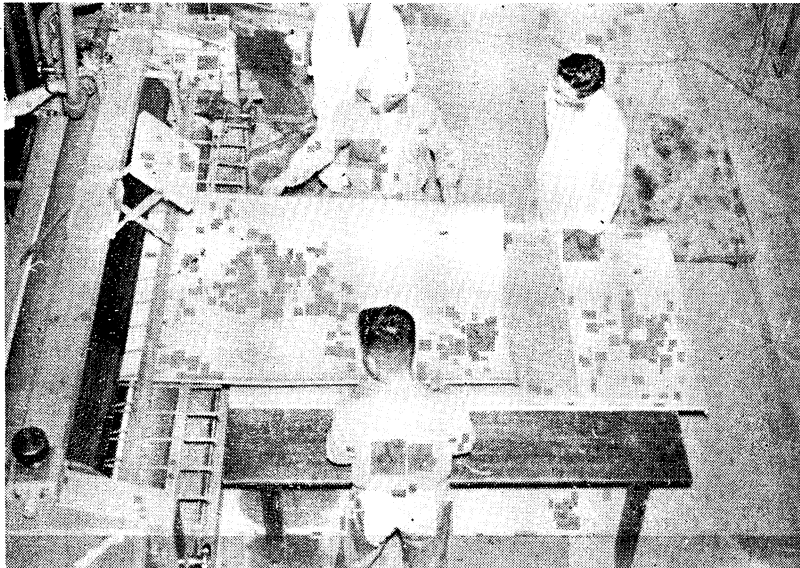


Fig. 26 表・裏板を繊維方向と塗付方向と平行なようにスプレッダーに通す場合
Face and back veneers are spreaded
(Fiber direction is in parallel with spread direction)

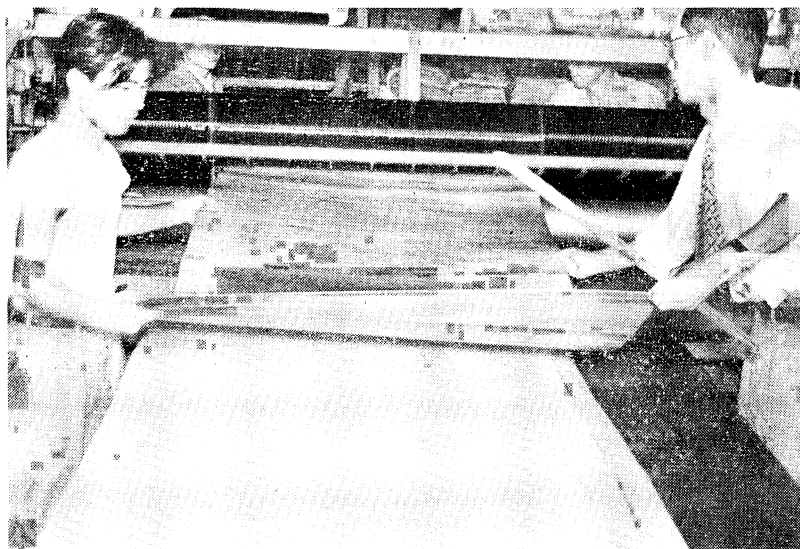


Fig. 27 1枚矧心を繊維方向と塗付方向が垂直になるようにスプレッダーに通す場合
The joint core veneer is spreaded
(Fiber direction is in crossing with spread direction)

