

合板의 耐火處理에 關한 研究

Ⅲ. 第一磷酸암모늄處理合板의 耐火度*¹

金 鍾 萬*²

Studies on Plywood Treated Fire-Retardant

Ⅲ. The Fire-Retardant Degree of Monoammonium Phosphate Treated Plywood *¹

Jong-Man Kim*²

Summary

Plywood used for construction as a decorative inner material is inflammable and can fire accident, causing destruction of human life and property. In this study, 3.5mm Kapur plywoods were soaked in the 23% monoammonium phosphate solutions by cold soaking method 3, 6, 9hrs and hot-cold bath method for 3/3hrs, and redrying was carried out by press-drying at the platen temperature of 110, 130, 160, 180°C, and then fire test was carried out to investigate burning point, flame exhausted length, flame spread length, back side carbonized area and weight loss.

The results are as follows;

1. In cold soaking method for 3, 6, 9hrs, retentions of monoammonium phosphate were 0.377, 0.448, 0.498kg/(30cm)³ respectively, and in hot-cold bath method for 3/3hrs, the retention was 1.331kg/(30cm)³ that exceeded the minimum retention 1.124kg/(30cm)³.
2. Correlation coefficients among the variable were shown in table 2. From the table, it could be recognized that there were close negative correlations between the treatment and burning point, flame spread length, back side carbonized area, flame exhausted time and weight loss, and there was negative correlation between treating time and back side carbonized area, but there was positive correlation between platen temperature and burning point.
3. From table 3, it can be observed that there were highly significant differences for burning point, flame spread length, flame exhausted time, back side carbonized area, weight loss between treatments. And in 2-way interactions, there were also highly significant for burning point, flame spread length, flame exhausted time, weight loss between time x treatment.
4. It was observed that burning point, flame exhausted time, flame spread length, back side carbonized area, and weight loss in fire-retardant treated plywood were the best effects in fire-retardant treated plywood, water treated plywood and nontreated plywood.

*1. 接受 8月 22日 Received Aug. 22, 1986.

*2. 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju 620, Korea.

In conclusion, I can estimate that absorbed chemical contents by hot-cold bath method for 3 /3hrs, have a lot of effects on fire-retardant factors such as burning point, flame spread length, flame exhausted time, backside carbonized area and weight loss, but platen temperatures have a little effects on the fire factors.

Key words: Kapur plywood, monoammonium phosphate, fire-retardant construction, burning point, flame exhausted time, backside carbonized area, flame spread length, weight loss.

1. 緒 論

最近 建築物의 內裝材에 가장 많이 使用되고 있는 合板은 그 構成的 特性으로 耐火性이 弱한 것이 가장 큰 결점으로 되고 있다. 이와같은 合板의 결점을 보완하기 위하여 耐火劑를 處理하여 상당한 效果를 보고 있다.

耐火效果에 關한 研究를 살펴보면 Middleton, J.C. 等¹²⁾은 美松, 南部松, 美杉 그리고 外裝合板에 對한 硼酸鹽과 其他 無機鹽의 불꽃擴張을 研究한 바 있고, Eickner, H.W.와 E.L. Scaffer⁶⁾는 美松合板에 單一耐火劑를 處理한 後 耐火效果에 關하여 研究한 바 있다. 또 Juneja S.C.⁷⁾는 木材와 單板에 耐火劑를 處理하고 安定性이 큰 耐火劑를 開發 研究한 바 있으며, Nearn, W.T.와 Robert A.Megraw¹³⁾는 美松合板에 고속분사침투에 의한 불연속耐火處理를 실시하기 위한 研究를 행한 바 있다. 또 Breden, J.J.^{2,3,4)}은 合板을 포함하여 各種 木質板이 火災에 當했을 때 熱放出率에 關한 보고를 하였으며, 또한 9個의 無機鹽을 美松 合板에 處理하였을 때 發煙量에 미치는 영향을 研究 報告한 바 있고, Numomura, A. 等¹⁴⁾은 8피이트 터널 전기로로 耐火處理合板의 表面 燃燒性을 研究함에 있어서 耐候性 防火劑等을 研究하였으며, Juneja, S.C와 L.R. Richardson⁸⁾은 美松合板을 浸漬處理로 耐火處理하는 方法을 研究하였으며, Brenden, J.J.⁵⁾은 耐火處理合板을 포함한 몇가지 材料의 熱放出量에 關한 測定試驗을 실시하였다.

