

合板의 耐火處理와 热板乾燥에 關한 研究^{*1}

李弼宇^{*2}·金鍾萬^{*3}

Studies on Fire-Retardant-Treatment and Press Drying of Plywood^{*1}

Phil Woo Lee^{*2}·Jong Man Kim^{*3}

Summary

Plywood used for construction as a decorative inner material is inflammable to bring large fire accidents and burn out human life and their properties. To diminish the fire disaster, fire retardant plywood has been required indeed.

In the methods of manufacturing the fire retardant plywood the soaking method is occasionally used. However after soaking plywood into fire retardant chemical solutions, redrying of soaked plywood is the most important.

In this study, 3.5mm thin and 5.0mm thick plywoods were selected for fire retardant treatment. Treating solutions were prepared for 20% dilute solutions of ammonium sulfate, monoammonium phosphate, diammonium phosphate, borax-boric acid and minalith, and water solution. 1-, 3-, 6-, and 9 hour-soaking treatments were applied and after treatments hot plate drying was applied to those treated plywoods at 90°C, 120°C and 150°C of press temperature.

Drying rates, drying curves, water absorption rates of fire retardant chemicals, weight per volume and fire retardant degree of plywood were investigated.

The results may be summarized as follows:

1. The plywoods treated with ammonium sulfate, monoammonium phosphate and diammonium phosphate and diammonium phosphate showed increase of chemical absorption rate with proportion to increase of treating time, but not in case of the plywood treated with borax-boric acid and minalith.

2. In the treatment of definite time, the absorption rate per unit of volume of plywood showed higher in thin plywood (thickness of 3.5mm) than in thick plywood (thickness of 5.0mm). In both thin and thick plywoods, the highest absorption rate was observed in 9 hour-treatment of ammonium sulfate. The value was 1.353kg/(30cm)³ in thin plywood and 1.356kg/(30cm)³ in thick plywood.

3. The volume per weight of plywood after chemical treatment increased remarkably and, after hot plate drying, the values were to a little extent higher than before chemical treatment.

4. The swelling rates of thickness in chemical-treated plywoods increased similarly with that of water-treated plywood in 1- and 3 hour-treatment of both thin and thick plywoods. But in 6- and 9 hour-treatment, the greater increased value showed in water-treated plywood than any other chemical, especially in thick plywood.

5. The shrinkage rates after hot plate drying showed the same tendency as the swelling rate, and the rate showed the increasing tendency with proportion to increase of treating time in thick plywood of both chemical and water treatments.

*1 Received for publication on Dec. 10, 1981.

*2 서울대학교 農科大学 College of Agriculture, Seoul National University

*3 庆尚대학교 農科大学 College of Agriculture, Kyungsang National University

6. Among drying curves, the curves of water-treated plywood placed more highly than chemical-treated plywood without relation to thickness in 6- and 9 hour-treatment except in 1- and 3 hour-treatment.
7. The drying rate related to thickness of treated plywood, was twice above in thin plywood compared with thick plywood.
8. The drying rate remarkably increased with proportion to increase of the plate temperature and, the values were respectively 1.226%/min., 6.540%/min., 25.752%/min. in hot plate temperature of 90°C, 120°C, 150°C in thin plywood and 0.550%/min., 2.490%/min., 8.187%/min. in hot plate temperature of 90°C, 120°C, 150°C in thick plywood.
9. In the treatment at 120°C of hot plate temperature, the drying rates of chemical-treated plywood showed the highest value in monoammonium phosphate of thin plywood and in diammonium phosphate of thick plywood. But the drying rate of water-treated plywood was highest in 6- and 9 hour-treatment.
10. The fire retardant degree of chemical-treated plywood was higher than that of the untreated plywood as shown in loss of weight, burning time, flame-exhausted time and carbonized area.
11. The fire-retardant effect among fire retardant chemicals were the greatest in diammonium phosphate, the next were in monoammonium phosphate and ammonium sulfate, and the weakest were in borax-boric and minalith.

1. 緒 論

最近各國은 經濟成長과 더불어 建築工學의 發達으로 都市의 建築物이 漸次 大型化되고 高層化되어 가고 있다. 이를 建築物의 内裝에는 各種 木質材料와 木製家具 그리고 其他 木質加工品이 可燃性 プラス틱 裝飾用品과 함께 使用되며 때문에 火災가 發生하기 쉽고, 또한 火災가 發生했을 때에는 이를 木材類와 더불어 各種 プラス틱 可燃性 合成物質로 因해서 莫大한 人命被害과 財產被害를 招來하게 되었다. 結局 이 러한 災難이 漸次 頻繁하게 일어나게 되고 그被害亦是 大型化됨에 따라 이미 先進國에서는 이와 같은被害을 最大限으로 줄이기 为해서 木質材料에 耐火處理를 實施하게 되었으며, 그 効果가 크게 認定됨에 따라, 各國에서는 建築에 木質材料를 使用할 때는 一定한範圍内에서 耐火處理를 實施하여 使用하도록 法律로 規定하여 耐火處理의 義務化傾向이 뚜렷하게 나타나고 있다.

우리나라에서도 建築物에 큰 火災가 頻繁히 發生함에 따라 政府에서는 近年에 와서 建築物의 可燃性 内裝材料에 對한 耐火處理를 義務의 으로 實施하도록 規定하게 되었다. 特히 建築物의 内裝材料中에서 가장 많이 使用되고 있는 合板은 一般木材에 比하여 얇은板狀으로 使用하기 때문에 引火性이 큰 欠点을 가지고 있다. 이와 같은 欠点을 補完하기 为하여, 耐火藥劑를 合板에 处理한 結果, 耐火效果를 크게 向上시킬 수 있다는 것은 잘 알려져 있는 일이다.

그러나 實際로 耐火藥劑를 处理하여 耐火合板을 만드는 境遇에 一般的으로 防腐處理方法에 準하여 处理할

수 있다고 生覺할 수 있으나, 耐火合板製造에 있어서 提起되는 가장 큰 問題點은 耐火藥劑를 处理한 後 再乾燥過程에 있어서 어떻게 하면 可及的 빠른 時間内에 아무런 物理的 欠陷을 일으키지 않고 平衡 含水率以下로 乾燥시킬 수 있느냐 하는 것이다.

耐火處理合板의 再乾燥에 있어서는 一般合板의 再乾燥와 比較할 때, 耐火藥劑를 处理한 板類이기 때문에相當한 差異가 있을 것이라는 点을 쉽게理解할 수 있다. 다시 말하면 乾燥速度에 있어서 無處理한 合板보다 乾燥時間이 더 빠를 것인지, 더 느릴 것인지, 그리고 乾燥欠陷이 더 많이 나타날 것인지, 그렇지 않으면 無處理合板과 比較하여 큰 差異가 없을 것인지 등에 関하여 아직까지 뚜렷한 研究報告가 없기 때문에 이와 같은 問題點을 究明하는 것은 耐火合板 製造에 있어서 훌륭한 資料를 提供할 수 있을 것이다.

다만, 耐火處理材를 人工乾燥할 境遇, 美國의 A.W.P.A. (1974)²⁾의 規定에 依하면, 乾燥溫度를 71°C 以內의範圍内에서 mild drying을 實施하도록 勸奨하고 있다. 그러나 이 規定에 따르면 乾燥欠陷의 發生을 考慮한 것이기는 하지만 乾燥時間이 너무 많이 걸리기 때문에, 最近 一般木材와 合板類의 乾燥에 活用하고 있는 高溫乾燥나 熱板乾燥를 適用하여 其 利用可能性을 究明하여 볼 價値가 있다고 生覺한다.

上述한 美國의 A.W.P.A.의 規定은 各種 耐火藥劑와 加工品을 一括하여 定한 것이기 때문에 比較的 낮은 乾燥溫度로 規定되었을 뿐이고 아직까지 耐火藥劑別로 处理한 合板의 再乾燥에 関해서 報告된 研究가 없기 때문에 이와 같은 規定의 檢討와 아울러 새운 頁面에서, 热板乾燥로 耐火處理合板의 再乾燥에 関해

서研究할必要가 있다고生覺되어本研究를遂行하게되었다.

本研究에서는메란티合板을使用하여耐火剤를處理한 다음,熱板乾燥을實施한後,乾燥速度,耐火剤의吸收率,比重,耐火度 및乾燥欠陷等을水分處理合板과比較検討함으로써,耐火處理合板의熱板乾燥에關한基本性質을究明하고자하였다.

2. 研究史

初期의耐火處理研究는主로木材에局限되어왔고合板類에關한研究는斷編의으로取扱이되었을뿐이었으나,耐火處理合板에關한重要한研究는Blew,J.O.와W.Z.Olson(1950)⁵⁾이防腐處理와耐火處理한Birch plywood의6年間exposure한durability를研究한以來,Black,J.M.(1958)이合板製造에있어서耐火剤가接着에미치는影響을研究한바있으며,King,E.G.,Jr.와P.A.Matteson,Jr.(1961)은耐火處理合板의機械的性質에미치는研究를取扱한바있고,Jessome,A.P.(1962)은美松과赤松材그리고美松合板에耐火處理를implementation하였을때亦是機械的性質에미치는影響을研究한바있다.Thompson,W.S.(1962)⁴³⁾은sweet gum veneer에藥剤를處理하였을때接着에나타나는特性을研究하였고,Bergin,E.G.(1963)³⁹⁾는耐火剤로處理한yellow birch veneer의接着試驗을实施한바있으며Middleton,J.C.,S.M.Draganov및F.T.Winters,Jr.(1965)³⁵⁾는美松,南部松,美杉그리고Exterior grade plywood에對한Borates와其他無機鹽의flame spread를研究한바있다.또Schaeffer,R.E.(1966)⁴⁰⁾는암모늄鹽處理한單板의리소시를接着에關한豫備研究를実施한바있고,Schaeffer,E.L.(1967)⁴¹⁾는板의두께와不燃物插入이合板의表面燃燒에미치는影響을報告한바있으며,Eickner,H.W.와E.L.Schafier(1967)¹⁶⁾는美松合板에處理한单一藥品의耐火效果에關하여研究報告한바있다.

한편,Percival,D.H.와S.K.Suddarth(1971)³⁹⁾는耐火剤로處理한合板과木材로만든Truss plate의機械的特性에關한研究를施行한바있고,Juneja,S.C.(1972)²⁶⁾는木材와單板에耐火剤를處理하고安定性이큰耐火剤를開發研究한바있으며,Nearn,W.T.과Robert A.Megraw(1972)³⁷⁾는美松合板에高速jet浸透에依한不連統耐火處理를実施하기爲한研究를实施한바있다.Dolenko,A.J.

와M.R.Clarke(1973)¹⁴⁾는Fire-retardant pre-finished plywood에있어서finishing用sealer를開發研究하였으며,Brenden,J.J.(1973)⁶⁾은14가지의coating system이美松合板의發煙에어떤影響을미치는가를取扱하였고,Groah,W.J.(1973)¹⁷⁾은未處理合板(라왕)의25 foot Tunnel Flame Spread Test의運營과材料變異의問題를研究한바있다.그리고Juneja,S.C.와L.R.Richardson(1974)²⁷⁾은아미노樹脂를利用하여合板과파아티클用versatile Fire Retardants를研究報告하였다.또Brenden,J.J.(1974)⁷⁾은合板을包含하여各種木質板이火災에暴露되었을때熱放出率에關한研究를实施하였고亦是Brenden,J.J.(1975)⁸⁾은合板을包含한木質建築材料의熱放出率에關한報告를하였으며또한Brenden,J.J.(1975)⁹⁾은9個의無機鹽을美松合板에處理하였을때發煙量에미치는影響을研究報告한바있다.Jain,J.C.,A.K.Ananthranayana,및M.N.Sharma(1975)²¹⁾는두가지耐火藥剤의composition을木材와合板에處理하여強度에미치는影響을研究하였으며,Johnson,J.W.(1975)²³⁾는耐火處理한美松材와合板으로構成한joints의bearing strength를研究하였고,Nunomura,A.,H.Ito,A.Kasai,K.Komazawa및K.Yamagishi(1975)³⁸⁾는8foot tunnel furnace로耐火處理合板의surface flammability를研究함에있어서weather proofing fire retardant system을研究하였다.Shen,K.C.과D.P.C.Fung(1975)⁴²⁾는liquid NH₄ poly-phosphate로in-line hot-pressing technique를開發하였고,Chen,C.M.(1975)¹¹⁾은phenolic-resin-impregnated paper와 함께pyresote處理한合板으로耐火効果를얻는技術을開發하였으며,Mungall,C.(1975)³⁶⁾은Diffusion法으로耐火處理의方法을研究하였다.Johnson,J.W.(1976)²⁴⁾는耐火處理한美松材와合板에있어서fasteners의Lateral bearing strength를研究하였고,Yamagishi,K.,H.Ito,A.Kasai및K.Komazawa,A.Nunomura(1976)⁴⁶⁾는無機化合物로耐火處理한欠點을補強하기爲해서Urea resin과fire retardant system을處理하는研究를实施하였다.Juneja,S.C.와L.R.Richardson(1977)²⁷⁾는Douglas-fir plywood를Soak-treatment로耐火處理하는方法을研究하였으며,Brenden,J.J.(1977)¹⁰⁾은耐火處理合板을包含한몇가지材料의熱放出率에關한測定試驗을实施하였다.또Johnson,J.W.(1979)²⁵⁾는耐火處理木材와合板그리고未處理木材와合板으로構成하는

nailed joints 와 stapled joints 의 強度를 比較試驗하였다.

위에 紹介한 研究文献의 内容과 같이 耐火處理合板의 再乾燥에 関한 研究와 文獻이 매우 적으므로 이部門의 研究가 매우 必要하다.

熱板乾燥外 関聯된 몇 가지 研究를 紹介한다. King, E.G., Jr., 과 D.A. Matteson, Jr. (1961)²⁹⁾이 耐火處理合板의 機械的 性質에 미치는 影響을 取扱하였는데 이들은 0.635 cm (1/4 inch) 두께의 耐火處理美松合板을 50% 關係濕度와 24°C (75°F)의 條件에 數週間을 室內에서 乾燥시킨 다음 耐火處理合板과 未處理合板사이에 曲強度, 剪斷強度 및 衝擊強度를 比較하였다. Jessome, A.P. (1962)²²⁾亦是 0.953 cm (3/8 inch) 두께의 美松合板에 對하여 耐火處理를 實施하고 最高소개率을 乾球 65°C (150°F), 濕球 54.4°C (130°F)의 條件으로 하여 含水率 12%로 Kiln 乾燥시킨 다음 處理合板과 未處理合板사이의 曲強度와 Joughness 를 比較試驗하였다. 또 Gerhards, C.C. (1970)¹⁶⁾는 耐火處理가 木材와 集成製品의 曲強度에 미치는 研究를 施行하고자 8 가지의 다른 試驗을 實施하고 再乾燥에 있어서는 自然乾燥, 室內乾燥 (R.H. 64% 와 24°C 또는 R.H. 50% 와 23°C), Kiln 乾燥 (最高 65°C)를 適用하여當時까지 報告된 耐火處理研究의 結果를 合併して 綜合檢討한 바 있다.

한편, Mackay, J.F.G. (1978)³⁴⁾는 1.27 cm (1/2 inch) 와 1.905 cm (3/4 inch) 두께의 合板에 對하여 chromated copper arsenate 를, 0.635 cm (1/4 inch) 두께의 諸多合板에는 Ammonium sulfate 와 Borax を 構成한 水溶液으로 각각 處理하고 Kiln 乾燥을 實施하였다. 이 研究에서는 徒來의 研究에서 低溫度 소개率을 適用하여 反하여 1.905 cm (3/4 inch) 두께의 處理合板에 對하여 比較的 高은 測度인 dry bulb temperature 로서 63, 74, 85 및 96°C (145, 165, 185 및 205°F)의 constant condition 으로 하고 wet bulb temperature 는 각각 23.6°C (5°F)의 initial depression 을 延び 다음 乾燥을 進行시킴에 따라 時間當 0.47°C (1°F)의 濕球 測度를 낮추었다. 또 1.27 cm (1/2 inch) 두께의 合板에 對해서는 順次 같은 乾燥 schedule 外에 反對로 60, 71, 82 및 93°C (140, 160, 180 및 200°F)의 wet bulb 是 constant condition 으로 하고 dry bulb 은 63, 74, 85 및 96°C (145, 165, 185 및 205°F)에서 각각 乾燥가 進行함에 따라 時間當 乾球의 測度를 0.47°C (1°F)씩 올려주는 소개率을 追加하여 適用했다.

한편, 우리나라에서는 金鍾萬·李弼宇 (1978)⁴⁸⁾ 等이

尿素樹脂合板에 Ammonium sulfate 等 9種의 耐火藥劑를 浸漬處理하여 處理單板의 接着可能性 및 接着製造及 尿素樹脂合板의 藥剤吸收率 및 其 物理的性質을 調査, 報告한 바 있으며, 李弼宇·鄭希錫 (1980)⁴⁹⁾ 等이 木材와 合板의 耐火處理에 関한 研究 등을 實施하여 處理材의 物理的特性과 耐火性을 報告한 바 있다. 热板乾燥에 関한 것은 鄭希錫 (1978)⁴⁷⁾ 未處理板材와 單板乾燥에 関한 研究를 遂行하였고, 李弼宇 (1980)⁵⁰⁾는 美國林產物研究所에서 美松 및 玉桐라厚板合板에 加压法으로 耐火處理를 하고 热板乾燥를 實施하여 報告한 바 있다.

그러나, 國内外에서 取扱되지 않았던 合板類의 耐火處理를 浸漬法으로 實施하여 其 耐火度를 測定하고, 热板 測度를 90°C, 120°C 및 150°C 等의 3수준으로 하여, 處理合板의 再乾燥를 實施함으로서 耐火處理의 再乾燥에 있어서 새로운 工法를 開發함과 아울러 其 耐火度를 究明하고자 着手하였다.

3. 材料 및 方法

3.1. 供試 材料

3.1.1. 耐火處理用 合板

本 研究에서 使用한 供試用合板은 一般市中에서 版壳하고 있는 外接用耐水 meranti 合板을 購入하였는데 두께 3.5 mm의 諸은 三枚合板과 5.0 mm의 두꺼운 三枚合板으로 크기는 120 × 240 cm의 것으로서, 서울大學校 農科大學 合板研究室에 輸送하였다. 이를 購入合板들은 欠膠 等 음집이 있는 合板을 除外하고 試驗에 支障이 없는 것만을 選定하였으며 耐火處理를 為하여 実驗室에서 15 × 15 cm 크기의 試驗片으로 切断하였다. 그리고 鋸斷中, 차수가 不正確하거나 欠點을 일으킨 試驗片을 除去하고 두께別로 關係濕度 65%, 測度 15°C의 室內條件에서 二週間 調湿處理를 實施하였다. 本 研究에서 使用한 供試片의 數는 2,000枚를 製作한 것들 중에서 無作爲로 選定하여 使用하였다. 耐火處理用으로 6薬液處理 × 4處理時間 × 2合板두께 × 8反復 = 384枚, 热板 乾燥用으로 위와 같은 數인 384枚과 이에 追加하여 6薬液處理 × 3處理度 × 2合板두께 × 8反復 = 288枚, 耐火測定用으로는 6薬液處理 × 4處理時間 × 2合板두께 × 3反復 + 6未處理合板 = 150枚 등 合計 1206枚가 使用되었다.

