

푸라타누스와 羅王單板을 構成한 合板의 性質에 關한 研究^{*1}

李 弼 宇^{*2}

A Study on the Properties of Plywoods Constructed by Sycamore and Lauan Veneer^{*1}

Phil Woo Lee^{*2}

This study was carried out to exploit and utilize the exotic American Sycamore(*Platanus occidentalis*) grown in Korea as a veneer species for plywood manufacture. At present most parts of veneer logs used in Korea were depended entirely upon the genus Shorea woods(lauan logs) imported from Southeast Asia region.

To decrease manufacturing cost and save imported lauan veneer logs, the effects on properties affecting to the six types of plywood made from proper veneer constructions composed by domestic American Sycamore and imported lauan veneers were compared and discussed. The study has important meanings for the promotion of plywood manufacture by domestic materials. Important items dealt with this study were dry and wet shear strength, moisture contents, specific gravities, and bending strength. By the results and discussions it may be summarized as follows:

1) In dry shear strength platanus(sycamore) core lauan plywood was shown most excellent strong result, and next orders were all lauan plywood, platanus faced lauan plywood, lauan core platanus plywood, lauan faced platanus plywood, and all platanus plywood. There was no difference between platanus core lauan plywood and all lauan plywood, but the differences between those plywoods and the other types of plywood were recognized.

2) In wet shear strength platanus core lauan plywood was shown excellent result the same as dry strength. The difference between platanus core lauan plywood and the other types of plywood was shown, but among the other types of plywood except platanus core lauan plywood were not recognized.

3) The differences among moisture contents according to the veneer construction were not recognized.

4) The plywood constructed by two or more sheets of lauan veneer was shown lower specific gravities than the plywood constructed by two or more sheets of platanus veneer. It is believed that this tendency due to the original specific gravities of veneer before construction.

5) The differences among specific gravities of lauan core platanus plywood, all platanus plywood and lauan faced platanus plywood were not recognized, and like this analyzed result among platanus core lauan plywood, all lauan plywood and platanus faced lauan plywood were not recognized. Accordingly it is believed that the differences are not shown among the plywoods constructed by two or more veneers of same species.

6) In bending strength platanus core lauan plywood was shown most excellent values. Next orders were all lauan plywood, platanus faced lauan plywood and the other types of plywood. The differences among the plywoods constructed by two or veneers of lauan were shown, but not shown

^{*1} Received for Publication on March. 9, 1976.

^{*2} 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon

among the plywoods constructed by two or more veneers of platanus.

이 研究는 外來樹種인 우리나라產 푸라타누스(*Platanus occidentalis*)를 合板用單板樹種으로 開發利用하기 爲해서 着手하였다. 現在 우리나라에서 使用하고 있는 合板用材는 全的으로 東南亞地域產인 Shorea(羅王)屬의 木材에 依存하고 있는데 導入原木을 節約하고 製造原價를 내리기 爲해서 이들 導入羅王材에다 國產푸라타누스材를 構成加工함으로써 合板의 性質에 미치는 影響을 考察하였다. 이 研究는 合板의 國產化를 促進시키는데도 重要的 意味를 가지고 있다.

本 研究에서 取扱한 重要的 調查項目은 常態接着力, 耐水接着力, 含水率, 比重, 그리고 曲強度等인데 結果를 分析하고 考察한바를 土臺로하여 얻은 結論은 다음과 같다.

1) 常態接着力은 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 結果를 나타내었고 그 다음으로 나타난 接着力順位는 純羅王合板, 푸라타누스表板羅王合板, 羅王中板푸라타누스合板, 羅王表板푸라타누스合板 그리고 純푸라타누스合板이었다. 또 이들 構成合板에 있어서 푸라타누스中板羅王合板과 純羅王合板 사이에는 差異가 없었으며 이 두 合板과 다른 種類의 合板사이에는 差異가 있었다.

2) 耐水接着力은 常態接着力과 똑같이 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 接着力을 나타내었으며 다른 種類의 構成合板과 差異가 있었다. 그러나 푸라타누스中板羅王合板을 除外하고 다른 種類의 構成合板사이에는 差異가 없었다.

3) 含水率은 單板構成에 따른 合板의 種類사이에 差異가 認定되지 않았다.

4) 比重에 있어서는 羅王單板二枚以上을 構成한 合板이 푸라타누스單板二枚以上을 構成한 合板보다 낮은 値를 나타내었는데 이것은 構成前 單板自體의 比重에 基因한다고 믿어진다.

5) 單板構成에 따른 合板種類間의 比重은 羅王中板푸라타누스合板, 純푸라타누스合板, 羅王表板푸라타누스合板사이에 差異가 없었으며 푸라타누스中板羅王合板, 純羅王合板 그리고 푸라타누스表板羅王合板사이에 差異가 없었다. 따라서 二枚以上이 같은 樹種의 單板으로 構成하는 合板사이에는 差異가 없다고 믿어진다.

6) 曲強度는 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 値를 나타내었고 다음은 純羅王合板, 푸라타누스表板羅王合板, 그리고 其他 構成合板의 順이었다. 또 羅王單板二枚以上을 構成한 合板사이에는 모두 差異가 있었으나 푸라타누스單板 二枚以上을 構成한 合板사이에는 差異가 없었다.

緒 言

우리나라 合板工業의 建전한 發展은 무엇보다도 外材에 의존하고 있는 原木을 어떻게 確保하느냐 하는 것이 가장 重要的 問題로 되어 있다. 其間 政府의 原資材國產化政策에 따라 合板加工에 있어서도 主資材인 原木을 除外하고 副資材는 接着劑의 原料인 尿素, 메라민, 포르마린을 비롯하여 接着增量材料, 메타놀, 겐테이프 등에 이르기까지 相當量이 國產으로 代替됨에 따라 어느程度 成功을 거두었다고 生覺한다. 그러나 主資材인 原木은 現在 合板用으로 할 수 있는 國產大徑木이 潤雜木인 몇가지 樹種으로 局限되어 있고 이들이 무늬목으로 切削되어 후로링板等の 表板으로 少量이 活用되고 있을 뿐이어서 國產原木의 充分한 供給은 요원한 實情이다.