한편 우리나라에서는 金·李 等⁹⁾이 尿素樹脂合板에 黃酸암모늄 等 9種의 耐火劑를 浸漬處理한 바 있고 金¹⁰⁾은 黃酸암모늄 外5種을 浸漬處理하여 吸收率 및 耐火度에 關하여 報告한 바 있다. 그러나 國內外로 얇은 合板類에 對한 耐火效果에 關한 研究가 미진하여 本 實驗에서는 3.5mm Kapur合板에 第一-磷酸암모늄 23% 溶液과 對照區인 水分處理를 冷液浸漬 및 溫冷浴法으로 時間別

로 處理한 後 이들 處理合板을 熱板溫度 110℃, 130℃, 160℃ 및 180℃로 熱板乾燥시킨 後, 吸收量, 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間, 裏面の 炭火面積(%) 및 重量減少率 等を 水分處理合板과 比較檢討 함으로써 第一-磷酸암모늄을 利用한 耐火處理合板에서 處理藥劑, 處理時間 및 熱板溫度가 耐火效果에 미치는 영향을 究明하고자 실시하였다.

2. 材料 및 方法

2.1 供試材料

2.1.1 耐火處理合板

本 實驗에 使用한 供試合板은 一般市中에서 판매하고 있는 Kapur合板으로 120×240×3.5mm 三枚合板中에서 결고동 흠집이 없는 合板에서 15×15cm의 試驗板으로 절단하여 이 中 치수가 정확하고 결점이 없는 것을 선택하였다. 本 實驗에 使用한 合板은 2藥液處理×4處理시간×4熱板乾燥×3反復+無處理 18枚=114枚였다.

2.1.2 耐火處理液

第一-磷酸암모늄을 23% 농도로 調劑하고 對照區인 水分處理는 깨끗한 수도물을 사용하였다.

2.2 試驗用器機

2.2.1 耐火處理裝置

浸漬處理 槽는 溫度가 自動으로 調節될 수 있도록 특별히 고안하여 만든 大型 정밀항온수조를 使用하였으며 槽內 合板이 서로 붙지않도록 분리 끼임틀을 利用하였다.

2.2.2 乾燥用 熱壓機

溫度와 加壓量을 正確하게 測定할 수 있는 本校 木材工學室에 있는 合板加工用 熱壓機를 使用하였다.

2.2.3 耐火度 測定用 裝置

耐火處理 後 乾燥를 完了한 合板의 耐火度 測

定은 美國合板協會에서 制定한 耐火度 測定 裝置에 따라 만들어 利用하였으며, 耐火度 測定을 위해서 부착할 合板의 傾斜角은 150°이며 加熱에는 분젠버너를 利用하였고 燃料은 一般 家庭用 L.P.G.를 使用하였다. 버너에 供給하는 燃料을 一定하게 調節할 수 있도록 가스 調節機를 附着하였다.

2.2.4 溫度 測定計

Thermometer Rkc Dp-200 (RIKA KOGYO CO, LTD, Made in JAPAN)으로 1200℃까지 測定되는 測定計를 使用하였다.

2.2.5 기타 器具

試驗板의 重量 測定에는 다이얼天秤(1/100gr)이 使用되었고 두께와 寸수를 測定하기 위해서 캘리퍼 마이크로메타(1/20mm)와 含水率 等を 測定하기 위해서 乾燥器 等を 使用하였다.

2.3 試驗方法

2.3.1 耐火處理

특별히 고안된 耐火處理裝置를 利用하여 冷液浸漬法과 溫浴法으로 실시하였다. 冷液은 15℃, 溫液은 60℃로 調節하고, 두 處理液은 각각 3, 6, 9 및 3/3時間으로 區分 處理하였고, 耐火處理用 合板은 處理에 앞서 含水率을 平均 8%로 調整하여 使用하였으며, 耐火處理 前後의 容積重 藥液吸收率 및 含水率 等を 測定하여 公式에 의하여 계산하였다.

