試驗報告第435號
BULLETIN No. 435

與農委會合作

單板厚度對柳杉層壓材強度、塗裝與穩定性之影響

翟思湧　黃清吟　李銘鐘

Effect of Veneer Thickness on The Strength Finishing And Stability of Japanese Cedar Press-Lam

Sy-Yung Jai　Ching-Yin Hwang　Ming-Chung Lee

台灣省林業試驗所
臺灣　臺北
中華民國七十三年十二月
TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE
Taipei, Taiwan, Republic of China
Dec. 1984

單板厚度對柳杉層壓材強度、塗裝與穩定性之影響

翟思湧　黃清吟　李銘鐘

摘　要　(Abstract)

為探求柳杉主、間伐材製造層壓材之可行性，以及單板厚度對層壓材强度與穩定性之影響，特就平均直徑22.4 cm，長度120 cm之柳杉小徑木進行試驗。結果顯示：層壓材中雖含有大量天然瑕疵，但其機械性質除破壞係數，彈性係數及縱向剪力稍遜於實木淨材外，餘者之差異均不顯著。降低單板厚度，增加單板層數，有助於層壓材品質之提高。3mm單板（11層）與7mm單板（5層）層壓材之穩定性質與塗裝性質，均與實木相同；兩種層壓材之間亦無顯著性之差異。柳杉層壓材可用供書架、櫥櫃等之製作材料。

前　言 (Introduction)

早在 1968 年，美國林產研究所（FPL）即致力於層壓材（Press-Lam）之試驗研究[4]，目前更為積極。其主要目的在提高低等（三等以下）小徑（30~40cm）木之利用價值。

層壓材之加工程序是：先將蒸煮過之原木旋切為厚單板（0.5~1.3cm），經熱壓乾燥後（Press-drying），趁熱佈膠平行木理（Wood grain）膠合成需要或特殊尺寸之製品，謂之"層壓材"[4,7,9,12]。有關研究報告指出：由於層壓材在製作過程中將低等原木之缺點分散，故其機械性質良好。可用作橋樑、建材、枕木、橫擔木，以及家具用料等[2,6,8,11]。Schaffer 稱：層壓材之厚度不變，若增加其單板層數（即降低單板厚度），其强度亦增；但製造成本也相對提高[7]。林試所曾以五年生薩爾瓦多銀合歡試製層壓材並製成桌椅各乙種。結果顯示：其機械性質與一般家具用木材相若，而且加工容易[1]，極富鼓勵性。綜上觀之，層壓材眞可謂劣材變良材，小材變大材之突破性木材加工技術產品。

臺灣柳杉公私有林地面積約60,000餘公頃，年產主、間伐材約 50,000m³。量雖不大，但因以往傳統性的用途如電桿、支柱與模板等均被其他材料取代，故而形成滯銷，使業主蒙受極大損失與困擾，尤以近年為甚。因此，特擬定該計畫，試就柳杉製造層壓材供作室內裝置或家具用料之可行性進行研究，並進一步探討單板厚度對層壓材强度與穩定性之影響。以期對柳杉材之加工利用有所突破，從而紓解其滯銷困境。

材料及方法（Material and Methods）

試材（Material）

1.本試驗所用之柳杉（Cryptomeria japonica D. Don.）乃來自玉山林管處阿里山事業區。採購試材距伐木作業之時間約半年。爲配合試驗設備，原木截取長度爲120cm，計20段。平均直徑22.4cm；最大26cm，最小 21cm。原始含水率84.13%。其有關特性詳如表1。

2.所用膠合劑，乃將市面通用之 UF（尿素甲醛樹脂），MF（三聚氰胺甲醛樹脂），與PVAC（聚胺酸乙烯樹脂）三種膠料混合使用。其混合比率爲UF：MF：PVAC=65：14：21。調妥後再添加10%低筋麵粉爲增量劑。

表1 柳杉試材特性

Table 1 Characteristics of material used in experiment

樹種 Species		產地	直徑	比重①	含水率①	收縮率 Shrinkage① (%) (生材至全乾 Green to 0%)	
普通名 Common name	學名 Scientific name	Origin	Diameter (cm)	SP/GR (Wo/Vg)	Moisture Content (%)	徑向 Radial	弦向 Tengential
Japanese cedar, Cryptomeria	Cryptomeria japonica D. Don.	阿里山 Alisan	Ave. 22.4 Max. 26.0 Min. 21.0	0.384 (0.014)②	84.13 (9.59)	3.51 (0.28)	6.45 (0.38)

①試體數爲10。 Number of specimen: 10 pieces.

