

리기다소나무 單板積層材의 製造條件에 따른 物理的性質 및 塗裝性能^{*1}

朴相範^{*2} · 孔泳士^{*2} · 趙在明^{*2}

Suitable Conditions of Producing the LVL from Pitch Pine and its Paint Film Durability^{*1}

Sang Bum Park^{*2}, Young To Kong^{*2}, Jae Myeong Jo^{*2}

SUMMARY

This study was carried out to investigate the physical and mechanical properties, durability of adhesive bond and paint film for obtaining the basic data which were required to determine the suitability as a raw material for furniture of the laminated veneer lumber (LVL) with pitch pine (*Pinus rigida* Mill.)

The results obtained were as follows:

- 1) The proper pressing time for making the LVL was over 45 second per millimeter of LVL thickness.
- 2) The bending strength of the LVL was lower than that of the solid wood, but the compressive strength of the LVL was similar to that of the solid wood. The strength increased with the decrease of veneer thickness.
- 3) The impact bending absorbed energy of the LVL was 0 to 0.3 kg.m/cm² in the direction of parallel to the grain. The energy of the LVL was lower than that of the solid wood (0.68 kg.m/cm²).
- 4) In warm water soaking and cold-dry tests, delamination of adhered layers, surface crack, swelling, and color change were not found when the hot pressing time was over 45 second per millimeter of LVL thickness.
- 5) As a result of soak under vacuum test, shrinkage in the direction of parallel to the grain was about -1.0 percent and was about 3.0 percent in the direction of the perpendicular to the grain.
- 6) The film cracks on the LVL's surface after the wet and cold-dry test were not found at all.
- 7) In the use of the LVL for interior decoration, it was considered that the surface of the LVL be overlaid crossly with fancy veneers of birch and paulownia, etc. This cross overlaying methods have resulted in few cracks on the fancy veneer.

*1. 接受 1988年 10月 5日 Received October 5, 1988

*2. 林業研究院 Forestry Research Institute, Secu. 130-012, Korea

1. 緒 言

單板積層材는 木材의 欠陷에 의한 不均一性을 줄이기 위하여 原木을 單板으로 切削·乾燥한후 纖維方向을 通常 平行하게 接着하여 吸濕性을 보다 改良한 木質材料이다. 이러한 單板積層材는 小徑間伐材를 各種 製品의 部材로 혹은 最終製品으로 利用이 可能하기 때문에 木質資源의 利用率을 提高시키는 有用한 한 方便으로서 이미 널리 알려져 있다. 最近 軸材料(骨組材)나 板材料 모두 各種接着製品의 進出이 현저하다. 이러한 傾向은 需要者의 新製品 志向에 起因하기도 하나 原木의 低質化와 製品이 要求하는 性能의 高度化 및 變質化 등 周圍條件變化에 의한 當然한 結果이기도 하다.

한편 현재까지 合板, 특히 라왕 合板은 品質과 價格面에서 가장 適正한 板材料였으나, 最近 國內合板工業에 問題가 發生되고 있다. 東南아시아의 熱帶木材 生産國이 良質 原木의 輸出規制와 原木價格上昇으로 因하여 供給量이 점차 減少해 가고 있는 實情이다. 이의 原因은 原木 生産國이 自國 木材工業의 擴張, 雇傭增大 및 山林保護政策을 指向하고 있기 때문이다.

單板積層材는 製品의 收率이 높고 原木에서 製品까지의 工程이 時間적으로 짧으며 防腐·防虫 등의 藥劑處理가 容易한 特徵을 지니고 있다. 一般적으로 比重은 製材에 비해 약간 크고, 韌性係數, 曲強度, 引張強度는 普通이며, 橫引張強度는 극히 낮으며 割裂에 對한 抵抗性이 작고, 못박음에 의한 木口割裂이 생기기 쉽다.³⁾ Luxford(1944)¹⁰⁾는 最初로 Sitka Spruce 로타리單板으로 單板積層材를 製造하였고, Marra(1956)¹¹⁾는 木材乾燥餘熱을 利用한 LVL을 試作한 바 있으며, 美國 林產研究所에서는 로타리 切削單板을 加壓, 乾燥한 後 冷却前에 熱硬化接着하여 LVL을 製造하는 FPL Press-Lam法을 開發하였다.

