

# 硬質纖維板의 濕式 매트 耐火處理에 關한 研究

辛東韶 · 李華珩 · 沈鍾燮

[서울대학교 演習林報告 第 11 号 ; 35 ~ 48, 1975]

## Studies on the Fire Retardant Treatment of Wet Forming Mat for Hardboard

Dong So Shin · Hwa Hyoung Lee · Chong Supp Shim

[ Bull. of Seoul Nat'l. Univ. Forests, No. 11 ; 35 ~ 48, 1975 ]

### Summary

This study was carried out to make hardboard fire retardants and to examine the properties of the hardboard treated with them.

The fire retardant treatment was achieved by surface impregnation of water soluble retardant chemicals into the forming mat with 55 percent of moisture content, followed by the hot pressing process.

Ammonium monophosphate, ammonium diphosphate, sodium borate, and boric acid were used as the fire retardants.

Fire retardant test was carried out by using the differential thermal analysis thermogram.

The results are summarized as follows:

1. Fire retardant-treated hardboard showed higher values of the specific gravity, water absorption, and flexural strength than those of untreated hardboard.  
Especially, the treatment of ammonium monophosphate gave the best results in the flexural strength, and a 10 gr/ft<sup>2</sup> loading of the fire retardant compound of ammonium monophosphate, ammonium diphosphate, and sodium borate drew the best flexural strength value among the three different experimental loadings of 10, 20 and 30 gr/ft<sup>2</sup>.
2. There were no definite differences in moisture content between the fire retardant-treated hardboard and the untreated hardboard.
3. The fire retardant compound of ammonium monophosphate, ammonium diphosphate, and sodium borate resulted in the best fire retardancy, and its fire retardancy was increased in proportion to the increase of loading.

### 1. 緒 言

纖維板은 파티클보드와 마찬가지로 木材의 利用合 理化 面에서 가장 效果的인 製品으로서 거의 모든 建

築物의 內, 外裝을 비롯해 家具, 차량, 선박 및 도건, 기타 각종 加工品에 널리 利用되고 있으며 用途가 넓어짐에 따라 그 性質改善에 關한 많은 研究가 必要하게 되었다. 특히 人口密度가 높아지고 土地利用率의 提高로 都市建物은 必然的으로 高層化 및 大形化가 되

어 이들 建築의 火災에 對한 위험에 對備하기 爲하여 이미 선진국에서는 建築기준법을 改正하여 病院, 劇場, 公共建物 및 기타 高層建築物의 内裝에는 防火處理된 耐火材料를 쓰도록 定하고 있다. 이와 같이 住居安全에 對한 規制가 嚴格하여 집에 따라 元素 可燃性인 木材 및 그 加工品에 對하여서도 難燃性이 要請되고 있다.

硬質纖維板의 경우 이 目的을 달성하기 위한 耐火處理에 있어서 經濟的이며 效果의인 뚜렷한 方法이 아직 실용화되어 있지 않고 있으므로 이와같은 문제가 解決된다면 纖維板工業은 加一層 發展할 것이다.

이와같은 見地에서 本 實驗은 새로운 處理法을 究明코자 硬質纖維板 製造 過程에서 熱壓하기 前에 매트에 무기염류를 처리한 후 熱壓을 하여 耐火處理와 同時에 纖維板을 製造할 수 있는 方法과 이에 따른 硬質纖維板의 耐火性, 比重, 含水率, 吸水率 및 曲強度 등 一般의 性質과 아울러 耐火劑 間의 影響을 比較 檢討하였다.

本 研究을 수행하는 동안 曲強度의 測定을 爲해 協助하여 주신 林業試驗場 趙在明 木材利用科長 그리고 D.T.A. 分析을 爲해 애써 주신 農村振興庁 農業技術研究所 崔大雄 研究官께 感謝 드리는 바이다.

## 2. 研究史

一般的으로 耐火劑는 1735년 Wild氏의 耐火劑 發明에서 비롯하여 1821년에 硼酸과 암모늄鹽의 混合劑가 Gay Lussac에 의해 發表되었고 19세기末 독일 特許를 받은 Meissner는 황산칼륨과 석탄타르, 점토 등을 使用하였다.

그 후 20세기 초반에 영국의 Lebioda는 硼酸과 硼砂, 황산암모늄의 混合 耐火劑를 發表하였으며 Smith가 이에 따라 硼酸과 硼砂 그리고 황산암모늄에다 탄산암모늄 등을 混合하여 特許를 받았다. 미국에서는 1915년 林産研究所에서 硼砂溶液과 염화아연용액을 木材内部에 加壓注入하여 防腐 및 耐火性을 同時에 부여하는 方法을 發表하였고, 日本에서는 1927년 Shiga가 硼砂와 황산마그네슘, 질산과 황산암모늄, 질산암모늄(또는 제라친을 첨가) 등을 混合하여 만든 耐濕性 防火劑를 發表하였다. 그러나 本格的인 耐火處理의 發展은 現代 建築法에 難燃材料를 쓰도록 定한 1950년대 中반 以後에 實際적으로 많은 研究와 實驗이 이루어졌으며 水溶性 無機鹽類의 木材注入 處理는 充分한 耐火性을 나타내고 있으나 습기에 노출될 경우 염류가 스며나와 耐火性을 잃기 때문에 이를