지금까지 우리나라에서는 合板用原木으로 東南亞地域産인 메란티, 세레야, 라왕等 값이 비싼 外材를 導入하여 使用하여 왔다. 특히 最近에는 世界的인 資源

波動으로 因해서 輸出國의 까다로운 制限과 各國마다 資源確保를 겨냥한 치열한 경쟁등 與件의 變化로 合板用原木의 確保에는 적지않은 難點이 따를 것으로 예상된다. 따라서 우리나라 合板工業에 있어서 우선적으로 解決하여야 할 問題는 빠른 時日內에 國產原木을 利用하는 合板의 國產化를 達成하는 일일 것이다.

그러나 國產原木의 大量供給은 短期間內에 解決할 수가 없는 것이므로 우선은 導入原木을 節約하기 爲한 方案으로 速成樹로서 現在 生産하고 있고 또한 短期間內에 增殖可能한 國產樹種과 導入樹種을 함께 構成시켜서 合板을 加工한다면 相當量의 導入原木을 節約할 수 있을 것이라고 生覺한다. 뿐만 아니라 國產材를 利用하게 됨으로써 거의 全量을 外材에 依存하고 있는 狀態에서 合板의 國產化를 相當한 水準까지 達成하게 될 것이다. 또 導入原木에 값이싼 國產原木을 混用하여 合板을 加工함으로써 製造原價를 내릴수가 있어서 經濟的으로도 큰 意味를 지니고 있다고 生覺한다. 그리고 異樹種의 單板들로 構成하는 合板의 加工法은 國內外를 막론하고 學術的으로도 取扱한 研究가 거의 없으므로

로開發價値가 매우 큰 研究課題라고 믿어진다.

本研究에서는 速成樹로서 肥大生長이 매우 優秀한 푸라타누스를 國產原木으로 利用하고 導入羅王材를 함께 構成시켜서 合板을 加工하는 技術을 開發함으로써 合板의 國産化를 促進하고 經濟的인 面뿐만 아니라 技術的으로나 學術的인 面에서도 큰 成果를 期待할 수가 있을 것이다.

研究史

合板의 接着에 關한 研究는 報告된 것이 매우 많지만 本研究와 關連해서 合板의 製造原價를 내리기 爲해서 시도하고 있는 研究로는 接着劑에 增量材料를 混合하여 加工하는 方法과 低質材料를 構成單板으로 利用하는 方法等 두가지 面에서 研究開發하고 있다.

이 중에서 첫번째 方法인 增量材料를 接着劑에 混合하여 增量함으로써 나타나는 合板의 性質에 關한 研究結果는 대단히 많기 때문에 이것들을 모두 整理하여 報告하기는 어렵다. 그러나 重要的 것만을 簡單히 소개하면 Olson(1955)이 尿素樹脂에 호도껍질 粉末을 增量한 研究를 行한바 있고 Olson과 Blomquist(1956)는 리솔시놀樹脂에 역시 호도껍질 粉末을 增量하여 溫度에 따른 接着強度를 研究한바 있으며 Cole와 Roscoe(1957)는 메라틴樹脂에 호도껍질을 混合하였을 때 誘電性을 調査한바 있다. 또 Bruce, Olson, Black, Rauch(1960)는 石炭酸樹脂에, Schaeffer(1966)는 리솔시놀樹脂에, Tellman, Kutscha, Soper(1967)와 Simpson, Soper(1964) 등은 포리비닐 아세테이트 에멀전에 그리고 Miller와 George(1968)는 尿素樹脂에 各各 호도껍질 粉末을 填充劑로 增量하는 方法을 取扱한바 있다. 한편 Blomquist와 Olson(1957), Bergin(1962), Blomquist와 Olson(1964), Bergin과 Godin(1971) 등은 增量劑로서 밀가루를 利用하여 接着에 미치는 結果를 報告한바 있으며筆者(1973)는 合板의 製造單價를 내리기 爲한 한 方法으로 고구마, 감자 및 돼지감자의 粉末을 接着增量劑로 利用하는 試驗을 行하여 小麥粉의 增量效果와 比較分析한바 있다.

合板의 製造單價를 내리기 爲해서 異樹種과 함께 構成시키거나 低質材料를 中板으로 利用하는 研究로는 Toole(1947)가 포푸라木材를 中板材로 利用하는 方法을 研究取扱한바 있으며 Peck와 Selbo(1950)는 Red wood와 Yellow poplar를 家具板材의 中板으로 利用하는 試驗을 比較取扱한바 있다. Eickner(1973)는 Flush door를 만드는데 있어서 中板과 表板을 다른 樹種이나

材料로 구성시켜서 耐熱性에 關한 研究를 한바 있고 Lutz와 Jokerst(1974)는 純참나무 單板으로 구성한 合板과 포푸라를 中板으로 구성한 참나무合板 그리고 純포푸라單板으로 구성한 合板의 接着力을 試驗比較하였을뿐만 아니라 針葉樹材와 闊葉樹材로 구성하는 合板의 製造可能性을 제시하여 報告한바 있다. 또 Jokerst와 Lutz(1974)는 異樹種으로 構成하는 合板인 Oak-cottonwood plywood의 製造에 있어서 石炭酸樹脂의 最低硬化時間을 究明하여 報告한바 있다.

