

第二磷酸 암모늄에 의한 합板的 耐火處理(I)¹

— 溫冷浸漬處理와 熱板에 의한 處理合板의 再乾燥 —

李 弼 宇² · 鄭 雨 陽²

Fire Retardant Treatment to the Plywood with Di-ammonium Phosphate [(NH₄)₂ HPO₄] (I)¹

— Hot and Cold Soaking Treatment and Redrying of Treated Plywood by Hot Platen —

Phil Woo Lee² · Woo Yang Chung²

要 約

代表的인 建築內裝材料인 合板은 可燃性이 매우 커서 各種 大型火災의 要因이 되고 있다. 따라서 耐火合板 製造의 必要性이 絶實히 要求되고 있으며, 이와 關聯하여 優先的으로 解決해야할 課題로서 DAP 處理合板의 再乾燥에 關한 研究을 수행하였는 바 5.25mm 두께의 Meranti 合板을 第二磷酸암모늄(DAP) 20% 水溶液에 溫冷浴法으로, 즉 각각 3, 6, 9 및 12時間 溫液處理한 다음 共히 3時間 冷液浸漬處理하였으며 그 때의 藥液 吸收量과, 이들 處理合板을 130, 145, 160 및 175°C의 熱板溫度로 乾燥함으로써 乾燥曲線과 乾燥速度를 考察하였다. 그 結果, 溫冷浴法에 의한 合板의 藥液吸收量은 浸漬時間이 增加함에 따라 꾸준히 增加하였고, 水分의 吸收量이 DAP의 吸收量보다 더 많았으며 DAP 藥劑保有量은 最短浸漬處理時間의 경우에도 最低保有量 [1.125 kg / (30 cm)³]을 上廻하였다. 한편 耐火處理合板의 乾燥曲線은 모든 處理時間에서 水分處理合板의 乾燥曲線이 DAP 藥劑處理合板의 그것보다 경사가 급했으며 熱板溫度가 上昇할 수록 乾燥가 急速히 進行되어 160°C를 適用했을 때는 2.5~4분에 乾燥가 完了되었다. 乾燥速度에 있어서도 大體로 熱板溫度가 增加할 수록 그 값이 增加하였으며 DAP處理의 경우는 175°C 適用時, 그리고 水分處理의 경우는 160°C부터 10%/min 以上의 乾燥速度를 나타내었다.

ABSTRACT

Plywood, the representative interior decorative or structural material, is so inflammable that it may cause big fires. Therefore, it is required inevitably to manufacture the "Fire retardant treated plywood", and it will be a study on the redrying of treated plywood that we ought to solve. This study was carried out to investigate the absorption of 20% (NH₄)₂HPO₄ solution into the soaked plywoods by hot/cold soaking for 3/3, 6/3, 9/3 and 12/3 hours and to study drying process with drying curves and drying rates by press-drying at the platen temperature of 130, 145, 160 and 175°C. Solution absorption of plywoods in hot/cold soaking method increased steadily with the prolonged soaking time, and water absorption is higher than DAP absorption, and

¹ 接授 4月 18日 Received April 18, 1983.

² 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea.

then chemical retention (DAP) exceeded the minimum retention [$1.125 \text{ Kg}/(30\text{cm})^3$] even in the shortest soaking treatment. Drying curves of water-soaked plywoods inclined more steeply than those of DAP soaked plywoods. And the drying proceeded rapidly with the increase in platen temperature and terminated in 2.5-4 minutes at the temperature of 160 and 170°C. Drying rate also increased generally with the increase of platen temperature. So it was at 175°C in DAP-soaking and at 160°C in water-soaking when the drying rate became above 10%/min.

Key words: fire retardant plywood; redrying; soaking treatment; press drying.