補完하기 爲한 改善策으로 tetrakis (hydroxy methyl) phosphonium chloride 와 tris (1-aziridinyl) phosphine oxide를 混用토록 하는 方法이 1955년부터 1957년까지 J.D. Guthrie, G.D. Drake, JR L.H. Chance 및 W.A. Reeves에 의해 發表되었으며, 1950년도 後半에 걸쳐 미국의 Koppers 会社에서는 外裝에 使用할 수 있도록 水溶性 單量體를 전통적인 加壓레토르트 内에서 充細胞法으로 木材에 침투시킨 後 질른 건조하여 脫水와 同時 單量體의 重合反應으로 물속에서도 염이 유출되지 않는 새로운 方法을 1963年末頃에 완성하여 그 後 계속해서 그 경제성 및 기술적인 연구를 하고 있는 중이다.

또한 값 싼 變性아미노系樹脂에 耐火性을 부여하기 爲한 研究가 1967년 S. Ishihara와 T. Maku에 의해 行하여 졌으나 常溫에서의 可使時間(pot life)이 문제 되었던 바 이를 1971년 캐나다의 S.C. Juneja가 安定性이 크고 非漏出性인 耐火劑로써 재래적인 方法으로 침투, 表面處理 또는 接着劑로써 使用할 수 있도록 改善하였으며 1973년 A.J. Dolenko와 M. R. Clarke는 合板에 이를 적용하였다.

한편 Browne는 1958년 木材가 타기 前에 휘발성 물질과 炭으로 나누어지는데 휘발성物質에는 不燃燒性가스(이산화탄소 및 수증기)와 불꽃을 내고 탈수 있는 타르類라고 發表하였으며 이를 뒷바침하여 1964년에는 J.J. Brenden은 熱分解에 의해 硼砂 및 第2 磷酸 암모늄 등 8개의 無機鹽類를 ponderosa 소나무에 처리하여 無處理材와 比較한 結果 無機鹽類로 處理된 것은 불꽃을 내며 탈수 있는 타르의 量을 감소시키고 炭의 量과 水分의 量을 增加시킨다는 사실을 밝혀 耐火劑의 選択과 測定方法에 공헌을 하였다.

最近 木材生産品에 對한 非漏出性 耐火劑를 發展시키기 爲한 研究가 木材加工會社 및 研究所에서 活潑히 일어나고 있으며 이에 따른 새로운 測定方法이 必要하게 되어 耐候性, 非漏出性 및 耐火性을 露出試驗에 맞도록 研究를 계속하고 있다.

한편 耐火處理方法에 있어서는 1965년 Gardner가 林産研究會議에서 加壓注入方法의 長点を 토론한 이래 處理方法의 큰 變化는 아직 없다고 하겠다. 最近 1971년에 파티클보오드의 耐火處理方法으로 캐나다 東部林産研究所에서 開發한 새로운 침투方法으로 보오드 表面에 암모늄 폴리포스페이트 溶液을 塗付한 後 150°C에서 30초 정도 熱壓하여 다공성인 보오드 표면 構造 内部로 침투되도록 하는 方法이 發表되었고 이어서 K.C. Shen과 D.P.C. Fung에 의해 1972년 분말형태의 第一磷酸 암모늄(A.D.O.)과 水溶性 암

모늄폴리포스페이트 용액(40%)를耐火劑로서再熱壓하여파티클보드表面에침투되도록한結果 과거의耐火處理보다藥劑가節約될수있으며또한1962년Bergin이지적한대로結合력이弱화되지는않으므로작은量으로도充分한耐火性を保有한다고發表한바있다.

### 3. 試驗方法

#### 3.1. 試驗材料

##### 3.1.1. 木材

合板工場 및 製材所에서 多量 發生하는 라왕廢材를 査핑하여 디파이브레이터로 펄프화하였다.

##### 3.1.2. 接着補強劑

補強用 사이징劑로는 水溶性 石炭酸樹脂를 使用하였고 그 製造 比率는 다음과 같다.

石炭酸	: 94部
포르말린 (37%)	: 132部
가성소오다	: 14.5部
水	: 14.5部

##### 3.1.3. 耐水性 사이즈

硬質纖維板의 耐水性을 높이기 爲하여 파라핀왁스乳濁液을 다음과 같은 比率로 製造하여 使用하였다.

파라핀(M.P. 50~52℃)	: 100gr
오레인酸	: 10cc
濃암모니아水	: 6cc

##### 3.1.4. 沈着劑

水溶性 石炭酸樹脂와 파라핀왁스乳濁液을 纖維表面에 沈着시키기 爲하여 황산알루미늄으로써 pH 4.2로 조정하였다.