著者(1975)는 合板用導入羅王材에다 國產 푸라타누스材를 混合 구성하여 나타나는 合板의 性質에 關한 에 비연구를 實施한바 있는데 푸라타누스單板을 中板으로 利用하여 羅王合板을 加工하였을 때 純羅王合板에 比較하여 接着力, 比重, 含水率 등에서 손색이 없는 結果를 究明한바 있어서 本研究에서 이와같은 結果를 細密히 分析하여 考察하고자 한다.

材料와 方法

I. 試驗材料

單板…本研究에서 試驗用 合板加工에 利用한 外材單板은 仁川市所在 大成木材工業株式會社에서 表板 및 中板用으로 丸剝切削한 羅王單板을 入手하여 使用하였다. 入手당시 單板의 두께는 0.9mm였고 含水量은 約 11%程度였다. 한편 導入羅王單板과 함께 構成할 國產材로는 水原産 34年生의 푸라타누스(양미즘나무: *platanus occidentalis*)木을 採取하여 利用하였는데 原木徑(D.B.H.) 41.7cm, 年輪幅 12.26mm의 것을 길이 35cm로 토막자름을 하여 丸剝切削을 爲한 前處理를 實施하였다. 前處理條件은 原木토막을 48時間 水浸한 後에 90°C에서 12時間을 處理하고 小型 Rotary lathe에 걸어서 이미 入手한 羅王單板의 두께와 같은 0.9mm로 丸剝切削하여 必要한 푸라타누스의 單板을 準備하였다.

接着劑…接着에는 尿素樹脂를 使用하였는데 製造條件은 尿素 1 mol. : 포름알데히드 1.8 mol. : 데타논 1.3 mol.比率로 實驗室에서 反應시켜 合成하였다. 이와같이 만든 尿素樹脂는 樹脂率 45%로서 未濃縮狀態로 글루를 調製하였다. 接着글루는 未濃縮尿素樹脂 100部에 小麥粉 20部, 水 20部, 그리고 硬化劑로는 10%鹽化亞鉛水溶液 15部를 混合하여 使用하였다.

II. 試驗 方法

合板製造條件과 單板構成…準備된 單板은 含水量 7~8%로 調節하고 冷壓 12kg/cm²(20~25分), 熱壓 14kg/cm²(2.5分)를 적용하였으며 이때 熱板溫度는 120°C를

Table 1. The constructions of plywoods and numbers of test samples

Plywood type	Plywood name	Construction			Manu. plywood (Sh.)	Numbers of test samples				
		Face	Core	Back		Shear strength		M.C.	Sp. Gr.	Bending
						Dry	Wet			
I	All lauan plywood	L**	L	L	10	15(5)	***15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
II	Platanus core lauan plywood	L	S*	L	10	15(5)	15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
III	Platanus faced lauan plywood	S	L	L	10	15(5)	15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
IV	Lauan faced platanus plywood	L	S	S	10	15(5)	15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
V	Lauan core platanus plywood	S	L	S	10	15(5)	15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
VI	All platanus plywood	S	S	S	10	15(5)	15(5)	15(5)	15(5)	10(5)
	Total				60	90	90	90	90	60

()*** : Sampled plywood sheets. 3 samples cut from one plywood sheet.
 L** : Lauan veneer. S* : Sycamore veneer.

그리고 塗付量은 30±1gr/ft²(中板에만 兩面塗付)의 條件으로 크기 18×25cm²의 合板을 實驗室에서 Hydraulic laboratory press를 利用하여 製造하였다. 이 試驗에서 羅王單板과 푸라타누스單板을 利用하여 構成한 plywood type와 주어진 合板의 名稱 그리고 準備한 項目別 試驗片의 總數를 表示하면 Table (1)과 같다.

試驗片의 配置와 分析... Table (1)에 表示하고 있는 바와 같이 plywood type別로 10個씩 製造한 總60個의 合板은 各種 試驗을 爲해서 室內에 1週間 以上을 放置하여 두었다. 이 중에서 試驗片의 配置를 五反覆으로 하기 爲해서 모든 調査項目에서 plywood type別로 5枚씩의 合板을 random으로 取하여 이곳으로부터 各己 必要한 試驗片을 떼어서 各試驗區에 配置하였다. 따라서 調査項目마다 plywood type別로 5枚의 合板이 自動적으로 5反覆이 되도록 하였다. 試驗片의 配置數는 常態 및 耐水接着力, 含水率 그리고 比重은 3個의 試驗片을 또 曲強度는 2個씩의 試驗片을 떼어서 各試驗區마다 配置하였다.

以上과 같이 配置한 試驗結果를 反覆別로 平均値를 내어 푸라타누스와 羅王材를 構成單板으로 製造한 plywood type間을 比較分析하기 爲해서 常態接着力, 耐水接着力, 含水率, 比重 및 曲強度等 調査項目에서 分散分析을 하였으며 type間的 有意差를 檢定하기 爲해서 Duncan test를 實施하였다.

接着力試驗... 常態接着力과 耐水接着力을 實施하였는데 常態接着力은 室內에 一週間放置한 合板으로부터 試

驗片을 떼어 直時 Riehle 1,000LBS의 Shot type plywood testing machine을 利用하여 接着力을 測定하였다. 한편 耐水接着力(溫冷水浸漬試驗)은 60±3°C의 溫水中에 試驗片을 3時間同安 浸漬시킨다음 25°C의 常溫狀態의 水中에 30分間 다시 浸漬시켰다가 接着力을 測定하였다. 常態 및 耐水接着力을 求하는데 利用한 計算式은 다음과 같다.