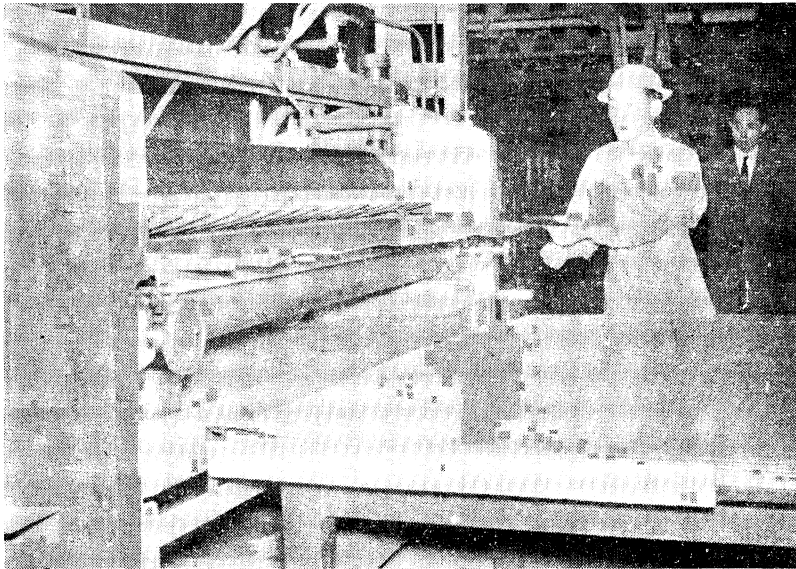


Fig. 28 表・裏板を繊維方向が塗付方向に垂直になるようにスプレッダーに通す場合
Face and back veneer are spreaded
(Fiber direction is crossing with spread direction)

(2) 表・裏板への塗付

Fig. 28 参照

上記 4 方法のうち表板および裏板を重ねてスプレッダーに通す方法は、IV にも述べたとき諸点より 3 ply 合板には適切な作業である。一般的には中板をスプレッダーに通す方法が実際の作業には最も適した製造方法であろうと思われる。かつ、スプレッダーが中板を繊維方向と塗付方向とが平行なるに充分大きい場合には、A—(1) の方法がよく、スプレッダーが小さい場合には B—(1) の方法を採用すべきであろう。なお、B—(1) の方法の場合には、中板の単板が薄い時、または、いわゆる腰がきいていない単板の場合にはスプレッダー・ロールに単板が付着する傾向があるので、Fig. 20, 21 のごとくじょうぶな糸、たとえばナイロン・テグスやピアノ線を用いて、スプレッダー・ロールおよびドクター・ロールにまたいでかけておき、単板の巻きつけを防止すればよい。

以上のごとき製造方法によつて、トンネルおよび心重なりのない合板の製造が可能になった。

Ⅳ 摘 要

現在わが国で製造されている合板にはトンネルが非常に多く、これがために輸出の際などに著しく不利を招くので、これを改善する目的でトンネルおよび心重なりのない合板の製造法に関する研究を行つた。

そのためにトンネルおよび心重なりの原因をつき止め、"あばれ" の多い単板においては、リドライヤーを活用して平坦にし、そのフラットな単板が接着剤中の水分による伸びは 1 枚心、または 1 枚はぎ心として接着剤を塗付することによりトンネルおよび心重なりのない合板を作りうることを明らかにしたしいである。

さて、合板の製造操作中において中板は次の 2 つの原因により伸びを生ずる。

(1) 接着剤の塗付に基く延び

増量尿素樹脂接着剤を塗付し、それに含まれている水分による堆積時間中の膨脹率を測定した。ラワン 1.6 mm 厚単板 (Table 2, Fig. 7) では時間経過とともに延びは増加し、10 分 1.4%, 20 分 2.0%, 30 分 2.3% くらいであつた。また、2.2 mm 厚単板 (Table 2, Fig. 8) では 10 分 0.4~0.7~1.2 %, 20 分 0.6~0.8~1.2%, 40 分 1.0~1.2~1.3% であつた。なお、ラワン単板およびテンダライズした単板に尿素樹脂接着剤を用いた結果については Table 1, Fig. 2, 3, 4, 5 を参照されたい。

(2) あばれに基く延び

乾燥にともなうあばれによる延びも著しく、特にドライヤーよりも千鳥式乾燥室により乾燥された単板の方が多くのあばれがあり、中板の白ラワン単板 (Table 5) にて、1.6 mm 厚で 1.0~4.0%, 2.2 mm 厚で 1.0~2.0 % の延びがあつた。

これらの延びのうち、単板にあばれが多い場合には延び主体をなすものは、あばれによる延びであり、(ブナ材、道材等) これはリドライヤーにて平らにする必要がある。つぎに、ラワンのごとき比較的平らな単板では接着剤による延びが支配的になる。

以上のことより、従来のごとく中板の単板を並べて製造する方法では、トンネルおよび心重なりはまぬがれず、中板は 1 枚刳心にするべきことがわかつた。つぎに、1 枚心を作る方法には次のごとき機械がある。