3.1.2. 耐火處理 藥液

耐火剤로서는 表 1과 같이 Ammonium sulfate (AS), Monoammonium phosphate (MAP), Di-ammonium phosphate (DAP), Borax - Boric ac-

id (BB) 및 Minalith (M) type 等 五種을 選定하였으며 control로서 water treatment를 追加하여, 6種을 捷하였다. 5種의 耐藥剤는 모두 20%濃度로 調整하여 处理藥液을 만들었으며 水分處理는 普通水道물을 使用하였다.

3.2. 試驗用 器機

3.2.1 耐火处理用 装置

耐火处理는 灰漬法을 主로 使用하였는데 treating vat 는 5,000 ml 容量의 beaker 에 温度計를 附着하여, 处理藥液의 温度를 測定할 수 있게 하였다. 이와 같이 만들어진 裝置를 必要한 温度條件으로 調節된 cabinet 속에서 vat 内의 藥液과 所定의 温度가 均衡이 되는 狀態로 調節될 수 있도록 耐火处理裝置를 만들어 利用하였다. 또 vat 内에는 处理하고자 하는 合板 個個가 붙는 狀態를 막기 為해서 特別히 考案된 处理合板의 分離 폐임틀을 한 处理에 두개씩 만들어 使用하였고, 이 폐임틀에는 8 個의 合板이 同時에 끼워져서 处理될 수 있도록 만들었다.

Table 1. Fire retardant chemicals and their compositions

Chemical type	Chemical (composition)	Grade	Concentration (%)
A	Ammonium Sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Reagent	20
B	Monoammonium Phosphate $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	Reagent	20
C	Diammonium Phosphate $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Reagent	20
D	Borax -Boric acid $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 60 % H_3BO_3 40 %	Reagent Reagent Reagent	20
E	Minalith $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 10 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 60 % $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 10 % H_3BO_3 20 %	Reagent Reagent Reagent Reagent	20
W	Water Treatment	Tap water	

3.2.2. 处理合板 再乾燥用 热压机

溫度와 加压量을 正確하게 測定할 수 있는 合板加工 実驗用 热压機를 使用하였는데, 美國 Dake社 製品으로 热板의 크기는 $48 \times 48\text{ cm}$ 의 面積에 加熱溫度 350°C 總加压量은 Ram의 치름이 15.24 cm 로서, $70,000\text{ kg}$ 까지 加할 수 있는 Hydraulic press를 使用하였다.

3.2.3 耐火度測定用 装置

耐火處理後再乾燥를 완료한 합판의 ^D耐火度測定은 American plywood association(1970)의 耐火度測定裝置를 利用하였으며 其 模樣을 表示하면 Fig. 1과 같다. 그림에 나타나 있는 바와 같이 만들어진裝置에 耐火度測定을 為해서 附着한 합판의 傾斜角은 150° 이며, 加熱機는 Bunsen burner로서 燃料는 一般家庭用 propane gas를 使用하였다. burner에 供給하는 燃料를 一定하게 調節할 수 있도록 gas 調節機와 中間 valve를 設置하였다.

3.2.4. 温度測定計

耐火測定用 裝置에 附着되어 있는 gas burner 의 flame 測定을 為해서 容量 1,000°C 까지 測定할 수 있는, 燃帶帶是 連結한 pyrometer 를 使用하였다.

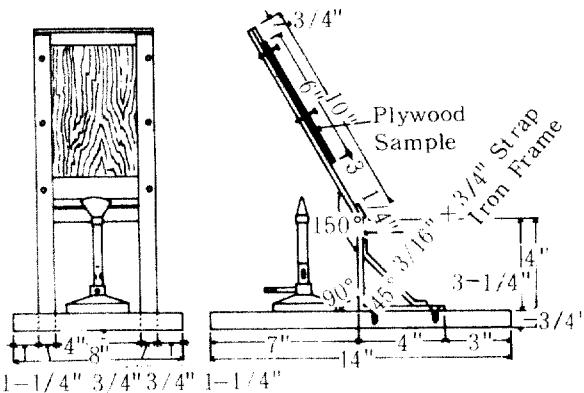


Fig. 1. Appratus for heat durability test.

3.2.5. 그 밖의 器機

試驗板의 重量測定과 植液調製에 triple beam balance 와 dial-o-gram balance 가 使用되었고 두께와 치수의 變異를 測定하기 為해서 caliper micrometer 와 含水率 等을 測定하기 為해서 乾燥機를 使用하였다.

3.3. 試驗方法

3.3.1. 합판의 耐火處理

前述한 바와 같이 特別히 考案된 耐火處理裝置를 利用하였는데 Table 2 와 같이 浸漬法의 冷液浸漬과 温

Table 2. Treating processes by fire retardant chemical solutions

Che- mi- cal solu- tion ＼ Treating time (hr.)	1	3	6	9
Ammonium Sulfate	Cold soaking*	Cold soaking	Hot soaking**	Hot and cold bath***
Monoammonium Phosphate	Cold soaking	Cold soaking	Hot soaking	Hot and cold bath
Diammonium Phosphate	Cold soaking	Cold soaking	Hot soaking	Hot and cold bath
Borax - Boric acid	Hot soaking	Hot soaking	Hot soaking	Hot soaking
Minalith	Hot soaking	Hot soaking	Hot soaking	Hot soaking
Water	Cold soaking	Cold soaking	Hot soaking	Hot and cold bath

* Cold soaking in the solution at 11°C

** Soaking in the solution at 60°C

*** After 6 hours soaking in the hot solution at 60°C, 3 hours cold soaking in the solution at 11°C

液浸法 그리고 溫冷浴法으로 耐火处理를 実施하였다. 处理液의 冷液은 温度 11°C로 調節하였고 溫液은 60°C로 調節하여 試験하였다며 处理時間은 모든 藥液共り 1, 3, 6, 그리고 9時間은 適用하였다.

耐火藥液中 Borax - boric acid와 Minalith 藥液의 处理方法을 溫液浸漬法으로 한 것은 冷液에서는 構成藥劑가 充分히 混和되지 않기 때문에 모든 处理에서 60°C로 加熱하여 处理하였다.

耐火处理用 合板은 处理에 앞서 含水率을 調整하여 使用하였으며, 平均 含水率은 2.5mm의 鎚은 合板은 12.7%였고 5.0mm의 두께의 合板은 11.7%였다. 그리고 耐火处理는 耐火藥液과 合板의 두께別로 모든 处理時間에서 8反復으로 実施하였다. 또 耐火处理過程 前後의 容積重, 藥液 吸收率, 含水率 그리고 두께膨脹率을 測定調査하였으며 아래 公式 ①②③④⑤에 따라 耐火处理 前後의 値를 計算하였다.

i) 藥液 吸收率

$$Sa(\%) = \frac{W_b - W_a}{W_a} \times 100 \cdots ①$$

Wa : 藥液处理 前 重量
Wb : 藥液处理 後 重量

ii) 容積重

$$Vw_1 = \frac{W_a}{V_a} \cdots ②$$

Vw₁ : 藥液处理 前 容積重
Vw₂ : 藥液处理 後 容積重
Va : 藥液处理 前 容積
Vb : 藥液处理 後 容積

$$Vw_2 = \frac{W_b}{V_b} \cdots ③$$

Wa : 藥液处理 前 重量
Wb : 藥液处理 後 重量

iii) 含水率

$$M.C.(\%) = \frac{W_2 - W_0}{W_0} \times 100 \cdots ④$$

M.C. (%) : 含水率
W₀ : 試験片 全乾重量
W₂ : 試験片 重量

iv) 두께膨脹率

$$Sw(\%) = \frac{l_1 - l_2}{l_2} \times 100 \cdots ⑤$$

Sw (%) : 膨脹率
l₂ : 藥液处理 前 두께
l₁ : 藥液处理 後 두께

3.3.2. 耐火处理合板의 再乾燥

耐火处理를 完了한 合板의 再乾燥는 热板乾燥를 適用하였으며 두께別, 그리고 热板乾燥温度別로 實施하였다.

热板乾燥를着手하기 前에 藥液处理된 合板의 初期含水率과 두께를 알기 為해서 모든 供試合板에 對하여 重量과 位置가 다른 두部分에서 두께를 測定하였다. 이와 같이 準備된 处理合板은 热板温度 120°C와 加圧量 3.52kg/cm²를 一律의 으로 適用하여 再乾燥를 하였는데 乾燥時 試験板 上下部에는 aluminium caulk을 捅入하여 進行시켰다. 또 热板乾燥温度의 差異에 따른 乾燥効果를 알기 為해서 모든 处理藥液의 9時間 处理分에 對해서 90°C, 120°C와 150°C를 適用하여 乾燥를 実施하였으며 역시 aluminium caulk을 捅入하였고 加圧量은 3.52kg/cm²로 하였다.

热板乾燥를 進行시키는 동안 Chen, Peter, Y. S. (1978)의 cyclic step drying에 따라 乾燥經過一定時間마다 含水量의 減少值를 알기 為해서 热板을 열고 試験板의 重量을 測定하였다. 乾燥進行中 热板의 opening cycle은一般的으로 1, 2, 3分間을 適用하였고 大略 最終 含水率을 10%以下로 하고 이에 相應하는 重量值에 到達할 때까지 乾燥를 시켰다. 이 試験에서 乾燥經過에 따른 cycl別 含水量과 最終 含水量 公式 ⑥에 따라 計算하여 求하였다. 그리고 乾燥完了直後, 乾燥前과 比較하여 두께의 減少를 알

기爲하여 每試驗板마다 位置가 다른 두 部分에서 두
께를 測定하였고 公式(7)을 利用하여 收縮率을 計算
하였다. 그리고 一定時間當의 乾燥量인 乾燥率을 公
式(8)에 따라 計算하였다.

i) cycle 別 異 最終 含水率

$$S.M.C (\%) = \frac{W_g - Cr - W_e}{W_0} \times 100 \dots\dots (6)$$

S. M. C (%): cycle 別 の 最 終 含 水 率

Wo : 試驗片의 全乾重量

W_g : 試驗片之乾燥前重量

Cr : 吸收 药剂量

ii) 두께수축률

$$Sh(\%) = \frac{l - l_1}{l} \times 100 \cdots ⑦$$

l : 乾燥前 試験板寸께
l₁ : 乾燥後 試験板寸께

iii) 乾燥率

$$Dr(\%) = \frac{I.M.C - F.M.C}{D.t} \dots (8)$$

3.3.3 耐火度测定方法

Fig. 1에 나타나 있는 耐火度測定用裝置에 걸고 燃燒시키는 方法은 Bunsen burner를 点火시켜서 青色炎이 되도록 調節하고 炎의 길이가 18cm가 된 다음 燃燒炎으로 利用하였다. 그리고 試驗板에 炎이 닿는 位置는 판 아래의 中心線에서 위쪽으로 4cm部位에 一致시켰으며, 얇은 3.5mm 合板은 1分間 加熱하였고 5.0mm의 두꺼운 合板은 3分間 加熱하였다. 이 때 高溫計를 利用하여 測定한 温度는 1分間의 加熱에서 600°C였고 3分間의 加熱에서는 1,500°C를 나타내었다.

耐火度測定에서 調査한 項目은 着火時間, 最高炎의
길이, 残炎時間, 裏面의 炭化面積과 試驗板의 重量減
少率을 測定調査하였다. 裏面의 炭化面積과 重量
減少率은 다음 公式(9)와 (10)를 利用하여 計算하였다.
耐火度測定試驗은 모든 藥液에 對해 3反復으로 實施
하였다.

i) 裏면의 炭化率

$$Ca(\%) : \frac{Ca}{a} \times 100 \cdots ⑨$$

Ca : 炭化面積 (裏面)
a : 試験板の面積

ii) 重量減少率

$$W_1 (\%) = \frac{W_3 - W_4}{W_3} \times 100 \dots\dots (10)$$

$W_1 (\%)$: 重量減少率

W_3 : 燃燒前重量

W_4 : 燃燒後重量

4. 試驗 結果

4.1. 합판의 耐火處理

4. 1. 1. 菜液 吸收量

處理時間別 藥液吸收量과 chemical reaction結果를 表示하면 Table 3, 4, 5 및 6과 같다. 먼저 1時間 处理에서 나타난 平均藥液吸收量은 3.5mm의 얇은 合板의 境遇 Borax - boric acid가 가장 높은 值로서 $4.095 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 가장 낮은 值는 Mono - ammonium phosphate로서 $1.470 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었으며 control인 水分處理는 $2.947 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 을 나타내었다. 그리고 이들의 chemical retention은 Borax - boric acid에서 $0.819 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Mono - ammonium phosphate는 $0.294 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로 계산되었다. 5.0mm의 두꺼운 合板에 있어서 나타난 平均藥液吸收量은 Mono - ammonium phosphate가 가장 높은 值로서 $2.629 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 가장 낮은 值는 Ammonium sulfate로서 $1.843 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었으며 水分處理는 $1.157 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다. 그리고 이들의 chemical retention은 Mono - ammonium phosphate에서 $0.526 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Ammonium sulfate는 $0.369 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 을 나타내었다. 따라서 1時間 处理에 있어서 Mono - ammonium phosphate를 除外하고 3.5mm의 얇은 合板이 5.0mm의 두꺼운 合板보다 一定時間의 处理後에 나타나는 単位体積當 藥液의吸收量과 chemical retention이 더 크다는 것을 알 수 있다. 3時間 处理에서 나타나는 平均藥液吸收量은 3.5mm의 얇은 合板의 境遇 Borax - boric acid가 1시간 处理와 똑같이 가장 높은 值로서 $5.064 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 가장 낮은 值에 있어서도 1시간 处理와 똑같이 Mono - ammonium phosphate로서 $2.217 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 를 나타내었으며 control인 水分處理는 $4.313 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다. 이들의 chemical retention은 Borax - boric acid가 $1.013 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이고 Mono - ammonium phosphate는 $0.433 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다. 또 5.0mm의 두꺼운 合板에서 나타난 平均藥液吸收量은 亦是 1시간 处理의 境遇와 똑같이 Borax - boric acid에서 가장 높은 值로서 $3.079 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Mono - ammonium phosphate는 가장 낮은 值로서 $1.573 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다. 水分處理는 $1.790 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 를 나타내었다. 이들의 chemical retention은 Mono - ammonium phosphate에서 $0.433 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Borax - boric acid는 $0.294 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다.

ention은 각각 Borax - boric acid에서 $0.616 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$, 그리고 Mono - ammonium phosphate에서 $0.315 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로 계산되었다. 이와 같이 3시간 처리에서도 1시간 처리와 같이 3.5mm의 얇은 합판이 5.0mm의 두꺼운 합판보다 일정시간의 처리 후에 나타나는 단위체적당의 약液吸收量과 chemical retention이 더 크게 나타났다.

6시간의 처리에서 나타난 평균약液吸收量은 3.5mm의 얇은 합판의境遇 Borax - boric acid를 제치고 Minalith가 $5.233 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로서 가장 높았고 Ammonium sulfate는 $4.230 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로서 가장 낮은值得를 나타내었으며 수분처리는 $5.979 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로서 Minalith보다도 높은值得를 보여주고 있어서 1시간과 3시간 처리와는 다른 樣相을 보여주고 있다. 이들의 chemical retention은 Minalith에서 $1.045 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Ammonium sulfate는 $0.846 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 를 나타내었다. 그리고 5.0mm의 두꺼운 합판에서 나타난 평균약液吸收量은 Borax - boric acid에서 $4.885 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 로서 가장 높은值得를 보여주었으나 수분처리인 $5.704 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 에 미치지 못하였고 가장 낮은值得는 Ammonium sulfate로서 $0.492 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었다. 따라서 약剤사이의吸收倾向이 약간 뒤바뀌고 있음을 알 수 있었을 뿐만 아니라 5.0mm의 두꺼운 합판보다 3.5mm의 얇은 합판의 약液吸收量이 1시간 이후 6시간 까지 약液处理時間을 延長하여도 더 높은值得를 나타내고 있다는 것을 알 수 있다.

마음에, 9시간의 처리에서 나타난 평균약液吸收量은 3.5mm의 얇은 합판의境遇 가장 높은值得는 Mono - ammonium phosphate로서 $6.766 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 가장 낮은值得는 Minalith로서 $4.529 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 를 나타내었으며 control인 수분吸收量 $8.320 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 와比較할 때 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 그리고 이들의 chemical retention은 각각 Mono - ammonium phosphate가 $1.353 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$, Minalith는 $0.906 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 으로 계산되었다. 5.0mm의 두꺼운 합판에서 나타난 평균약液吸收量은 Ammonium sulfate가 가장 높은值得로서 $6.780 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 가장 낮은值得는 Minalith에서 $3.369 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었으며 control인 수분처리의吸收量인 $7.571 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 와比較하면 훨씬 낮다는 것을 알 수 있다. 이들의 chemical retention은 Ammonium sulfate에서 $1.356 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 이었고 Minalith는 $0.674 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 를 나타내었다. 이와 같이 처리시간이 延長됨에 따라 大体로 약液吸收量이增

加하는倾向을 보여주고 있으나 3.5mm의 얕은 합판의境遇, Minalith에서 6시간보다 9시간이 약液吸收量이 약간低下하는倾向을 보여주었고 5.0mm의 두꺼운 합판에서는 Borax - boric acid에서 6시간보다 9시간의 처리가 오히려吸收量이低下하는倾向을 나타내었다(Table 3, 4, 5, 6参照).