緒 言

建築物의 內裝材料中, 가장 많이 쓰이고 있는 합板은 一般木材에 比하여 얇은 板狀으로 이루어져 있으므로 燃燒性이 큰 缺點을 지니고 있다. 近年에 와서 建築物에 大火災가 빈번히 發生함에 따라 政府에서는 建築物의 可燃性 材料에 對한 耐火處理를 義務적으로 實施하도록 規定하게 되었다. 그 結果, 합板의 경우에도 耐火藥劑를 使用하여 耐火效果를 얻을 수 있음이 알려진 바 있다. 합板의 耐火處理는 一般的으로 通常의 防腐處理方法에 準하여 實施하게 되는데, 이때 提起되는 가장 큰 問題點은 일단 耐火處理를 한 後, 젖은 狀態의 合板을 어떻게 하면 可及의 빠른 時間內에 아무런 物理的 缺陷없이 氣乾含水率 以下로 再乾燥시킬 수 있는나 하는 것이다. 즉 耐火藥劑處理 合板은 水分處理合板에 比해 乾燥進行過程 및 乾燥缺陷에 있어 異相한 樣相을 띠 것으로 보여져, 本研究에서는 기존의 耐火藥劑中 잔염시간과 重量減少率 등의 效果에서 가장 優秀한 耐火藥劑로 알려지고 있는 第二磷酸암모늄(Di-ammonium phosphate, $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$) 20% 水溶液으로, 水分處理를 對照區로 하여, 각각 네가지 水準의 處理時間으로 浸漬한 後 이들 處理合板에 대하여 각각 130, 145, 160 그리고 175°C의 熱板溫度로 再乾燥하여 그 때의 藥液吸收量(藥劑保有量) 및 乾燥進行速度를 調査함으로써 第二磷酸암모늄을 利用한 合板의 耐火處理에 있어서의 適定處理時間과 熱板에 의한 再乾燥時間을 究明하고자 하였다.

研 究 史

合板의 耐火處理에 關한 重要한 研究로는 Juneja (1974)⁴⁾ 등이 아이노계樹脂를 利用하여 耐火處理를 한 바 있고, Mungall (1975)¹⁶⁾은 擴散法에 의해 값 싸게 耐火處理合板을 製造할 수 있다고 報告한 바 있

다. 한편 Shen(1975)¹⁷⁾ 등은 耐火效果를 改善하는 方法으로 과인산 암모늄液으로 處理(浸漬)하는 實驗을 한 바 있으며, 赤是 Juneja와 Richardson(1977)⁵⁾도 Douglas fir 合板을 浸漬處理(soaking treatment)로 耐火處理하는 方法을 研究하였다.

한편 再乾燥에 關하여는 King과 Matteson(1961)⁷⁾이 6.35mm두께의 耐火處理 美松合板을 50% RH, 24°C의 條件에서 乾燥한 後 기계적 性質을 調査한 바 있고 Turkia(1968)¹⁸⁾ 등은 Aspen의 邊材板材를 熱板乾燥하여 報告하였다. 또 Lutz(1974)¹⁴⁾는 熱板과 熱氣乾燥를 利用, 處理單板을 所定の 含水率까지 乾燥시키는 研究를 하였고 Mackay(1978)¹⁵⁾는 處理合板을 乾燥機(kiln)內에서 乾燥하는 實驗을 한 바 있다. 그리고 Chen(1978)¹¹⁾은 black walnut 板材의 熱板乾燥에 있어서 連續乾燥方式(continuous drying)과 斷續인 乾燥方式(step drying)을 比較, 實施한 바 있으며 Lee와 Schaffer(1982)¹²⁾는 4 단계의 通常熱氣乾燥(conventional drying)과 3 단계의 高溫熱氣乾燥(high-temperature kiln-drying), 그리고 3 단계의 熱板乾燥(press-drying)를 適用, 處理合板의 再乾燥를 實施한 바 있다.

國內에서의 研究는 金과 李(1978)⁸⁾ 등이 尿素樹脂合板에 9種의 耐火藥劑를 浸漬處理하여 藥液吸收率 및 物理的 性質을 調査한 바 있고 李와 鄭(1980)¹⁰⁾ 등이 木材와 合板의 耐火處理에 關한 研究를 實施, 處理材의 物理的 特性과 耐火性을 調査한 바 있다. 또 李(1980)¹⁰⁾는 美松 및 포푸라構造合板에 加壓法으로 耐火處理를 하여 熱板乾燥를 實施하여 報告하였고, 李와 金(1982)¹³⁾은 耐火處理合板의 熱板乾燥에 關한 研究에서 處理合板의 物理的 性質, 藥液吸收率 및 乾燥特性 그리고 그 耐火度에 關하여 報告한 바 있다. 本研究에서는 5.25mm두께의 Meranti 合板에 대해 浸漬處理를 한 後, 處理時間과 熱板乾燥溫度에 따른 乾燥特性을 比較함으로써 얇은 合板의 耐火處理에 있어서 適定한 乾燥方式을 究明코져 着手하였다.