2.3.2 耐火處理合板의 熱板乾燥

耐火處理를 완료한 合板의 乾燥는 熱板乾燥를 適用하여 藥劑別, 處理時間別 및 熱板溫度別로 실시하였다. 熱板溫度는 110℃, 130℃, 160℃ 및 180℃로 차이를 두었으며, 그 上下部에 알루미늄 카울을 삽입한 後 壓力은 3.52kg/cm²를 일률적으로 적용하여 乾燥하였다.

2.3.3 耐火度 測定方法

耐火度 測定用裝置를 利用하여 藥液別, 熱板溫度別, 處理時間別로 合板의 耐火度를 各各 測定하였다. 즉 試驗板을 裝置에 걸고 燃燒시키는 方法은 분젠 버너에 點火하여 靑色炎이 되도록 調節한 後 炎의 長이가 18cm가 되도록 하였고, 試驗板에 炎이 닿는 位置는 板 아래의 中心線에서 위쪽으로 4cm 部位에 一致시켰으며, 合板에 접촉되는 加熱點에 溫度計로 測定한 結果 2分間의 加熱에서 900±12℃를 나타내었다.

耐火度 測定에서 調査한 項目은 着火時間, 最

高炎의 長이, 殘炎時間, 裏面의 炭火面積과 重量減少率 等を 測定 調査하였다. 裏面의 炭火面積과 重量減少率은 다음 公式 ①과 ②를 利用하여 計算하였다.

i) 裏面의 炭火面積率(%)

$$Ca(\%) = \frac{Ca}{a} \times 100 \dots \dots \dots \text{①}$$

Ca(%) : 裏面의 炭火率

Ca : 裏面의 炭火面積

a : 試驗板의 面積

ii) 重量 減少率

$$WL(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \dots \dots \dots \text{②}$$

WL(%) : 重量減少率

W₁ : 燃燒前 重量

W₂ : 燃燒後 重量

3. 結果 및 考察

藥液吸收量과 藥劑保留量, 着火時間, 殘炎時間, 最高炎의 長이, 裏面의 炭火面積(%), 重量減少率(%) 等은 藥液處理別, 處理時間別 및 熱板溫度別로 測定 調査하였는데 그 結果는 Table 1과 같다.

處理時間別 藥劑吸收率을 보면 冷液浸漬法으로 3時間부터 9時間까지 吸收시켰으나 美國林産物 研究所¹⁰와 Koch. P¹¹가 제시한 最低保留量인 1,125-2,250kg/(30cm)²에는 도달하지 않았으나 溫浴法 3/3時間으로 실시한 結果 1,331kg/(30cm)²로 充分하게 도달할 수 있었다.

실제 耐火效果를 알기 위하여 美國合板協會¹에서 制定한 耐火度 測定裝置로 2分間 燃燒시켜 耐火度를 測定하였다. 溫浴法 3/3時間으로 處理된 水分處理合板과 藥液處理合板을 比較하여 보면, 着火點에서 水分處理合板은 最低 35초, 最高 55초, 平均 49.6초였으나, 藥液處理合板은 最低 58초, 最高 1분13초, 平均 1분6초로서 상당한 차이를 보였고, 最高炎의 長이에서 水分處理合板은 最低 25cm, 最高 41cm, 平均 33.8cm였으나, 藥液處理合板은 最低 2cm, 最高 7cm, 平均 4.9cm로서 현격한 차이를 보였다. 殘炎時間에서 水分處理合板은 最低 2분10초, 最高 4분40초, 平均 3분32초인데 反하여, 藥液處理合板은 最低 15초, 最高 1분18초, 平均 33.3초로서 큰 차이를 보였고, 裏面의 炭火面積(%)에서 水分處理合板은 最低 32.12(%), 最高 47.47(%), 平均 39.91(%)였으나 藥液處理合板은 最低 27.97(%), 最高 33.29