##### 3.1.5 耐火劑

硬質纖維板에 耐火性を 부여하기 爲하여 第1磷酸암모늄의 50%, 第2磷酸암모늄 50%, 水溶液을 各 單用한 것과 第1磷酸암모늄 및 第2磷酸암모늄 각기 25%에 硼砂 5%를 混合한 水溶液, 硼砂 25%와 硼酸 25%의 混合溶液인 4종류의 水溶液을 만들어 처리하였다.

#### 3.2. 試驗方法

##### 3.2.1. 濕式成型

디파이브레이터로 製造된 아스푸런드 펄프를 瀝水度 20° SR로 叩解하고 濕式成型은 펄프濃도를 2%로 하여 16메쉬 銅網을 받친 木箱子(15×20cm)에 注入하여 脫水 성형하였다.

##### 3.2.2. 사이즈劑 첨가

叩解가 끝난 직후에 水溶性 石炭酸樹脂와 파라핀왁스乳濁液을 첨가한 後 잘 저어서 完全 분산시키고 황산알루미늄 10%水溶液으로 pH 4.2로 맞추었다.

##### 3.2.3. 充 填 (耐火劑 處理)

水溶性 무기염류로서 第1磷酸암모늄, 第2磷酸암모늄, 硼砂와 硼酸의 混合液을 각기 50% 水溶液으로 하고 第1磷酸암모늄과 第2磷酸암모늄의 각기 25%에다 硼砂 5%의 세종류 混合한 55% 水溶液을 만든 후 濕式成型된 매트를 冷壓으로 脫水 건조 後 含水율을 55%로 낮춘 다음 耐火劑를 매트의 表面에 撒布하여 매트 内部로 침투 확산시켰다.

充填한 量은 30×30cm에 高형분으로 환산하여 10gr, 20gr, 30gr을 처리하였다.

##### 3.2.4. 熱 壓

電氣熱壓프레스에 依해 加壓時 溫度 180℃, 壓力 50-7-50kg/cm<sup>2</sup>, 熱壓時間 1-2-7分으로 3단계 프레스사이클을 適用하였다.

#### 3.3. 測定方法

3.3.1. 比重, 含水量, 吸水率은 KS F 3203에 따랐다.

##### 3.3.2. 曲強度

纖維板의 靱強度는 林業試驗場 木材利用科의 單應材料시험기를 利用하여 試片의 길이 11cm, 넓이 7cm로 最大하중을 求하였으며 다음 公式에 依해 算定하였다.

$$\text{靱強度 } kg/cm^2 = 3/2 p.l/bt^2$$

$b$ : 試片의 넓이(cm)

$t$ : 試片의 두께(cm)

$l$ : 스펜의 길이(cm)

$p$ : 最大하중 (kg)

##### 3.3.3. 耐火度 測定

耐火度 測定은 示差熱分析장치 (NETZSCH GM BH 404, Germany)의 thermogram으로 放熱, 吸熱의 程度 및 피크 時의 溫度와 이에 소요된 時間으로 區分하여 比較하였으며 測定용 시료는 제작된 纖維版의 表面으로부터 채취된 木粉중 20 $\mu$ 를 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 480 $\mu$ 과 잘 混合한 後 使用하였다. 이 때 DTA에 올린 溫度는 KS F 2258에 의거 육내가열시험 1級에 준하였다.

3.3.4. 硬質纖維板의 規格檢定은 KS F 3203과 JIS 5907에 준하였으며 處理別 3반복을 하였고 구름間의 Duncan 다중검정을 실시하였다.

4. 結果와 考察

4.1. 耐火 硬質纖維板의 一般의 性質

4.1.1. 比重

耐火纖維板은 2%의 水溶性 石炭酸樹脂와 2%의 파라핀왁스乳濁液을 첨가하였으며 耐火劑로는 第1磷酸암모늄 25gr에 第2磷酸암모늄 25gr, 硼砂 5gr을 물 100cc에 溶解하여 30×30cm에 高형분으로 환산하여 10gr, 20gr, 30gr을 濕式成型 한 매트의 表面에 撒布시켜 180℃에서 50-7-50 kg/cm<sup>2</sup>, 1-2-7분 의 3단계 프레스사이클을 사용하여 제조한 纖維板을 氣乾시킨 후 測定한 比重은 다음 Table 1~2와 같다.

Table 1. Relation between specific gravity and loading of fire retardants mixed with ammonium monophosphate, ammonium diphosphate and borax

Loading (gr/ft <sup>2</sup> )	Untreated	10	20	30
Sp. Gr.	0.85	0.98	0.87	0.92
	0.87	0.95	0.92	0.90
	0.83	0.90	0.93	0.91
Mean	0.85	0.94	0.91	0.91
Duncan's test	a	b	b	b

Table 2. ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	11	0.03		
Treatment	3	0.02	0.007	7*
Error	8	0.01	0.001	

Table 1과 Table 2의 結果를 보면 무처리와 처리間의 比重은 5% 유의 수준에서 유의성이 있으며 耐火處理한 纖維板은 比重이 높아지나 10gr, 20gr, 30gr의 充填에 따른 比重의 差는 없음을 보여 주고 있다. 硬質纖維板의 比重規格은 0.8以上으로서 硬質纖維板의 規格에 合格하고 있으며 무기염류로 처리, 耐火纖維板의 比重은 무처리時보다 높다는 1961年 日本 農林省 林業試驗場의 結論과 一致하고 있다.