4. 1. 2. 容積重

두께 3.5mm와 5.0mm 합판에對하여 藥剤處理前後 그리고 热板乾燥를 完了한 後의 容積重의 測定結果를 表示하면 Fig. 2 및 3과 같다. Fig. 2는 3.5mm의

Table 3. Mean chemical retentions of

1 hr-soaking treatment by solutions

Soaked solution	Thin plywood (3.5 mm)		Thick plywood (5 mm)	
	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)
Ammonium	1.328 —	0.266 —	0.989 —	0.198 —
	4.333	0.867	3.028	0.606
Sulfate	(2.689)*	(0.583)	(1.843)	(0.369)
Monoammonium	1.111 —	0.222 —	1.114 —	0.223 —
	2.076	0.415	3.989	0.798
Phosphate	(1.470)	(0.294)	(2.629)	(0.526)
Diammonium	1.840 —	0.368 —	1.152 —	0.230 —
	2.862	0.572	4.002	0.800
Phosphate	(2.453)	(0.491)	(2.257)	(0.451)
Borax -	2.311 —	0.462 —	1.488 —	0.298 —
Boric acid	5.641	1.128	4.008	0.802
	(4.095)	(0.819)	(2.329)	(0.466)
Minalith	2.783 —	0.557 —	1.595 —	0.319 —
	4.260	0.852	4.086	0.817
	(3.454)	(0.691)	(2.373)	(0.475)
Water	2.143 —		1.035 —	
	3.770		1.435	
	(2.947)		(1.157)	

* () : Mean value

얇은 합판의容積重變異를 藥剤處理時間의增加에 따라 나타낸曲線인데 處理前의容積重이 모든處理를通해서 가장 낮은倾向을 보여주고 있고 藥剤吸收後의容積重은 가장 높은值得를 보여주고 있으며 處理藥剤사이의變異의幅이넓어지는倾向을曲線間에 나타내고 있다. 또 藥剤吸收後의容積重은 處理時間이增加함에 따라 大体로增加하는倾向을 나타내었다. 그리고 热板乾燥後의容積重은 藥液吸收後의曲線에比하면 훨씬 낮은曲線을 나타내고 있으나 藥液吸收前보다는 약간 높은倾向을 나타내었다.

Table 4. Mean chemical retentions of 3 hr-soaking treatment by solutions

Soaked solution	Thin plywood (3.5mm)		Thick plywood (5mm)	
	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)
Ammonium Sulfate	1.775 3.141 *(2.566)	0.355 0.628 (0.513)	1.308 3.241 (2.329)	0.262 0.648 (0.466)
Monoammonium Phosphate	1.677 2.933 (2.217)	0.335 0.587 (0.443)	1.272 2.044 (1.573)	0.254 0.409 (0.315)
Diammonium Phosphate	2.014 3.972 (2.639)	0.403 0.794 (0.528)	1.444 2.378 (1.891)	0.289 0.476 (0.378)
Borax - Boric acid	3.936 6.642 (5.064)	0.787 1.328 (1.013)	2.478 4.380 (3.079)	0.496 0.876 (0.616)
Minalith	3.810 5.720 (4.700)	0.762 1.144 (0.940)	2.018 4.942 (2.781)	0.404 0.988 (0.556)
Water	3.304 5.478 (4.313)		1.474 2.201 (1.790)	

* () : Mean value

두께 5.0mm의 두꺼운 합판에 대한 容積重의 變異를 藥液處理時間의 增加에 따라 나타낸 曲線은 Fig.3과 같다. 이 그림에서도 3.5mm 합판의 境遇와 같이 藥液吸收前의 容積重보다吸收後의 容積重이 輝先 높은 傾向을 보여주었다. 그러나 热板乾燥後의 容積重은 藥液吸收前의 容積重과 비슷한 傾向을 나타내었다. 그리고 얇은 3.5mm 합판이 나타낸 容積重의 變異曲線과 5.0mm의 두꺼운 합판의 容積重曲線을 比較하면 두꺼운 합판의 容積重이 藥液吸收前後와 热板乾燥後에 있어서 모두 높은 傾向을 나타내었다. 그러나 藥液에 따라서 그려진 曲線間變異의 幅은 얇은 합판의 境遇보다 커졌다.

4. 1. 3. 膨脹率과 收縮率

處理時間에 따라서 얻은 藥液吸收後의 두께膨脹率을 藥液別로 plot하여 curve로 나타내면 Fig.4 및 5와 같다. Fig.4는 두께 3.5mm의 얇은 합판에서 얻은 膨脹率結果인데 藥剤處理時間이 延長됨에 따라水分處理合板의 膨脹率이 上昇하여 6時間과 9時間處理에서는 藥液處理合板의 膨脹率보다 一層 높은 値를 나타내고 있다. 또 5.0mm의 두꺼운 합판에서 얻

Table 5. Mean chemical retentions of 6 hr-soaking treatment by solutions

Soaked solution	Thin plywood (3.5mm)		Thick plywood (5mm)	
	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)
Ammonium Sulfate	3.164 5.600 *(4.230)	0.633 1.120 (0.846)	1.530 3.351 (2.462)	0.306 0.670 (0.492)
Monoammonium Phosphate	3.458 6.003 (4.564)	0.692 1.201 (0.913)	2.319 3.995 (2.597)	0.464 0.799 (0.591)
Diammonium Phosphate	4.205 6.186 (4.796)	0.841 1.237 (0.959)	2.489 5.027 (3.397)	0.498 1.005 (0.679)
Borax - Boric acid	3.959 5.527 (5.039)	0.792 1.105 (1.008)	2.940 6.950 (4.885)	0.588 1.390 (0.977)
Minalith	4.072 7.023 (5.223)	0.814 1.405 (1.045)	2.052 4.459 (2.952)	0.410 0.892 (0.590)
Water	4.880 7.498 (5.979)		4.075 7.576 (5.704)	

* () : Mean value

은 膨脹率結果를 表示하면 Fig.5와 같은데 水分處理合板의 膨脹率과 比較하면 亦是 3.5mm의 얇은 합판과 5.0mm의 두꺼운 합판에 있어서 나타나는 膨脹率間의 差異는 얇은 3.5mm 합판에서는 6時間 处理以後에 水分處理를 並行하여 Ammonium sulfate 및 Minalith 등의 膨脹率이 低下함을 보여주고 있는데 反하여 5.0mm의 두꺼운 합판에서는 Monoammonium phosphate를 제외하면 水分處理를 包含한 모든 藥液에서 膨脹率이 上昇하고 있는 結果를 나타내고 있다.

다음에, 藥液處理後 热板乾燥을 實施함으로써 얻은 두께收縮率을 處理藥液別로 curve로 表示하면 Fig.6 및 7과 같다. Fig.6은 3.5mm의 얇은 합판에서 얻은 收縮率結果인데, 藥液處理時間이 增加함에 따라 6時間 处理까지는 收縮率이 大体로 Ammonium sulfate를 除外하고 急上昇하는 結果를 나타내었으나, 그 以後의 处理時間延長은 Borax - boric acid와 Monoammonium phosphate를 除外하고 오히려 低下하는 結果를 보여주고 있다. 또 5.0mm의 두꺼운 합판에서 얻은 收縮率結果를 表示하면 Fig.7과 같다.

Table 6. Mean chemical retentions of 9 hr-soaking treatment by solutions

Soaked solution	Thin plywood (3.5mm)		Thick plywood (5mm)	
	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)	Absorbed content (kg/cu.ft.)	Chemical retention (kg/cu.ft.)
Ammonium Sulfate	5.140 7.998 (6.317)	1.028 1.600 (1.263)	4.700 8.004 (6.780)	0.940 1.601 (1.356)
Monoammonium Phosphate	5.797 8.607 (6.766)	1.159 1.721 (1.353)	4.556 6.870 (5.495)	0.911 1.374 (1.099)
Diammonium Phosphate	5.708 8.271 (6.657)	1.142 1.654 (1.331)	4.393 6.789 (5.832)	0.879 1.358 (1.166)
Borax - Boric acid	4.981 8.342 (6.132)	0.996 1.668 (1.226)	2.587 6.007 (3.981)	0.517 1.201 (0.796)
Minalith	3.962 5.385 (4.529)	0.792 1.077 (0.906)	2.524 5.316 (3.369)	0.505 1.063 (0.674)
Water	6.856 10.082 (8.320)		6.454 8.825 (7.571)	

* : Mean value

- Water
- Ammonium sulfate
- △— Monoammonium phosphate
- Diammonium phosphate
- ×— Borax - boric acid
- ◇— Minalith

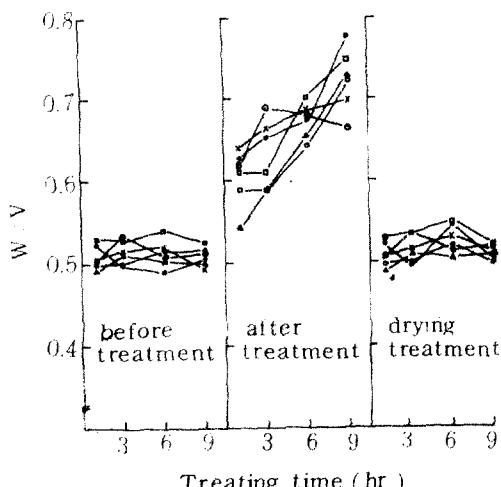


Fig. 2. Variations of W/V of 3.5 mm thin plywood related treating time.

- Water
- Ammonium sulfate
- △— Monoammonium phosphate
- Diammonium phosphate
- ×— Borax - boric acid
- ◇— Minalith

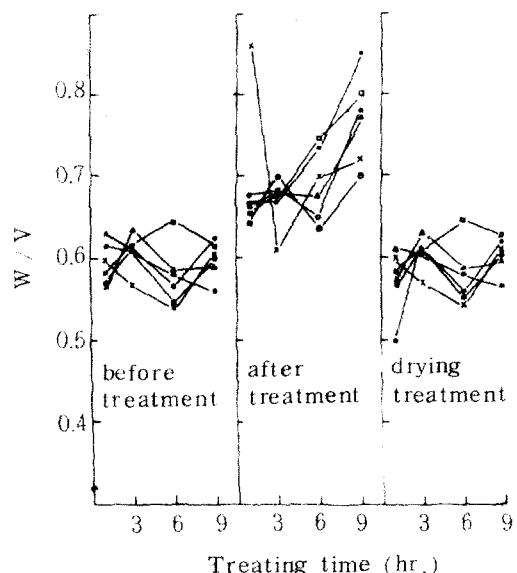


Fig. 3. Variations of W/V of 5.0 mm thick plywood related treating time.

- Water
- Ammonium sulfate
- Monoammonium phosphate
- Diammonium phosphate
- Borax - boric acid
- Minalith

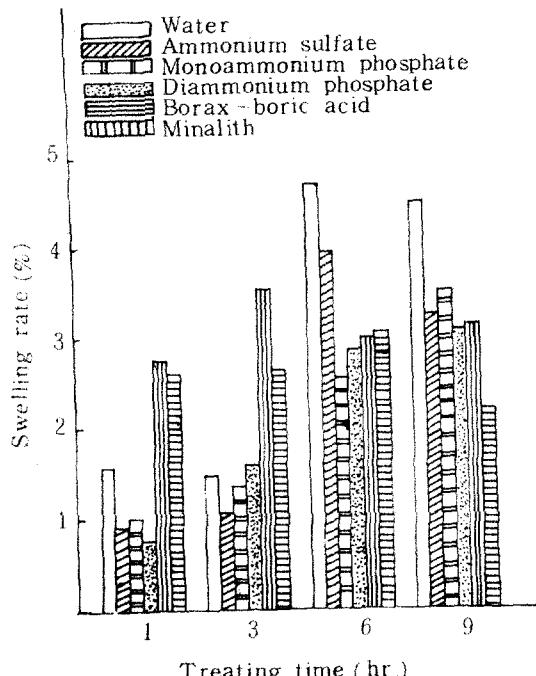


Fig. 4. Swelling rates of 3.5 mm thin plywood related treating time.

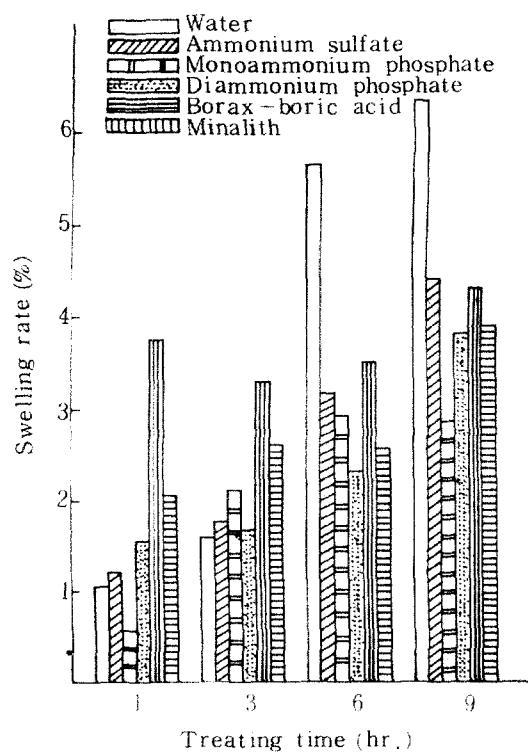


Fig. 5. Swelling rates of 5.0 mm thick plywood related treating time.

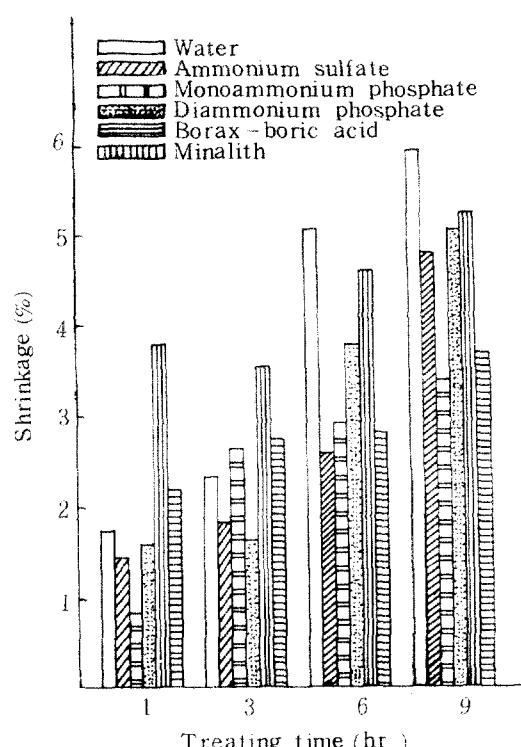


Fig. 7 Shrinkages of 5.0 mm thick plywood related treating time.

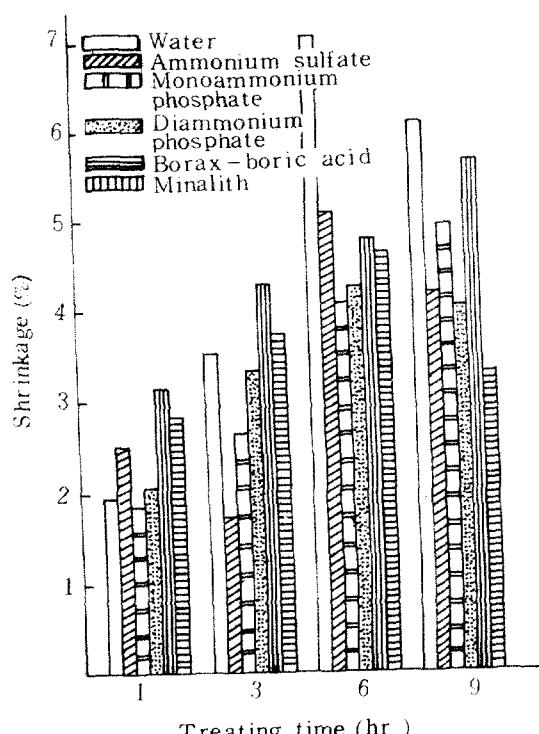


Fig. 6. Shrinkages of 3.5 mm thin plywood related treating time.

이 그림에서 보여주고 있는 바와 같이 두께는 合板은 모든 藥液에서 時間을 增加시킴에 따라 大体로 收縮率이 뚜렷하게 增加하고 있어서 盐은 合板의 環境에 약간 다른 傾向을 보여주었다. 그리고 盐은 3.5 mm의 合板과 5.0 mm의 두께는 合板사이에 나타나는 收縮率結果를 比較하면 6時間 時間 처리에서는 盐은 合板이 盐은 傾向을 나타내고 있으나 9時間 時間 처리에서는 두께는 合板과 비슷한 傾向을 보여주고 있다.

4.2. 耐火處理合板의 再乾燥

4.2.1. 热板乾燥의 乾燥度

i) 藥液別 時間別 乾燥曲線

乾燥時間에 따른 3.5 mm의 盐은 時間處理合板과 5.0 mm의 두께는 時間處理合板에 對하여 热板溫度 120°C와 加压力 3.52 kg/cm²를 基準으로 하고 乾燥시간 乾燥度를 含水率로 換算하여 時間別 乾燥結果를 曲線으로 plot 한 다음 그림으로 表示하면 Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 및 15와 같다.

두께 3.5 mm의 盐은 合板에 對하여 盐은 藥液別 乾燥曲線은 Fig. 8, 9, 10 및 11에 表示하고 있는데, Fig. 8의 1時間 時間에서 나타난 乾燥曲線을 보면 初期 含水率間에 差이 크다는 것을 알 수 있다. 그

리고 藥液處理間에는 Mono-ammonium phosphate의 乾燥曲線이 가장 下位에 位置하고 있고 Minalith의 乾燥曲線이 가장 上位에 位置하고 있다. 그리고 이와 같은 結果를 水分處理의 乾燥曲線과 比較할 때 Minalith를 除外하고 다른 藥液處理보다 上位에 位置하고 있음을 보여주고 있다.

Fig. 9의 3時間 处理에서 나타난 乾燥曲線은 乾燥前의 初期 含水率의 變異가 매우 크지만 藥液處理間의 乾燥曲線은 Borax-boric acid의 乾燥曲線이 가장 上位에 位置하고 있고 Mono-ammonium phosphate가 가장 下位에 位置하고 있으며 水分處理의 乾燥曲線과 比較하면 모든 藥液處理合板의 乾燥曲線이 水分處理의 下位에 位置하고 있음을 보여주고 있다.

또 Fig. 10에서 보여주고 있는 것과 같이 6時間의 处理에서 나타난 乾燥曲線에서는 藥液處理合板間의 初期 含水率의 變異가相當히 좁혀졌고 Mono-ammonium phosphate의 乾燥曲線이 最下位에 거리를 두고 位置하고 있는 것以外에는 모든 处理藥液에서 나타내고 있는 乾燥曲線은 거의 비슷한 傾向으로 서로 가깝게 隣接하여 集合曲線을 이루고 있다. 그러나 水分處理曲線은 이를 曲線이 달리고 있는 傾向과는相當한 距離를 두고 一層 上位에 位置하고 있음을 보여주고 있다.

다음에, Fig. 11의 9時間을 处理함으로써 나타난 藥液處理合板間의 乾燥曲線을 보면 6時間의 处理에서 나타난 바와 같이 藥液處理合板사이의 初期 含水率이 1시간이나 3시간 处理時보다 크지 않으나 乾燥時間이 增加함에 따라 藥液處理合板의 乾燥曲線사이의 距離가 커지는 傾向을 보여주고 있다. Borax-boric acid의 乾燥曲線은 가장 上位에 位置하는 傾向을 나타내고 있으나 乾燥時間이 延長됨에 따라 Minalith가 오히려 上位에 올라오는 傾向을 보여주고 있다. 가장 下位에 位置하는 乾燥曲線은 Di-ammonium phosphate의 乾燥曲線이었다. 그러나 3시간과 6시간 处理에서 나타난 水分處理合板의 乾燥曲線과 같이 모든 藥液處理合板의 乾燥曲線들보다 一層 上位에 位置하고 있음을 나타내었다.