Table 1. Means of the variable

Treating Type	Treating Time	Absorbed Content (kg/(30cm ³))	Platen Temp	Burning Point (sec)	Flame Spread Length (cm)	Flame Exhausted Time (sec)	Back side Carbonized Area (%)	Weight Loss (%)	Sp. Gr. (g/cm ³)
Water	3*		110	30	33.3	181	46.25	33.58	0.69
	3*		130	25.3	31	132	44.36	30.55	0.66
	3*		160	34	31	175	40.55	27.73	0.73
	3*	2.510	180	44.7	36.7	228	40.91	30.73	0.69
	6*		110	45	23.17	216	35.49	25.12	0.67
	6*		130	47.3	33.33	180	48.25	27.28	0.73
	6*		160	31.3	35	134	42.65	28.37	0.65
	6*	3.016	180	51	33.33	240	40.39	27.97	0.72
	9*		110	32.7	23.7	140	41.42	28.30	0.63
	9*		130	36	27.33	162	40.28	25.28	0.66
	9*		160	47.7	25.33	221	33.94	28.17	0.75
	9*	3.733	180	43	34	138	47.65	33.91	0.65
	3/3**		110	38.3	30.7	240	35.40	27.48	0.75
	3/3**		130	52.3	32.3	234	40.53	29.32	0.75
	3/3**		160	51.7	31.7	207	40.15	29.73	0.73
	3/3**	9.116	180	56	40.5	169	43.54	34.92	0.76
Mono-ammonium Phosphate	3*		110	70	16.7	114	33.79	19.82	0.72
	3*		130	69	6.7	91	30.96	16.79	0.75
	3*		160	61	11	100	32.85	18.06	0.74
	3*	1.640	180	56	17.7	134	34.10	17.72	0.72
	6*	(0.377)	110	53	20	97	29.85	17.45	0.66
	6*		130	56	2.3	71	35.34	16.27	0.68
	6*	1.946	160	57	12.7	87	35.47	15.35	0.65
	6*	(0.448)	180	56	8.7	73	35.92	15.43	0.65
	9*		110	56	15	98	34.07	14.89	0.63
	9*		130	51	13	138	34.90	16.60	0.70
	9*	2.127	160	50	17	122	25.89	14.60	0.65
	9*	(0.489)	180	51	10.3	125	36.29	15.72	0.65
	3/3**		110	65	5	27	30.27	9.40	0.71
	3/3**		130	64	4.7	57	31.21	11.77	0.77
	3/3**	5.789	160	71	6	24	30.39	9.63	0.69
	3/3**	(1.331)	180	64	4	25	28.87	10.46	0.75
Untreatment				41	39.7	192	40.16	36.78	0.74

* Cold soaking in the solution at 15°C

After 3 hours soaking in the hot solution at 60°C

3 hours cold soaking in the solution at 15°C

(%), 平均 30.19(%)로서 상당한 차이를 보여주고, 重量減少率에서도 水分處理合板은 最低

22.25(%), 最高 35.36(%), 平均 30.37(%)였으나 藥液處理合板은 最低 5.91(%), 最高 13.86

(%), 平均 10.32(%)로서 현격한 차이를 보여주므로서 藥液處理台板에서 Koch. P¹¹)와 美國林産物 研究所¹⁶⁾가 제시한 最小保留量(1,125~2,250kg/(30cm)³에 도달한 것은 耐火效果面에서 가장 우수함을 알 수 있었다.

熱板溫度, 處理時間, 處理藥液, 着火點, 殘炎時間, 最高炎의 길이, 裏面炭火面積 및 重量減少率에서 상호간에 어떠한 關係가 있는가를 구체적으로 알기 위하여 相關係數를 求하였는데 그 結果는 Table 2와 같다. 表에서 나타나는 바와같이 處理藥液別과 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間,

裏面炭火面積 및 重量減少率과는 1%의 負의 有意性이 나타났으나, 處理時間別과 裏面炭火面積과는 5%의 負의 有意性이 보였을 뿐 그 外 因子와는 有意性이 없었고, 熱板溫度別과 着火點과는 5% 有意性이 있었으나 그 外 因子와는 有意性이 없었다. 이것은 台板의 耐火度에 영향을 주는 것은 藥液處理別에 따라 크게 영향을 주는 것으로 處理된 藥劑가 耐火에 直接으로 연결된다는 것을 뒷받침하고 있다.