4.1.2. 含水率

4.1.1에서 처럼 混合 耐火劑를 같은 方法으로 처리하여 제조한 硬質纖維板을 일주일 기건시킨 후 측정된 含水率의 結果는 Table 3~4와 같다.

Table 3. Moisture content with reference to loading of retardant

Loading (gr/ft <sup>2</sup> )	30	Untreated	20	10
Moisture content (%)	7.1	6.5	6.4	5.9
	7.5	6.7	6.1	6.2
	6.9	7.2	6.7	6.5
Mean	7.17	6.80	6.40	6.20
Duncan's test	a	ab	bc	c

Table 4. ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	11	2.47		
Treatment	3	1.66	0.55	5.5*
Error	8	0.81	0.10	

위의 Table 3과 4에서 보면 모두가 含水率이 13%미만으로 規格에 만족한 結果를 나타내고 있으며 Duncan's 檢定에 의하면 처리와 무처리 사이의 差는 현저하다고 볼 수 없다.

濕式成型에서 熱壓 前에 매트 含水率을 55%로 하여 耐火劑를 처리할 경우 현행 硬質纖維板의 熱壓 前 含水率이 60~63%인 工場의 長網式 抄造의 경우 熱壓機로 운반도중 燻乾현상이 생길 우려는 없으며 매트 含水率을 더욱 낮춰 耐火劑 살포를 적절히 조절하면 熱壓時 部分的으로 漏失되는 藥劑를 상당히 감소시킬 수 있다고 하겠다.

濕式成型에 依해 製造된 硬質纖維板은 製造時 高溫度의 熱處理로 纖維의 尺寸安定度는 木材에 比해 상당히 높으나 平均含水率은 낮아진다. 纖維板의 含水率 規格은 13% 以下로서 工場에서는 60℃에 관계 습도 95%로서 7~8時間 調濕을 시켜 8%정도로 含水率을 맞추고 있다. 一般적으로 全乾상태일 경우 纖維의 탄력성은 增加되나 最高強度가 떨어지게 되며 含水率 3~5%일 경우 曲強度가 最高에 達하고 그 以上일 경우 實제적으로 強度의 감소와 아울러 含水率 增加로 인한 두께 팽창이 産生상 강도감소에 영향을 미치게 되며 含水率이 15%에 다다르면 強度의 감소는 完滿하여 진다.

4.1.3. 吸水率

4.1.1에서와 같이 동일한 조건으로 제조한 耐火 硬質纖維板을 일주일 기건시킨 후 25±1℃의 水中 3cm에 水平으로 유지시켜 2時間 吸水한 量의 比를 측정한 結果는 Table 5~6과 같다.

Table 5. Relation between content of water absorption and loading of fire retardants mixed with ammonium mono- and di-phosphate and borax

Loading (gr/ft <sup>2</sup> )	Untreated	10	20	30
Water content (%)	20.3	27.8	28.9	27.3
	19.9	26.9	29.0	28.0
	20.9	27.3	28.8	28.2
Mean	20.37	27.33	28.90	27.83
Duncan's test	a	a	b	b

Table 6. ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	11	126.64		
Treatment	3	125.26	41.75	245.59**
Error	8	1.38	0.17	

Table 7. Comparison of flexural strength of various fire retardants

Fire retardant	Ammonium monophosphate	AMP ADP + Borax	Amonium diphosphate	Borax + Boric acid	Untreated
Flexural strength (kg/cm <sup>2</sup> )	248	224	215	210	201
	239	228	220	214	204
	255	235	225	205	198
Mean	247.3	229	220	209.7	201
Duncan's test	a	b	b	c	c

Table 8. ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	14	4157.6		
Treatant	4	3858.3	964.6	32.2**
Error	10	299.3	29.93	

硼砂 혼합 耐火劑는 10%가 넘는 強度의 增加를 역시 나타내며 硼砂와 硼酸 혼합 耐火劑 處理는 無處理 纖維板의 強度에 비해 다소 높으나 有意性은 보이지 않고 있다. 한편 充填에 따른 휨 強度의 變化를 알기 위해 第1 및 第2 磷酸암모늄 각각 25gr 씩과 硼砂 5gr 을 물 100cc로 혼합 水溶液을 만들어 30×30 cm 에 고품분으로 10gr, 20gr, 30gr 을 처리한 纖維板

硬質纖維板은 木材와 마찬가지로 水分에 의해 影響을 크게 받으므로 그 吸水性을 品質試驗方法으로 規定하고 있는바 30% 미만일 것을 要求하고 있으나 KS F 3203 에 따른 위의 Table 5~6 에서 耐火處理한 硬質纖維板의 吸水率은 無處理에 비해 높았으며 高度의 有意性을 갖고 있고 30×30 cm (尺 平方 当)에 20 gr 처리와 30gr 처리의 差는 없음을 보여 주며 2% 의 파라핀 왁스乳濁液을 첨가하면 30%미만으로 規格을 충분히 만족시킬 수 있음을 알 수 있다.