두께 5.0mm의 두꺼운 合板에 對하여 얻은 藥液別 乾燥曲線은 Fig. 12, 13, 14 및 15에 表示하고 있는데 Fig. 12의 1시간 处理에서 나타난 乾燥曲線을 보면 初期 含水率間に 큰 變異를 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 藥液處理間에는 Mono-ammonium phosphate의 乾燥曲線이 가장 下位에 位置하고 있고 Minalith가 가장 上位에 位置하고 있어서 두께

3.5mm의 얕은 合板과 같은 傾向을 보여주고 있으나 水分處理合板의 乾燥曲線이 大体로 藥液處理合板의 曲線보다 下位에 位置하고 있어서 對照的인 結果를 나타내었다.

Fig. 13의 3時間 处理에서 나타난 乾燥曲線을 보면 亦是 1시간 处理의 境遇와 같이 藥液吸收後, 乾燥前 初期 含水率의 變異가 매우 크다는 것을 알 수 있었고 藥液處理間의 乾燥曲線은 Di-ammonium phosphate가 가장 下位에 位置하였고 Borax-boric acid가 가장 上位에 位置하고 있었다. 그러나 水分處理의 乾燥曲線은相當히 上昇하여 藥液處理 乾燥曲線들의 中間에 位置하고 있음을 보여주고 있다.

또 Fig. 14에서 보여주고 있는 것과 같이 6時間 处理에서 나타난 乾燥曲線에서는 大体로 Minalith가 가장 下位에 位置하였고 Borax-boric acid가 가장 上位에 位置하였다. 그러나 3시간의 境遇와는 달리 水分處理의 乾燥曲線은 急上昇하여 가장 上位에 位置하고 있는 Borax-boric acid의 乾燥曲線보다도 上位에 位置하였다. 乾燥曲線의 集合傾向이 두 group으로 나누어지고 있음을 보여주고 있는데, 水分處理와 Borax-boric acid의 乾燥曲線이 上位의 group을 形成하고 있고 나머지 处理藥液에서 나타난 乾燥曲線들이 下位의 group을 이루고 있음을 뚜렷하게 보여주고 있다.

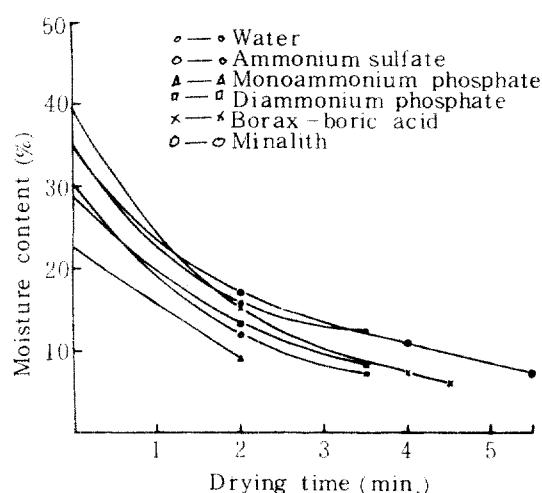


Fig. 8. Drying curves of 3.5 mm thin plywood related 1hr treatment

또 Fig. 15의 9시간 处理結果에서 나타난 乾燥曲線을 보면 서로 交錯하여 뚜렷하게 말할 수는 없으나 Borax-boric acid가 가장 上位에 位置하고 있고 最下位에는 Di-ammonium phosphate가 位置하고

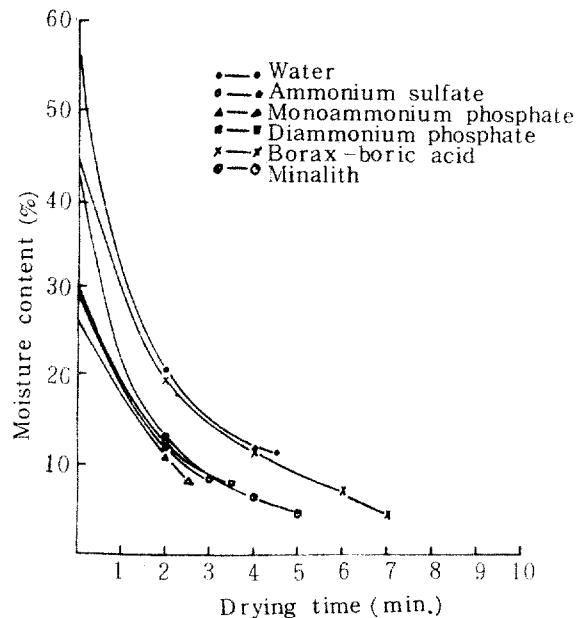


Fig. 9. Drying curves of 3.5 mm thin plywood related 3 hr treatment.

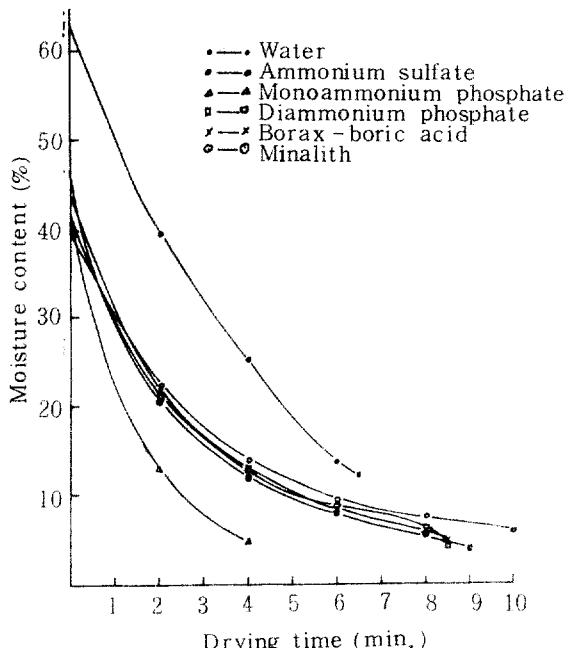


Fig. 10. Drying curves of 3.5 mm thin plywood related 6 hr treatment.

있었다. 그러나 水分處理는 뚜렷하게 높은 值로서 乾燥曲線을 나타내어 藥液處理合板의 乾燥曲線들보다 一層 上位에 위치하였다.

ii) 温度別 두께別 乾燥曲線

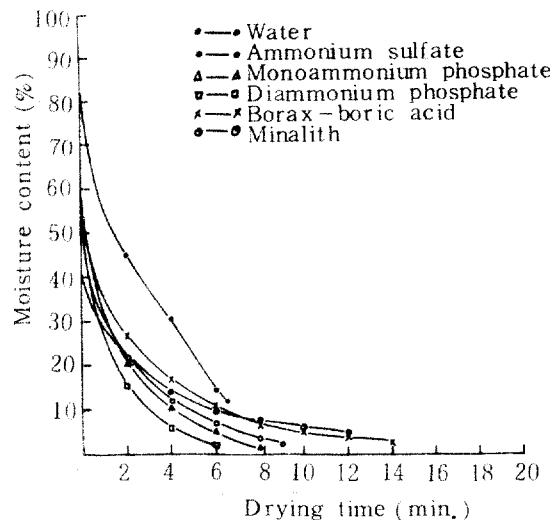


Fig. 11. Drying curves of 3.5 mm thin plywood related 9 hr treatment.

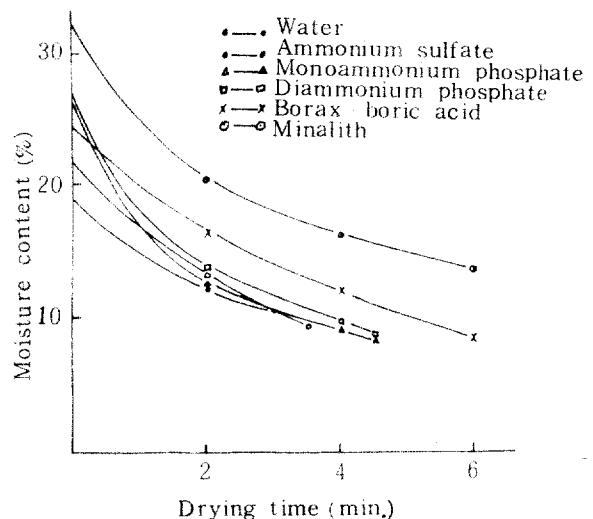


Fig. 12. Drying curves of 5.0 mm thick plywood related 1 hr treatment.

9時間 을 处理한 3.5mm 의 韶을 合板과 5.0mm의 韶을 合板에 對하여 热板溫度 90, 120 및 150°C 에서 乾燥시킨 다음 藥液處理와 水分處理에 通過시켜 乾燥曲線을 그림으로 表示하여 Fig. 16, 17, 18, 19, 20 및 21과 같다.

이들 그림에서는 모두 共通의 으로 90°C로 乾燥한曲線이 最上位에 位置하고 있음을 보여주고 있고, 또 120°C로 乾燥한曲線이 中位에 位置하고 있음을 나타내었으며 150°C로 乾燥한曲線은 거의 直線의 模様으로 나타났다. 그리고 두께에 따른 乾燥曲線은

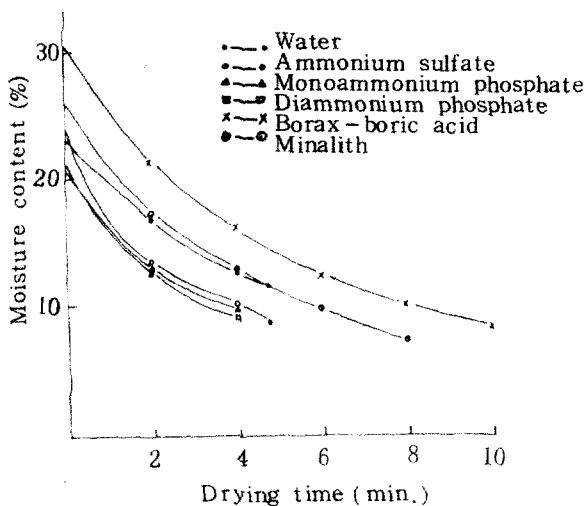


Fig. 13. Drying curves of 5.0mm thick plywood related 3hr treatment.

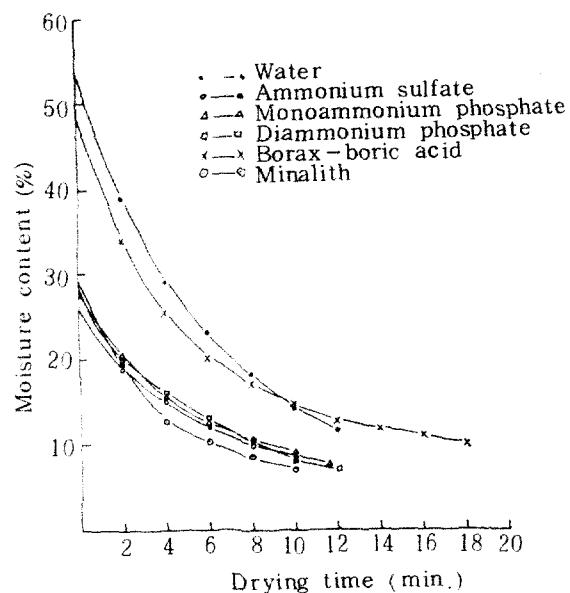


Fig. 14. Drying curves of 5.0mm thick plywood related 6 hr treatment.

두꺼운 5.0 mm 합판이 3.5 mm의 얇은 합판에서 나타난曲線보다 上位에 位置하고 있음이 水分處理와 모든薬液處理合板에서 一致한 傾向으로 나타났다.

4. 2. 2. 热板乾燥의 乾燥率

i) 薬液處理와 時間別 乾燥率

热板溫度를 120°C로 하고 加压量 3.52 kg/cm²를 適用하여 乾燥시킴으로써 얻은 乾燥時間別 薬液間 乾燥率을 Table 7, 8, 9, 10, 17 및 18과 같다. 이들 表을

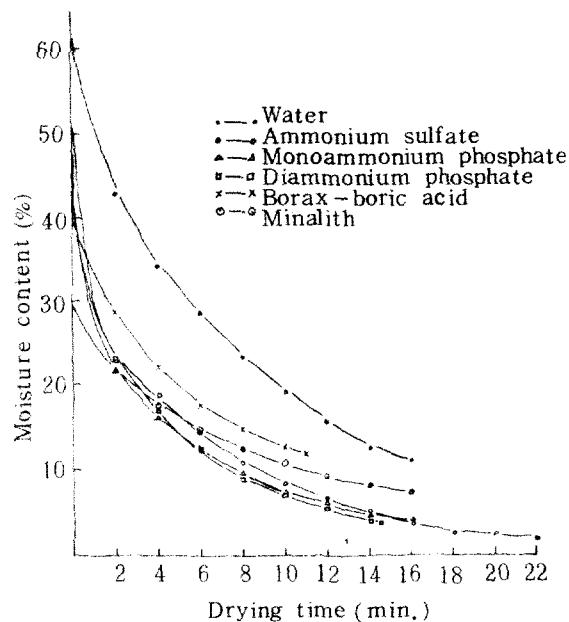


Fig. 15. Drying curves of 5.0mm thick plywood related 9hr treatment.

들을 通해서 알 수 있는 바와 같이 두께 3.5mm의 얇은 합판에서 時間別에서에는, 6時間의 处理에서 약간 낮은 5.704%/min의 値를 보여주고 있을뿐 全般的으로 비슷한 乾燥率를 나타내었으나 Table 17 과 같이 薬液사이에는 變異가 큰 傾向을 보여주었다. 가장 큰 乾燥率를 나타낸 处理는 水分으로 8.287%/min. 이었으며 다음은 Mono-ammonium phosphate로서 7.530%/min. 이었고, 가장 낮은 乾燥率은 Minalith로서 5.071%/min.의 値를 나타내었다.

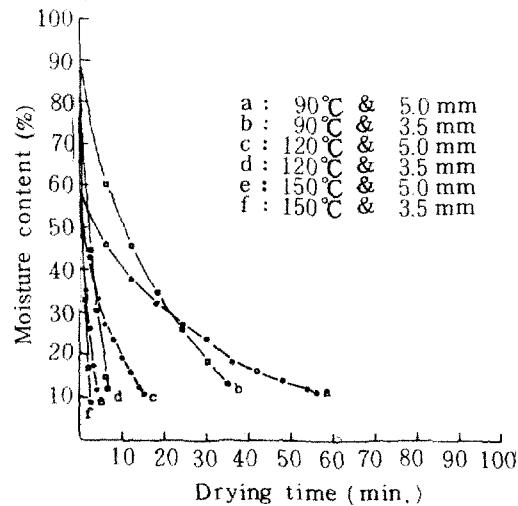


Fig. 16. Drying curves of Water treated 3.5 mm thin and 5.0mm thick plywood related plate temp.

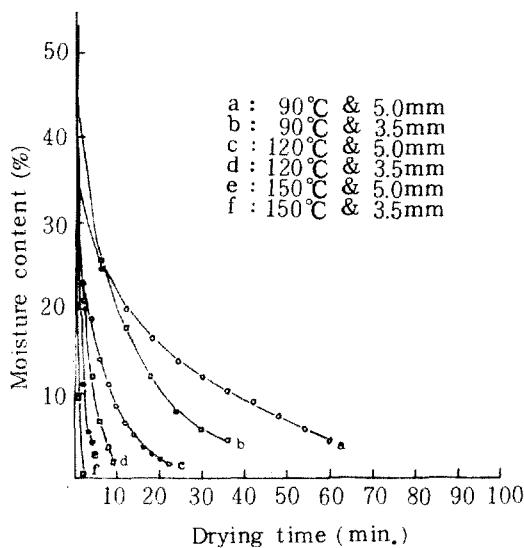


Fig. 17. Drying curves of Ammonium Sulfate treated 3.5 mm thin and 5.0 mm thick plywood related plate temp.

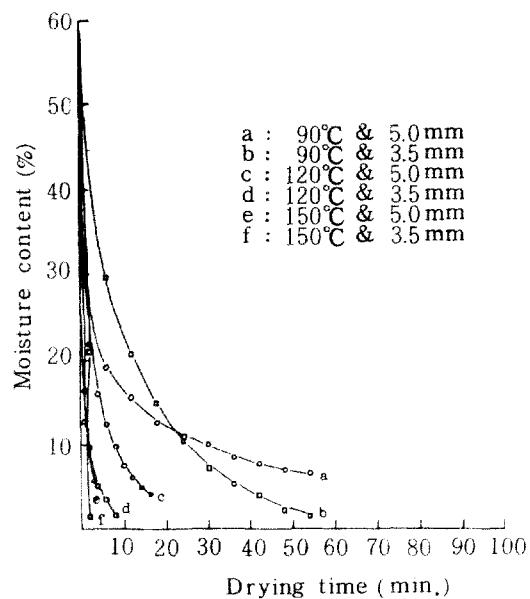


Fig. 19. Drying curves of Mono ammonium phosphate treated 3.5 mm thin and 5.0 mm thick plywood related plate temp.

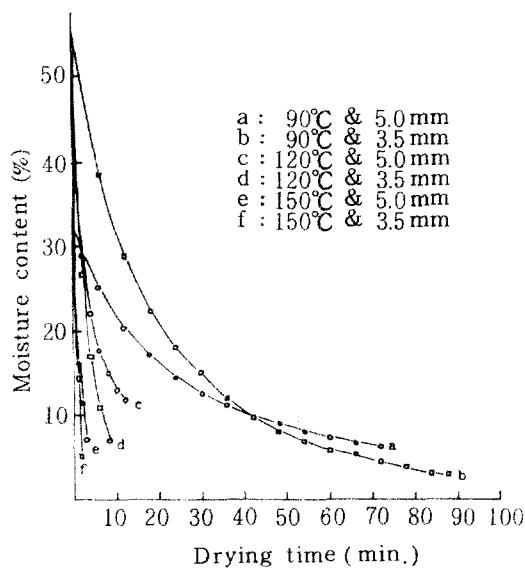


Fig. 18. Drying curves of Borax-boric acid treated 3.5 mm thin and 5.0 mm thick plywood related plate temp.