$$\text{常態接着力(kg/cm}^2\text{)} = \frac{p}{b \times h} \times 0.9$$

$$\text{耐水接着力(kg/cm}^2\text{)} = \frac{p}{b \times h}$$

p : 最大荷重

b : 接着面の 幅

h : 接着面の 길이

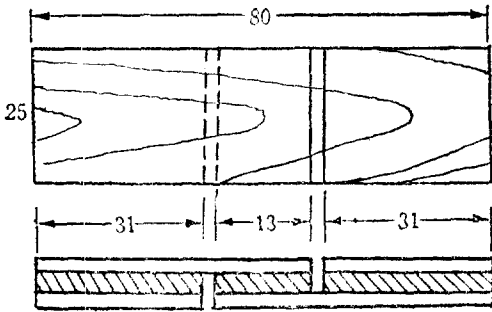
含水率, 比重 및 曲強度... 合板의 含水率은 全乾重量法을 利用하여 測定하였는데 sample size는 2.5×5cm의 것으로서 乾燥器에 넣은 다음 100~105°C의 狀態에서 乾燥를 進行시켜 恒量에 到達한 것을 다음 ①式을 利用하여 含水率을 計算하였다. 比重에 있어서는 氣乾比重을 測定하였는데 sample size는 含水率測定用과 같은 것을 使用하였으며 다음 ②式에 따라서 比重을 計算하였다.

曲強度는 plywood type別로 各 type의 5個合板에서 10個의 Sample을 떼었는데

$$\text{含水率(\%)} = \frac{W_a - W_0}{W_0} \times 100 \dots\dots\dots ①$$

$$\text{比重 (Sp. Gr.)} = \frac{W_a}{V_a} \dots\dots\dots ②$$

$$\text{曲强度 (Bend. St.)} = \frac{3pl}{2bd^2} \dots\dots\dots ③$$



Unit(mm)

- Legend
- W_a : 試驗片의 氣乾重量(gr)
 - W_0 : 試驗片의 全乾重量(gr)
 - V_a : 試驗片의 氣乾體積(cm³)
 - l : Span의 길이(mm)
 - b : 試驗片의 幅(mm)
 - d : 試驗片의 厚께(mm)
 - p : 破壞荷重(kg)

Fig. 1. Test sample of plywood shear strength

Sample size는 span의 길이 15cm, 試驗片의 幅이 5cm로 하였으며 强度試驗機를 利用하여 荷重 0.0015in./min.의 速度로 曲强度를 測定하였다. 曲强度의 換算은 ③式을 利用하여 計算하였다.

結果 및 考察

I. 合板의 接着力

本研究에서 試驗하여 얻은 常態接着力과 耐水接着力(溫冷水浸漬試驗)의 結果를 表示하면 Table (2) 및 (5)와 같다.

Table(2)의 結果에 依하면 製造된 合板의 含水率範圍는 單板構成에 따른 合板種類의 平均值範圍가 11.40~11.96%의 比較的 높은 値를 나타내었는데 이와같은 條件下에서 試驗한 常態接着力은 푸라타누스를 中板으로 利用하고 表裏面板은 羅王單板으로 構成한 푸라타누스中板羅王合板(Type II)이 28.60kg/cm²로서 가장 높은 接着力을 나타내었다. 그리고 單板을 여러가지로 構成한 6種類의 合板中에서 가장 낮은 接着力은 푸라타누스單板만으로 構成한 純푸라타누스合板(Type VI)

Table 2. Dry shear strength according to the constructions of plywood

Plywoods type	Construction			Shear strength (kg/cm ²)					Mean
	Face	Core	Back	1	2	3	4	5	
I	L	L	L	28.0 (90)**	26.0 (80)	25.3 (70)	24.3 (85)	27.0 (85)	26.12 (82)
II	L	S	L	29.0 (95)	28.0(100)	28.0(100)	29.3 (90)	28.7 (85)	28.60 (94)
III	S	L	L	14.7(100)	21.3(100)	25.0(100)	22.7(100)	20.3(100)	20.80(100)
IV	L	S	S	18.0(100)	17.3(100)	19.0(100)	16.7(100)	16.3(100)	17.46(100)
V	S	L	S	19.7(100)	18.7(100)	19.0(100)	18.3(100)	19.0(100)	18.94(100)
VI	S	S	S	16.7(100)	17.0(100)	14.7(100)	15.0(100)	15.0(100)	15.68(100)

** Wood failure (%)

Table 3. Analysis of variance of table (2)

S.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F.
Total	29	722.31		
Type (plywood)	5	643.33	128.67	33.86**
Replication	4	2.95	0.74	0.19
Error	20	76.03	3.80	

** Significance at one percent level

Table 4. Duncan test of dry shear strength

I	II	III	IV	V	VI
28.60	26.12	20.80	18.94	17.46	15.68

으로서 15.68kg/cm²의 強度를 나타내었다. 單板構成에 따른 接着力의 順位를 보면 푸라타누스中板羅王合板 (Type II), 純羅王合板 (Type I), 푸라타누스表板羅王合板 (Type III), 羅王中板푸라타누스合板 (Type V), 羅王表板푸라타누스合板 (Type IV) 그리고 純푸라타누스合板 (Type VI)의 結果를 보여주고 있다. 또 常態接着力試驗片에서 나타난 木破率을 보면 純羅王合板이 82%로서 가장 낮았고 푸라타누스中板羅王合板은 94%를 나타내었으며 나머지 다른 種類의 構成合板에 있어서는 100%의 木破率을 보여 주었다. 따라서 木破率에 있어서는 모든 構成合板이 純羅王合板에 比較하여 優秀하다는 것을 알 수가 있다.