②括號內數值爲標準誤。 Value in parenthesis represents standard error.

方法（Methods）

傳統的方法，製造層壓材所用之厚單板（Thick veneer）乃經由旋切（Rotary cutting）而來；旋切之優點是所得單板不含髓心及未成熟材（幼齡材，Juvenile wood），品質較高[12]。但本試驗所用之試材，其平均直徑僅 22.4cm，大部份爲幼齡材。若行旋切，則經削圓（Round up）並扣除木心（Core，其直徑通常爲12～16cm）後，所餘無幾，嚴重影響利用率，因此乃參照有關資料[3]改用平切。其處理程序及測定項目如下：

1.處理程序：

(1)鋸製試材（Sawing）——將備妥之小徑原木段（Bolts）鋸切爲相對（上下）兩面爲平面，兩側仍呈弧形之耳幅材（Flitches），或橫斷面爲最大方體之盤木（Cant），供平切單板之用。同時鋸製3.5cm厚之淨面板（Clear board），經人工乾燥後，供測定機械性質對照之用。

(2)蒸煮處理（Heating）——平切之前，先將鋸妥之試材置於蒸煮槽中以 80°C 之熱水浸煮5小時以上備用。

(3)平切（Slicing）——試材經蒸煮後，隨即進行平切；所切單板厚度有3mm及7mm兩種。

(4)熱壓乾燥（Press drying）——平切後之單板，立即以熱壓機進行熱壓乾燥。處理條件爲：溫度190°C（375°F），壓力 3.5Kg/cm²（50PSI），時間3～6 min.。

(5)層積膠合（Laminating）——先將乾燥後之單板逐片兩邊裁齊，然後再平行纖維膠合成長120cm，寬約60cm，厚約3cm之層壓材，即單板3mm厚者有11層，7mm厚者有5層。由於單板寬度隨盤木（Flitches, Cant）寬度之不同而有很大差異，故膠合時各層單板數目不一，可使各層單板兩側之接合線自然交互

錯叠，以加强層壓材垂直纖維方向之結合力。

層積膠合時，傳統的（理想的）方法是趁熱佈膠，隨即冷壓，藉以縮短膠合線之硬化（Cure）時間。本研究因設備所限，膠合時單板早已冷却，故採行一般之冷壓（Cold pressing）。其條件爲：壓力15kg/cm²，時間24小時，佈膠量 1～1.5gm/100cm²（乾粉量）。

2.測定項目：

(1)測定含水率與比重（Determining M.C. and SP/GR）——製造層壓材之前，先以爐乾法（Ovendry method）測定試材之原始含水量（Initial M.C.），並以爐乾重量生材體積（W_0/Vg）測定其比重。製成層壓材後，再以同法測定層壓材之含水率與比重。唯測定比重之體積非生材。

(2)測定機械性質（Determining mechanical properties）——參照 ASTM D-143 之標準，將柳杉層壓材與其實木淨材（Clear solid sawn）分別進行靜力彎曲（Static bending），衝擊彎曲（Impact bending, Toughness），縱向壓力（Compression parallel to grain），縱向剪力（Shear parallel to grain），硬度（Brinell hardness），與膠合剪力（Bond shear strength）等項機械性質試驗，膠合剪力中，又分爲常態（Normal）及耐水（Water resistant 30°C 及 60°C）兩種試驗。

