

# 住宅에 使用한 Plastic 発泡天井材의 火災性向

金 裕 安 国立建設研究所 建築基準科

## 目 次

1. 序 論
2. 実験建物の設計
  - 2.1 概 説
  - 2.2 試験細部計画
    - 2.2.1 試験建物
    - 2.2.2 器 具
    - 2.2.3 火災負荷의 詳細
    - 2.2.4 天 井
3. 試験結果
4. 分 析
  - 4.1 火災의 번짐
  - 4.2 燃焼室의 状態
  - 4.3 燃焼室 天井의 状態
  - 4.4 지붕다락 안의 状態
  - 4.5 건너房의 状態
  - 4.6 Hall의 状態
5. 結 論

住宅에 使用하는 天井材의 火災에 對한 性向을 調査하기 위하여 B. R. E(英國建築研究所)에서 實施한 火災實驗의 內容 (Fire behaviour of foamed plastics ceiling used in awellings)全文을 번역 紹介한다.

이 實驗을 하게된 動機는 英國의 어느 小都市에서 發生한 火災가 그리 크지는 않았으면서도 鎮火作業에 大端히 큰 困難을 받았던데에서 그原因을 調査하였던바 Polyurethane天井이 火災時에 發生한 GAS 때문이었다.

따라서 近來 많이 使用되는 發泡Plastic 天井板의 火災性向을 調査하기 위하여 GLC(The Greater London Council)가 主管하여 實大形實驗을 實施한 結果 發泡plastic 製品 (polyurethane, polysocycamerate)보다도 plaster Board나 Fibre insulating Board가 더 優秀하다는 結論을 얻은 것이다.

## 1. 序 論

單層住宅의 天井과 2層, 3層住宅의 最上層 天井은 그 속에 生活用品이 없으므로 火力侵透에 對한 抵抗性이 要求되지 않을지도 모르지만, 空間의 面을 形成하는 한 部分이기 때문에 火災의 擴散에 對한 要求條件을 滿足해야 한다고 할 수 있다. 이러한 天井構成材料의 選擇은 音響 保溫, 外裝, 耐久性等의 考慮事項에 依하여 이루어져 왔다고 할 수 있다. 지금까지는 lath위 회반죽바르기, plaster board, fibre insulating board, 合板等이 天井材로 使用되어 왔으나, 近來에는 低密度製品이 使用되고 있으며, 이런 天井材의 一種으로 polyurethane과 같은 發泡 plastic板이 있고 兩面에 종이를 발라 成型하는 것이 보통이다.

이들 材料는 重量이 가볍고 絶緣效果가 優秀하다. 한편 가볍고 두께가 얇아서 連燒될 可能性이 있으나 耐火力이 指定值以上만 된다면 天井材로서 期待할만한 價値가 있다.

1972年 英國의 한 小都市인 Andover에서 發生한 火災는 polyurethane天井板에 對한 關心을 集中시켰다. 그 집에 사람이 살지 않고 있는 집이어서 뒤늦게 火災가 發生되었지만, 家具가 없이 비어있는 집이었음에도 불구하고 많은 煙氣때문에 鎮火作業時에 4個以上の filter를 끼운 呼吸機具가 使用되었다고 한다. 消防當局은 그 煤煙의 90%以上이 그집에 使用된 polyurethane 天井板에 그 原因이 있다고 밝힌 바 있다.

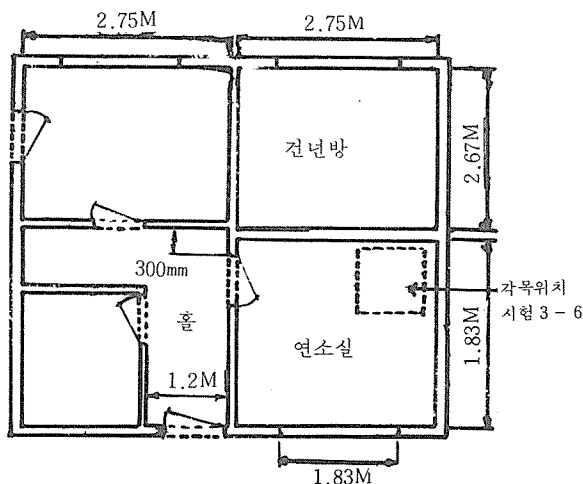
이 火災가 있은후 GLC (the Greater London Council) 에서는 天井板 製作会社와 合同으로 polyurethane 과 plasterboard 天井을 使用한 居室에서의 燃燒性向을 調査하기爲하여 實大形의 實驗을 實施했다. 이 實驗은 火災가 發生하였던 Andover의 建物寢室과 同一하게 設計되었고 그 火災負荷가 19.5kg/cm<sup>2</sup> (4 lb/st<sup>2</sup>) 程度 되도록 하였으며, 여기에 使用된 家具에는 polurethane物質이 包含되지 않도록 設計하였다. 天井材로서는 50mm두께의 glass fibre insulation을 裏面에 붙인 12.5mm두께의 plaster board天井板과 裏面에 Aluminium 箔紙를 붙인 25mm 두께의 polyurethane天井板이 使用되었다.