한편 Table(5)에 나타나 있는 耐水接着力의 結果를 보면 常態接着力의 경우와 같이 가장 높은 接着力은 푸라타누스中板羅王合板으로서 16.14kg/cm²의 値를 보여 주고 있다. 그러나 가장 낮은 接着力은 羅王表板푸라타누스合板과 羅王中板푸라타누스合板으로서 平均 12.68kg/cm²의 낮은 値를 나타내었다. 單板構成에 따른 合板의 種類間 接着力의 順位는 푸라타누스中板羅王合板, 純羅王合板, 푸라타누스表板羅王合板, 純푸라타누스合板, 羅王表板푸라타누스合板 그리고 羅王中板푸라타누스合板의 結果를 보여 주었다. 耐水試驗에서 나타난 試驗片의 木破率을 보면 푸라타누스表板羅王合板과 純푸라타누스合板이 100%였고 푸라타누스中板羅王合板은 14%, 純羅王合板은 13%, 羅王表板푸라타누스合板과 羅王中板푸라타누스合板은 똑같이 0%의 結果를 나타내어 構成合板의 種類間에 많은 差異가 있음을 알 수가 있다.

또 常態接着力과 耐水接着力을 比較하여 보면 純羅王合板이 26.12kg/cm²에서 14.16kg/cm²로 푸라타누스中板羅王合板은 28.60kg/cm²에서 16.14kg/cm²로 푸라타누스表板羅王合板은 20.80kg/cm²에서 14.14kg/cm²로 羅王表板푸라타누스合板은 17.46kg/cm²에서 12.68kg/cm²로 羅王中板푸라타누스合板은 18.94kg/cm²에서 12.

68kg/cm²로 그리고 純푸라타누스合板은 15.68kg/cm²에서 13.32kg/cm²로 각각 감소하고 있어서 耐水處理로 인한 接着力의 감소가 매우 크다는 것을 알 수가 있다. 또 耐水(溫冷水)處理를 하게 되면 常態接着力이 높은 것일수록 그만큼 接着強度가 많이 감소하고 있고 反對로 常態接着力이 낮은 合板은 強度의 低下가 그만큼 작다는 것을 알 수가 있다. 그리고 常態와 耐水試驗에 있어서 木破率을 比較한다면 常態試驗에서 純羅王合板과 푸라타누스中板羅王合板이 각각 82%와 94%였던 것이 耐水處理後에는 13%와 14%로 각각 감소하였고 羅王表板푸라타누스合板과 羅王中板푸라타누스合板은 각각 100%를 나타내었던 것이 0%로 감소하여 아주 不良한 結果를 보여 주었으며 푸라타누스表板羅王合板과 純푸라타누스合板은 常態때나 耐水處理後에 있어서도 똑같이 모두 變動없이 100%의 木破率을 보여 주었다. 이와같은 結果로 보아서 羅王單板과 푸라타누스單板을 構成시키는데 있어서 木破率은 푸라타누스單板 二枚와 羅王單板 一枚를 構成하는 便이 不良한 結果를 가져올 것이라고 믿어지며 反面에 羅王單板 二枚에 푸라타누스單板 一枚를 構成시키는 것이 더 좋은 結果를 보여준을 알 수가 있다.

따라서 常態 및 耐水試驗에 있어서 接着力과 木破率을 결부시켜서 考察하여 볼 때 가장 優秀한 合板을 얻을 수 있는 單板構成은 中板을 푸라타누스材로하고 表裏面板을 羅王材로 構成시키는 것이 가장 理想的인 方法이라고 生覺한다.

한편 單板構成에 따른 6가지 形態의 合板中에서 이들間에 統計的인 有意성이 있는지를 檢定하기 爲해서 Table (2) 및 (5)의 常態 및 耐水接着力을 가지고 分散分析을 하여본 즉 Table (3) 및 (6)에 表示하고 있는바와 같이 모두 1%以上の 高度의 有意성이 있음을 보여 주었다. 다음에 이들 合板種類間의 差異를 分析하기 爲해서, Duncan檢定을 하여본 結果 常態接着力에 있어서는 Table (4)와 같이 푸라타누스中板羅王合板과 純

Table 5. Wet shear strength according to the constructions of plywood

Plywood type	Construction			Shear strength (kg/cm ²)					Mean
	Face	Core	Back	1	2	3	4	5	
I	L	L	L	13.7 (20)**	14.0 (10)	15.7 (15)	13.7 (10)	13.7 (10)	14.16 (13)
II	L	S	L	17.7 (20)	16.3 (10)	15.0 (10)	16.7 (15)	15.0 (15)	16.14 (14)
III	S	L	L	14.7(100)	14.7(100)	14.0(100)	11.0(100)	16.3(100)	14.14(100)
IV	L	S	S	11.7 (0)	14.0 (0)	12.7 (0)	12.3 (0)	12.7 (0)	12.68 (0)
V	S	L	S	13.0 (0)	11.7 (0)	13.3 (0)	13.7 (0)	11.7 (0)	12.68 (0)
VI	S	S	S	14.0(100)	11.3(100)	12.3(100)	15.7(100)	13.3(100)	13.32(100)

** Wood failure (%)

Table 6. Analysis of variance of table (5)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	29	83.33		
Type (plywood)	5	42.21	8.44	4.18**
Replication	4	0.71	0.18	0.089
Error	20	40.41	2.02	

** Significance at one percent level

Table 7. Duncan test of wet shear strength

II	I	III	IV	VI	V
16.14	14.16	14.14	13.32	12.68	12.68

羅王合板 사이에는 差異가 없었으며 푸라타누스表板羅王合板과 羅王中板푸라타누스合板間, 羅王中板푸라타누스合板과 羅王表板푸라타누스合板間, 그리고 羅王表板푸라타누스合板和 純푸라타누스合板間에는 差異가 없었다. 따라서 統計的으로도 푸라타누스中板羅王合板은 純羅王合板에 比하여 조금도 손색이 없는 接着力을 가지고 있음을 알 수가 있고 나머지 다른 種類의 構成合板은 이들보다 매우 不良하다는 것을 認定할 수가 있다. 그리고 耐水接着力에 있어서도 Table (7)에 表示하고 있는바와 같이 푸라타누스中板羅王合板은 가장 높은 接着力을 보임으로서 다른 種類의 構成合板和 差異가 있음을 알 수가 있고 이 푸라타누스中板羅王合板을 除外하고 나머지 다른 構成合板의 種類間에는 差異가 없었다. 따라서 푸라타누스材를 羅王材와 構成시켜 三枚合板을 加工할 때는 常態 및 耐水接着力을 막론하고

푸라타누스單板을 中板으로 構成하고 羅王單板을 表裏面板으로 構成하는 方法이 가장 優秀한 接着力을 나타낼 것이라고 믿어 진다.