熱板溫度別, 處理時間別 및 處理藥劑別과 耐火度와의 關係를 알기위하여 分散分析한 結果 Table. 3과 같다.

Table 2. Correlation coefficients of the variable

A) Temp	B) Time	C) Tre	D) Burning Point (sec)	E) Flame Spr- ead Length (cm)	F) Flame Exha- usted Time (sec)	G) Back Side Carbonized Area(%)	H) Weight Loss (%)
B)0.0000							
C)0.0000	0.000						
D)0.2008*	0.0400	-0.3946**					
E)0.0816	-0.0856	-0.7791**	0.4387				
F)0.0203	-0.1026	-0.6841**	0.5001**	0.6574**			
G)0.0837	-0.1709*	-0.6865**	0.2634**	0.6927**	0.3711**		
H)0.0419	-0.1667	-0.8538**	0.3965**	0.8527**	0.6382**	0.8024**	

* Significant at the 5% level

** Singnificant at the 1% level

Table 3. ANOVA of the variable

Source of variation	Df	Burning Point (sec)	Flame Spr- ead Length (cm)	F-Value		
				Flame Exha- usted Time (sec)	Back side Carbonized Area(%)	Weight Loss (%)
Main Effects	7	9.608**	26.744**	15.881**	21.361**	48.879**
Temp	3	3.464*	1.538	0.170	4.351**	1.353
Time	3	8.095**	1.058	1.205	3.042*	4.868**
Tre	1	32.578**	179.424**	107.044**	127.349**	323.488**
2-way Interactions	15	4.249**	2.148*	2.797**	2.949**	2.097*
Temp X Time	9	1.548	0.615	1.577	4.532**	0.894
Temp X Tre	3	1.590	3.658*	0.397	0.534	1.448
Time X Tre	3	15.009**	5.236**	8.856**	0.616	6.354**
3-way Interactions	9	1.579	1.349	1.292	1.387	0.686
Temp X Time X Tre	9	1.579	1.349	1.292	1.387	0.686
Explained	31	4.684**	7.470**	5.315**	6.653**	12.251**

* Significant at the 5% level.

** Significant at the 1% level.

藥液處理別과 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間, 裏面炭火面積 및 重量減少率等 모든 要因間에는 高度의 有意性이 나타났으나 熱板溫度別과 處理時間別에서는 處理藥液別과는 달리 有意性이 없는 因子가 다소 보였다. 그러므로 熱板溫도와 處理時間 및 處理藥液等에 各 耐火度과 상호작용이 어떻게 미치는가를 알기 위하여 要因을 分析한 結果 역시 處理時間과 處理藥液이 상호작용하므로써 各 耐火度에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 熱板溫度는 合板의 耐火에 크게 영향을 주지 않음으로 耐火合板을 製造할 때 熱板의 溫度에는 큰 관심을 주지않아도 좋을 것 같다.

第一磷酸암모늄處理合板과 水分處理合板 및 無處理合板中 어느 合板의 耐火도가 가장 우수한가를 알기 위하여 熱板溫度 110°C로 乾燥한것을 使用하였으며 여기서 無處理合板은 110°C로 乾燥한 것으로 보고 分散分析한 結果 Table. 4와 같다.

Table 4. ANOVA of treating type

Source	D.f.	Burning Point (sec)	F-Value			
			Flame Spread Length (cm)	Flame Exhausted Time (sec)	Back Side Carbonized Area(%)	Weight Loss (%)
Between Groups	2	4.056*	13.137**	16.816**	8.818**	30.601**

* Significant at the 5% level

** Significant at the 1% level

3處理別과 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間, 裏面炭火面積 및 重量減少率間에는 高度의 有意性이 있었다. 處理別에 따른 耐火度에서 藥劑處理合板이 월등하게 좋았고 다음이 水分處理合板이었으며, 無處理合板이 가장 나쁜 것으로 판명되었다.