材料 및 方法

1. 供試 材料

1) 耐火處理用 合板

本 研究에서 使用한 供試合板은 市中에서 販賣되고 있는 外裝用 耐水에란티合板을 選定하였으며 平均 두께 5.25mm의 三枚合板이었다. 이들 合板은 耐火處理를 위하여 實驗室에서 넓이 15×15cm²의 試驗板으로 切斷되었으며, 缺膠, 용이 등의 缺陷이 있거나 치수가 不正確한 試驗板을 除外하고 RH 65%, 溫度 20℃의 室內條件에서 2週間 調濕處理를 하였다. 本 研究에서 使用한 供試板의 數는 2藥液處理×4處理時間×4熱板溫度處理×4反復으로 하여 128枚를 使用하였다.

2) 耐火處理液

水分處理를 對照區로하여, 藥液吸收率과 乾燥特性을 比較하기 위하여 試藥用 第二磷酸암모늄을 20% 水溶液으로 調製하여 使用하였으며 水分處理는 깨끗한 水道물을 使用하였다.

2. 試驗用 機器

1) 耐火處理裝置

容積 3ℓ의 浸漬處理槽를 使用하였는 바, 液의 溫度를 測定할 수 있도록 溫度計를 附着하였다. 또 槽內에 浸漬된 合板이 서로 붙지 않도록 分離기임틀을 利用하였으며 液의 溫度가 一定하게 유지될 수 있게 하기 위하여 溫度調節케비넷을 使用하였다.

2) 乾燥用 熱壓機

溫度와 壓力을 正確히 調節할 수 있는 美國 Dake Co.에서 製作한 合板加工用 熱壓機를 使用하였는 바, 그 規格은 다음과 같다.

面積 : 480×480mm²

溫度 : Max. 350℃

壓力 : Max. 70.000 kg/cm²

Ram의 지름 : 152.4mm

3) 測定用 器具

試驗板의 重量測定을 위하여 다이얼天秤(Dial-ogram balance, 1/100gr)을 使用하였고, 두께 등을 測定키 위해 버어니어 캘리퍼(1/20mm)를, 그리고 含水率을 測定하기 위해 乾燥器를 使用하였다.

3. 試驗方法

1) 耐火處理

앞에서 說明한 바와 같이 別途 考案된 耐火處理裝

置를 利用, 溫冷浴法으로 處理하였다. 溫液은 60℃로, 冷液은 15℃로 調節하였으며, 處理時間은 干液(DAP와 Water)에 대해 共히 各各 溫液浸漬 3, 6, 9 및 12時間을 行한 後 다시 3時間 동안 冷液浸漬를 함으로써 Koch (1972)⁹⁾가 提示한 藥劑最低保有量을 上廻하는지 如否를 알고자 하였다.

耐火處理用 合板의 含水率은 平均 8.8%로 調整하였으며, 耐火處理는 各 處理時間別로 4反復으로 實施하였다. 또 耐火處理 前後의 藥液吸收量과 含水率은 李와 金(1982)¹³⁾의 方法에 依하여 各各 測定하였다.