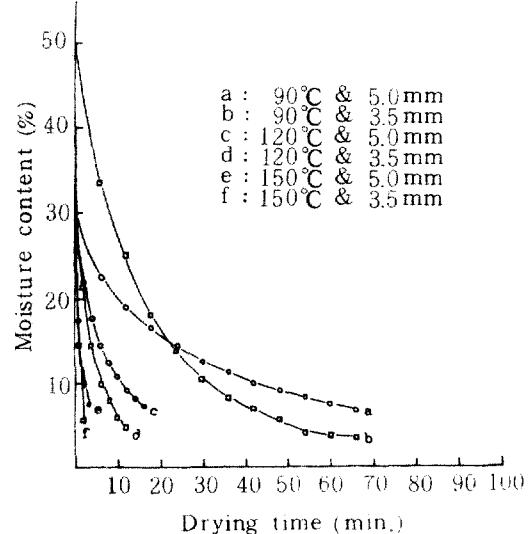


Fig. 20. Drying curves of Minalith treated 3.5 mm thin and 5.0 mm thick plywood related plate temp.

그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 Table 18의 乾燥率總括表에 나타나 있는 바와 같이 处理時間別로는 1時間 处理에서 3.307%/min.로서 가장 높은 乾燥率를 나타내었고 6時間 处理에서는 2.192%/min.로서 가장 낮은 値를 보여주었다. 또 藥液處理사이에 나타난 乾燥率를 보면, 두께가 얕은 3.5 mm 합판의 境遇와는 달리 大体로 비슷한 値를 나타내고

있다. 藥液處理 합판의 最高의 乾燥率은 Mono-ammonium phosphate로서 2.709%/min.이었고 最下의 乾燥率은 Borax-boric acid로서 2.401%/min.이었으며, 水分處理는 Mono-ammonium phosphate보다도 높은 3.042%/min.를 보여주었다.

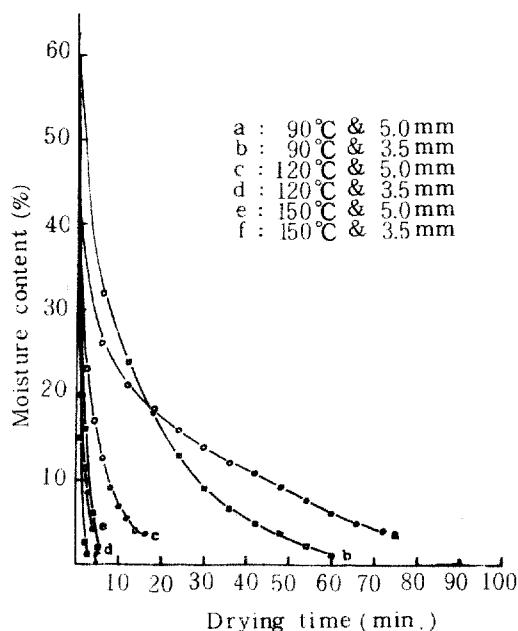


Fig. 21. Drying curves of Di ammonium phosphate treated 3.5 mm thin and 5.0 mm thick plywood related plate temp..

또 얇은 3.5 mm 합판과 두꺼운 5.0 mm의 합판을比較하면 얇은 합판의 乾燥率이 두꺼운 합판의 乾燥率보다 훨씬 높다는 것을 알 수 있었다.

두께別로 얻은 乾燥率值를 利用하여 乾燥率과 藥液處理時間과의 関係를 處理藥液別로 乾燥率曲線을 plot 하여 그림으로 表示하면 Fig. 22 및 23과 같다. Fig. 22는 두께 3.5 mm의 얇은 합판에서 얻은 乾燥率值이고, Fig. 23은 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서 얻은 乾燥率值를 그림으로 나타낸 것으로서 위에서 說明한 乾燥率의 結果에 對하여 其傾向을 잘 보여주고 있다.

ii) 藥液處理와 热板溫度間 乾燥率

热板溫度의 變異에 따른 乾燥는 藥液과 水分處理에서 9時間 处理分에 對하여 實施하고 乾燥率을 計算하였는데 其結果를 表示하면 Table 10, 11, 12, 19 및 20과 같다.

먼저 Table 11은 温度 90°C에서 乾燥시킨 結果를 나타내고 있는데, 두께 3.5 mm의 얇은 합판에서는 Mono - ammonium phosphate 가 가장 높은 值로서 1.712%/min.를 나타내었고, Borax - boric acid는 0.594%/min.로서 가장 낮은 值를 나타내었으며 水分處理는 2.040%/min.로서 Mono - ammonium phosphate 보다도 훨씬 높은 結果를 나타내었다. 그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 Ammonium su-

lfate가 0.626%/min.로서 가장 높은 值를 나타내었고, Borax - boric acid가 0.374%/min.로서 가장 낮은 值를 나타내었으며, 水分處理는 0.875%/min.로서 Ammonium sulfate 보다 높았다.

Table 10은 温度 120°C에서 乾燥시킨 結果를 나타내고 있는데, 두께 3.5 mm의 얇은 합판에서는 Di - ammonium phosphate에서 最高值인 8.939%/min.를 나타내었고, Minalith는 3.024%/min.로서 最下值를 나타내었으며 水分處理는 10.744%/min.로서 Di - ammonium phosphate 보다 훨씬 높았다. 그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 亦是 Di - ammonium phosphate에서 가장 높은 值인 3.038%/min.를 나타내었고, Minalith는 1.421%/min.로 가장 낮은 值를 나타내었으며 水分處理는 3.316%/min.로서 Di - ammonium phosphate 보다 높았다.

다음에 Table 12는 温度 150°C에서 乾燥시킨 結果를 보여주고 있는데 두께 3.5 mm의 얇은 합판에서는 Mono - ammonium phosphate에서 28.901%/min.로서 가장 높은 值를 나타내었고 Minalith는 16.230%/min.로서 가장 낮은 值를 나타내었으며 水分處理는 31.112%/min.로서 Mono - ammonium phosphate 보다 높았음을 알 수 있다. 또 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 Di - ammonium phosphate가 9.073%/min.로서 가장 높은 值를 나타내었고 Borax - boric acid는 6.703%/min.로서 가장 낮은 值를 나타내었으며 水分處理는 10.877%/min.로서 Di - ammonium phosphate 보다 높은 值를 보여주었다.

또 上述 説明한 関係를 總括하여 두께別로 表示하면 Table 19 및 20과 같다. Table 19는 두께 3.5 mm의 얇은 합판에서 얻은 乾燥率 總括表로서 藥液處理間에는 Mono - ammonium phosphate 가 12.580%/min.로서 最高值를 나타내었고 Minalith는 0.666%/min.로서 最下值를 나타내었으며 水分處理는 14.632%/min.로서 Mono - ammonium phosphate를 複合能可함을 알 수 있었다. 그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서 얻은 乾燥率 總括表는 Table 20인데 藥液處理間에는 Di - ammonium phosphate가 4.217%/min.로서 가장 높은 值를 나타내었고 Minalith는 2.840%/min.로서 가장 낮은 值를 보여주고 있으며 水分處理는 5.022%/min.로서 Di - ammonium phosphate 보다 높은 值를 보여주고 있다. 그리고 温度差異에 따라서는 두께 3.5 mm와 5.0 mm의 합판에서 모두 热板溫度가 上昇함에 따라 乾燥率이 크게 올라감을 알 수 있었고 얇은 합판의 乾燥率이 두꺼운 합

板의 乾燥率보다 모든 热板乾燥溫度에서 2倍以上의 値를 보여주었고 温度가 높을수록 乾燥率이 急激

히 上昇함을 알 수 있었다.

Table 7. Drying rates and shrinkage values of 1 hr-soaking treatment at 120°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood(3.5 mm)				Thick plywood(5 mm)			
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%/min)	Dried thickness shrinkage (%)	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%/min)	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.477-0.526 (0.499)	30.293-7.359	6.552	2.525	0.522-0.694 (0.610)	21.495-9.311	3.481	1.437
Mono-ammonium Phosphate	0.451-0.519 (0.489)	22.390-9.000	6.695	1.912	0.518-0.656 (0.568)	26.082-8.138	3.987	0.871
Di-ammonium Phosphate	0.460-0.503 (0.528)	28.400-8.580	5.662	2.037	0.537-0.725 (0.581)	26.210-8.697	3.891	1.574
Borax-Boric acid	0.476-0.542 (0.509)	38.996-6.165	7.295	3.250	0.493-0.705 (0.599)	24.369-8.544	2.637	3.825
Minalith	0.481-0.527 (0.507)	35.168-7.276	5.071	2.862	0.525-0.670 (0.566)	31.863-13.529	3.055	2.200
Water	0.496-0.532 (0.523)	35.205-12.605	6.457	1.950	0.546-0.729 (0.623)	18.841-10.505	2.778	1.750
Total			37.732	14.536			19.842	11.657
Mean			6.288	2.422			3.307	1.942

4.3. 耐火處理合板의 耐火度

前述한 試驗方法과 같이 耐火度는 着火時間, 残炎時間, 最高炎의 길이, 裏面의 炭化面積과 重量減少率을 試驗板의 두께別 그리고 藥液處理時間別로 測定調査하였는데 試驗結果를 表示하면 Table 13, 14, 15, 16 및 Fig. 24, 25와 같다.

먼저 Table 13과 같이 1時間의 处理에서 着火点을 보면 두께 3.5mm의 薄은 合板에서 水分處理와 未處理合板이 각각 11.3秒와 11秒인데 反하여 12.3~22.7秒를 나타내고 있었고, 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서는 水分處理와 未處理合板이 각각 14秒와 11秒인데 反하여 藥液處理合板은 13.3~18.7秒를 나타내고 있어서 藥液處理合板의 着火点이 遲延되는 傾向을 보여주었다. 残炎時間에 있어서는 두께 3.5mm의 薄은 合板의 境遇, 水分이나 未處理合板과 比較하여

一定한 傾向은 없었으나 Minalith는 2.7秒로서 가장 優秀하였고 다음은 7秒의 値를 나타낸 Di-ammonium phosphate였으며 Borax-boric acid는 19.0秒로서 가장 不良하였다. 또 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서는 Mono-ammonium phosphate가 8.7秒로서 가장 優秀하였고 다음은 14.3秒인 Minalith였으며 Ammonium sulfate는 10.4秒로서 가장 不良하였으며 水分處理와 未處理合板보다도 不良한 結果를 나타내었다. 그리고 炎의 길이와 裏面의 炭化面積을 보면 두께 3.5mm의 薄은 合板에서 Di-ammonium phosphate와 Minalith가 모두 0의 値를 나타내어 가장 良好한 結果를 나타내었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서도 Di-ammonium phosphate와 Minalith에서 각각 1.7cm와 4.3% 그리고 2.3cm와 5%를 나타내어 亦是 가장 優秀한 値를 보여주

Table 8. Drying rates and shrinkage values of 3 hr-soaking treatment at 120°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood(3.5 mm)				Thick plywood(5 mm)			
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%)/min	Dried thickness shrinkage (%)	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%)/min	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.484-0.527 (0.505)	29.025-8.793	6.744	1.725	0.537-0.710 (0.605)	23.622-8.752	3.304	1.862
Mono-ammonium Phosphate	0.470-0.596 (0.514)	25.900-8.364	7.014	2.612	0.539-0.725 (0.632)	20.768-9.785	2.745	2.650
Di-ammonium Phosphate	0.515-0.625 (0.535)	29.799-7.904	6.255	3.312	0.536-0.689 (0.612)	21.545-9.081	3.116	1.612
Borax-Boric acid	0.474-0.605 (0.520)	44.898-4.741	5.736	4.325	0.524-0.651 (0.570)	30.430-8.415	2.201	3.550
Minalith	0.471-0.669 (0.536)	41.834-4.801	7.406	3.737	0.501-0.728 (0.611)	26.204-7.471	2.341	2.762
Water	0.483-0.518 (0.501)	56.206-11.486	8.130	3.587	0.527-0.725 (0.612)	23.223-11.577	2.588	2.375
Total			41.285	19.298			16.295	14.811
Mean			6.880	3.216			2.715	2.468

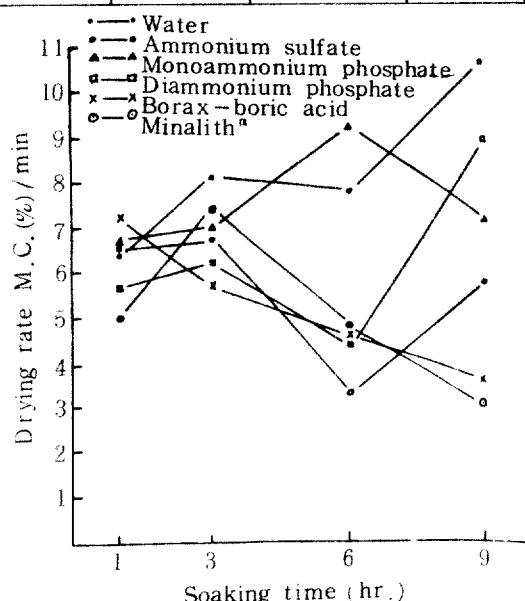


Fig. 22. Drying rate curves of 3.5 mm thin plywood related soaking time

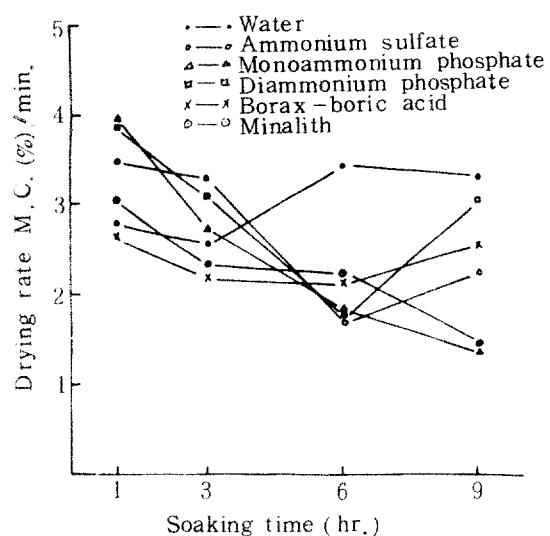


Fig. 23. Drying rate curves of 5.0 mm thick plywood related soaking time.

Table 9. Drying rates and shrinkage values of 6 hr-soaking treatment at 120°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood(3.5 mm)			Thick plywood(5 mm)				
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%)	Dried thickness shrinkage (%)	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%)/min	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.491-0.647 (0.521)	39.704-5.868	3.383	5.100	0.537-0.672 (0.578)	25.983-8.465	1.751	2.625
Mono-ammonium Phosphate	0.472-0.540 (0.505)	41.996-4.852	9.286	4.112	0.544-0.637 (0.585)	27.640-7.400	1.760	2.937
Di-ammonium Phosphate	0.479-0.661 (0.548)	41.855-4.795	4.360	4.312	0.562-0.726 (0.644)	28.779-7.188	1.799	3.825
Borax-Boric acid	0.462-0.622 (0.533)	43.910-4.803	4.600	4.850	0.498-0.590 (0.543)	48.967-9.826	2.174	3.462
Minalith	0.498-0.539 (0.516)	46.936-3.919	4.782	4.700	0.520-0.606 (0.552)	29.090-7.246	2.184	2.837
Water	0.420-0.597 (0.498)	63.163-12.349	7.817	7.062	0.515-0.590 (0.557)	53.386-11.542	3.487	5.137
Total			34.228	30.136			13.155	20.823
Mean			5.704	5.022			2.192	3.470

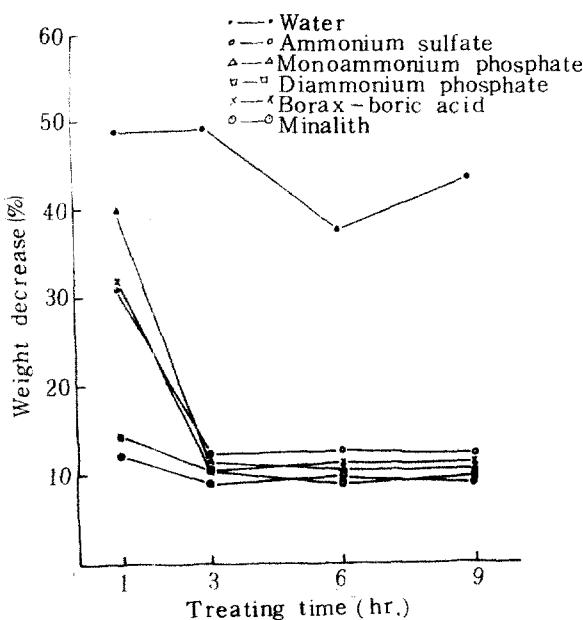


Fig. 24. Weight decrease of 3.5 mm thin plywood related treating time in chemical solutions.

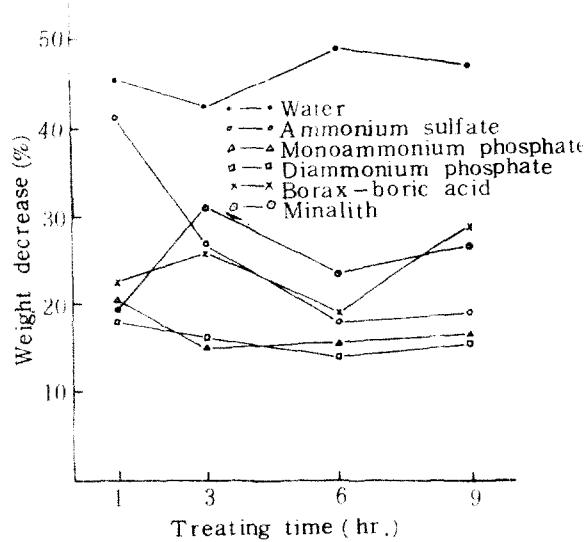


Fig. 25. Weight decrease of 5.0 mm thick plywood related treating time in chemical solutions.