II. 含水率과 比重

單板構成에 따른 合板種類別로 測定된 含水率值를 表示하면 Table(8)과 같다. 平均含水率을 보면 純羅王合板이 11.44%, 푸라타누스中板羅王合板 11.78%, 푸라타누스表板羅王合板 11.80%, 羅王表板푸라타누스合板 11.60%, 羅王中板푸라타누스合板 11.96%, 純푸라타누스合板이 11.40%로서 單板構成에 따른 合板의 種類 사이에는 含水率差가 크지 않은 것으로 나타나고 있다 그러나 예비시험때 著者(1975)가 얻은 含水率值와 比較한다면 1~1.5%程度의 높은 值를 나타내고 있는데 이것은 예비시험시의 含水率조정을 濕度가 낮은 가을

Table 8. Effects of veneer construction to the moisture content

Plywood type	Construction			Moisture content (%)					Mean
	Face	Core	Back	1	2	3	4	5	
I	L	L	L	10.5	11.8	11.7	11.8	11.4	11.44
II	L	S	L	11.6	11.8	11.6	11.9	12.0	11.78
III	S	L	L	12.1	12.0	11.6	12.1	11.2	11.80
IV	L	S	S	12.1	11.2	11.9	10.7	12.5	11.60
V	S	L	S	11.3	12.4	11.6	12.5	12.0	11.96
VI	S	S	S	11.5	11.9	10.9	11.8	10.9	11.40

Table 9. Analysis of variance of table (8)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	29	7.21		
Type	5	1.19	0.24	0.86
Replication	4	0.52	0.13	0.47
Error	20	5.50	0.28	

질에 行한것에 反하여 本試驗에서는 比較的 濕도가 높은 여름철에 조정한데 基因한 것으로 生覺한다. 또 合板의 全體的인 含水率範圍는 10.5~12.5%를 나타내었다. 그리고 單板構成에 따른 合板種類間에 含水率의 差異가 있는지를 檢定하기 爲해서 Table (8)의 値를 가지고 分散分析을 하여본 結果 Table (9)와 같이 5%水準의 有意性도 認定되지 않음을 알 수가 있었고 따라서 合板種類 사이에는 含水率差가 없다고 믿어진다.

한편 本研究에서 測定한 比重値를 表示하면 Table(10)과 같다. 單板構成에 따른 合板種類別 平均比重値는 純羅王合板과 푸라타누스中板羅王合板이 0.604로 같은 値를 나타내었고 푸라타누스表板羅王合板은 0.602, 羅王表板푸라타누스合板은 0.622, 羅王中板푸라타누스合板은 0.636, 純푸라타누스合板은 0.630의 値를 나타내고 있다. 이와같은 結果로 미루어 보아 單板構成에 있어서 羅王單板 二枚以上을 構成한 合板이 푸라타누스 二枚 以上을 構成한 合板보다 낮은 値를 나타내고 있는데 이것은 羅王과 푸라타누스單板이 가지고 있는 原來의 比重値에 基因하는 것이라고 추측된다. 本研究에서 利用한 單板의 比重은 羅王이 0.450이었고 푸라타누스

는 0.50이었다.

다음에 Table(10)에 나타나 있는 比重値를 가지고 單板構成에 따른 合板의 種類間에 有意性이 있는지를 檢定하기 爲해서 分散分析을 하여본즉 Table(11)과 같이 5%水準에서 有意性이 있었으며 差異를 分析하기 爲해서 계속하여 Duncan檢定을 하여 본 結果 Table(12)와 같은 傾向을 알 수가 있었다. 이 結果에 依하면 比重에 있어서는 羅王中板푸라타누스合板과 純푸라타누스合板 그리고 羅王表板푸라타누스合板 사이에는 差異가 認定되지 않았다. 또 푸라타누스中板羅王合板과 純羅王合板 그리고 푸라타누스表板羅王合板 사이에도 差異가 없었다. 따라서 푸라타누스單板을 羅王單板과 함께 構成하여 合板을 加工할 때는 푸라타누스單板 一枚만을 構成시킴으로서 純羅王合板과 比較하여 差異가 없는 合板을 만들 수가 있고 反對로 羅王單板 一枚만을 構成시킴으로서 純푸라타누스合板과 差異가 없는 合板을 만들 수가 있다고 믿어진다.

III. 合板의 曲強度

單板構成에 따른 合板種類別 曲強度의 測定結果를 表

Table 10. Effects of veneer construction to the specific gravities

Plywood type	Construction			Specific gravity					Mean
	Face	Core	Back	1	2	3	4	5	
I	L	L	L	0.60	0.60	0.61	0.60	0.61	0.604
II	L	S	L	0.63	0.59	0.59	0.60	0.61	0.604
III	S	L	L	0.60	0.63	0.61	0.59	0.58	0.602
IV	L	S	S	0.62	0.61	0.62	0.62	0.64	0.622
V	S	L	S	0.65	0.61	0.64	0.64	0.64	0.636
VI	S	S	S	0.63	0.65	0.61	0.63	0.63	0.630

Table 11. Analysis of variance of table (10)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	29	0.011		
Type	5	0.005	0.001	3.33*
Replication	4	0.0003	0.0001	0.33
Error	20	0.0057	0.0003	