(3)測定開膠率（Determining delamination）——參照 ASTM D1101-59 戶外用層積材之測定標準，就層壓材進行測試。

(4)測定塗裝性質（Determining finishing properties）——層壓材與實木淨材之試體（3cmT×6cmW×10cmL, 各 10塊）經鉋光砂光後，塗刷國榮牌平光漆三次，室溫充分乾燥後，以 120 號砂紙研磨一次，再塗刷平光漆一次。然後分別測定其粗糙度（Surface roughness），光澤度（Gloss），及漆膜粘附力（Adhesion）即剝離試驗（Peeling test）。

(5)測定穩定性質（Determining stability）——旨在探求柳杉層壓材在不同環境下，其形體之穩定程度。並以實木爲對照。將層壓材與實木分別製成 3 cm（厚）×6cm（寬）×10 cm（長，平行木理）之試體各 10 塊。每塊劃記寬厚測定線各一條。之後，將試體置於人工氣候試驗裝置（Cold-Heat Environment Chamber）內，以溫度26.6°C（80°F），相對濕度30%，作調節處理。俟全部試體達恆重後，以直讀卡尺（Digital caliper）精確測定各試體之寬厚度。再調整相對濕度爲90%，溫度不變。俟試體達恆重後，再精確測定其寬厚度。此一處理程序共重複兩次，最後計算各試體在相對濕度90%時之形體（尺寸）變化，判定其穩定情形。

(6)計算製成率（Calculating yield）——自生原木至乾層壓材之製成率。

結果與討論（Results and Discussion）

物理與機械性質（Physical and Mechanical Properties）

根據前人研究，層壓材之機械性質多稍遜於其實木。Youngquist 等人[6] 指出：Oak 層壓材之破壞係數（MOR, Bending strength, 抗彎强度）約爲其實木之 70%。USDA 研究報告 FPL 178 號[8] 完全以南方松（Southern Pine）淨材爲試材之研究結果顯示：層壓材之破壞係數（MOR）爲實木之 82%；彈性係數（MOE）爲實木之95%；剪力强度（Shear strength）弦面爲實木之 67 %，徑面爲實木之 59 %。層壓材强度較其實木稍弱之主要原因爲單板上之刀裂（Knife checks）以及單板對接（Butt joint）所使然[7]。USDA 研究報告 FPL 175號[7] 以12.70mm

(1/2″)，9.51mm (3/8″)，及6.35mm (1/4″) 三種厚度之南方松單板進行試驗之結果顯示：層壓材之厚度一定，若單板之層數增加其品質亦提高；6層薄單板（每層6.35 mm）較3層厚單板（每層12.70mm）之強度增加約37%。

本研究所用之試體，實木爲不含任何瑕疵之淨材（Clear wood）。但層壓材却含有髓心（Pith）、生節、與死節等天然缺點（圖1）。試驗時之含水率，實木爲10.96%，層壓材A爲12.78%，層壓材B爲11.38%。測試後，將所得數據調整至含水率爲12%時之標準後再進行比較，所得結果如下（表2）：兩種層壓材之 MOR，MOE，以及縱向剪力均較實木爲弱，且差異在 0.05 水準顯著；彈性限界之纖維應力、縱向壓力、以及硬度之差異在0.05水準不顯著；實木之衝擊彎曲較層壓材A爲強，但與層壓材B之差異不顯著。

層壓材A（3mm 單板11層）與層壓材B（7mm 單板5層）之間，除彈性限界之纖維應力層壓材A優於層材B外（0.05水準顯著）其餘破壞係數、彈性係數、衝擊彎曲、縱向壓力、縱向剪力、與硬度等之差異在0.05水準均不顯著。然在此特別指出，其差異雖不顯著，但其平均值，除衝擊彎曲外，層壓材A者均高於層壓材B；此亦似可暗示：增加單板層數（降低單板厚度）有助於層壓材強度之增加。此點與 FPL 175 號[7] 之結果相似。在膠合剪力方面，經鄧肯氏新多變域測定結果以層壓材A之常態最高，層壓材B之 60°C 耐水最低，餘者居中。木破率之差異不顯著。開膠率方面，層壓材B爲10.3%，層壓材A爲1.6%，差異在0.05水準顯著。此亦顯示：3 mm單板層壓材之膠合性質較7 mm者爲優。