單板積層材의 機械的 性質을 合板 및 素材와 比較한 研究가 많이 있으며¹²⁾ Schaffer(1972)

13) 등은 單板積層材의 收率向上을 위한 製造條件에 對하여 報告하였으며, Youngquist(1979)¹⁴⁾ 등은 低質材·小徑材 등으로 LVL을 製造할 수 있고, 製造法에 따라서는 品質과 製造費의 調節이 可能하다고 하였다. 倉田¹⁵⁾(1981) 등은 落葉松 LVL이 木材工業의 한 分野로서 確固한 位置를 確立하기 위해서는 製造技術 뿐 아니라 生産된 製品에 대한 用途開發의 必要性을 強調하고 LVL의 用途開發에 關한 日本의 研究動向과 앞으로의 可能性에 對해 詳細히 記述하였다.

井村(1985)¹⁶⁾ 등은 乾燥器에 의한 乾燥에너지를 節約코져 生單板을 利用한 生材接着을 試圖하였으며, 北村(1984, 1985)¹⁷⁾ 등은 LVL의 吸·防濕과 尺寸變化의 舉動을 究明하였다.

國內에서는 趙(1981, 1982)¹⁸⁾ 등이 落葉松 間伐材의 單板積層材에 의한 構造材 利用試驗에서 LVL에 對한 加工的, 機械的 諸性質을 究明하는 同時에 家具材로서의 適性試驗을 實施하였고, 또한 建築材로서의 實用性을 檢討한 바 있다.

本 研究는 樹脂成分과 용이가 많아 利用上 問題가 되고 있는 리기다소나무材 活用方案의 하나로써 單板積層材를 製造, 그 物理的, 機械的 性質에 의한 適正製造條件과 製造된 LVL의 塗裝性을 調査, 家具用材로서의 適合性 與否를 檢討코져 하였다.

2. 材料 및 方法

2.1. 供試材料

本 實驗에 使用된 供試木의 性狀은 Table 1과 같으며, 로타리레이스로 두께 2mm, 4mm의 單板을 製造使用 하였다.

2.2. 供試接着劑

供試接着劑로 尿素·멜라민共縮合樹脂와 페놀樹脂를 使用하였다. 尿素·멜라민共縮合樹脂는 白色粘稠液으로서 樹脂固形分 50.3%, 粘度

Table 1. Characteristics of sample tree

Species	D.B.H. (cm)	Tree age (yrs.)	Clear length (m)	Location
<i>Pinus rigida</i> Mill.	20-34	65	2	Kwangneung, Kyunggi-do

7.5poise, pH 8.6, 比重 0.6, 硬化時間 58秒, 포름알데히드 放散量 1.42ppm이었으며, 페놀樹脂는 濃赤褐色의 水溶性 接着劑로서 pH 10~12, 粘度 4.0poise, 樹脂固形分이 43%였다

2.3. 單板積層材의 製造條件

2.3.1. 尿素·멜라민樹脂의 接着條件

2mm, 4mm의 單板으로 最終두께 2.0cm의 積層板을 만들기 위한 製造條件은 單板 1mm 當 壓縮時間을 30, 45, 60秒로 變異를 주었고, 壓力 10kg/cm², 溫度 110°C, 接着劑塗布量은 兩面이 38g/(30cm²)로 一定하게 하였다. 樹脂 100部에 對해

增量劑로서 小麥粉 15部, 硬化劑로서의 NiCl₂ 0.5部를 添加하였다. 熱壓前 約 10分程度 冷壓을 實施하였다.

2.3.2. 페놀樹脂의 接着條件

增量劑로서 小麥粉을 接着劑의 10% 程度 使用하였으며 4mm 로타리單板을 3, 5, 7, 9, 11, ply가 되도록 接着하였다. 接着劑를 單板의 兩面에 塗布하고, 塗布量은 片面이 11g/(30cm²), 冷壓은 10kg/cm²로 45秒/mm 間하였으며, 熱壓條件은 10kg/cm² 60秒/mm間 140°C로 하였다.