2) 處理合板의 熱板乾燥

耐火處理를 完了한 合板은 藥液別, 處理時期別, 그리고 熱板溫度別로 熱板乾燥(press-drying)를 適用, 乾燥하였다. 熱板乾燥를 始作하기 前에 處理合板의 初期含水率을 알기 위하여 모든 供試合板의 무게를 測定하였다. 이와 같이 準備된 耐火處理合板을 乾燥하기 위하여 그 上下部에 알루미늄 caul을 插入한 後 壓力은 3.52kg/cm²를 適用하였으며 各 處理時間別 試驗區에 對해 熱板溫度 130, 145, 160 및 175℃로 上昇시켜 乾燥를 實施하였다. 熱板乾燥方式은 Chen (1978)²⁾의 週期段階乾燥(cyclic step drying) 方法에 따라 乾燥경과 一定時間마다 含水率의 變化를 알기 위해 熱板을 열고 供試板의 重量을 測定하였다. 즉 乾燥進行中 熱板溫度 130℃와 145℃의 경우는 2分, 160℃와 175℃의 경우엔 1分의 開放週期를 適用하였고, 最終含水率(target point)은 含水率 約 7.5%를 基準으로 하여 이에 相應하는 重量에 到達할 때까지 乾燥를 進行하였다. 이 試驗에서 乾燥經過에 따른 乾燥週期別 含水率과 乾燥速度를 다음 公式들에 依해 求하였다.

○乾燥週期別 含水率

$$C.M.C.(%) = \frac{Wg - Cr - Wo}{Wo} \times 100$$

C.M.C. : 週期別 含水率(%)

Wg : 供試板의 乾燥前 重量(gr)

(건조 진행 중 開放時 測定)

Cr : 吸收藥劑量(gr)

Wo : 供試板의 全乾 重量(gr)

○乾燥速度(Drying rate)

$$Dr = \frac{Imc - Fmc}{Dt}$$

Dr : Drying rate(mc%/min)

Imc : 初期含水率(%)

Fmc: 最終含水率(%)

Dt: 乾燥時間(min)

結果 및 考察

1. 藥液吸收量

本 研究에서 處理時間別 試驗板의 藥液吸收量과 藥劑保有量을 表示한 結果는 表 1과 같다.

Table 1. Absorption of solution by soaking treating time(solid)

Treating time	Rep.	Absorption of solution(kg/(30cm) ³)	
		DAP	Water
3/3	1	6.448(1.290)	6.320
	2	6.565(1.313)	6.140
	3	5.657(1.131)	6.992
	4	6.140(1.228)	6.796
6/3	1	5.638(1.128)	8.285
	2	6.481(1.296)	7.197
	3	5.877(1.175)	7.755
	4	6.241(1.248)	7.880
9/3	1	7.760(1.552)	7.550
	2	6.651(1.330)	7.617
	3	6.402(1.280)	8.154
	4	7.106(1.421)	7.676
12/3	1	7.132(1.426)	8.066
	2	7.334(1.467)	9.095
	3	6.809(1.362)	10.439
	4	6.850(1.370)	7.159

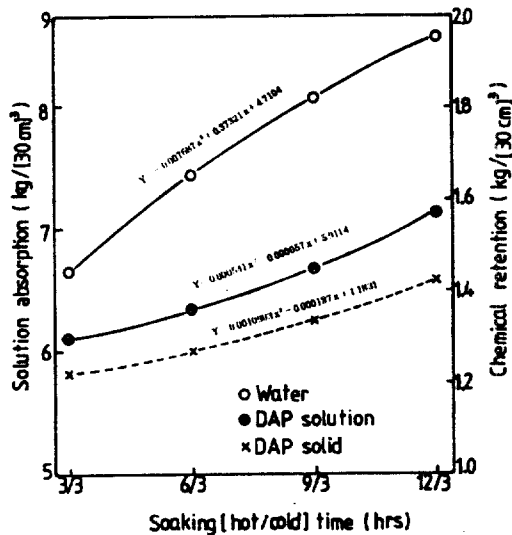


Fig. 1. Regression curves of absorption & retention of chemical by soaking treat time.

表 1에서 보는 바와 같이 溫冷液浸漬時間이 增加함에 따라 藥液의 吸收量은 꾸준히 增加하는 傾向을 나타내었으며, 모든 處理時間試驗區에서의 藥劑保有量이 美國 임산물연구소(1974)¹⁰⁾ 및 Koch(1972)⁹⁾가 提示한 最低保有量인 1.125 kg/(30cm)³보다 上廻하는 結果를 얻음으로써 良好한 結果를 보여 주었다(그림 1 참조).