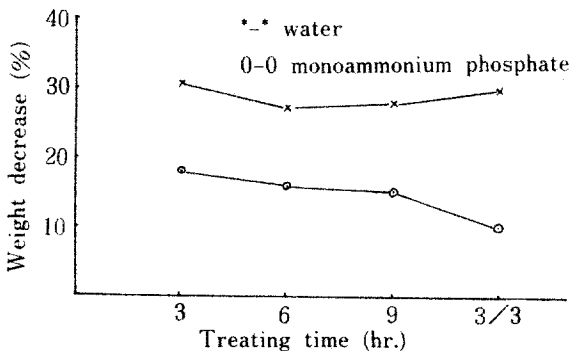


Fig. 1. Weight decrease of 3.5mm thickness plywood related treating time in monoammonium phosphate & water solutions.

Fig. 1은 重量減少率을 處理時間別로 plot한 것인데 水分處理合板과 藥液處理合板사이의 뚜렷한 차이로 耐火效果가 있음을 보여주고 있다. 이것은 金¹⁰⁾이 3.5mm meranti合板에 溫浴法 6/3時間으로 흡수시켜 熱板乾燥한 後 1분간 燃燒시켰을 때의 重量減少率 10.6%와는 약간의 차이가 있으나 硼砂-硼酸處理合板과 미나리스處理合板의 重量減少率을 處理時間別로 plot한 것과 비슷한 경향을 보여주고 있다.

耐火度の 測定結果를 藥劑間에 比較한 研究는 Eickner, H.W. 및 E.L. Schaffer⁶⁾가 보고한 바 있는데 이들은 염화나트륨, 크롬산나트륨, 붕산, 황산암모늄, 붕산염, 염화아연 및 제일인산암모늄 등의 순서로 불꽃확장의 효과가 줄어드는 현상을 曲線으로 보고하였다. 또 Toshimi Hirata 등¹⁵⁾은 제2인산 암모늄, 臭化암모늄, 술포민酸암모늄, 술포민酸구와니진, 第4硼酸나트륨, 硼酸, 塩化나트륨 등으로 木材에 耐火處理를 실시하여

耐火度を 測定 調査하였는데 重量減少率에 있어서 第二磷酸암모늄이 가장 작은 값을 나타내어 우수하였으며 술포민酸암모늄 등도 좋은 結果를 얻은바 있고 殘炎時間에 있어서는 第二磷酸암모늄을 포함한 암모늄系 藥劑가 뚜렷하게 우수하다는 보고를 하였다. 또 金¹⁰⁾이 第二磷酸암모늄 등 6種으로 處理하여 熱板溫度 120°C로하여 乾燥한 後 3.5mm合板은 1분간, 5.0mm合板은 3분간 燃燒하여 얻은 重量減少率의 平均値로 보았을 때 第二磷酸암모늄, 第一磷酸암모늄, 黃酸암모늄, 미나리스, 硼砂-硼酸順으로 많아짐을 報告하였다. 따라서 本 研究에서 使用한 藥液의 濃度와 燃燒時間 등이 同一하지 않기 때문에 직접 比較할 수 없으나 處理時間 및 熱板溫度가 耐火效果에 直接 영향하는 것 보다는 處理藥劑의 吸收量이 더욱 重要하다는 것을 알 수 있었다.