北原覺一 및 丸山憲一郎에 依하면 無機耐火劑를 처리할 경우 纖維板의 吸水率이 나쁘게 됐다는 報告와 위의 사실이 一致함을 알 수 있다.

4.1.4. 휨 強度

耐火劑를 각기 30×30 cm에 20gr 씩 처리한 硬質 纖維板을 제조하여 일주일 기건시킨 후 측정된 휨 強度 差는 Table 7~8 과 같다.

Table 7 과 8에서 보는 바와 같이 무처리에 비해 耐火處理 纖維板은 휨 強度가 높다. 특히 第1 磷酸암모늄의 경우 無處理에 비해 20%가 넘는 現저한 強度의 增加를 보이고 있고 第1 및 第2 磷酸암모늄에

Table 9. Effect of loading amount of fire retardant on the flexural strength (M.C. 6.2~7.17)

Loading (gr/ft <sup>2</sup> )	10	20	30	Untreated
Flexural strength (kg/cm <sup>2</sup> )	283	244	240	201
	276	240	244	204
	275	238	235	198
Mean	278	240.67	239.67	201
Duncan's test	a	b	b	c

의 휨 強度는 Table 9 와 10 과 같다.

Table 9 와 10 에서 無處理에 비해 耐火處理 纖維

Table 10. ANOVA Table

Factor	d.f.	S.S.	M.S.	F
Total	11	9011.7		
Treatment	3	8896.4	2965.5	205.9**
Error	8	115.3	14.4	

板의 휨強度는 높아져 高度의 有意性을 보여주고 있으며 30×30 cm에 10gr 인 경우가 가장 높고 20gr 과 30gr 사이에는 別差 없음을 알 수 있다.

北原覺一 및 丸山憲一郎에 依하면 無機耐火劑를 처리할 경우 纖維板의 比重이 약간 增加하고 휨強度에는 거의 影響이 없으나 吸水率은 나쁘게 되었다고 하나 상기 실험의 Table 7로부터 Table 10까지의 熱壓前 매트에 耐火劑를 表面 撒布시켜 熱壓에 依해 耐火處理와 동시에 纖維板을 제조한 方法의 結果에 따르면 耐火處理 纖維板은 無處理 纖維板에 비해 휨強度가 훨씬 높다. 이는 K.C. Shen과 D.P.C. Fung 이 1972년 액체 암모늄 폴리포스페이트와 분말형태의 第1 磷酸암모늄 (A.D.O)을 파티클보오드 표면에 처리하면 再熱壓時 일종의 윤활제로 作用하여 가열板面에 붙지도 않고 파티클보오드면이 고르고 10~20%強度의 增加가 있었다는 結論과 같은 경향을 보여 주고 있다. 耐火劑의 充填에 따른 휨強度의 變化는 Figure 1과 같다.

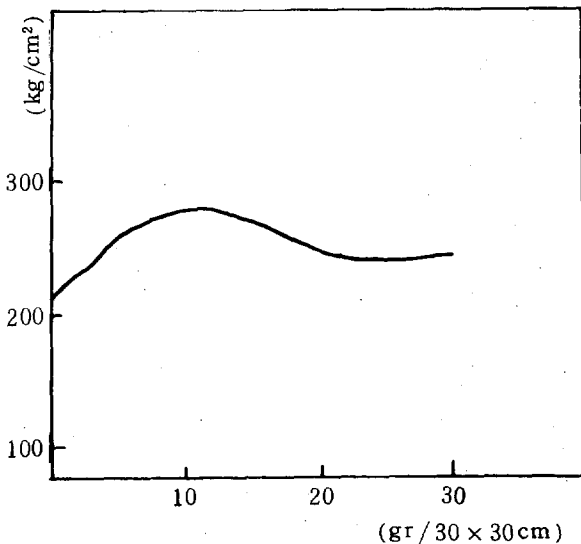


Fig. 1. Effect of loading amount of fire retardant on the flexural strength.

4.1.5. 기타 性質

耐火處理된 纖維板의 表面色은 第1 磷酸암모늄의 경

우 질은 흑갈색이고 第2 磷酸암모늄의 경우 無處理에 비해 약간 질은 색이며 第1 및 第2 磷酸암모늄, 硼砂 混合 耐火處理한 纖維板의 色은 第1 磷酸암모늄과 第2 磷酸암모늄 처리의 中間 色을 띠었다. 硼砂와 硼酸을 混合하여 처리한 纖維板은 無處理 纖維板과 거의 비슷한 色調이며 常溫에서 15일 경과 후 관찰하면 表面에 아주 미세하고 균일한 반짝이는 결정성 물질이 분포되어 있었다.