Juneja와 Richardson(1977)⁵⁾은 美松合板의 耐火處理를 위해서 urea, 디시안 디아마이드, 포름 알데히드, 울소-인산 등에 浸漬處理를 實施하였는데 處理時間이 延長됨에 따라 藥劑保有量이 增加하는 傾向이 있다고 報告한 바 있고, 國內에서도 이와 類似한 結果를 金과 李(1978)⁶⁾ 및 李와 鄭(1980)¹¹⁾ 등이 報告한 바 있어 本 試驗의 結果와 一致하고 있음을 알 수 있다. 또 그림 1에 나타난 바와 같이 對照區로서의 水分의 吸收量은 DAP의 吸收量에 比해 모든 處理時間에서 上廻함으로써 耐火藥液의 濃도가 묽을수록 藥液의 吸收가 容易함을 알 수 있었다.

2. 耐火處理合板의 熱板乾燥

1) 熱板溫度에 따른 乾燥經過

耐火處理한 木質材料의 熱板乾燥는 Koch(1964)⁸⁾, Lutz(1974)¹⁴⁾ 등과 Chen(1978)¹⁾ 등이 두께 1.27cm 以下の 單板이나 板材를 比較의 낮은 溫度인 120℃前後의 熱板溫度와 3.52~7.04 kg/cm²의 壓力으로써 乾燥한 바 있으며, Heebink와 Compton(1966)³⁾, Turkia와 Haygreen(1968)¹⁸⁾ 및 Chen과 Blitonen(1979)²⁾ 등은 1.27cm 以上の 板材나 Veneer를 乾燥시킬 경우, 148.8, 176.6℃의 熱板溫度에 1.76~10.56 kg/cm²의 壓力을 適用한 바, 176.6℃와 3.52 kg/cm²의 乾燥條件을 適用하는 것이 가장 理想的이라고 主張한 바 있어, 本 研究에서는 5.25mm 두께의 合板을 耐火處理한 後 그 再乾燥를 合板의 接着時間程度의 짧은 時間에 완수하기 위하여 130, 145, 160 및 175℃까지의 熱板溫度를 適用, 3.52 kg/cm²의 壓力으로서 耐火處理合板의 再乾燥를 實施하였다. 즉 熱板溫度에 따른 乾燥特性을 究明키 위해, 各 處理時間別로 上記의 乾燥條件을 適用하여 얻은 乾燥進行 結果를 그림 2, 3, 4 및 5와 같이 乾燥曲線으로 나타내었는바, 熱板溫度가 上昇함에 따라 乾燥가 急速히 進行되었으며, 특히 160℃와 175℃를 適用하였을 때는 2.5~4분에 乾燥가 完了됨으로써, 合板의 耐火處理時, 短時期에 再乾燥시키기 위한 바람직한 溫度라 할 수 있겠다. 그리고 모든 處理時間에서 水分

處理合板의 乾燥曲線이 DAP處理合板의 乾燥曲線보다 傾斜가 더욱 急하여 신속한 乾燥가 이루어 졌는바 이는 水分處理合板의 初期含水率이 훨씬 높고 藥液處理의 경우는 板內에 吸濕性이 큰 藥劑成分이 存在할 뿐 아니라 이 成分이 板材의 孔隙에 浸透, 位置함으로써 自由로운 水分流動을 阻害하기 때문에 사료된다. 특히 이런 傾向은 處理時間이 12 및 15時間으

로 길어짐에 따라 藥劑保有量이 더 많아짐으로써 더욱 심화되어, 乾燥시키기가 더욱 어려우리라는 것을 알 수 있다.

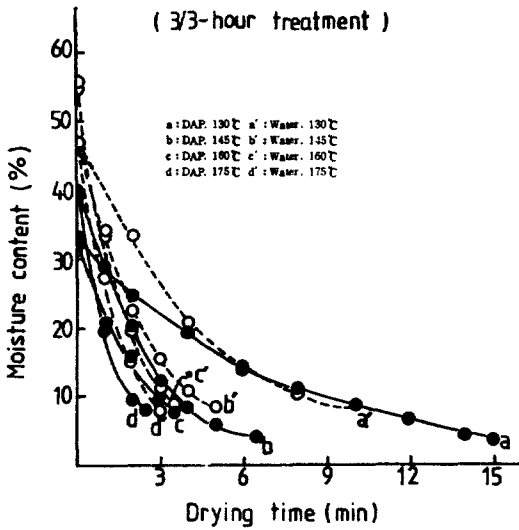


Fig. 2. Drying curves of Water and Di-ammonium phosphate treated plywoods related platen temperature.