2.4. 單板積層材의 品質調査

Table 2. Mechanical properties of Laminated Veneer Lumber by pressing time (urea-melamin copolymer adhesive)

Veneer thickness (mm)		2			4			Solid Wood
No. of plies (ply)		10			5			
Pressing time (sec/mm)		30	45	60	30	45	60	
Bending strength	Spl *1 (Kg/cm ²)	311±8	595±11	593±11	353±24	373±17	404±37	533±84
	MOR *2 (Kg/cm ²)	318±11	790±20	892±32	620±52	775±25	784±74	910±133
	MOE *3 (10 ³ kg/m ²)	86±7	116±14	138±11	92±14	100±14	110±13	108±21
Compression parallel to grain	Spl (Kg/cm ²)	351±20	428±22	451±28	241±41	272±21	348±27	379±51
	γ _{max} *4 (Kg/cm ²)	477±14	522±25	585±10	327±11	384±12	458±13	470±80
	MOE (10 ³ Kg/cm ²)	1.4±0.2	1.5±0.2	1.5±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1	1.6±0.1	-
Compression perpendicular to grain	Spl (Kg/cm ²)	68±3	82±2	91±5	42±6	54±4	59±2	42±5
	MOE (10 ³ kg/cm ²)	0.25±0.05	0.39±0.06	0.37±0.07	0.16±0.02	0.22±0.04	0.24±0.04	-

* 1) Spl: Stress at proportional limit

2) MOR: Modulus of rupture

3) MOE: Modulus of elasticity

4) γ_{max}: Maximum crushing strength.

製造된 LVL은 48時間 養生 後, 比重, 含水率, 靱強度, 壓縮強度, 衝擊 靱吸收에너지, 浸漬剝離, 寒熱反復, 塗裝性 등을 標準林業實施要領(合板의 品質 및 木材의 塗裝性 試驗要領)에 準하여 實施하였다.

3. 結果 및 考察

3.1. 壓縮時間과 強度性能

2mm, 4mm의 單板을 各各 10枚, 5枚씩 接着하여 最終 두께 20cm를 基準하여 製造하였다. 壓縮時間을 mm當 30, 45, 60秒로 變化시켜 製造한 LVL의 強度性能을 比較한 結果(Table 2) 靱強度는 全般的으로 素材에 比해 낮았다.

素材와 類似한 強度值을 얻기 위해서는 單板 두께 1mm當 45秒 以上의 壓縮時間이 要求되었다. MOR 값은 낮는데 反하여 MOE 값이 높아 素材보다 彈性이 優秀하였다. 2mm 單板으로 10ply하였을 때 縱壓縮強度는 素材보다 良好하였으나, 4mm 單板으로 5ply 接着하여 製造된 LVL은 素材에 比해 多少 낮았다. 이와같이 縱壓縮強度가 높아 LVL은 피아노, 卓子 등의 다리部分에 많이 使用될 수 있음을 나타내고 있다.

3.2. 單板의 積層枚數와 強度性能

4mm 모타리切削單板을 페놀樹脂接着劑로 積層枚數가 3, 5, 7, 9, 11枚인 LVL을 製作한 후, 積層枚數別 두께 變化에 따른 靱強度를 素材 및 合板과 比較한 結果는 Table 3과 같다.

페놀樹脂로 接着한 리기다소나무 LVL의 靱強度는 同一 두께의 素材에 比해 約 1/2程度이며 리기다소나무合板과는 비슷하였으나, 길이 方向과 幅方向의 強度差가 極甚하였다. LVL은 製造後 變形(너비굽음)이 發生하는 境遇가 많기 때문에, 이러한 變形(너비굽음)을 줄이기 위해 LVL單板構成時 主纖維方向과 直交되는 單板(cross band)을 插入하는 境遇가 많다. 요소·델라민樹脂로 接着한 LVL에 比해 페놀樹脂로 接着한 LVL(同一 두께의 單板과 同一 두께의 LVL)의 靱強度가 낮은 理由는 接着前 單板의 含水率을 適正 含水率(約 5%)보다 높은 狀態(約 10%)에서 接着하였기에 페놀樹脂의 硬化不良에 의한 것으로 思料되었다.

한편, LVL을 의자, 탁자, 家具 등의 用途로 使用하기 위한 性能評價의 一部로서 衝擊靱吸收에너지를 測定한 結果(Table 4), 單板의 積層枚數가 많아 질 수록 衝擊을 吸收하는 에너지가 높아지나 素材에 비하여는 크게 미치지 못하였다.