Table 10. Drying rates and shrinkage values of 9 hr-soaking treatment at 120°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)			Thick plywood (5 mm)				
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%) / min	Dried thickness shrinkage (%)	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%) / min	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.467-0.536 (0.503)	53.352-2.123	5.803	4.200	0.499-0.639 (0.565)	51.168-1.912	2.238	4.837
Mono-ammonium Phosphate	0.482-0.539 (0.510)	58.566-1.557	7.126	4.962	0.543-0.693 (0.597)	41.538-4.043	2.843	3.437
Di-ammonium Phosphate	0.495-0.631 (0.523)	55.512-1.873	8.939	4.087	0.506-0.713 (0.624)	47.797-3.742	3.038	5.100
Borax-Boric acid	0.475-0.554 (0.513)	53.244-2.715	3.609	5.700	0.520-0.708 (0.611)	40.272-11.766	2.591	5.287
Minalith	0.490-0.641 (0.518)	41.097-4.805	3.024	3.337	0.531-0.706 (0.601)	30.058-7.320	1.421	3.787
Water	0.437-0.581 (0.505)	81.860-12.023	10.744	6.100	0.558-0.703 (0.617)	60.964-11.264	3.313	5.975
Total			39.244	28.386			14.944	28.423
Mean			6.540	4.731			2.490	4.737

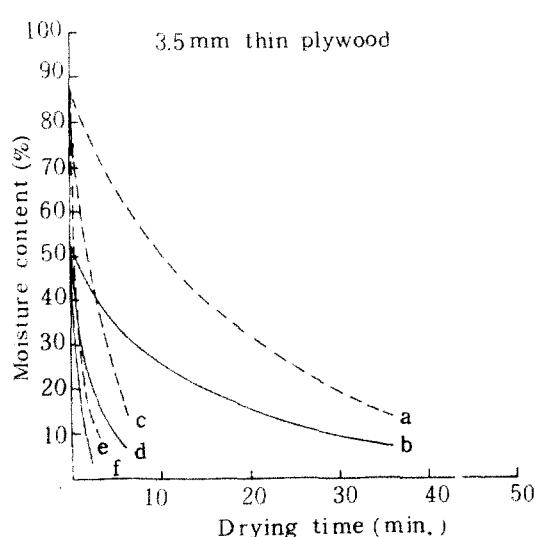


Fig. 26. Drying curves of water and chemical treated plywood related plate temp..

a : Water 90°C $Y = 0.048X^{**} - 3.658X + 84.053$. $r = 0.996^{**}$
b : Chemical 90°C $Y = 0.042X^{**} - 2.661X + 50.426$. $r = 0.987^{**}$
c : Water 120°C $Y = 1.329X^2 - 18.779X + 80.614$. $r = 0.993^{**}$
d : Chemical 120°C $Y = 1.615X^2 - 16.975X + 51.483$. $r = 0.993^{**}$
e : Water 150°C $Y = 11.447X^2 - 59.319X + 85.608$. $r = 0.994^{**}$
f : Chemical 150°C $Y = 14.173X^2 - 52.814X + 51.958$. $r = 0.969^{**}$

었고, 이를 藥液處理合板들은 모두 水分과 未處理合板보다 越等히 優秀한 結果를 보여주고 있음을 알 수 있었다.

3時間의 处理에서 나타난 測定結果를 表示하면 Table 14와 같다. 이 表에서 藥液處理한 두께 3.5mm의

Table 11. Drying rates and shrinkage values of 9 hr-soaking treatment at 90°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood(3.5 mm)				Thick plywood(5 mm)			
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%)	Dried thickness shrinkage (%)	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%) / min	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.462~0.614 (0.514)	45.768~4.576	1.287	3.837	0.535~0.664 (0.575)	42.078~4.472	0.626	4.975
Mono-ammonium Phosphate	0.481~0.580 (0.515)	56.371~1.569	1.712	5.062	0.543~0.708 (0.629)	32.177~6.594	0.511	2.675
Di-ammonium Phosphate	0.483~0.631 (0.513)	59.763~0.950	0.980	4.500	0.539~0.712 (0.615)	43.008~4.060	0.540	4.225
Borax-Boric acid	0.486~0.531 (0.522)	55.468~3.177	0.594	7.100	0.522~0.709 (0.599)	32.058~6.559	0.374	4.625
Minalith	0.480~0.530 (0.510)	49.686~3.593	0.743	4.587	0.517~0.713 (0.601)	31.116~6.952	0.377	3.187
Water	0.462~0.522 (0.500)	86.711~13.242	2.040	4.950	0.558~0.694 (0.612)	60.409~11.371	0.875	4.875
Total			7.356	30.036			3.303	24.562
Mean			1.226	5.006			0.550	4.093

얇은 合板에 對한 着火點을 보면 水分處理와 未處理合板이 各各 8秒와 11秒인데 反하여 12.3~32.3秒를 나타내었고 두께 5.0 mm의 두꺼운 合板에서는 水分處理와 未處理合板이 各各 13秒와 11秒인데 反하여 藥液處理合板은 12.7~24.7秒로서 着火를 遅延시키는 傾向을 보여주고 있다. 残炎時間에 있어서는 두께 3.5 mm의 얇은 合板의 境遇水分이나 未處理合板과 比較하여 越等히 낮은 0~7秒로서 뚜렷한 効果를 나타내었다. 또 두께 5.0 mm의 두꺼운 合板의 境遇 13~119秒로서 3.5 mm의 合板보다 훨씬 크다는 것을 알 수가 있었고, Minalith는 水分處理보다 不良하였다. 그리고 Borax-boric acid와 Ammonium sulfate도 亦是 不良한 結果를 나타내었다. 炎의 길이와 炭化面積에 있어서는 두께 3.5 mm의 얇은 合板의 境遇 藥液處理는 모두 0의 値를 나타내어 水分處理와 未處理에 比較하여 越等히 優秀한 結果를 보여주고 있다. 또 두께 5.0 mm의 두꺼운 合板의 境遇, 炎의 길이가 1~10.2 cm이고 炭化面積은 3~48.7%로

서 水分과 未處理合板의 結果인 15cm와 75~80%보다 良好한 結果를 나타내었다.

6時間의 藥液處理에서 나타난 測定結果를 表示하면 Table 15와 같다. 이 表에서 藥液處理한 두께 3.5 mm의 얇은 合板에 對한 着火點을 보면 水分處理와 未處理合板이 各各 8秒와 11秒인데 反하여 藥液處理合板은 12.3~25.7秒를 나타내었고 두께 5.0 mm의 두꺼운 合board에서는 水分處理와 未處理合板이 各各 10.3秒와 11秒인데 反하여 藥液處理合板은 11~24秒를 보여주고 있어서 藥液處理合板의 着火點이 遅延되는 傾向을 나타내었다. 残炎時間에 있어서는 두께 3.5 mm의 얇은 合板의 境遇水分處理와 未處理合板이 各各 96秒와 125秒인데 反하여 藥液處理合板은 0.3~5.3秒로서 越等히 優秀한 結果를 나타내었고 두께 5.0 mm의 두꺼운 合板에서는 水分處理와 未處理가 74秒와 71秒인데 反하여 藥液處理合板은 4~44.3秒로서 얇은 合板과 같이 残炎時間이 一層 矮다는 것을 알 수 있었다. 또 炎의 길이와 炭化面積의 境遇에는

Table 12. Drying rates and shrinkage values of 9 hr - soaking treatment at 150°C of plate temperature

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)				Thick plywood (5 mm)			
	W/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%) / min	Dried thickness shrinkage (%)	M/V Range (Mean)	Initial and final M.C. (%)	Drying rate M.C. (%) / min	Dried thickness shrinkage (%)
Ammonium Sulfate	0.454~0.596 (0.524)	52.844~0.383	26.230	4.150	0.527~0.676 (0.601)	36.357~4.441	7.979	3.400
Mono-ammonium Phosphate	0.488~0.592 (0.512)	59.187~1.384	28.901	4.275	0.558~0.674 (0.608)	36.740~5.657	7.770	2.575
Di-ammonium Phosphate	0.471~0.600 (0.518)	62.816~2.070	24.298	4.762	0.523~0.692 (0.592)	40.391~4.097	9.073	3.587
Borax-Boric acid	0.499~0.659 (0.551)	46.841~5.225	27.744	3.550	0.541~0.722 (0.633)	27.316~7.207	6.703	3.487
Minalith	0.500~0.666 (0.569)	38.102~5.641	16.230	3.625	0.554~0.697 (0.620)	27.912~7.747	6.721	2.125
Water	0.484~0.627 (0.527)	87.028~9.248	31.112	6.650	0.539~0.670 (0.599)	55.526~12.017	10.877	5.212
Total			154.515	27.012			49.123	20.386
Mean			25.752	4.502			8.187	3.397

두께 3.5 mm의 얇은 합판에 있어서 藥液處理合板은 모두 0의 값을 보여준데 반하여 水分處理와 未處理合板은 각각 10~15 cm와 53.3~80%로서 뚜렷한 差異를 보여주었고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 藥液處理의 境遇, 炎의 길이와 炭化面積이 각각 1~6.2 cm와 2~27%인데 반하여 水分處理와 未處理에서는 각각 15 cm와 80~80.3%로서 뚜렷하게 큰 差異를 나타내었다.

9時間의 藥液處理에서 나타난 測定結果를 表示하면 Table 16과 같다. 이 表에서 藥液處理한 두께 3.5 mm의 얇은 합판에 對한 着火點을 보면 水分處理와 未處理合板이 각각 8秒와 11秒인데 반하여 藥液處理合板은 10.7~27.3秒를 나타냈고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 水分處理와 未處理合板이 각각 11.7秒와 11秒인데 반하여 藥液處理合板은 9.3~18.3秒를 나타내었으나 Borax-boric acid와 Minalith를 除外하고는 不良한 結果를 나타내었는데 Ammonium sulfate와 Mono-ammonium phosphate는 水分處理와 未處理合板보다도 不良하였다. 残炎時間

에 있어서는 두께 3.5 mm의 얇은 합판의 境遇 藥液處理合板에서 0~5秒인데 반하여 水分處理와 未處理合板은 각각 117秒와 125秒로서 큰 差를 보였다. 그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 藥液處理合板의 境遇 Borax-boric acid와 Minalith의 境遇 각각 211秒와 126秒를 나타내어 水分과 未處理合板의 値인 145.3秒와 71秒보다도 不良한 結果를 나타내었으나 다른 藥液은 3.3~20.7秒로서 比較的 效果가 좋았다. 또 炎의 길이와 炭化面積은 두께 3.5 mm의 얇은 합판의 境遇, 藥液處理合板에서 각각 0의 값을 나타내었으나 Ammonium sulfate에서만은 각각 0.7cm와 3.3%를 보여주었다. 그러나 水分處理와 未處理合板의 値인 15 cm와 80~81.7%와 比較하면 큰 差異를 나타내었다. 그리고 두께 5.0 mm의 두꺼운 합판에서는 藥液處理合板에서 각각 1.8~11 cm와 5.7~38.7%로서 水分處理와 未處理合板의 値인 15 cm와 80%보다 良好한 結果를 나타내었다.

한편, 處理合板의 重量減少率을 表示하면 Fig. 24 및 25과 같다. Fig. 24는 두께 3.5 mm 합판의 試驗

Table 13. Burning and flame exhausted time of 1 hr soaked plywood by solutions

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)				Thick plywood (5 mm)			
	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)
Ammonium Sulfate	12.3	133	10	45	14.7	104	15	73.3
Mono-ammonium Phosphate	15.3	116	15	66.7	13.3	8.7	2.5	7.7
Di-ammonium Phosphate	16	7	0	0	14.3	17	2.3	5
Borax-Boric acid	22.7	190	15	53.3	18.7	28.3	5.3	18.7
Minalith	18.3	2.7	0	0	18.3	14.3	1.7	4.3
Water	11.3	130	15	78.3	14	77	15	78.3
Nontreated	11	125	15	80	11	71	15	80

Table 14. Burning and flame exhausted time of 3 hr soaked plywood by solutions

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)				Thick plywood (5 mm)			
	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)
Ammonium Sulfate	12.3	7	0	0	14.7	73.3	6.7	30
Mono-ammonium Phosphate	15.3	2.3	0	0	14	5.7	1	3
Di-ammonium Phosphate	15.7	2.7	0	0	12.7	13	1.7	4.3
Borax-Boric acid	14.3	1.3	0	0	23.7	87	5.8	24.7
Minalith	32.3	0	0	0	24.7	119	10.2	48.7
Water	8	107	15	83.0	13	90	15	75
Nontreated	11	125	15	80	11	71	15	80

Table 15. Burning and flame exhausted time of 6 hr soaked plywood by solutions

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)				Thick plywood (5 mm)			
	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)
Ammonium Sulfate	12.3	5.3	0	0	13	20.7	2.5	5.7
Mono-ammonium Phosphate	13.3	1.3	0	0	11	7.3	1.7	5
Di-ammonium Phosphate	25.7	2.3	0	0	16.7	4	1.5	6
Borax-Boric acid	17.7	3.3	0	0	24	6	1	2
Minalith	25.7	0.3	0	0	15.3	44.3	6.2	27
Water	8	96	10	53.3	10.3	74	15	83.3
Nontreated	11	125	15	80	11	71	15	80

Table 16. Burning and flame exhausted time of 9 hr soaked plywood by solutions

Chemical type	Thin plywood (3.5 mm)				Thick plywood (5 mm)			
	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)	Burning point (sec.)	Flame exhausted time (sec.)	Flame length (cm)	Carbonized area (%)
Ammonium Sulfate	12.3	2.3	0.7	3.3	9.3	17.7	1.8	5.7
Mono-ammonium Phosphate	10.7	0	0	0	9.7	3.3	2.7	8
Di-ammonium Phosphate	12.7	0	0	0	11.3	20.7	1.8	5.7
Borax-Boric acid	13.3	5	0	0	18.3	211	10.2	38.7
Minalith	27.3	0.7	0	0	17.7	126	11	35
Water	8	117	15	81.7	11.7	145.3	15	80
Nontreated	11	125	15	80	11	71	15	80

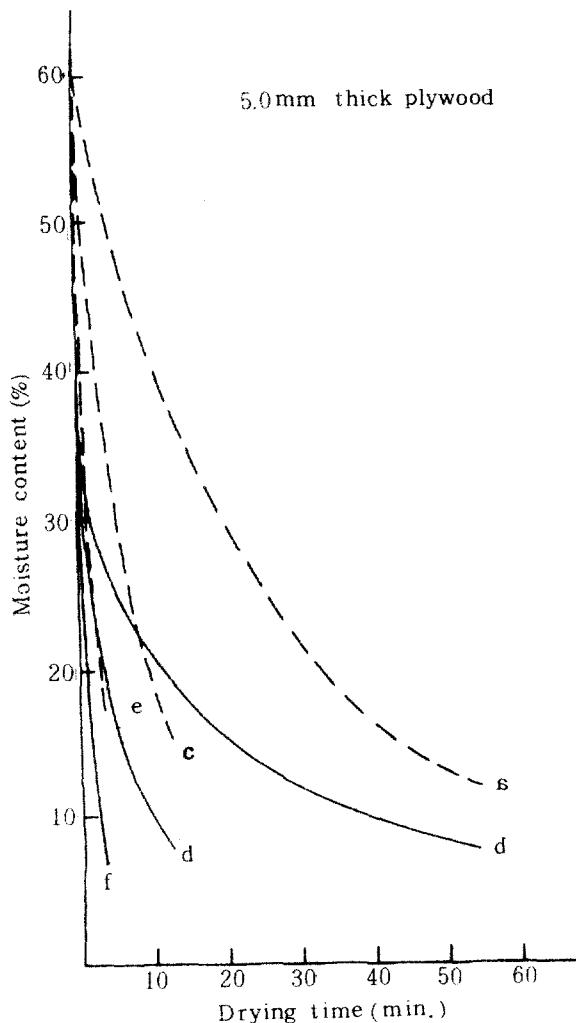


Fig. 27. Drying curves of water and chemical treated plywood related plate temp.,.

a : Water 90°C $Y = 0.016X^{2***} - 1.706X + 57.834$. $r = 0.995^{**}$

b : Chemical 90°C $Y = 0.012X^{2***} - 1.065X + 32.545$. $r = 0.975^{**}$

c : Water 120°C $Y = 0.285X^{2***} - 6.901X + 58.754$. $r = 0.993^{**}$

d : Chemical 120°C $Y = 0.307X^{2***} - 6.156X + 39.209$. $r = 0.978^{**}$

e : Water 150°C $Y = 2.802X^2 - 20.734X + 54.971$. $r = 0.996^{**}$

f : Chemical 150°C $Y = 2.768X^2 - 17.066X + 33.464$. $r = 0.997^{**}$

結果로 plot 한 curve 인데 水分處理와 藥液處理合板사이에 뚜렷한 差異를 보여주고 있고, Fig. 25 는

는 두께 5.0 mm의 試驗結果로 plot 한 curve로서 亦是 水分處理와 藥液處理合板사이에 差異가 있음을 보여주고 있으나 藥液處理合板사이에 나타나는 重量減少率의 差異는 5.0 mm의 두꺼운 合板이 두께 3.5 mm의 얇은 合板보다 크다는 것을 보여주고 있다.

Table 17. Summarized table of drying rate in treated plywood by treating time (3.5 mm)

Treating time (hr) Chemical type	1	3	6	9	Total	Mean
Ammonium Sulfate	6.552	6.744	3.383	5.803	22.482	5.621
Monoammonium Phosphate	6.695	7.014	9.286	7.126	30.121	7.530
Diammonium Phosphate	5.662	6.255	4.360	8.939	25.216	6.304
Borax - Boric acid	7.295	5.736	4.600	3.609	21.240	5.310
Minalith	5.071	7.406	4.782	3.024	20.283	5.071
Water	6.457	8.130	7.817	10.741	33.148	8.287
Total	37.732	41.285	34.228	39.244	152.490	
Mean	6.288	6.880	5.704	6.540		

Chemicals : F value = 2.240 (Non-significance)

Treating time : F value = 0.4900 (Non significance)

5. 考 察

本研究에서 合板에 藥液을 处理하여 얻은 chemical retention은 大体로 处理時間을 增加시킴에 따라 增加하는 傾向을 보여주었다.