4. 結 論

建築物의 內裝材로 使用되는 3.5mm Kapur 合板에 第一磷酸암모늄 等 藥液을 冷液浸漬法과 溫冷浴法으로 處理하고, 熱板溫度別로 乾燥한 後 處理藥劑別, 處理時間別 및 熱板溫度別로 耐火度를 測定하여 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 冷液浸漬法으로 3, 6, 9時間 處理한 藥劑保留量은 각각 0,377, 0,448, 0,489kg/(30cm)³였으나, 溫冷浴法 3/3時間으로 處理한 藥劑保留量은 1,331kg/(30cm)³로서 最低保留量을 초과하였다.
2. 各 要因과의 相關關係를 보면 Table. 2에서와 같이 處理藥液別과 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間, 裏面炭火面積 및 重量減少率과는 高度의 負의 有意性이 나타났으나, 處理時間別과 裏面炭火面積과는 5%의 負의 有意性이 보였고, 熱板溫度別과 着火點과는 5% 有意性이 보였으나 그의 因子와는 유의성이 없는 것으로 나타났다.
3. 處理時間別, 熱板溫度別 및 處理藥劑別과 耐火度와의 分散分析 結果에 의하면, 藥液處理別과 着火點, 最高炎의 길이, 殘炎時間, 裏面炭火面積 및 重量減少率 等 모든 因子間에는 高度의 有意性이 나타났으며, 또한 處理時間과 處理藥液이 상호작용하므로써 各 耐火因子에 影響을 줄 수 있다는 것을 알 수 있었다.
4. 熱板溫度 110℃로 乾燥했을 때, 藥劑處理合板, 水分處理合板 및 無處理合板과 耐火度와의 分散分析 結果에 의하면 處理別에 따른 耐火度에서 藥劑處理合板이 월등하게 좋았고, 다음이 水分處理合板이었으며, 無處理合板이 가장 불량한 것으로 판명되었다.

以上の 結論에서 合板의 耐火效果에 가장 큰 影響을 주는 것은 溫冷浴法 3/3時間으로 흡수시킨 藥劑保留量에 關係되며, 熱板溫度는 그다지 重要하지 않는 것으로 沙료된다.

引 用 文 獻

1. American plywood Association. 1970. U.S. Product Standard PS 1-66 for Softwood plywood-construction & industrial together with DFPA grade-trademarks.
2. Brenden, J.J. 1974. Rate of heat release from

woodbase building materials exposed to fire. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-230:17pp.

3. Brenden, J.J. 1975. Wood base building materials; rate of heat release. Jour. of Fire & Flammability 6:274-293.
4. Brenden, J.J. 1975. How nine inorganic salts affected smoke yield from Douglas-fir plywood. U.S. Forest Service, Research paper FPL-249:13pp.
5. Brenden, J.J. 1977. Measurements of heat release rates on wood products and an assembly. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-281:12pp.
6. Eicker, H.W. and E.L. Schaffer. 1967. Fire retardant effects of individual chemicals on Douglas-fir plywood. Fire Tech. 3(2):90-104p.
7. Juneja, S.C. 1972. Stable and leach-resistant fire retardants for wood. Forest Prod. Jour., 22(6):17-23.
8. Juneja, S.C. and L.R. Richardson. 1977. Soak treatments for fire retardance. Canadian Eastern Forest Products Lab, OPX-185E.
9. 金鍾萬·李弼宇. 1978. 素樹脂合板의 耐火處理에 關한 研究. 서울대 農學研究 3(1): 49-61.
10. 金鍾萬. 1982. 耐火處理合板의 熱板乾燥에 關한 研究. 韓國林學會誌 56: 1~25.
11. Koch, P. 1972. Utilization of Southern Pines. Part II, p. 1111-1128, Agriculture Hbk., No. 420, USGPO, Washington, D.C.
12. Middleton, J.C., S.M., Draganov, and F.T. Winters, Jr. 1965. An evaluation of borates and other inorganic salts as fire retardants for wood products. Forest Prod. Jour. 15(12):463-467.
13. Nearn, W.T and R.A. Megraw. 1972. Discontinuous treatment for flamespread control. Forest Prod. Jour. 22(7):47-52. 8:14-16.
14. Numomura, A., Ito, H., Kasai, A., Komazawa, K. & Yamagishi, K. 1975. Surface flammability of fire-retardant plywood in 8 foot tunnel furnace(3). Journal of the Hokkaido Forest Prod. Res. Institute 8:14-16.
15. Toshimi Hirata, Yasuo Fukui, Saburo Uesugi,

& Hiroshi Abe. 1981. Combustion properties of wood treated with chemicals I: Surface flammability and smoke evolution. Mokuzai

Gakkaishi 27(4):318-330.

16. U.S. Forest Products Laboratory. 1974. Wood handbook: U.S. Government printing office. Agriculture Handbook 72.