綜合以上觀之，以平均直徑約 22 cm 柳杉小徑木所製層壓材之MOR，MOE，及 Shear strength較其實木稍遜；此或由於供測試體之實木爲淨材，而層壓材則含有生節、死節、與髓心等瑕疵所使然。降低單板厚度增加單板層數，有助於層壓材品質之提高。

圖 1 柳杉層壓材

Fig. 1. Cryptomeria Press-Lam

表 2 柳杉層壓材與實木淨材之物理與機械性質①

Table 2 Physical and mechanical properties of cryptomeria Press-Lam and clear solid-sawn

試 材② Meterial	含水率 M.C. (%)	比 重 SP/GR (Wo/Va)	靜力彎曲 Static bending (Kg/cm²) 破壞係數③ Modulus of rupture	靜力彎曲 Static bending (Kg/cm²) 彈性限界之纖維應力③ Fiber stress at elastic limit	靜力彎曲 Static bending (Kg/cm²) 彈性係數③ Modulus of elasticity	衝擊彎曲吸收之能量③ Energy absorption of impact bending (Toughness) (Kg-m/cm²)	縱向壓力⑤ Compression parallel to grain (Kg/cm²)	縱向剪力③ Shear parallel to grain (Kg/cm²)	勃令氏硬度 Brinell hardness (Kg/mm²) 縱切面⑤ Longitudinal Surface	勃令氏硬度 Brinell hardness (Kg/mm²) 橫切面⑥ End Surface
實 木										
Solid-sawn	10.96	0.415	717 (23)④	270 (15)	120200 (3000)	0.508 (0.031)	381 (13)	86 (3)	1.44 (0.10)	4.12 (0.31)
	12		688 A (22)	256 AB (14)	117800 A (2900)	0.511 A (0.031)	364 (12)	84 A (3)	1.18 (0.16)	3.96 (0.30)
層壓材A										
Press-Lam A 3mm-thick veneer	12.78	0.426	506 (14)	257 (11)	100400 (3500)	0.404 (0.017)	346 (8)	73 (3)	1.36 (0.14)	3.06 (0.23)
	12		522 B (14)	267 A (12)	101900 B (3600)	0.403 B (0.017)	363 (8)	71 B (3)	1.39 (0.14)	3.16 (0.24)
層壓材B										
Press-Lam B 7mm-thick veneer	11.38	0.429	484 (15)	242 (8)	102600 (2200)	0.422 (0.031)	344 (11)	57 (3)	1.08 (0.10)	3.21 (0.32)
	12		473 B (14)	235 B (8)	101300 B (2200)	0.444 AB (0.031)	331 (11)	59 B (3)	1.06 (0.10)	3.13 (0.31)

試材 Material	膠合剪力③ (Kg/cm²) Bond shear strength			木破率③ (%) Wood failure			開膠率⑥
	常態 Normal	耐水 Water resistant 30°C	耐水 Water resistant 60°C	常態 Normal	耐水 Water resistant 30°C	耐水 Water resistant 60°C	De-lamination (%)
層壓材A Press-Lam A 3mm-thick veneer	48.5 A (3.9)	43.2 AB (1.8)	36.8 BC (2.1)	70 A (12)	79 A (9)	57 A (13)	1.6 (0.6)
層壓材B Press-Lam B 7mm-thick veneer	45.5 AB (3.6)	32.5 C (3.6)	30.8 C (2.7)	84 A (7)	64 A (9)	50 A (12)	10.3 (2.2)

①變方分析係以含水率換算爲12%爲準。

Variance analysis based on converted M.C. of 12%.

②試體數靜力彎曲及衝擊彎曲爲20，餘者爲10。

Number of specimens: 20 pieces for static bending and toughness, 10 pieces for the rest.

③平均值後註有相同字母者，表鄧肯氏新多變域檢定法測定結果差異在0.05水準不顯著。

Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level, according to Duncan's new multiple range test.

④括號內數值係標準誤。

Value in parenthesis represents standard error.