Eickner, H. W. 와 E. L. Schaffer (1967)¹⁵⁾가 美松合板에 耐火處理를 実施하여 耐火效果를 研究함에 있어서 0.3 lbs / cu. ft. 以上의 retention을 얻도록 处理하여 研究를 遂行하였으나, 最低 retention을 提示한 바는 없다. 또 Juneza, S. C. 와 L. R. Richardson (1977)²⁶⁾은 合板의 耐火處理를 為해서 Soak-treatment를 実施하였는데, 10, 60, 180 및 420 分間을 处理하여 각각 6.2, 9.2, 10.0 및 10.2%의 retention을 얻은 바 있어서, 处理時間이 延長됨에 따

Table 18. Summarized table of drying rate in treated plywood by treating time (5.0 mm)

Treating time(hr.) Chemical type	1	3	6	9	Total	Mean
Ammonium Sulfate	3.481	3.304	1.751	2.238	10.774	2.694
Monoammonium Phosphate	3.987	2.745	1.760	2.343	10.835	2.709
Diammonium Phosphate	3.891	3.116	1.799	3.038	11.844	2.961
Borax - Boric acid	2.637	2.201	2.174	2.591	9.603	2.401
Minalith	3.055	2.341	2.184	1.421	9.001	2.250
Water	2.778	2.588	3.487	3.313	12.166	3.042
Total	19.842	16.295	13.155	14.944	64.223	
Mean	3.307	2.715	2.192	2.490		

Chemicals : F value = 1.135 (Non-significance)

Treating time : F value = 4.078 (L.S.D. 0.05 = 0.8695)

라 chemical retention이 增加하는 傾向을 보여주었다. 그러나 亦是 最低의 retention을 提示한 바 없다. 또 U.S. Forest Products Laboratory(1974)⁴⁵⁾와 Koch, P.(1972)에 依하면 木材를 耐火處理하는데 있어서一般的으로 处理表面에 있어서의 minimum retention을 $1.125 \sim 2.25 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ ($2.5 \sim 5 \text{ LBS}/\text{cu.ft.}$)를 处理하도록 提示하고 있다. 本研究에서는 이와 같이 提示하고 있는 最低 retention을 얻기 為해서 浸漬時間은 9時間(540分)까지 处理함으로써 大体로 目標를 達成할 수 있었다. (Table 6)

또 合板의 耐火處理를 加压法으로 實施하여 얻은 chemical retention을 보면, King, E.G., Jr.와 D.A. Matteson, Jr.(1961)²³⁾의 $2.45 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ ($5.45 \text{ lbs}/\text{cu.ft.}$)를, Jessome, A.P.(1962)은 $1.35, 2.70, 4.05 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ ($3, 6, 9 \text{ lbs}/\text{cu.ft.}$)를, Mackay, J.F.G. (1978)³⁴⁾ 및 J.W. Johnson(1979)은 $2.25 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 과 $3.42 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ ($5 \text{ lbs}/\text{cu.ft.}$ 및 $7.6 \text{ lbs}/\text{cu.ft.}$)를 处理하고 있어서 모두 높은 藥液處理를 하였으나, 最低의 retention은 U.S. Forest Products Laboratory의 提議에 따라 浸漬方法의 处理時間에 따른

Table 19. Summarized table of drying rate in treated plywood by plate temperature (3.5 mm)

Treating temp(°C) Chemical type	90	120	150	Total	Mean
Ammonium Sulfate	1.287	5.803	26.230	33.320	11.107
Monoammonium Phosphate	1.712	7.126	28.901	37.739	12.580
Diammonium Phosphate	0.980	8.939	24.298	34.217	11.406
Borax - Boric acid	0.594	3.609	27.744	31.947	10.649
Minalith	0.743	3.024	16.230	19.997	6.666
Water	2.040	10.744	31.112	43.896	14.632
Total	7.356	39.245	154.515	201.116	
Mean	1.226	6.541	25.752		

Chemicals : F value = 2.6368 (Non-significance)

Temperature : F value = 126.906** (L.S.D. 0.05 = 5.1036)

藥液 吸收의 限界를 考慮하여, 大体로 9時間 동안을 处理하여, 合板表面에 $1.25 \text{ kg}/(30\text{cm})^3$ 의 minimum retention에 이를 수 있는 狀態까지 吸收效果를 調査하였다.

前述한 바와 같이 处理時間이 增加함에 따라 吸收量(率)이 增加하는 現象은 이미 金鍾萬·李弼宇(1978) 및 李弼宇·鄭希錫(1980)⁴⁹⁾의 研究에서 얻은 結果와 一致하고 있음을 보여주었다.

本研究에서 얻은 容積重은 藥液을 处理하였을 때 处理前보다 急上昇하는 傾向을 뚜렷하게 하였고 또 이를 热板乾燥시켰을 때 다시 急下落하는 傾向을 나타내었으나 藥液 处理前의 容積重보다는 약간 上昇하는 傾向을 보여 주었다 (Fig. 2 및 3). 이것은 热板乾燥를 시킬 때 3.52 kg/cm^2 (50psi)로 加压을 함으로써 全般的으로 合板의 두께가 늘려서 收縮되어 容積이 減少한 데 基因한 것이 아닌가 推測된다.

Table 20. Summarized of drying in treated plywood by plate temperature (5.0 mm)

Treating temp (°C) Chemical type	90	120	150	Total	Mean
Ammonium Sulfate	0.626	2.238	7.979	10.843	3.614
Monoammonium Phosphate	0.511	2.343	7.770	10.624	3.541
Diammonium Phosphate	0.540	3.038	9.073	12.651	4.217
Borax - Boric acid	0.374	2.591	6.703	9.668	3.223
Minalith	0.377	1.421	6.721	8.519	2.840
Water	0.875	3.313	10.877	15.065	5.022
Total	3.303	14.944	49.123	67.370	
Mean	0.550	2.490	8.187		

Chemicals : F value = 0.3020 (Non-significance)

Temperature : F value = 15.844** (L.S.D. 0.05
= 1.4805)

그리고 처리合板의 두께膨脹率은 두께 3.5 mm의 얇은合板과 두께 5.0 mm의 두꺼운合板에서 大体로 处理時間이 增加함에 따라 두께膨脹率은 增加하는 傾向을 보여주고 있었으나, 두께 3.5 mm의 얇은合板에서 6時間以後에는 오히려 두께膨脹率이 低下하는 傾向을 水分, Ammonium sulfate 및 Minalith 等의 处理에서 나타냈고 Borax - boric acid에서도 크게 上昇하지 못하는 傾向을 보여주었다 (Fig. 4 및 5). 그리고 6時間과 9時間 处理에서는 水分處理가 藥液處理들보다도 두께膨脹率이 輝先 높게 나타나 있는데, 이는 处理時間의 增加에 따라 水分의 吸收가 急激히 上昇하여 容積이 膨脹한 데 그 原因이 있는 것으로 밀어진다.

또 处理된合板을 热板乾燥함으로써 얻은 收縮率은 膨脹率의 境遇와 같이 处理時間이 많은 것이 두께收縮率도 큰 傾向을 보여주었고, 水分處理가 藥液處理合板과 比較하여 6시간과 9시간 处理에서 一

層 큰 收縮率을 보여주고 있는 것도 (Fig. 6 및 7), 吸收量이 큰 合板은 그만큼 热板乾燥過程中에 水分脫散量이 크기 때문에 이에 相應하는 容積의 收縮을 만들게 되는데 基因하는 것으로 밀어진다.

李弼宇 (1980)가 美國林產物研究所에서 研究한 바에 依하면 特定한 耐火藥液을 除外하고, 水分處理의 境遇 다른 藥液보다 더 많은 水分을 处理한 結果, 收縮率도 그만큼 크게 나타난 結果를 報告한 바 있는데 本研究의 結果와 一致하고 있음을 알 수 있다.

本研究에서 採用한 热板乾燥는 過去의 研究者³⁰⁾의 結果에 따라 適用되었는데 Koch, P. (1964), Lutz, J. F. (1974), Lutz, J. F., H. Haberman과 H. R. Panzer (1974) 및 Chen, P. Y. S. (1978) 等이 두께 1.27 cm (1/2 inch) 以下의 单板이나 製材板을 热板乾燥할 때는 比較的 낮은 温度인 121.1°C (250°F) 前後의 乾燥溫度를 適用하였고 热板壓力은 3.52 ~ 7.04 kg/cm² (50 ~ 100 psi)를 適用하여 實施한 바 있다. 나 Heebink, B. G.와 K. C. Compton (1966), Hittmeyer, M. E., G. L. Comstock와 R. A. Hann (1968), Haygreen, J. G.와 K. Turkia (1968), Turkia, K. 와 J. G. Haygreen (1968)⁴⁴⁾ 및 Chen, P. Y. S.와 F. E. Biltonen (1979)¹³⁾ 等은 두께 1.27 cm (1/2 inch) 以上의 製材板이나 木製品을 乾燥시키는데 있어서 热板溫度를 148.8 ~ 176.6°C (300 ~ 350°F)를 適用하였고 热板壓力은 1.76 ~ 10.56 kg/cm² (25 ~ 150 psi)를 適用하여 實施한 바 있다. 이들이 热板乾燥에 있어서 얻은 研究結果는 热板溫度와 壓力を 176.6°C (350°F)와 3.52 kg/cm² (50 psi)를 適用하는 것이 가장 理想的이라고 하였다.

따라서 本研究에서는, 材料로 使用한 合板이 두께 3.5 mm와 5.0 mm의 比較의 얇은合板이기 때문에 모든 处理合板에 對하여 一律의 120°C의 热板溫度와 3.52 kg/cm²의 热板壓力을 適用하였다. 且 热板溫度에 따른 乾燥特性을 究明하기 为해서, 9時間 处理분에 對하여 90, 120 및 150°C를 適用하고 3.52 kg/cm²의 壓力を 適用하여 實驗을 進行시켰다. 試驗結果에 따라 얻은 乾燥曲線 (Fig. 8 ~ 16)에 依하면, 두께 3.5 mm의 处理合板과 두께 5.0 mm의 处理合board에서 3.5 mm의 얇은合board의 1시간 处理와 두께 5.0 mm 두꺼운合board의 1시간과 3시간 处理로부터 얻은 乾燥曲線을 除外하고 모든 处理時間에서 水分處理曲線이 藥液處理曲線보다 上位에 位置하고 있는데 이것은 水分處理合board의 初期含水率이 輝先 높기 때문에 나타난 傾向이라고 밀어진다. 다시 말하면 初期含水率이 높으면 그만큼 一定含水率에 到達하는 乾燥時間이 많

이 所要된다고 생각된다.

또一定時間에 나타나는 乾燥效果를 比較한 乾燥率을 보면 두께 3.5mm의 얇은 合板에서는 6時間 处理의 Mono - ammonium phosphate를 除外하면 3時間 以上의 处理에서 水分 处理의 乾燥率이 藥液 处理合板의 乾燥率보다 높게 나타나고 있으며 이와 같은 現象은 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에 있어서도 6시간 以上의 处理에서 똑같은 結果를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 1時間이나 3時間 处理보다도 6시간이나 9시간과 같이 長時間을 处理하게 되면 藥液의 吸收量이 上昇하게 되는데, 이와 같이 处理量이 增加한 藥液 处理合板은 그만큼 水分 处理合board에 比較하여 乾燥시키기가 어렵다는 것을 알 수 있다. 乾燥率로 乾燥效果를 表示한 報告로는 最近에 Mackay, J.F.G. (1978)가 处理合板의 人工乾燥에서 그리고 Turkia, K. 와 J.G. Haygreen (1968)⁴⁴⁾이 포푸라 辺材의 热板乾燥에서 取扱하였으며 李弼宇 (1980)⁵⁰⁾는 美松과 포푸라 耐火处理合板의 热板乾燥에서 각각 乾燥率을 取扱하고 其 単位를 時間當 含水率 (M.C./hr.) 과 分當 含水率 (M.C./min.)로 表示하였다. 이들 研究는 각己 取扱된 材料의 두께에 따른 乾燥率이 다르기 때문에 直接比較할 수가 없고, 또 本研究와 같이 control로서 水分 处理와 比較하지 않았기 때문에 直接比較할 수가 없으나, 다만 李弼宇 (1980)⁵⁰⁾의 研究結果에 依하면 乾燥temperature가 높아질수록 水分 处理合board의 乾燥率이 藥液 处理合board보다 높은 傾向을 뚜렷하게 하였다. 따라서 本研究의 結果와 一致하는 傾向을 나타내었으며, 두께 3.5mm의 얇은 合board에서는 大体로 处理時間이 增加함에 따라 藥液吸收量이 增加하기 때문에 乾燥率이 上昇하는 傾向을 나타낸 것이 아닌가 推測된다. 그러나 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서는 处理時間이 增加함에 따라 藥液吸收量이 增加함에도 不拘하고 乾燥率의 上昇倾向을 보여주지 않았다.

두께에 따른 乾燥率을 보면 두께 3.5mm의 얇은 合board에서 얇은 乾燥率이 두께 5.0mm의 두꺼운 合board보다 거의 두倍 以上의 乾燥效果를 나타내었으며 本研究에서, 얇은 3.5mm 두께의 合board에서 나타나고 있는 높은 乾燥率은 热板사이에 끼워진 处理合board의 热傳導에 있어서 上下의 热板으로부터 얇은 处理合board의 中心部에까지 傳達되는 時間이 매우 짧기 때문에 板內의 温度上昇을 促進하고 이것이 乾燥를 빠른 速度로 進行시키는 데 原因이 된 것으로 믿어진다. 그러나 두께 5.0mm의 두꺼운 合board은 反對로 上下부 热board으로부터 温度傳達이 늦으므로 水分의 脱散效果가 그

만큼 낮다고 生覺된다.

또 热板temperature에 따른 乾燥率을 考察하여 보면 Mackay, J.F.G. (1978)³⁴⁾가 处理合board의 人工乾燥를 實施함에 있어서 kiln의 温度를 63, 74, 85 및 96°C로 上昇시켜서 乾燥를 하였는데 각각의 乾燥temperature에서 얻은 乾燥率은 1.26, 1.90, 2.39 및 2.58%/hr.의 値를 얻어서 乾燥temperature가 上昇함에 따라 乾燥率이 上昇함을 報告하였고, 最近의 李弼宇 (1980)⁵⁰⁾의 研究에 依하면 处理合board의 热板乾燥에서 热板temperature를 121.1°C (250°F), 148.8°C (300°F) 및 176.6°C (350°F)로 上昇시켜서 乾燥를 實施하였는데 각각에서 얻은 乾燥率은 美松合board의 水分 处理에서 36.6%/hr., 70.1%/hr. 및 123.7%/hr.로서 急激히 上昇함을 보여주었고 포푸라 辺材의 境遇에서 亦是, 34.9%/hr., 93.9%/hr. 및 140.2%/hr.로서 똑같이 乾燥temperature가 높아짐에 따라 뚜렷하게 乾燥率이 上昇함을 보여주었다. 本研究에서도 두께 3.5mm의 얇은 合board의 境遇, 热板temperature 90, 120 및 150°C에서 각각 나타난 乾燥率은 1.226%/min., 6.540%/min. 및 25.752%/min.였고, 두께 5.0mm의 두꺼운 合board의 境遇는 亦是 같은 温度條件에서 각각 乾燥率이 0.550%/min., 2.490%/min. 및 8.187%/min.를 나타내고 있어서 乾燥temperature (热板)가 높으면 乾燥率이 크게 上昇함을 알 수가 있고 위의 研究結果와 一致하고 있다.

Hittmeier, M.E., G.L. Comstock 및 R.A. Hann (1968)²⁰⁾에 依하면, 热板乾燥에 있어서 热板temperature 173.9°C (345°F)와 热板pressure 3.52 kg/cm² (50 psi)를 適用하였을 때 두께 1.27 cm (1/2 inch)材는 樹種과 初期 含水量에 따라 다르나 含水率 4~6%까지 날리는 데 25~75分이 걸리고 두께 2.54 cm (1 inch)材는 100~200分의 乾燥時間이 所要된다고 하였다. 또 李弼宇 (1980)⁵⁰⁾의 報告에 依하면 1.59 cm (5/9 inch) 두께의 美松合board과 포푸라 处理合board을 乾燥시키는 데 있어서 含水率 10~12%까지 到達시키는 데는 藥剤에 따라 약간의 乾燥時間의 差異를 나타내었으나 가장 천천히 乾燥하는 Chromated zinc chloride를 除外하고 121.1°C (250°F)의 境遇 150~610分, 148.8°C (300°F)에서는 80~150分, 그리고 176.6°C (350°F)에서는 60~95분이 所要되었다.

本研究에서 9時間 处理로부터 얇은 乾燥率을 利用하여 計算한 乾燥時間은 考察하여 보면 初期 含水率을 110%로 하고 含水率 10%까지 乾燥시키는 데 必要한 時間은 热板temperature가 낮은 90°C에서 두께 3.5mm는 81.56分과 두께 5.0mm는 181.81分이 所要되었

고 120°C에서는 3.5mm가 15.29分과 두께 5.0mm에서는 40.16分이 必要하였으며 높은 温度인 150°C에서는 두께 3.5mm에서 不過 3.88分과 두께 5.0mm에서는 12.21分이 各各 所要되었다. 따라서 本研究의 結果와 上述한 Hittmeier, Comstock 및 Hann²⁰⁾ 그리고 李弼宇(1980)²¹⁾의 結果와 같은 乾燥 温度에서 比較할 때 乾燥時間에 큰 差異가 있음을 알 수가 있는데, 이와 같이 本研究에서 얻은 乾燥時間이 위의 結果들보다 짧게 나타난 것은 試驗用 处理合板이 上述한 研究에서 利用한 合板의 두께보다 얕기 때문에 나타난 것으로 確信된다. 結局 얕은 处理合板은 두꺼운 处理合板보다 빨리 마르고 热板의 温度가 높아질수록 그만큼 빨리 마른다는 것을 알 수 있다.

그리고 处理合板에 있어서 水分處理와 藥液處理사이에 나타나는 乾燥曲線을 处理 温度別로 比較하기 위하여 含水率과 乾燥時間의 資料를 利用한 曲線回帰式을 求하였다는데 Fig. 26 및 27과 같다. 이들 回帰式을 따라 plot한 曲線들을 考察한다면 두께 3.5mm의 얕은 合板과 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서 모두 热板 温度가 높은 150°C의 境遇에 가장 빨리 乾燥하고 그 다음은 120°C이고 가장 늦게 乾燥하는 것은 90°C의 热板 温度에서 이루어짐을 이들 曲線을 通해서 明白히 알 수 있다. 또 水分處理와 藥液處理合板의 乾燥曲線을 比較하면 모든 处理 温度에서 藥液處理보다 水分處理合board의 乾燥曲線이 上位에 位置하고 있어서, 같은 條件으로 耐火處理를 하였을 때 藥液處理合board이 빨리 乾燥함을 뚜렷하게 보여주고 있다. 따라서 耐火處理를 一定한 時間으로 하고 藥剤處理와 水分處理사이의 乾燥速度를 比較하면 藥液處理合board은 水分處理合board보다 水分吸收量이 뚜렷하게 작기 때문에 그만큼 빨리 乾燥하는 것으로 밀어진다.

本研究에서 9時間 을 处理한 合board의 藥液間 乾燥 效果를 90, 120 및 150°C의 热板 温度에서 얻은 乾燥率로부터 判断한다면 水分處理合board은 두께에 關係없이 가장 優秀한 效果를 나타내었고 藥液處理合board中에서는, 두께가 얕은 3.5mm合board의 境遇 Mono-ammonium phosphate, Di-ammonium phosphate, Ammonium sulfate, Borax-boric acid 와 Minalith의 順으로 乾燥效果를 나타내었다. 또 두께 5.0mm의 두꺼운 藥液處理合board에서는 大体로 Di-ammonium phosphate, Ammonium sulfate, Mono-ammonium phosphate, Borax-boric acid 와 Minalith의 順으로 乾燥效果가 있다고 判断된다.