Table 3. Bending strength of the LVL by number of plies (phenol adhesive)

Number of plies (ply)	Thickness (cm)	M.C. (%)	Sp.gr.	Spl (Kg/cm ²)		MOR (Kg/cm ²)		Young's modulus	
				//*1	⊥*2	//	⊥	//	⊥
3	0.8	12.0	0.60	240.8	12.0	385.8	34.2	46.9	7.0
5	1.3	13.6	0.58	324.2	17.9	546.5	28.2	74.8	3.1
7	1.9	14.5	0.57	328.9	20.3	417.3	34.8	58.9	3.7
9	2.4	14.1	0.61	233.4	24.7	558.6	30.0	63.6	3.9
11	3.0	13.2	0.57	215.2	29.3	548.3	42.3	43.3	4.2
Solid Wood	3	12	0.54	533	-	910	-	108	-
Plywood	1.1	10.1	0.57	-	-	531.9	424.7	72.1	49.6

* 1) //: Parallel to surface grain.

2) ⊥: Perpendicular to surface grain

3) Other abbreviations are the same as shown in Table 2.

Table 4. Impact bending absorbed energy of LVL (phenol adhesive)

Number of plies (ply)		3	5	7	9	11
Thickness (cm)		0.9	1.4	1.9	2.5	3.1
Impact bending absorbed energy (Kg.m/cm ²)	//	0.21	0.29	0.19	0.24	0.30
	⊥	-	-	0.03	0.03	0.05

* 1) Solid Wood: 0.68 Kg.m/cm²
 2) //, ⊥: same as shown in Table 3.

即, LVL은 素材에 比해 瞬間的인 衝擊을 吸收할 수 있는 힘이 매우 弱하여 두께 2.5cm의 境遇 纖維直角方向(⊥)은 0.03kg·m/cm², 纖維方向은 0.24kg·m/cm²으로 0.68kg·m/cm²인 素材보다 衝擊吸收에너지가 매우 낮았다.

3.3. 浸漬剝離處理

單板두께別, 壓縮時間別 요소·멜라민樹脂로 製造된 LVL 試片(75×75mm)을 70±3℃의 溫水에 2時間 浸漬한 後, 60±3℃의 恒溫器에서 含水率 8% 以下까지 乾燥하였을 境遇, 接着層의 剝離數, 接着層의 剝離程度를 測定한 結果는 Table 5와 같다.

2mm 單板의 境遇, 壓縮時間을 60秒/mm로 하면 接着層의 剝離가 觀察되지 않았고, 4mm 單板의 境遇, 壓縮時間이 45秒/mm 以上이면 剝離가 全

然없었다.

한편, 페놀樹脂의 境遇 Table 6과 같이 縱方向(纖維方向)은 變動이 거의 없었으나 橫方向으로의 收縮率은 1.2~2.7%였으며, 接着層에서의 剝離는 全然 觀察되지 않았다.

3.4. 寒熱反復處理

요소·멜라민樹脂를 使用하여 製造된 LVL 試片(15×15cm)을 80±3℃에서 2時間 放置한 後, 20±3℃에서 2時間 冷却하는 過程을 2회 反復한 後, 室溫에 放置한 다음 接着層의 剝離數와 剝離程度, 表面割裂, 부풀음, 變色等을 調査한 結果는 Table 7과 같다. 2mm 單板으로 10ply한 境遇 60秒/mm 以上이면 接着層의 剝離가 없으며 表面割裂, 부풀음, 變色 等도 發生되지 않았다.

페놀樹脂로 接着한 LVL의 寒熱反復試驗 結

Table 5. Delamination of glue line in LVL by warm water soaking (urea-melamin adhesive)

Veneer thickness (mm)		2			4		
Number of plies (ply)		10			5		
Pressing time (sec/mm)		30	45	60	30	45	60
Delamination number (No.)	//	1	2	0	1	0	0
	⊥	2	1	0	1	0	0
Delamination degree	//	severe	severe	trace	moderate	trace	trace
	⊥	severe	moderate	trace	moderate	trace	trace

* 1) specimen: 7.5 x 7.5 cm
 2) // & ⊥: same as shown in Table 3
 3) The lamination number and degree were measured at each glue line of specimen surface.