4.2. 耐火 硬質纖維板의 耐火性

4.2.1. 耐火劑別 耐火度

耐火處理方法에 있어서는 一般의 防腐處理와 같으며 木材, 纖維板, 合板 등이 그 주된 對象이다. 處理方法은 塗付, 撒布, 浸漬, 擴散, 加壓注入 등으로 그 對象과 藥品의 性質에 따라 다르나 주로 注入처리와 표면처리이다. 耐火劑別 作用을 보면 硼砂나 硼酸 鹽같은 劑는 加熱時 용해되어 木材表面에 얇은 被膜을 형성하여 공기를 차단하는 한편 주위 溫度를 저하시키고 尿素, 지오尿素, 메라민과 같은 아미노系 合成樹脂에 인산계의 화합물을 加해 硬化시키는 方法은 加熱時에 泡狀의 炭火層을 형성하여 熱의 傳導를 차단하거나 또는 더디게 하여 木材가 火災를 내며 타는 것을 막아 준다. 또한 황산암모늄이나 인산암모늄은 加熱時 不燃性가스를 發生하여 O<sub>2</sub>의 接近을 막고 일종의 막을 형성하며 남은 磷酸은 탈 수 있는 가스를 감소시키며 炭의 量을 增加시킨다고 한다. 위와 같이 劑의 性能을 보아 處理方法을 決定하게 되는데 硬質纖維板의 경우 無機 또는 有機劑를 浸漬 또는 塗付, 방화塗料를 도장하여 使用하고 있다. 無機劑는 一般의 無機鹽類로써 주로 제 2인산암모늄이며 여기에 硼砂나 硼酸을 첨가하여 水溶液을 만들어 使用하고 있다. 有機劑로서는 有機할로젠化合物, 有機磷化合物, 유기질소化合物이 있으며 대부분 溶劑를 使用하는 경우가 많으며 이들을 사용하여 만든 纖維板의 比重은 높아지나 휨強度, 吸濕性 및 耐火性이 無機鹽 처리에 비해 약간 나쁘다.

纖維板에 耐火劑를 處理할 경우 熱壓 成型 前에 섬유를 耐火處理하는 方法과 加壓成型 後에 處理하는 方法이 있으나 前者는 加壓中 加熱에 依해 劑의 分解로 인한 유실량이 많을 뿐더러 接着力이 저하하여 實用화가 어려웠고 後者의 경우 방부주입처럼 纖維板을 高壓 또는 常壓 침투시키므로 인하여 木材의 팽윤현상으로 表面이 거칠어지고 재건조 경비 및 마무리가 必要하게 되는 결점이 있다.

한편 木材의 燃燒현상은 木材의 熱傳導度, 比重, 含

有成分, 材의 斷面積, 表面의 평활도, 含水率에 依한 影響을 받지만은 加熱條件이 木材燃焼에 크게 影響을 미쳐 200℃에서도 장기 加熱하면 低溫着火현상을 나타내고 있다. 一般的으로 耐火度 測定方法에 있어 火災分散, 炭火率과 깊이(炭火面積), 연기량, 試材의 重量감소율, 殘炭, 殘燼, 裏面溫度 및 外部형태의 變形 有無等을 比較測定하며 主로 建築構造部分의 木材 耐火試驗은 標準時間과 溫度曲線에 依해 加熱時 裏面 溫度를 測定함으로써 基準을 삼고 있는데 이것은 各國마다 다르며 日本은 1959년에 A-1301로 發表되었고 國內에서는 1971년 KS F 2258로 發表되었다. 그러나 建築物의 內裝材料 및 工法의 難燃性試驗方法은 日本에서도 상당히 늦게 1970년에야 A-1321規格을 發表하고 難燃性을 1級, 2級, 3級으로 나누어 標準溫度曲線과 排氣溫度曲線의 範圍와 發煙係數로서 判定을 하게 되어 있으나 本 實驗에 있어서는 內裝材料의 耐火規格과 이에 따른 시험장치가 아직 國內에 未비하여 比較실험으로 示差熱分析장치(DTA)에 依하여 測定한 結果 耐火劑別 耐火度 差는 Figure 2와 같고 이때 時間에 따른 溫度의 상승속도는 Table 11과 같다.

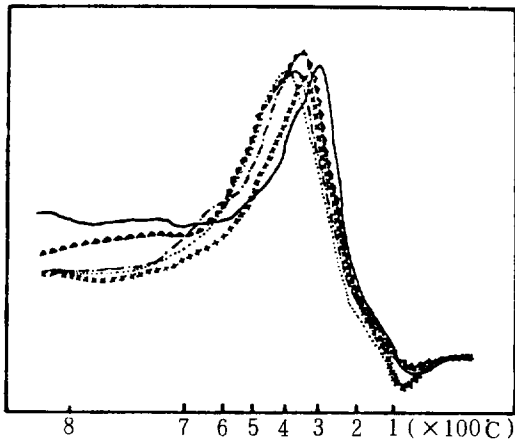


Fig. 2. DTA thermogram of fiberboard treated with 20gr/ft<sup>2</sup> loading of fire retardants.