* Significance at five percent level

Table 12. Duncan test of specific gravities

V	VI	IV	II	I	III
0.636	0.630	0.622	0.604	0.604	0.602

Table 13. Bending strength according to the constructions of plywood

Plywood type	Construction			Bending strength (kg/cm ²)					Mean
	Face	Core	Back	1	2	3	4	5	
I	L	L	L	232	219	206	212	220	217.8
II	L	S	L	253	258	236	262	267	255.2
III	S	L	L	208	180	179	175	198	188.0
IV	L	S	S	20	20	19	22	20	20.2
V	S	L	S	20	20	22	19	20	20.2
VI	S	S	S	19	20	21	20	21	20.2

Table 14. Analysis of variance of table (13)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.	F.
Total	29	313512		
Type	5	311738	62347.6	1000.4**
Replication	4	527.7	131.93	2.117
Error	20	1246.3	62.32	

** Significance at one percent level

Table 15. Duncan test of bending strength

II	I	III	IV	V	VI
255.2	217.8	188.0	20.2	20.2	20.2

示하던 Table(13)과 같다. 이 결과에 의하면 다른 試驗의 測定値와는 달리 많은 變異를 보여주고 있는 點이 特異하다. 合板種類間的 測定値를 比較하여 보면 가장 높은 曲強度는 푸라타누스中板羅王合板으로서 255.2 kg/cm²를 나타내었고 그 다음은 純羅王合板으로서 217.8kg/cm²이었고 다음은 푸라타누스表板羅王合板으로서 188kg/cm²의 值를 보여주고 있다. 그러나 羅王表板푸라타누스合板, 羅王中板푸라타누스合板 그리고 純푸라타누스合板에서는 모두 똑같이 20.2kg/cm²에 불과한 매우 낮은 值를 보여주고 있어서 曲強度에 미치는 영향은 羅王單板에 푸라타누스單板 一枚를 構成한 合板과 二枚 以上을 構成한 合板사이에는 매우 顯著的한 差異가 있음을 추측할 수가 있다.

또 이와같은 關係를 分析하여보기 爲해서 Table(13)의 結果를 가지고 分散分析을 하여본즉 Table(14)와 같이 單板構成에 따른 合板의 種類 사이에는 1%以上の 高度의 有意性이 있음을 알 수가 있었고 其 差異를 檢定하고자 Duncan test를 하여본 結果 Table(15)와 같은 結果를 얻었다. 이 分析結果에 의하면 羅王單板을 二枚以上 構成시킨 푸라타누스中板羅王合板과 純羅王合板 그리고 푸라타누스表板羅王合板 사이에는 差異를 나타내었으며 反面에 푸라타누스單板 二枚 以上을 構

成시킨 羅王表板 푸라타누스合板과 羅王中板푸라타누스合板 그리고 純푸라타누스合板 사이에는 差異가 없음을 보여주고 있다. 따라서 曲強度에 있어서도 常態 接着力과 耐水接着力 그리고 含水率과 比重等에서 이미 分析考察한바와 같이 羅王單板에 푸라타누스單板 一枚만을 構成하였을 때는 二枚 以上을 構成하는 것보다 有利하다는 것을 알 수가 있고 特히 中板을 푸라타누스單板으로 構成시키고 表裏面板을 羅王單板으로 構成하여 羅王合板을 加工한 것은 純羅王合板보다도 優秀한 曲強度를 보여 주었다.

또 曲強度試驗에서 나타난 特記할 點은 試驗片의 破壞現象이 單板의 構成狀態에 따라서 特異하게 나타나고 있음을 보여주고 있다. Table(16)은 이와같은 結果를 나타낸 것이다. 一般적으로 純푸라타누스合板과 羅王中板푸라타누스合板 그리고 푸라타누스表板羅王合板에서는 bending에 의한 試驗片의 부러지는 現象이 完全히 부러져서 分離하여 버리지만 純羅王合板과 羅王表板푸라타누스合板에서는 試驗片이 破壞를 일으킨 뒤에도 完全히 부러져서 떨어지지 않고 붙어 있는 狀態로 破壞現象을 나타내고 있는 것이 全體 試驗片中에서 관심의 대상이 되고 있다. 特히 푸라타누스中板羅王合板의 경우에는 떨어지지 分離하지 않는 試驗片이 50%

Table 16. Breakage features of bending specimens

Plywood type	Construction			Numbers of sample	Breakage feature		Connected percent (%)
	Face	Core	Back		Connected	Disconnected	
I	L	L	L	10	3	7	30
II	L	S	L	10	5	5	50
III	S	L	L	10	0	10	0
IV	L	S	S	10	3	7	30
V	S	L	S	10	0	10	0
VI	S	S	S	10	0	10	0

가 됨으로 破壞分離하는 合板의 結合을 相當히 改善하여 주고 있다고 믿어진다. 이와같이 曲強度에 있어서 合板의 破壞分離를 改善하는에는 單板을 적절히 樹種間에 混合시킴으로서 좋은 結果를 얻을 수 있다고 生覺한다. 이 研究에서 考察한 바를 土臺로 하여 判斷하여 볼 때 다른 種類의 構成合板은 말할 것도 없고 羅王合板과 比較한다고 하여도 푸라타누스單板을 中板으로하고 羅王單板을 表裏面板으로 構成하여 만든 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀하다고 믿어진다.

結 論

羅王單板과 푸라타누스單板構成에 따른 合板의 種類 사이에 나타나는 性質을 究明하기 爲해서 常態接着力, 耐水接着力, 含水率, 比重 그리고 曲強度等에 關해서 以上과 같이 試驗考察하여 보았는데 뚜렷하게 나타난 分析結果를 土臺로 하여 簡單히 結論을 지으면 다음과 같다.