Table 6. Shrinkage and delamination of glue line in LVL by warm water soaking (phenolic adhesive)

Number of plies (ply)	Shrinkage (%)		Delamination number (No.)	Delamination degree
	//	⊥		
3	0.1	2.7	None	Trace
5	-0.2	1.5	None	Trace
7	-0.2	1.2	None	Trace
9	0.1	1.3	None	Trace
11	-0.1	1.5	None	Trace

* 1) // & ⊥: same as shown in Table 3.

Table 7. Cold & dry test results of the LVL (urea-melamine adhesive)

Veneer thickness (mm)		2			4		
Number of plies (ply)		10			5		
Pressing time (sec/mm)		30	45	60	30	45	60
Delamination	//	moderate	trace	trace	moderate	trace	trace
	⊥	moderate	trace	trace	trace	trace	trace
Surface crack		trace	None	None	moderate	moderate	None
Swelling		little	None	None	little	None	None
Color change		None	None	None	None	None	None

* 1) // & ⊥: same as shown in Table 3.

Table 8. Cold-dry test results of the LVL (phenolic adhesive)

Number of plies (ply)	Shrinkage (%)		Delamination degree	Surface crack	Swelling	Color change
	//	⊥				
3	0.3	0.6	None	None	None	None
5	0.2	0.5	None	None	None	None
7	0.2	0.7	None	None	None	None
9	0.1	1.1	None	None	None	None
11	-1.3	0.9	None	None	None	None

* 1) // & ⊥: same as shown in Table 3.

果(Table 8) 橫方向으로의 收縮이 縱方向보다 甚하였으나, 接着層의 剝離現象은 觀察되지 않았다. 表面의 割裂은 리기다소나무 로타리 切削

單板 自體가 本來부터 지니고 있었던 것 以外의 割裂은 더 以上 進行되지 않았으며 부풀음 및 變色도 發生하지 않았다. 4mm 單板을 3枚 接着

한 境遇, 表面의 갈라진 틈으로 두번째 層의 接着劑가 배어나와 若干의 붉은색을 나타내는 것도 있었으나 그다지 甚하지는 않았다.

3.5. LVL의 塗裝性

페놀樹脂로 製造된 LVL을 外粧用으로 使用할 境遇의 塗裝性을 評價하기 위하여 5cm×5cm로 切斷한 LVL 試片의 表面에 酸硬化型 aminoalkyd 樹脂塗料를 붓으로 2回 塗裝 後, 常溫에서 乾燥시킨 다음, 蒸溜水를 넣은 플라스틱 桶에 試片을 迅速히 담그고 15mmHg의 減壓下에서 4分間 浸漬한 後, 60°C의 恒溫乾燥器에서 24時間 乾燥하는 것을 1cycle로 하여 5cycle 實施하였다. 5cycle 後, 乾燥된 LVL의 表面에 發生된 割裂을 擴大鏡(約5倍)으로 觀察하였다. 한편

LVL을 內裝用으로 使用할 境遇, 表面의 塗裝性試驗으로서 上記의 aminoalkyd 樹脂塗料를 2回 塗裝 後, 乾燥한 다음 23°C, 95%RH 下에서 24時間 調濕, -20°C에서 5時間 冷却, 60°C의 恒溫乾燥器에 19時間 乾燥하는 것을 1cycle로 30cycle을 實施하여 塗膜割裂을 觀察한 結果는 Table 9와 같다.

減壓下에서 浸漬한 結果, 收縮은 橫方向이 甚하였으며 積層枚數가 增加될 수록 塗膜割裂은 減少하였으나 11枚인 境遇, 塗膜割裂이 다시 增加하는 傾向을 보였는데, 이는 塗裝된 表面의 缺陷이라기 보다 LVL 自體의 收縮率의 差異때문인 것으로 思料 되었다. 濕冷乾燥試驗의 結果, 塗膜의 割裂은 전혀 發生하지 않았으나 로타리切削單板 自體의 割裂이 表面에 나타나므로

Table 9. Paintability of the LVL (phenolic adhesive)