⑤變方分析結果差異在0.05水準不顯著。

Analysis of variance tests revealed no significant differences between treatments (at 0.05 level).

⑥變方分析結果差異在0.05水準顯著。

Analysis of variance tests revealed differences between treatments significant at 0.05 level.

塗裝性質 (Finishing Properties)

不論光澤度、粗糙度、以及漆膜剝離率，實木與層壓材之間，或層壓材A與B之間之差異在0.05水準均不顯著（表3）。此足顯示柳杉層壓材之塗裝性質與其實木相同。綜合比較光澤度，以實木平行木理方向爲最大，實木與層壓材A垂直木理方向最小，餘者居中；在粗糙度方面，以層壓材A垂直木理方向最大，平行木理方向最小，餘者居中。粗糙度大者，其剝離率亦大（如層壓材A）。

表 3 柳杉層壓材與實木淨材之塗裝性質試驗結果

Table 3 Results of finishing test for Cryptomeria Press-Lam and clear solid-sawn

試 材 Meterial	試體數 Number of specimens	光澤度② Gloss measurement (deg.)		平均粗糙度② Roughness average (μ″)		剝離試驗③ Peeling test (%)
		平行木理 Parallel to grain	垂直木理 Perpendicular to grain	平行木理 Parallel to grain	垂直木理 Perpendicular to grain	
實 木 Solid-sawn	10	10.7 A (0.3) ①	9.3 B (0.2)	30.5 C (1.9)	46.4 A (3.1)	4.4 (1.6)
層壓材 A Press-Lam A (3mm-thick veneer)	10	10.2 AB (0.3)	9.3 B (0.3)	29.3 C (1.7)	53.8 A (4.1)	8.3 (2.3)
層壓材 B Press-Lam B (7mm-thick veneer)	10	10.6 A (0.3)	9.8 AB (0.2)	34.8 BC (5.2)	44.6 AB (3.5)	2.9 (1.0)

①括號內數值爲標準誤。

Value in parenthesis represents standard error.

②平均值後註有相同字母者，表示鄧肯氏新多變域檢定法測定結果在0.05水準不顯著。

Comparable means followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level, according to Duncan's new multiple range test.

③變方分析結果差異在0.05水準不顯著。

Analysis of variance tests revealed no significant differences between treatments (at 0.05 level).

穩定性 (Stability)

該項試驗先以 26.6°C (80°F) ，30%相對濕度，繼之以 26.6°C ，90%相對濕度作兩個循環之調節處理後，所得尺寸變化之數據幾乎相同。然後將兩循環之數據平均，計算90%相對濕度之尺寸變化（膨脹）率。所得結果如表4 。各試材間之膨脹率（尺寸變化），不論寬度或厚度其差異在0.05水準均不顯著。此足顯示層壓材之穩定情形，與其實木相同。又，若單就平均值觀之，兩種層壓材之膨脹率均較其實木爲小；此亦似可顯示層壓材有較佳穩定性之傾向。

表 4　柳杉層壓材與實木淨材之形體穩定試驗結果

Table 4 Results of stability test for Cryptomeria Press-Lam and clear solid-Sawn

試材 Material	試體數 Number of specimens	膨脹率 Percent swelling (%)	
		寬度 ① Width	厚度 ① Thickness
實木 Solid-sawn	10	1.15② (0.10)	1.60② (0.10)
層壓材 A Press-Lam A (3mm-thick veneer)	10	1.01 (0.05)	1.43 (0.05)
層壓材 B Press-Lam B (7mm-thick veneer)	10	0.91 (0.06)	1.35 (0.09)

①變方分析結果差異在0.05水準不顯著。

Analysis of variance tests revealed no significant differences between treatments (at 0.05 level).

②括號內數值爲標準誤。

Value in parenthesis represents standard error.