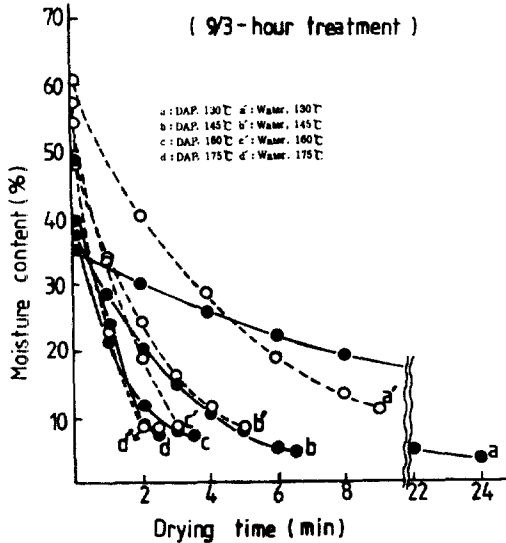


Fig. 4. Drying curves of Water and Di-ammonium phosphate treated plywoods related platen temperature.

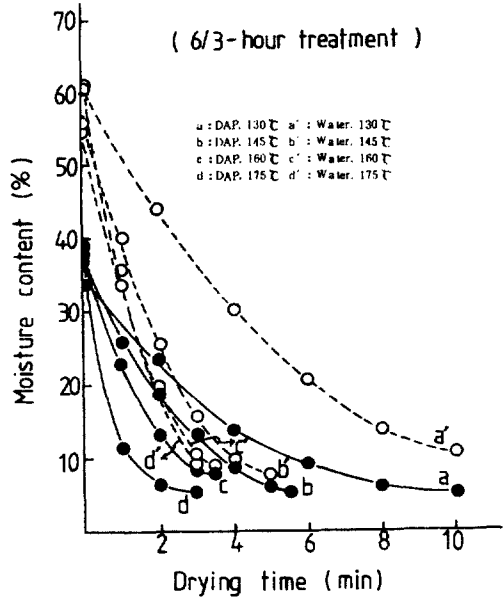


Fig. 3. Drying curves of Water and Di-ammonium phosphate treated plywoods related platen temperature.

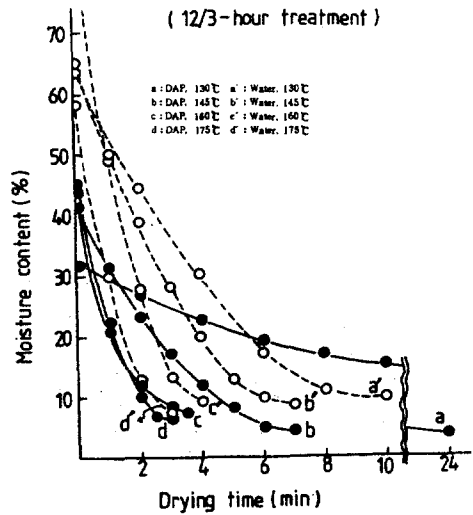


Fig. 5. Drying curves of Water and Di-ammonium phosphate treated plywoods related platen temperature.