이 試驗에서는 火災가 天井을 뚫고 지붕다락으로 連燒될 수 있는지, 지붕다락에서 건너방으로 옮겨 갈수 있는지 如否, 通路에서도 꼭 맞는 出入門을 닫아둠으로서 火災에서 생긴 煙氣로부터 安全할 수 있는지 등에 對하여 調査하였다.

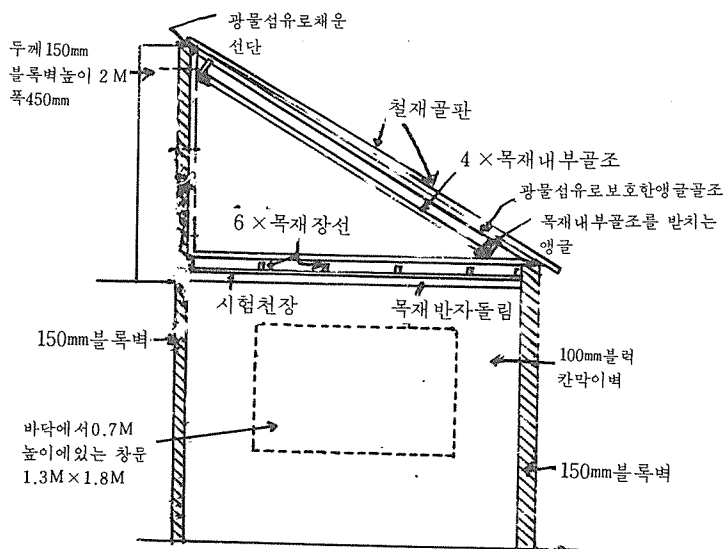
## 2. 實驗建物の 設計

### 2.1 概說

4個의 房을 가진 單層住宅을 巨大한 實驗室內에 實尺으로 製作하였는데 그 理由는 이 實驗이 氣候의 影響과無關하게하기위한 것이다.



(그림 1) 試驗建物の 平面



(그림 2) 試驗建物の 지붕, 다락 및 燃燒室의 断面

이 建物の 지붕은 傾斜지붕이며, 지붕다락밑의 天井까지 Block壁으로 막아 2.7m<sup>2</sup> 크기의 방 2個를 만들었다. 그중 하나는 燃燒室로 使用되며 “L”型 Hall과 出入門으로 通하게 하였다. 이 Hall의 지붕다락과 2個의 방의 지붕다락 사이는 Block壁으로 막았으며 각 방에는 各 1.8m x 1.3m의 窓門을 두었다.

처음 두가지 試驗에서는 實際 發生한 火災와 條件이 같도록하기 위하여 똑같은 家具를 使用하였으며 換氣도 制限하였다. 그러나 試驗에서 火災가 最小限의 効力を 發揮토록하기 위하여 약간의 換氣는 必要하다. 나머지 4種의 試驗에서는 換氣에 對한 制限이 없이 角木을 燃燒材로 使用하여 試驗을 實施하였다. 角木을 使用한 理由는;

- 1) 試驗量이 많으며,
- 2) 角木은 時間에 따라 다른 熱을 發生하게 調節할수 있기 때문이다. 그러나 換氣量이 적당하다면 換氣量을 增加시켜도 發生하는 熱量에는 큰 影響이 없을 것이다.

※ 試驗의 種類는 表 1에 要約하였다.

試驗No.	符號	天 井	Insulation	火災型式
1	PB (F)	12.5mm plasterboard	50mm Fibreglass 채우기	家具
2	I (F)	12.5mm polyisocyanurate 板	無	〃
3	PB (C)	12.5mm plasterboard	50mm Fibreglass 채우기	角木
4	FIB (C)	12.5mm Fibreinsulating 板	無	〃
5	PU (C)	12.5mm polyurethane 板	〃	〃
6	I (C)	12.5mm polyisocyanurate 板	〃	〃

注: 모든 天井은 방 內에서 회반죽질 마감을 하였음 (PCF)

(表 1) 天井型式에 따른 實大形 試驗

이 試驗에도 溫度, 壓力, 煙氣濃度, 熱量 등을 測定하기 위한 器具들이 使用되었으며, 試驗中心要한 것은 寫眞

機 및 Video record를 사용하여 寫眞을 찍거나 録画하였다.