製成率 (Yield)

層壓材對生（鮮）原木材積（Green bolt volume）之製成率爲40.9%。與美國林產研究所[4,12]將平均直徑 38cm 之南方松原木以旋切法製成層壓材之收率約爲60%相比，似嫌偏低。其主要原因爲：(1)本試驗所用之柳杉原木直徑小，平均僅22.4cm。在鋸製盤木或耳幅材（Flitches）時所切除之邊皮材（Slabs）以及單板修邊所切除之材邊（Edges）與可利用部份相比，佔有偏高之比率。前林試所以平均直徑 15.4cm 製造層壓材之收率僅 33.7%[1]。由此即可印證直徑愈小收率愈低。以旋切法製造層壓材亦然；Schaffer 等人[7]曾指出：層壓材之收率隨原木直徑之增加而提高。(2)本試驗因設備所限（無裁邊機），未能將單板逐片切邊以保留其最大寬度，乃依寬度概略分組，經疊合後以圓鋸切割之，其損耗率亦偏高。

表 5　柳杉層壓材之製成率

Table 5 Volumetric yield of Cryptomeria Press-Lam

原木 Bolt			單板厚度 Veneer thickness			乾單板①含水率 M.C. of dry veneer (%)	層壓材 Press-Lam	
直徑 Dia. (cm)	長度 Length (cm)	材積 Volume (m³)	乾燥前 Green (mm)	乾燥後 P. dried (mm)	收縮率 Shrinkage (%)		材積 Volume (m³)	製成率② Yield (%)
Ave. 22.4			Ave. 7.23	Ave. 6.87	4.89			
			Max. 7.36	Max. 7.17				
Max. 26.0	120	0.946	Min 7.05	Min. 6.62		14.3 (0.5) ③	0.387	40.9
			Ave. 3.18	Ave, 2.99	5.97			
			Max. 3.50	Max. 3.19				
Min. 21.0			Min. 3.02	Min. 2.90				

①試體數爲10。

Number or specimens: 10 pieces.

②對生原木材積而言。

For the green bolt volume.

③括號內數值爲標準誤。

Value in parenthesis represents standard error.

結論與建議 (Conclusions and Recommendaions)

1.柳杉可用以製造層壓材　。其製成率以平均直徑22.4cm計，約爲40.9%。

2.層壓材中雖含有生節、死節、與髓心等瑕疵，但其機械性質，除破壞係數，彈性係數以及縱向剪力稍遜於其實木淨材外，餘者之差異均不顯著。此足證明層壓材之加工方法有助於木材品質之提高。

3.除衝擊彎曲外，3 mm（11層）單板層壓材之機械性質均優於 7 mm（5層）者；其差異雖不顯著，但似可暗示降低單板厚度，增加單板層數，有助於層壓材品質之提高；再者，3 mm單板層壓材之膠合性質較 7 mm者爲優。

4.兩種層壓材之穩定性質與塗裝性質，均與其實木相同；兩種層壓材之間亦無顯著性之差異。

5.由於柳杉小徑木之木肌（Texture）中庸，原材多節，而邊、心材色澤對比，故製成層壓材後呈現可人之自然花紋。但因其材質較軟，比重小(0.426)，僅可用於製作書架，樹櫃等不易遭受碰撞之家具或或室內裝置。

6.爲拓展造林木之加工利用，宜再就杉木等作同類研究。

7.此一研究結果，有助於柳杉利用價值之提高。

Effect of Veneer Thickness on The Strength Finishing And Stability of Japanese Cedar Press-Lam

Sy-Yung Jai Ching-Yin Hwang Ming-Chung Lee

英文摘要 (English Summary)

In recent years, a major problem facing the forestry sector of Taiwan is to find profitable means of utilizing fast growing planted trees. The logs cut from these trees are often small, poorly formed, and contain many defects that make efficient processing and utilizing difficult. The Taiwan Forestry Research Institute devotes research effort toward finding new products and processes that will efficiently utilize small and lowgrade material. A promising product is Leucaena Press-Lam described in TFRI bulletin No. 372[1].

The objectives here were (1) to evaluate the feasibility of producing Cryptomeria Press-Lam with sliced thick veneer and using that Press-Lam as a atock for interior installation or cabinet making, and (2) to determine the effect of veneer thickness on the strength and stability of the Press-Lam.