2) 乾燥速度로 본 乾燥特性

熱板溫度에 따른 乾燥效果를 乾燥速度로서 表示한 報告는 Mackay(1978)¹⁵⁾가 耐火處理合板의 熱氣乾燥를 實施함에 있어 乾燥溫度를 63, 74, 85 및 96℃에서 乾燥를 進行, 각각 1.26, 1.90, 1.39 및 2.58 %/hr의 値를 얻음으로써 乾燥溫度가 上昇함에 따라 乾燥速度가 上昇함을 報告하였고, 最近의 Lee와 Schaffer(1982)¹²⁾ 및 李(1980)¹⁰⁾의 研究에 依하면 水分處理美松合板의 熱板乾燥에서, 熱板溫度를 121.1℃, 148.8℃ 및 176.6℃에서 乾燥를 實施하여 각각

36.6, 70.1 및 123.7%/hr로서 乾燥速度가 急激히 上昇함을 보여 주었고, 마찬가지로 水分處理 포푸라合板의 경우에서도 亦是 34.9, 93.9 및 140.2%/hr로서 그 乾燥速度가 急增하는 경향이 있음을 보고한 바 있다. 本 研究에서도 DAP處理合板과 水分處理合板의 乾燥速度를 處理時間別 熱板溫度의 변화에 따라 調査하였는 바 그 結果는 表 2, 3, 4 및 5와 같다. 表들에서 보는 바와 같이, 대체적으로 熱板溫度가 높아짐에 따라 그 乾燥速度가 急激히 增加하여 위의 研究들과 一致하고 있음을 알 수 있다. 즉 DAP의

Table 2. Drying rates by platen temperature in 3/3-hours soaking treatment

Treating temperature(°C)	DAP treated plywood			Water soaked plywood		
	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.
130	0.583	42.40-7.17	1.601	0.609	50.07-8.77	4.130
145	0.557	45.50-7.18	4.790	0.618	48.07-8.58	7.898
160	0.629	35.86-7.39	8.134	0.579	57.18-8.92	13.789
175	0.557	42.13-7.27	13.944	0.569	55.60-7.76	15.947

Table 3. Drying rates by platen temperature in 6/3-hours soaking treatment

Treating temperature(°C)	DAP treated plywood			Water soaked plywood		
	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.
130	0.575	38.56-7.23	3.133	0.596	64.13-9.00	5.513
145	0.574	43.72-7.14	5.226	0.549	60.80-8.47	9.515
160	0.581	38.70-7.22	8.994	0.576	61.69-8.76	13.233
175	0.587	40.13-6.86	11.090	0.570	63.60-9.65	17.983

Table 4. Drying rates by platen temperature in 9/3-hours soaking treatment

Treating temperature(°C)	DAP treated plywood			Water soaked plywood		
	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.
130	0.548	53.66-7.13	1.011	0.574	61.40-9.04	5.818
145	0.575	45.70-7.10	4.289	0.663	49.21-8.43	8.156
160	0.587	41.42-7.19	9.780	0.617	62.49-8.69	21.520
175	0.529	56.68-7.36	16.440	0.617	58.47-9.70	16.257

Table 5. Drying rates by platen temperature in 12/3-hours soaking treatment

Treating temperature(°C)	DAP treated plywood			Water soaked plywood		
	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.	Sp. Gr. Mean	Initial and final M.C.(%)	Drying rate M.C.(%) min.
130	0.582	46.66-7.10	1.164	0.571	65.78-8.68	5.710
145	0.536	51.50-7.14	4.436	0.596	69.35-8.22	8.733
160	0.577	45.23-7.49	10.783	0.536	84.94-9.66	18.820
175	0.575	45.32-7.20	12.707	0.573	58.56-7.50	17.020

경우는 熱板溫度 175℃ 적용時, 10%/min 以上の 乾燥速度를 나타내었고 水分處理의 경우는 160℃부터 이미 10%/min 以上の 빠른 乾燥速度를 보여 주었다. 또 DAP藥劑處理에 비해 水分處理合板의 乾燥速度가 더 크게 나타났는 바 이는 앞에서의 乾燥曲線에서도 說明한 바와 같이 初期含水率이 높고 同時에 水分流動이 자유롭기 때문이라 사료된다.

結 論

以上과 같은 耐火處理合板의 藥液吸收量, 乾燥曲線, 乾燥速度의 試驗結果 및 考察을 통해, 本研究에서는 다음과 같은 結論을 지을 수 있다.