- ×××× : Ammonium monophosphate (AMP) (50%)
- - - - : Ammonium diphosphate (ADP) (50%)
- ..... : AMP (25%) + ADP (25%) + Sodium borate (5%)
- △△△△ : Sodium borate (25%) + Boric acid (25%)
- : Untreated.

Table 11. Heating rate of temperature per minute in DTA

Range (min.)	Temp. /min.
0 ~ 4	50℃
4 ~ 8	100℃
8 ~ 9	50℃
9 ~ 12	20℃
12 ~ 25	10℃

Figure 2에서 보는 바와 같이 70~90℃에서는 水分증발로 인한 吸熱反應이 약간 일어나며 發熱反應이 始作되는 溫度는 무처리時 180℃전후이나 耐火處理의 경우 210~220℃이며 이중 제1 및 제2인산암모늄과 붕사 混合耐火劑의 경우는 220℃로서 반응이 제일 늦게 왔다. 發熱反應 피크 時의 溫度는 무처리의 경우 300℃였고 第1인산암모늄 처리의 경우 340℃에서, 붕사와 붕산 혼합 내화제 처리시는 350℃, 제2인산암모늄처리시 370℃이며 第1 및 第2 磷酸암모늄과 硼砂 混合耐火劑 處理의 경우는 380℃로 지연되고 있음을 알 수 있다.

反應 피크에 도달하는 時間은 무처리가 5分이며 300℃에서 400℃까지 1분에 100℃를 올려주는 단계이므로 耐火처리 時의 경우 24초에서 48초 지연이 되는 것을 알 수 있다. 發熱량의 면적상 피크가 제일 높은 순서로 붕사 및 붕산, 무처리, 第2인산암모늄, 그리고 제1인산암모늄과 第1 및 第2인산암모늄에 붕사 혼합내화제 처리가 제일 낮다. 붕사 및 붕산처리 경우 木粉을 供試材料로 사용한 시험方法에서 오는 결점이 나타난 것으로 耐火處理膜의 效果를 살릴 수 없었던 것으로 사려된다.

本 試驗에 있어서 耐火劑 別 D.T.A. thermogram에 依한 結果는 第1 및 第2 磷酸암모늄에 硼砂 混合耐火劑가 제일 좋은 耐火性能을 가지고 있고 部分的인 면에서 관찰할 때 第1 磷酸암모늄은 發熱量을 감소시키는 작용이 더 크고 제2인산암모늄은 피크時의 溫度를 지연시키는 作用을 더 한다고 할 수 있을 것이다.

4.2.2. 耐火劑 處理量에 따른 耐火度

第1 및 第2 磷酸암모늄에 硼砂 混合 耐火劑(55%)를 30×30cm에 고형분으로 10gr, 20gr, 30gr 처리시 이에 따른 耐火度 差를 D.T.A. thermogram으로 分析한 結果는 Figure 3과 같고 加熱速度는 분당 20℃로 하여 比較하였다.

Figure 3에서 發熱反應 始作은 무처리일 경우 180℃, 耐火處理의 경우 210℃와 220℃사이로 나타나

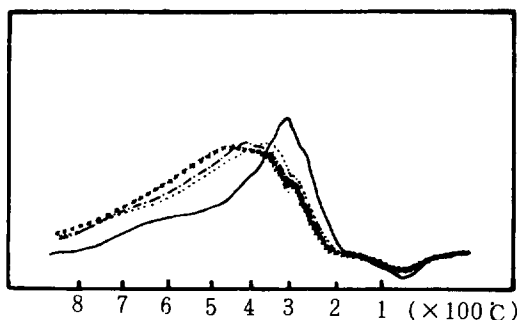


Fig. 3. Relation between fire retardant loading and D.T.A. thermograph.

———— : Untreated      ..... : 10 gr/ft<sup>2</sup>  
 - · - · - : 20 gr/ft<sup>2</sup>      × × × × : 30 gr/ft<sup>2</sup>

며 피크 時의 溫度는 무처리가 300 C, 30×30 cm에 10gr 처리시 360 C, 20gr 시 380 C, 30gr 시 440 C로 처리량이 증가할수록 피크가 늦게 오는 것을 관찰할 수 있으며 매분당 20 C를 올렸으므로 무처리시 피크 도달시간은 15분, 10gr 처리시 무처리보다 3분후에, 20gr 시는 4분 후에, 30gr 시 7분 후에 각각 피크가 오고 있다. 그러나 20gr 과 30gr 처리시 피크는 상당히 둔화되고 있으며 면적도 비슷하게 될 것을 관찰할 수 있다.