耐火處理合board의 耐火度는 水分處理나 未處理合board의 藥液處理合board보다 뚜렷하게 不良하다는 것은 試驗

結果에서 記述한 바 있다. 이와 같은 關係는 重量減少率曲線(Fig. 24 및 25)을 通해서 明白하게 알 수 있다. 다만 重量減少率에서 特記한 만한 事實은 3時間以上의 藥液處理에서는 重量減少率의 差가 뚜렷하지 않았으나 处理 藥液 사이에는 多少의 变異를 보여주었는데 두께 3.5mm合board보다 두께 5.0mm의 合board에서 더 큰 变異를 보여주었다. 이와 같이 두께 3.5mm의 얕은 合board에서 重量減少率에 있어서 变異의 差가 작은 것은, 얕은 合board은 그만큼 쉽게 燃燒되기 때문에 燃燒時間은 1分으로 하여 하여 火이 닿는 表面에만 比較的 같은 量으로 燃燒된 데 原因이 있는 것으로 여겨진다. 이와 같은 結果는 藥液處理量이 작은 1時間 处理를 除外하고 3, 6, 9時間 处理에서 火의 長과 裏面의 炭化面積의 差가 거의 없이 0의 値를 나타낸 것으로도 뒷받침 된다고 生覺한다. 그러나 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서는 上述한 바와 같이 重量減少率에 있어서 많은 差異를 보여 주었는데, 燃燒時間은 3分間으로 하였기 때문에 板의 表面으로부터 渗透되는 燃燒의 힘으로 裏面까지도 部分의 이지만 炭化를 일으킨 데 原因이 있다고 生覺한다. 따라서 火의 길이와 炭化面積의 值가 多樣하게 椅定되었을 것으로 여겨진다. 重量減少率이 가장 낮은 藥剤는 Di-ammonium phosphate였고 다음은 Mono-ammonium phosphate, Ammonium sulfate, Borax-boric acid 와 Minalith의 順으로 높아졌다.

耐火度의 椅定結果를 藥剤間에 比較한 研究는 Eickner, H.W. 및 E.L. Schaffer(1967)¹⁵⁾가 報告한 바 있는데 이들은 NaCl , $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Borates, ZnCl_2 및 $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ 等의 順序로 Flame spread의 效果가 줄어드는 現象을 曲線으로 報告하였다. 따라서 本研究에서 使用한 藥剤와 같지 않기 때문에 直接 比較할 수 없으나 試驗結果에 나타난 成績을 考察하였을 때 Di-ammonium phosphate, Mono-ammonium phosphate, Ammonium sulfate의 順으로 耐火效果가 있다고 밀어지며 Borax-boric acid 와 Minalith는 가장 耐火效果가 좋지 않았다.

6. 結論

以上과 같이 耐火處理合board의 藥液吸收率(量), 容積重, 膨脹率과 收縮率, 乾燥曲線, 乾燥率 및 耐火度의 試驗結果를 記述하고 考察하여 보았는데 本研究에서 뚜렷하게 認定할 수 있는 重要한 結論을 지으면 다음과 같다.

① Borax - boric acid 와 Minalith 处理를 除外하고 Ammonium sulfate, Mono - ammonium phosphate 및 Di - ammonium phosphate 处理는 处理時間이 增加함에 따라 藥液 吸收量(率)이 增加하는 傾向을 뚜렷이 하였으나 水分處理의 吸收量(率)에는 미치지 못하였다.

② 合板의 単位 容積當 藥液 吸收量은 一定 時間의 处理에 있어서 두께 3.5mm의 薄은 合板이 두께 5.0mm의 두꺼운 合板보다 높았으며 가장 높은 吸收量은 두께 3.5mm의 薄은 合板에서 9時間을 处理하였을 때 Ammonium sulfate에서 $1.353\text{ kg}/(30\text{ cm})^3$ 의 値를 나타내었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서는 亦는 9時間의 处理에서 Ammonium sulfate의 $1.356\text{ kg}/(30\text{ cm})^3$ 의 値를 얻었다.

③ 藥液處理 後의 合板의 容積重은 处理 前보다 뚜렷하게 上昇하였으나 热板乾燥 後에는 다시 容積重의 値가 下落하였는데, 藥液處理 前보다는 약간 높은 傾向을 나타내었다.

④ 藥液處理合板의 두께膨脹率은 두께 3.5mm의 薄은 合板과 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서 모두 1時間과 3時間 处理에서 膨脹率의 增加가 水分處理와 비슷한 傾向을 보였으나 处理時間이 6時間 以上으로 延長되면서 藥液處理合板보다 水分處理合board의 두께膨脹率이 急上昇하여 뚜렷하게 높은 値를 나타내었는데 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서 더욱 큰 値를 보였다.

⑤ 热板乾燥 後의 두께收縮率도 膨脹率과 똑같은 傾向을 나타내었으며 두께 5.0mm의 合board에서는 藥液處理時間이 增加함에 따라 收縮率이 뚜렷하게 上昇하는 傾向을 모든 处理藥液과 水分處理에서 나타내었다.

⑥ 乾燥曲線은 1시간과 3시간의 处理를 除外하고 두께에 関係없이 6시간 以上의 处理에서 모두 水分處理合board의 乾燥曲線이 藥液處理合board의 曲線보다 上位에 位置하였다.

⑦ 处理合board의 두께에 따른 乾燥率은 두께 3.5mm의 薄은 合board의 境遇, 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서 얻은 乾燥率보다 거의 두 배 以上의 值를 나타내어 薄은 合board이 두꺼운 合board보다 乾燥效果가 뚜렷하게 높았다.

⑧ 热板溫度에 따른 乾燥率은 热板溫度가 上昇함에 따라 뚜렷하게 上昇하였으며 두께 3.5mm의 薄은 合board의 境遇, 热板溫度 90, 120 및 150°C에서 각각 $1.226\%/\text{min.}$, $6.540\%/\text{min.}$, $25.752\%/\text{min.}$ 었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서는 각각 $0.550\%/\text{min.}$, $2.490\%/\text{min.}$, $8.187\%/\text{min.}$ 를 나타내었다.

⑨ 藥剤別 乾燥率은 热板溫度 120°C로 乾燥하였을 때, 두께 3.5mm의 薄은 合board에서 Mono - ammonium phosphate 가 가장 높은 傾向을 나타내었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서는 Di - ammonium phosphate 가 가장 높은 傾向을 나타내었으나, 处理時間 6時間 以後에는 水分處理合board의 乾燥率이 더 높았다.

⑩ 藥液處理合board의 耐火度는 測定된 重量減少率, 着炎時間, 残炎時間, 裏面의 炭化率을 通하여 水分處理合board이나 未處理合board보다 뚜렷하게 높았다.

⑪ 耐火藥剤間 耐火效果는 Di - ammonium phosphate 가 가장 優秀하였고 다음은 Mono - ammonium phosphate 와 Ammonium sulfate이며 Borax - boric acid 와 Minalith는 가장 不良하였다.

摘要

建築物의 内裝에 많이 使用하고 있는 合board은 可燃性 物質로서 各種 大型火災를 誘發하여 많은 人命과 財產의 損失을 招來하고 있다. 따라서 이로 因한 被害를 最大限으로 줄이기 為하여, 耐火合board製造의 必要性이 絶寔히 要求되어 또한 耐火合board製造에서 優先的으로 解決해야 될 合board의 再乾燥에 關해서 研究할必要가 있다고 생각한다.

本研究에서는 3.5mm 薄은 合board과 5.0mm 두꺼운 合board에 Ammonium sulfate, Mono - ammonium phosphate, Di - ammonium phosphate, Borax - boric acid, Minalith 및 Water를 1, 3, 6 및 9시간으로 处理하고 90, 120 및 150°C 등으로 热板乾燥를 實施한 後, 乾燥曲線, 乾燥率, 耐火剤의 吸收率, 比重(容積重) 및 耐火度 等을 研究検討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

① Borax - boric acid 와 Minalith 处理를 除外하고 Ammonium sulfate, Mono - ammonium phosphate 및 Di - ammonium phosphate 处理는 处理時間이 增加함에 따라 藥液 吸收量(率)이 增加하는 傾向을 뚜렷이 하였으나 水分處理의 吸收量(率)에는 미치지 못하였다.

② 合board의 単位 容積當 藥液 吸收量은 一定時間의 处理에 있어서 두께 3.5mm의 薄은 合board이 두께 5.0mm의 두꺼운 合board보다 높았으며 가장 높은 吸收量은 두께 3.5mm의 薄은 合board에서 9시간을 处理하였을 때 Ammonium sulfate에서 $1.353\text{ kg}/(30\text{ cm})^3$ 의 値를 나타내었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合board에서는 亦는 9시간의 处理에서 Ammonium sulfate의 $1.356\text{ kg}/(30\text{ cm})^3$ 의 値를 얻었다.

③ 藥液處理 後의 合板의 容積重은 处理 前보다 뚜렷하게 上昇하였으나 热板乾燥 後에는 다시 容積重의 値가 下落하였는데 藥液處理 前보다는 약간 높은 傾向을 나타내었다.

④ 藥液處理合板의 두께膨脹率은 두께 3.5mm의 薄은 合板과 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서 모두 1時間과 3時間 处理에서 膨脹率의 增加가 水分處理와 비슷한 傾向을 보였으나 处理時間이 6時間 以上으로 延長되면서 藥液處理合板보다 水分處理合板의 두께膨脹率이 急上昇하여 뚜렷하게 높은 値를 나타내었는데 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서 더욱 큰 値를 보았다.

⑤ 热板乾燥 後의 두께收縮率도 膨脹率과 똑같은 傾向을 나타내었으며 두께 5.0mm의 合板에서는 藥液處理時間이 增加함에 따라 收縮率이 뚜렷하게 上昇하는 傾向을 모든 处理藥液과 水分處理에서 나타내었다.

⑥ 乾燥曲線은 1시간과 3시간의 处理를 除外하고 두께에 關係없이 6시간 以上의 处理에서 모두 水分處理合板의 乾燥曲線이 藥液處理合board의 曲線보다 上位에 位置하였다.

⑦ 处理合板의 두께에 따른 乾燥率은 두께 3.5mm의 薄은 合板의 境遇, 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서 얻은 乾燥率보다 거의 두倍 以上의 値를 나타내어 薄은 合板이 두꺼운 合板보다 乾燥効果가 뚜렷하게 높았다.

⑧ 热板溫度에 따른 乾燥率은 热板溫度가 上昇함에 따라 뚜렷하게 上昇하였으며 두께 3.5mm의 薄은 合板의 境遇 热板溫度 90, 120 및 150°C에서 각각 1.226%/min., 6.540%/min., 25.752%/min.였고 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서는 각각 0.550%/min., 2.490%/min., 8.187%/min.를 나타내었다.

⑨ 藥液別 乾燥率은 热板溫度 120°C로 乾燥하였을 때 두께 3.5mm의 薄은 合板에서 Mono-ammonium phosphate 가 가장 높은 傾向을 나타내었고 두께 5.0mm의 두꺼운 合板에서는 Di-ammonium phosphate가 가장 높은 傾向을 나타내었으나 处理時間 6시간 以後에는 水分處理合board의 乾燥率이 더 높았다.

⑩ 藥液處理合board의 耐火度는 測定된 重量減少率, 着炎時間, 残炎時間, 裏面의 炭火率을 通하여 水分處理合board이나 未處理合board보다 뚜렷하게 높았다.

⑪ 耐火藥剤間 耐火効果는 Di-ammonium phosphate 가 가장 優秀하였고 다음은 Mono-ammonium phosphate 와 Ammonium sulfate이며 Borax-boric acid 와 Minalith는 가장 不良하였다.

Literature Cited

- American Plywood Association (1970): U.S. Product Standard PS 1-66 for Softwood Plywood-construction & Industrial together with DFPA grade-trademarks.
- AWPA (1974): Plywood-fire retardant treatment by pressure process. Standard C 27-74, AWPA, Washington, D.C.
- Bergin, E.G. (1963): The glubility of fire-retardant treated wood. Forest Prod. Jour. Vol. 12, 549-556p.
- Black, J.M. (1958): The effect of fire-retardant chemicals on glues used in plywood manufacture. U.S.D.A., Forest Serv. Forest Prod. Lab. Rpt., No. 1427, 7p.
- Blew, J.O. and W.Z. Olson (1950): The durability of birch plywood treated with wood preservatives and fire-retarding chemicals. AWPA, annual meeting of April 25, 26, 27, 1950, Rice Hotel, Texas, 16p.
- Brenden, J.J. (1973): How fourteen coating systems affected smoke yield from Douglas-fir plywood. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-214, 14p.
- Brenden, J.J. (1974): Rate of heat release from woodbase building materials exposed to fire. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-230, 17p.
- Brenden, J.J. (1975): Wood base building materials; rate of heat release. Jour. of Fire & Flammability, Vol. 6, 274-293p.
- Brenden, J.J. (1975): How nine inorganic salts affected smoke yield from Douglas-fir plywood. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-249, 13p.
- Brenden, J.J. (1977): Measurements of heat release rates on wood products and an assembly. U.S. Forest Service, Research Paper FPL-281, 12p.
- Chen, C.M. (1975): Gluing study of pyresote-treated fire-retardant plywood. Part I, Forest Prod. Jour., Vol. 25, No. 2, 33-37p.
- Chen, Peter, Y.S. (1978): Press-drying black walnut wood: Continuous drying vs. step

- drying. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 28, No. 1, 23-25p.
13. Chen, Peter, Y.S. and F.E. Biltonen (1979): Effect of prefreezing on press drying of Black walnut heartwood. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 29, No. 2, 48-51p.
14. Dolenko, A.J. and M.R. Clarke (1973): Fire retardant prefinished plywood. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 23, No. 10, 22-27p.
15. Eicker, H.W. and E.L. Schaffer (1967): Fire retardant effects of individual chemicals on Douglas-fir plywood. *Fire Technol.*, 3(2): 90-104p.
16. Gerhards, C.C. (1970): Effect of fire retardant treatment on bending strength of wood. U.S.D.A. Forest Service, Res. Pap. FPL-145.
17. Groah, W.J. (1973): A study of certain operating and material variables of the 25-foot tunnel flamespread test. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 23, No. 12, 39-45p.
18. Haygreen, J.G. and K. Turkia (1968): Technical and economic considerations in the platen drying of Aspen sapwood and paper birch cut-stock. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 18, No. 8, 43-50p.
19. Heebink, B.G. and K.C. Compton (1966): Paneling and flooring from low-grade hardwood logs. U.S. Forest Service, Res. Note FPL-0122, 23p.
20. Hittmeier, M.E., G.L. Comstock and R.A. Hann (1968): Press drying nine species of wood. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 18, No. 9, 91-96p.
21. Jain, J.C., A.K. Ananthanayana and M.N. Sharma (1975): Studies on the effect of fire-retarding chemicals on the strength of wood and plywood. *Jour. of the Ind. Acad. of Wood Science*, 6, 2, 72-77p.
22. Jessome, A.P. (1962): Strength properties of wood treated with fire-retardants. *Forest Prod. Res. Branch, Canada Dept. of Forestry Rpt.* No. 193, 12p.
23. Johnson, J.W. (1975): Lateral bearing strength of Douglas-fir lumber-plywood joints treated with fire retardants. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 25, No. 11, 38-40p.
24. Johnson, J.W. (1976): Lateral bearing strength of fastness in lumber-plywood joints treated with fire retardants. Oregon State Univ., Forest Res. Lab., Res. Pap. 28, 28p.
25. Johnson, J.W. (1979): Tests of fire-retardant treated and untreated lumber-plywood nailed and stapled joints. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 29, No. 4, 23-30p.
26. Juneja, S.C. (1972): Stable and leach-resistant fire retardants for wood. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 22, No. 6, 17-23p.
27. Juneja, S.C. and L.R. Richardson (1974): Versatile fire retardants from amino-resins. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 24, No. 5, 19-23p.
28. Juneja, S.C. and L.R. Richardson (1977): Soak treatments for fire retardance. Canadian Eastern Forest Products Lab., OPX-185E.
29. King, E.G., Jr. and D.A. Matteson, 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, 9p.
30. Koch, P. (1964): Techniques for drying thick southern pine veneer. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 14, No. 9, 382-386p.
31. Koch, P. (1972): Utilization of Southern Pines. Part II, p. 1111-1128, Agriculture Hbk., No. 420, USGPO, Washington, D.C.
32. Lutz, J.F. (1974): Drying veneer to a controlled final moisture content by hot pressing and steaming. USDA Forest Service, Res. Pap. FPL-227, 8p.
33. Lutz, J.F., H. Habermann and H.R. Panzer (1974): Press drying green, flatsliced walnut veneer to reduce buckling and end waviness. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 24, No. 5, 29-34p.
34. Mackay, J.F.G. (1978): Kiln drying treated plywood. *Forest Prod. Jour.*, Vol. 28, No. 3, 19-21p.
35. 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.*,

- Vol. 15, No. 12, 463-467p.
36. Mungall, C. (1975): Diffusion's method promises cheaper fire-retardant plywood. Canadian Forest Industries, 95, 2, 40-42p.
37. Nearn, W.T. and R.A. Megraw (1972): Discontinuous treatment for flame-spread control. Forest Prod. Jour., Vol. 22, No. 7, 47-52p.
38. Nunomura, A.; H. Ito, A. Kasai, K. Komazawa and K. Yamagishi, (1975): Surface flammability of fire-retardant plywood in 8 foot tunnel furnace (3). Journal of the Hokkaido Forest Prod. Res. Institute, No. 8, 14-16p.
39. Percival, D.H. and S.K. Suddarth (1971): An investigation of the mechanical characteristics of truss plates on fire-retardant treated wood. Forest Prod. Jour., Vol. 21, No. 1, 17-22p.
40. Schaeffer, R.E. (1966): Preliminary study of the gluing of ammonium salt-treated wood with resorcinol resin glues. U.S. Forest Service, Research Note FPL-0112, 9p.
41. Schaffer, E.L. (1967): Effect of panel thickness and noncombustible inserts on surface flammability of plywood. U.S. Forest Service, Research Note FPL-3152, 3p.
42. Shen, K.C. and D.P.C. Fung (1975): New method for improving fire retardancy of plywood. Forest Prod. Jour., Vol. 25, No. 4, 36-38p.
43. Thompson, W.S. (1962): Gluing characteristics of treated sweetgum veneer. Forest Prod. Jour., Vol. 12, No. 9, 431-436p.
44. Turkia, K. and J.G. Haygreen (1968): Platen drying of Aspen sapwood. Forest Prod. Jour., Vol. 18, No. 6, 43-48p.
45. U.S. Forest Products Laboratory (1974): Wood handbook: U.S. Government printing office. Agriculture Handbook No. 72.
46. Yamagishi, K.; H. Ito, A. Kasai, K. Komazawa and A. Nunomura (1976): Surface flammability of fire-retardant plywood in 8 foot tunnel furnace (4). The properties of weather-proofing fire retardants. Journal of the Hokkaido Forest Prod. Res. Institute, No. 3, 1-4p.
47. 鄭希錫(1978) : 板材와 单板의 热板乾燥에 関한 研究. 서울대 博士学位 論文, 1-65P
48. 金鍾萬, 李弼宇(1978) : 尿素樹脂 合板의 耐火處理에 関한 研究. 서울대 農學研究, 3卷 1號, 49-61P.
49. 李弼宇, 鄭希錫(1980) : 木材와 合板의 耐火處理에 関한 研究. 서울대 演習林 報告, 16號, 17-46P.
50. 李弼宇(1980) : 美松 및 臺孚耐火處理合板의 热板乾燥에 関한 研究. 서울대 農學研究, 5卷 2號, 51-64P. ■