1. 溫冷浴法에 의한 合板의 藥液吸收量은 浸漬時間이 增加함에 따라 꾸준히 增加하였으며 水分의 吸收量이 DAP의 吸收量보다 더 많았다.
2. DAP藥劑保有量은 最短浸漬處理時間의 경우에도 最低保有量(1.125 kg/(30cm³))을 上廻하였으며, 浸漬時間이 增加함에 따라 계속 增加하는 傾向을 나타내었다.
3. 耐火處理合板의 乾燥曲線은 모든 處理時間에서 水分處理合板의 乾燥曲線이 DAP藥劑處理合板의 그것보다 경사가 급했으며 熱板溫度가 上昇할수록 乾燥가 急速히 進行되어 160℃以上 175℃를 適用했을 때는 2.5~4분에 乾燥가 完了되었다.
4. 乾燥速度에 있어서도 대체로 熱板溫度가 增加할수록 그 값이 增加하였으며, DAP處理의 경우는 175℃ 적용시, 그리고 水分處理의 경우는 160℃부터 10%/min 以上の 乾燥速度를 나타내었다.

LITERATURE CITED

1. Chen, P. Y.S. 1978. Press-drying black walnut wood: Continuous drying vs. step drying. *Forest Prod. Jour.* 28(1): 23-25.
2. Chen, P. Y.S. and F.E. Biltonen. 1979. Effect of press drying of Black walnut heartwood. *Forest Prod. Jour.* 29(2): 48-51.
3. Heebink, B.G. and K.C. Compton. 1966. Paneling and flooring from low-grade hardwood logs. U.S. Forest Service, Res. Note FPL-0122, 23pp.
4. Juneja, S.C. and L.R. Richardson. 1974. Versatile fire retardants from amino-resins. *Forest Prod. Jour.* 24(5): 19-23.
5. Juneja, S.C. and L.R. Richardson. 1977. Soak treatments for fire retardance. Canadian Eastern Forest Products Lab., OPX-185E.
6. 金鍾萬, 李弼宇. 1978. 尿素樹脂合板의 耐火處理에 관한 研究. *서울대 농학연구* 3(1): 49-61.
7. King, E.G., Jr. and D.A. Mattson, Jr. 1961. Effect of fire-retardant treatment on the mechanical properties of Douglas-fir plywood. Douglas-fir plywood Association, Tech. Dept., Lab. Rpt. No. 90. 9pp.
8. Koch, P. 1964. Techniques for drying thick southern pine veneer. *Forest Prod. Jour.* 14(9): 382-386.
9. Koch, P. 1972. Utilization of Southern Pines. Part II, p. 1111-1128, Agriculture Hbk., No. 420, USGPO, Washington, D.C.
10. 李弼宇. 1980. 美松 및 포푸라 耐火處理合板의 熱板乾燥에 관한 研究. *서울대 농학연구* 5(2): 51-64.
11. 李弼宇, 鄭希錫. 1980. 木材와 合板의 耐火處理에 관한 研究. *서울대 演習林報告* 16: 17-46.
12. Lee, P.W. and E.L. Schaffer. 1982. Redrying fire-retardant-treated structural plywood. *Wood and Fiber* 14(3): 178-199.
13. 李弼宇, 金鍾萬. 1982. 合板의 耐火處理와 熱板乾燥에 관한 研究. *木材工學* 10(1): 5-37.
14. Lutz, J.F. 1974. Drying veneer to a controlled final moisture content by hot pressing and steaming. USDA Forest Service, Res. Pap. FPL-227. 8pp.
15. Mackay, J.F.G. 1978. Kiln drying treated plywood. *Forest prod. Jour.* 28(3): 19-21.
16. Mungall, C. 1975. Diffusion's method promises cheaper fire-retardant plywood. *Canadian Forest Industries* 95(2): 40-42.
17. Shen, K.C. and D.P.C. Fung. 1975. New method for improving fire retardancy of plywood. *Forest Prod. Jour.* 25(4): 36-38.
18. Turkia, K. and J.G. Haygreen. 1968. Platen drying of Aspen sapwood. *Forest Prod. Jour.* 18(6): 43-48.
19. U.S. Forest Products Laboratory. 1974. Wood handbook: U.S. Government Printing Office. Agriculture Handbook No. 72.