1972년에 K.C. Shen 과 D.P.C. Fung가 發表한 바에 依하면 A.D.O.를 1/2" 두께의 파티클보오드에 30×30 cm에 5gr을 처리시 FSI(Flame Spread Index)가 46 정도로 상당한 耐火效果를 보였다고 하며 表面에 오염과 漏失이 안되는 限界는 30gr이며 40gr 이상 처리를 할 경우에는 耐火效果가 더 改善되지 않았다고 한다. 本 실험의 處理결과 섬유판 제조 15일 경과 後 30gr 처리한 섬유판의 경우 약한 회백색이 가볍게 비치고 있었다. 반면에 섬유판을 일단 熱壓으로 製造한 後 耐火劑를 處理하고 再熱壓하는 方法으로는 30×30 cm에 5gr을 처리해도 表面이 치밀하고 孔隙가 없기때문에 熱壓에 依해 内部로 침투되지 않고 表面에 잔류해 오염되고 있었다.

摘 要

硬質纖維板의 耐火處理方法의 改善으로 인한 耐火性 및 纖維板의 物理 및 기계적 性質을 究明하고자 示差熱分析 thermogram을 利用하여 第1 및 第2 磷酸암모늄에 붕사 및 붕산의 네가지 耐火劑를 各各 單用 또는 混合하여 熱壓 前 含水率 55%인 매트에 살포시켜 熱壓에 依해 내부침투 시켜 처리한 結果는

다음과 같다.

1) 耐火處理 硬質纖維板은 無處理 纖維板보다 比重, 吸水率, 靱強度가 增加하였고 物理 및 기계적 성질이 더 改善되었다. 특히 靱強度에 있어서 第1 磷酸암모늄이 他 耐火劑보다 靱強度가 높았고 混合 耐火劑의 처리 경우(제 1인산암모늄, 제 2인산암모늄, 붕사) 充填에 따른 靱強度는 30×30 cm에 10gr의 처리가 제일 높았으며 20gr, 30gr의 경우는 이보다 떨어지거나 무처리에 比해서는 높은 結果를 보였다.

2) 含水率은 처리와 무처리 사이에 뚜렷한 差가 없으나 30gr의 充填시 含水율이 약간 높았다.

3) 示差熱分析 thermogram에 依한 耐火度 差를 보면 第1 磷酸암모늄과 第2 磷酸암모늄 및 硼砂 混合 耐火劑가 耐火性能이 제일 우수하였으며 充填에 따른 耐火效能은 增加하고 있음을 나타냈다.

參 考 文 獻

- Bergin E.G., 1963, The Glueability of Fire-Retardant Treatment Woods. Forest Prod. J. 8 (12)
- Breden, J.J., 1965, Effect of Fire-retardant and Other Inorganic Salts on Pyrolysis Products of Ponderosa Pine. Forest Prod. J. 15(2) 69-73.
- Chong Supp Shim., 1971, The Effect of Pretreatment of Veneer on the Improvement of Plywood Quality. Bulletin of the Seoul National University Forests. No. 8: 1-19.
- Dolenko, A.J. & M.R. Clarke., 1973, Fire-retardant Prefinished Plywood. Forest Prod. J. 23 (10) : 22-27.
- JIS A-1321. 1970, Testing Method for Incombustibility of Internal Finish Material and Procedure of Buildings.
- Juneja, S.C., 1972, Stable and Leach-resistant Fire Retardants for Wood. Forest Prod. J. 22 (6): 17-23.
- Kitahara, K.I. and G.I. Marayama, 1962, Fiberboard and Particle-Board, Morikida Pub. Co.
- Konishi, H. and S. Hirao, 1972, Fire-retardants, Saiwai Shobo Pub. Co., Tokyo: 111-114.
- KS F 2258. 1971, Method for Testing Fire Prevention of Wooden Building.
- Myers, G.C. and C.A. Holmes, 1975, Fire-



- retardant Treatments for Dry-formed Hard board Forest Prod. J. 25 (1): 20-28.
11. Nicholas, D.D. editor. 1973, Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Treatments. Vol. 1. Syracuse Uni. Press: 307-340.
  12. Ramaker, T.J., 1974, Thermal Resistance of Corrugated Fiberboard. Tappi 57 (6): 69-72.
  13. Research News, Canadian Forestry Service, 1971, Fire-retardant Treatment for Particle Board. Vol. 14. No. 5.
  14. Schaffer, E.L., 1974, Effect of Fire-retardant Impregnations on Wood Charring Rate. JFF/ Fire Retardant Chemistry 1(5): 96-109.
  15. Shen, K.C. & D.P.C. Fung, 1972, A New Method for Making Particle Board Fire-retardant. Forest Prod. J. 22(8): 46-53.
  16. Shunk, B.H., 1972, Development of An All Weather Fire Retardant Treatment. Forest Prod. J. 22(2): 12-16.
  17. Winters, Jr. F.T., T.C., Middleton and S.M., Draganov. 1965. An evaluation of borates and other inorganic salts as fire-retardants for wood products. Forest Prod. J. 15(12). ■