Number of plies (ply)	Thickness (mm)	Sp.Gr	M.C. (%)	Shrinkage after soak under vacuum-dry test (%)		Film cracks			
						Wet-cold-dry test after 30 cycles		Soak under vacuum-dry after 5 cycles	
				//	⊥	No.	Length (cm)	No.	Length (cm)
3	7.9	0.60	12.1	-1.2	3.7	None	0	4	0.9
5	13.3	0.58	13.2	-0.9	2.2	None	0	1	1.2
7	19.1	0.57	12.8	-0.7	2.5	None	0	0.8	0.7
9	24.0	0.61	13.4	-2.0	3.1	None	0	1.2	1.4
11	30.8	0.57	13.7	-2.0	4.1	None	0	4	3.6

* 1) // & ⊥: same as shown in Table 3.

Table 10. Paintability of the fancy veneer-overlaid LVL (phenolic adhesive)

Veneer for overlay	Shrinkage (%)		Film cracks		Remarks
	//	⊥	No.	length (cm)	
Oak	0.4	-0.3	4.8	9.1	Soak under vacuum test (5 cycles): 150mmHg, 4min. - 60°C, 24 hr.
Birch	-0.2	1.8	0.2	0.5	
Paulownia	-0.5	-0.6	0	0	

* 1) Adhesive used in fancy veneer adhesion on LVL were polyvinyl acetate resin (PVAc).

2) // & ⊥: same as shown in Table 3.

로 全般的으로外觀은 좋지 않았다.

3.6.化粧單板 附着 LVL의 塗裝性

리기다소나무는 單板切削時 表面의 割裂 發生이 많고, 용이가 많아 이를 補完하기 위하여 LVL의 表面에 常溫硬化型 醋酸비닐樹脂接着劑를 利用하여 市販의 참나무(수입 Red oak), 자작나무, 오동나무의 0.2mm 單板을 附着한 後, 酸硬化型 aminoalkyd樹脂塗料을 붓으로 2回 塗裝 後, 前述한 眞空浸水試驗을 實施한 結果, 오동나무單板의 境遇, 塗膜割裂이 전혀 發生하지 않았으나 導管孔이 發達된 참나무 單板에서는 塗膜割裂이 많이 發生하였다.

化粧單板을 LVL에 接着時, LVL의 表面 纖維方向과 化粧單板의 纖維方向을 平行(//)하게 接着하는 것보다 直交(⊥) 接着하는 것이 同一樹種의 化粧單板을 使用하였을 境遇 化粧單板의 割裂發生이 激減되고, 또 表面 附着性도 良好하였다.

落葉松 LVL을 塗料 등으로 表面을 被覆하거나 含浸시킨 北村(1985)¹⁾ 등의 報告에 의하면, 樹脂成分을 多量으로 含浸시켜도 耐候性的의 向上은 期待에 미치지 못하고, 오히려 表面 가까이에 存在하는 少量의 樹脂成分이 耐候性에 有効하다고 한 事實로 判斷해 볼 때, LVL의 치수 變化와 表面保護를 위해 보다 根本的인 處理技術의 開發이 더욱 要求되었다.

4. 摘 要

리기다소나무 單板積層材(LVL)의 家具用材로서의 適合成 與否를 判斷하기 위한 基礎資料를 提供하고자 요소·멜라민樹脂와 페놀樹脂接着劑를 使用하여 單板積層材를 製造, 그 物理的, 機械的 性質, 接着耐久性 및 塗裝性能을 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 리기다소나무 LVL 製造를 위한 適正壓縮時間은 單板두께 1mm當 45秒 이상이 要求되었다.

2. 휨強度는 素材에 비해 낮았으나 壓縮強度는 비슷하였고 單板의 두께가 얇을 수록 強度는 增加하는 傾向이었다.

3. 衝擊흡收到에너지는 두께 2.5cm의 境遇 纖維直角方向(⊥)이 $0.03\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$, 纖維方向이 $0.24\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ 으로 $0.68\text{kg}\cdot\text{m}/\text{cm}^2$ 인 素材에 비해 매우 낮았다.

4. 熱壓縮時間을 45秒/mm 以上으로 하면 浸漬剝離 및 寒熱反復試驗時, 接着層의 剝離, 表面割裂, 부풀음, 變色 등이 發生하지 않았다.