1) 常態接着力은 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 結果를 나타내었고 그 다음으로 나타난 接着力順位는 純羅王合板, 푸라타누스表板羅王合板, 羅王中板 푸라타누스合板, 羅王表板푸라타누스合板 그리고 純푸라타누스合板이었다. 또 이들 構成合板에 있어서 푸라타누스中板羅王合板과 純羅王合板 사이에는 差異가 없었으며 이 두 合板과 다른 種類의 合板 사이에는 差異가 있었다.

2) 耐水接着力은 常態接着力과 똑같이 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 接着力을 나타내었으며 다른 種類의 構成合板과 差異가 있었다. 그러나 푸라타누스中板羅王合板을 除外하고 다른 種類의 構成合板 사이에는 差異가 없었다.

3) 含水率은 單板構成에 따른 合板의 種類 사이에 差異가 認定되지 않았다.

4) 比重에 있어서는 羅王單板 二枚 以上을 構成한合板이 푸라타누스單板 二枚 以上을 構成한 合板보다 낮

은 値를 나타내었는데 이것은 構成前 單板自體의 比重에 基因한다고 믿어진다.

5) 單板構成에 따른 合板種類間的 比重은 羅王中板 푸라타누스合板, 純푸라타누스合板, 羅王表板푸라타누스合板 사이에 差異가 없었으며 푸라타누스中板羅王合板, 純羅王合板 그리고 푸라타누스表板羅王合板 사이에도 差異가 없었다. 따라서 二枚 以上이 같은 樹種의 單板으로 構成하는 合板 사이에는 差異가 없다고 믿어진다.

6) 曲強度는 푸라타누스中板羅王合板이 가장 優秀한 値를 나타내었고 다음은 純羅王合板, 푸라타누스表板羅王合板 그리고 其他 構成合板의 順이었다. 또 羅王單板 二枚 以上을 構成한 合板 사이에는 모두 差異가 있었으나 푸라타누스單板 二枚 以上을 構成한 合板 사이에는 差異가 없었다.

參 考 文 獻

- 1) Bergin, E.G. (1962): The gluability of fire retardant treated birch veneer, Cana. Fore. Dept., Fore. Prod. Res. Branch Rpt. No. 191, pp. 23.
- 2) Bergin, E.G., and V. Godin (1971): Durability of wood adhesives in birch plywood after 15 years exposure to the weather, Dept. of Fish and Fore., Cana. Fore. Serv. Pub. No. 1296, pp. 12.
- 3) Blomquist, R.F., and W.Z. Olson (1957): Durability of urea resin glues at elevated temperatures, Fore. Prod. Jour. Vol. 7, No. 8, 266-272.
- 4) Blomquist, R.F., and W.Z. Olson (1964): Experiments in gluing southern pine veneer, U.S. Fore. Serv. Res. Note, FPL-032, 33pp.
- 5) Bruce, H.D., W.Z. Olson, J.M. Black, and A.H. Rauch (1960): Development of joint strength in birch plywood glued with phenol, resorcinol, and melamine resin glues cured at several temperatu

- res, U.S. Fore. Prod. Lab., Rpt. No. 1531, 4pp.
- 6) Cole, T.J.S., and O.S. Roscoe (1957): The dielectric properties of resin glues for wood, Cana. Fore. Prod. Lab. (Ottawa), F.P.L. Tech. Note No. 4, 25pp.
- 7) Eickner, H.W. (1973): Fire resistance of "Solid-core" wood flush doors, Fore. Prod. Jour. Vol. 23, No. 4, 38-43.
- 8) Jokerst, R.W., and J.F. Lutz (1974): "Oak-cotton wood plywood...minimum cure time, USDA Fore. Serv., Res. Pap. FPL 231, 4pp.
- 9) Lutz, J.F., and R.W. Jokerst (1974): If we need it construction plywood from hardwoods is feasible, Plywood and Panel Magazine (Feb.), 18-20.
- 10) Miller, D.G., and P. George (1968): A test of bond quality in glued lumber panels, Cana. Fore. Branch, Dept. Pub. No. 1246, 19pp.
- 11) Olson, W.Z. (1955): Gluing characteristics of Chinquapin, Tanoak, California laurel, Madrone, U.S. Fore. Prod. Lab. Rpt. No. 2030, 3pp.
- 12) Olson, W.Z., and R.F. Blomquist (1956): Development of strength in yellow birch lap joints glued with six resorcinol resin glues at temperatures from 40° to 80°F., U.S. Fore. Prod. Lab. Rpt. No. 1565, 4pp.
- 13) Peck, E.C., and M.L. Selbo (1950): Comparison of redwood and flatgrained yellow-poplar for cores in furniture panels, U.S.F.P.L. Rpt. 1785.
- 14) Schaeffer, R.E. (1966): Preliminary study of the gluing of ammonium salt-treated wood with resorcinol resin glues, U.S. Fore. Serv. Res. Note FPL-0112, 9pp.
- 15) Simpson, W.T., and V.R. Soper (1968): Stress-strain behavior of films of four adhesives used with wood, U.S. Fore. Serv. Res. Note FPL-0198, 6pp.
- 16) Tellman, S.J., D. Kutscha, and V.R. Soper (1967): Measurement of uniaxial creep of selected adhesives in free film form, U.S. Fore. Serv. Res. Note FPL-0157, 14pp.
- 17) Toole, A.W. (1947): Aspen for core stock, U.S.F. S. Lake State Fore. Exp. Sta., Aspen Rpt. No. 11.
- 18) 李弼宇·李華珩(1973): 교구마, 감자 및 돼지감자粉末을 이용한 합板用尿素樹脂의增量에 관한研究, 木材工業 1권2호, 1-5.
- 19) 李弼宇·李華珩(1975): 푸라타누스와 羅王單板을構성한合板의性質에 관한豫備研究, 林産加工 第一號 4-11.