- 1) Taping machine
- 2) Tapless veneer splicer, type C
- 3) Veneer edge gluer

これらについて、その特長と使用方法を詳細に記述した。

つぎに、かく横刳して作つた 1 枚心の中板の木材固有の欠点、または操作中に生じた欠点が心重なりおよびトンネルの原因となるために、欠点に対していかなる補修 (Fig. 18, 19) をすればよいかを明らかにした。

以上により作つた 1 枚心の中板を用うればトンネルおよび心重なりのない合板が製造される。しかし、合板製造において、接着剤の塗付方法により次のごとき 4 種の方法がある (Fig. 22)。

- 1) 中板へ接着剤を塗付する (繊維方向と塗付方向が平行の場合)。
- 2) 表・裏板へ接着剤を塗付する (繊維方向と塗付方向が平行の場合)。
- 3) 中板へ接着剤を塗付する (繊維方向と塗付方向が垂直の場合)。
- 4) 表・裏板へ接着剤を塗付する (繊維方向と塗付方向が垂直の場合)。

この 4 種の方法を当場応用研究室において、3 尺×6 尺、3 ply の合板にて製造実験した結果、1) 2) および 3) の方法がよく、ことに 2) 3) の方法はスプレッダーが比較的小型でも利用できる方法である。

つぎに、冷圧時の圧縮力と単板の延びとの関係 (Fig. 23) を測定し、 2 kg/cm^2 以上の圧力が加わる時は単板の延びは生じない。

以上のことより、かかる製造方法によれば、トンネルおよび心重なりのない合板は製造しうるものと思われる。

文 献

- 1) 斎藤美鷲・堀岡邦典：単板の接着剤塗付による延び，輸出合板講習会資料（1951）p. 25
- 2) 西野博敏：接着剤塗付による単板の伸に関する考察，日合連時報，11 号，（1947）p. 3
- 3) 堀岡邦典：東京都合板工業協同組合講習会資料，（1954）p. 1
- 4) 堀岡邦典：東北合板工業協同組合講演資料，（1955）p. 1
- 5) 堀岡邦典：トンネル及び心重りのない合板の製造法，東京都合板工業協同組合，合板研究会資料（1955）p. 1
- 6) 堀岡邦典・岩下陸・加藤昭四郎：合板に関する研究第 5 報，単板のエツヂグルーイングに関する実験，林業試験場研究報告，No. 68（1954）p. 1
- 7) De BRUYNE, N. A. and HONWINK, R.: Adhesion and adhesives（1951）p. 64

Studies on Plywood. (Rep. No. 6)

On the manufacturing method of no-void and no-overlap plywood.

Kunisuke HORIOKA and Masashi YAGISHITA

(Résumé)

The manufacturing method of the no-void and no-overlap plywood is studied herein.

During plywood manufacture, elongation takes place on the core from the following 2 causes—spread of adhesives and warp of core. The elongation consequent on spreading of urea resin adhesive is measured on the swelling ratio by moisture absorption in the open-assembly time. The elongation of Lauan 1.5 mm and 2.5 mm thick veneer after urea resin spreading is given in Fig 2, 3 and Table 1. The same is studied on the tenderized veneer and extended urea resin adhesives, and the percentages are presented in Fig. 4, 5, 7, 8 and Table 2, 3, 4. Warping of core causes, also, the elongation (see Table 5). Warping is more important in so far as overlap is concerned, but on the flat Lauan veneer, it may not be significant.

Therefore, the narrow core veneers must be jointed in the manufacture of no-void and no-overlap plywood. There are 4-machines used for the jointed core—taping machine, tapless veneer splicer, veneer edge gluer, and G. F. Edge gluing machine type, FL-4.—in Japan.

In the following, four spread methods of adhesives on the one-piece joint core made by these machines are considered (Fig. 22).

- 1) The core is spread (Fiber direction is parallel to spread direction)
- 2) The face and back are spread (Fiber direction is parallel to spread direction).
- 3) The core is spread (Fiber direction is crosswise to spread direction).
- 4) The face and back are spread (Fiber direction is crosswise to spread direction).

The best of these methods would be 1) or 3), and we may then conclude that manufacture of the no-void and no-overlap plywood can be satisfactorily carried out.