Twenty 120cm-long Cryptomeria bolts (Table 1), average 22.4cm in diameter, and cut at thickness of 3mm and 7mm of green veneer (Table 5) were used in this experiment. The general processing technique used in this study was similar to that reported in TFRI bulletin No. 372[1] and consisted of slicing thick veneer from heated green flitches, press drying the veneer in less than 6 minutes, applying glue to the sheets, and laminating into the required configuration.

The results of this study indicated that:

1. It is feasible to use Cryptomeria bolts for manufacturing Press-Lam. Based on the average diameter of about 22cm, the net yield of dry product was about 40.9% (Table 5).
2. Although Press-Lam contained many defects (loose knots, sound knots, and pith), no statistically significant differences in compression, hardness, toughness, and fiber stress were found between treatments, with the exception of MOR, MOE, and shear strength which showed a significantly higher value of clear solid-sawn specimes over the Press-Lam. From this it is clear that the

Press-Lam process can produce better quality lumber from small diameter and low-grade logs.

3. Regarding the effect of veneer thickness, with one exception of toughness, Press-Lam A (3mm-thick veneer, eleven-ply) showed higher values in strength over Press-Lam B (7mm-thick veneer, five-ply); Although the differences were not significant at 0.05 level (Table 2), it appeared to indicate that the quality of the Press-Lam is incresed with the increase of laminations.
4. The stability and finishing properties of Press-Lam A and B were similar to those of clear solid-sawn; and no significant differences between Press-Lam A and B were noted (Table 3 and 4).
5. The texture of Cryptomeria Press-Lam is fine and moderately even. The color is ranging from dark-red to white, and mixed with knots which gives beautiful and natural figures on the surface. The wood is worked easily with hands and power tools and is fairly easy to finish; nevertheless it is light (averaging 480 kg/m^3) and soft, so, it can be only used for making cabinet, and core stock.

參考文獻 (Literature Cited)

1. 翟思湧、黃清吟、熊如珍、李銘鐘。1982，銀合歡層壓材之製造及其供作家具用料之可行性。林試所，試驗報告第372號。
2. Harpole, G. B. 1976. Assessing a Continuous Process to Produce Press-Lam Lumber. FPJ 26(8): 51-56.
3. Peters, C. C., A. F. Mergen and H. R. Panzer. 1972. Thick Slicing of Wood: Effects of Wood And Knife Inclination Angle. FPJ 22(9): 84-91.
4. Schaffer, E. L. 1972. FPL Examines New Structural Material: Press-Lam. Southern Lumberman. 3pp.
5. Shuler, C. E., D. A. Grant and R. C. Moody. 1979. Evaluation of Glued Laminated Beams of Eastern Spruce and Eastern Hemlock, FPJ 29(7): 23-27.
6. Youngquist, J., R. Jokerst, C. Eckelman, W. Hoover. 1981. Press-Lam: Research Finds A New Furniture Feedstock. Plywood & Panel Magazine. 3pp.
7. U.S.D.A., Forest Service Research Paper FPL 175 1972. Feasibility of Producing a High-Yield Laminated Structural Product: General Summary. 18pp.
8. U.S.D.A., Forest Service Research Paper FPL 178 1972. Feasibility of Producing a High-Yield Laminated Structural Product: Strength Properties of Rotary Knife-Cut Laminated Southern Pine. 12pp.
9. USDA Forest Service Research Paper FPL 279 1977. Press-Lam: Progress in

Technical Development of Laminated Veneer Structural Products. 26pp.

10. Harpole, G. B., L. W. Aubry. 1977. Economic Feasibility of Process for High-Yield Laminated Structural Products. USDA Forest Service Research Paper FPL 285. 22pp.

11. Youngquist, J., F. Brey, and J. Jung. 1977. Structural Feasibility of Parallel-Laminated Véneer Crossarms. USDA Forest Service Research Paper FPL 303. 12pp.

12. FPL Press-Lam Research Team. 1972. FPL Press-Lam Process: Fast, Efficient Conversion of Logs Into Structural Products. FPJ 22(11): 11-18.