5. 眞空浸水試驗의 結果, 纖維方向으로의 收縮率은 約 1.0%, 纖維直角方向(橫方向)은 約 3%였으며, 1~4個 程度의 表面割裂이 觀察되었다.

6. 濕冷乾燥試驗에 의한 리기다소나무 LVL의 塗膜割裂은 전혀 觀察되지 않았다.

7. 리기다소나무 LVL을 內粧用으로 使用할 境遇, 附着用化粧單板으로서는 單板自體의 割裂이 적은 單板을 使用하여야 하며 附着用化粧單板과 LVL의 表面이 서로 直交되도록 接着해야 表面割裂의 發生이 적고 表面附着性이 向上되었다.

結論적으로 리기다소나무 LVL은 接着性은 매우 良好하였으며 휨強度, 壓縮強度 및 衝擊흡收到에너지 등은 家具材料로서 適正水準이었으나 單板自體의 용이 및 割裂로 인해 家具材料로 使用할 境遇, 品質이 좋은 單板 즉, 化粧單板 등으로 表面을 改善해야 할 것으로 생각되었다.

參 考 文 獻

1. 有馬考禮, 大態幹章. 1973. 單板積層材의 製造와 材質에 關する 研究(第1報)-2, 3의 機械的 性質에 關하여, 木材工業 28(6):19-21
2. Echols, R.M. and R.A. Currier. 1973. Comparative properties of douglas-fir boards made from parallel laminated veneers vs solid wood Forest Prod J. 23(2):43-47

3. FPL press-lam research team. 1972. FPL press-lam process:Fast efficient conversion of logs into structure products. Forest Prod. J. 22(1):16-23
4. 井村純夫, 佐藤光秋, 峯村伸哉, 高谷典良. 1985. 生材 LVL製造の試み, 林産試月報 No. 397:1-6
5. 趙在明, 丁丙載, 李鎔大, 姜大憲, 丁斗鎮, 鄭相基. 1981. 落葉松 綜合 利用 試驗-落葉松 間伐材의 單板積層材에 의한 構造材 利用試驗(Ⅰ) 林業試驗場 研究報告 No. 28:53-72
6. 趙在明, 丁丙載, 李鎔大, 姜大憲, 丁斗鎮. 1982. 落葉松 綜合 利用 試驗-落葉松 間伐材의 單板積層材에 의한 構造材 利用試驗(Ⅱ) 林業試驗場 研究報告 No. 29:125-176
7. 北村維朗, 眞田康弘, 森泉 周. 1985. カラマツLVLの水に対する性質(第2報)-吸・放濕と寸度變化-林産試月報 No. 396:1-10
8. 北村維朗, 眞田康弘, 森泉 周. 1985. カラマツLVLの水に対する性質(第3報)-1年間の屋外暴露にする寸法變化と各種保護處理の効果, 林産試月報 No. 398:1-12
9. 倉田久敏, 小倉高規. 1981. カラマツLVLの用途開發-全體的な方向づけ-林業試月報 No. 358:7-14
10. Luxford R.F. 1974. Strength of glued laminated sitka spruce made up of rotary cut veneer USDA For. Serv. Res. Pap. 1512 For. Prod. Lab. Madison. Wis.
11. Marra, G.G. 1956. Development of a method for rapid lamination of lumber without the use of high-frequency heat. Forest Prod. J. 6(3):97-104
12. 森泉 周, 高橋利男. 1986. 單板積層板(LV-B)の強度性能(第1報)-單板構成による曲げ強度性能-林産試月報 No. 418:1-21
13. 日本材料學會 木質材料部門委員會. 1982. 木材工學辭典, 工業出版:366
14. Schaffer, E.L., R.W. Jokerst, R.C. Moody, C.C. Peters, J.L. Tschernitz and J.J. Zahn. 1972. Feasibility of producing a high-yield laminated structural product:General summary. USDA. For. Serv. Res. Pap. F. P.L. 175. For. Prod. Lab. Madison. Wis.
15. Youngquist, J.A. and B.S. Bryant. 1979. Production and marketing feasibility of parallel laminated veneer products.Forest Prod. J.29(8):45-48.