## 2.2 試驗細部計劃

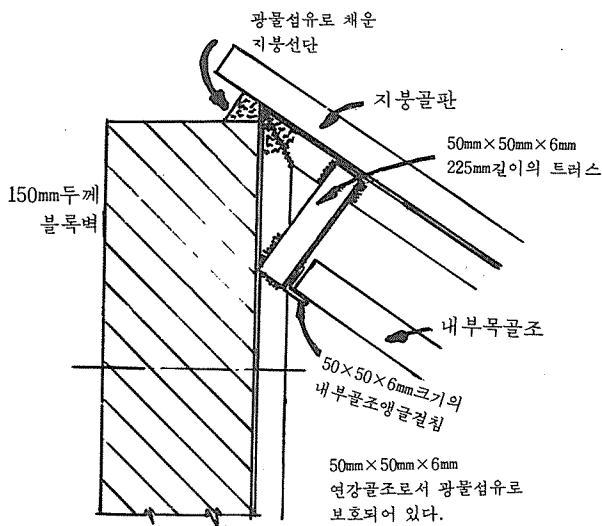
### 2.2.1 試驗建物

그림 1, 그림 2에서 보는 바와 같이 concrete Block造이며, 지붕은 2개의 방위에 한쪽으로 傾似지게 세워져 있다.

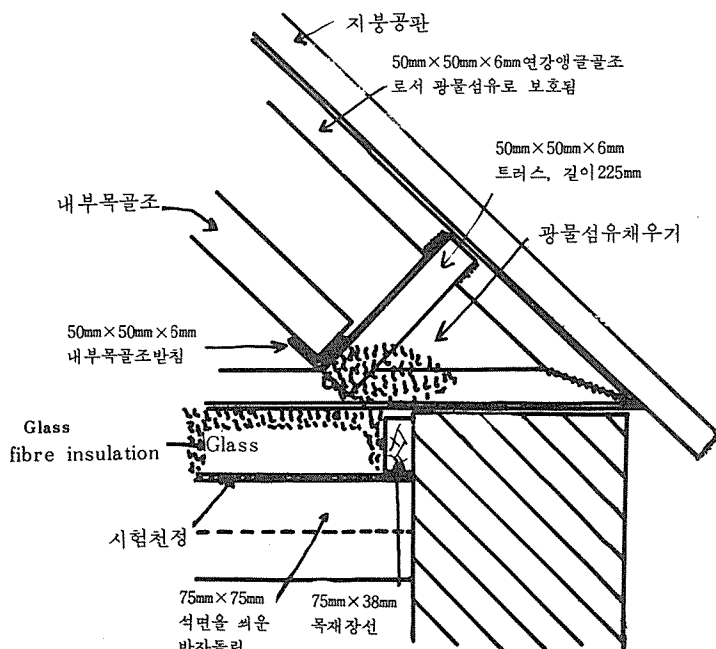
2개의 房中에서 南쪽에 있는 것이 試驗을 始作하는 燃燒室이며 北쪽에 있는 방은 燃燒室과 無空Block壁으로 区分하였는데 이를 2건너방이라고 하자, 이두방의 天井高는 약 2.3m이며 燃燒室과 L型Hall사이에는 出入門이있

고 Hall의 크기는 3m×3.2m×1.2m이며 燃燒室 지붕다락과는 칸막이壁으로 막혀 있다. 傾似지붕의 先端은 처마에서 2m 높이며 이 先端은 150mm 두께의 Block壁으로 支持되어 있다. 짧은 時間內에 여러가지 試驗을 끝내기 위하여 傳統的인 tile지붕 代身골의 높이 75mm인 鐵製골板을 지붕材로 使用하여 各 試驗사이의 時間差를 줄였다. 이 지붕은 50mm×50mm Angle骨造를 支持시키며, 지붕골板과 Angle사이에는 가는 鐵線이 들어있는 鈳物纖維를 채워 保護하였다. 지붕다락內의 換氣口로서 지붕先端에서 2.4m 距離에 지붕골板과 垂直으로 6mm 鐵筋을 가로질러 넣어 지붕골板이 서로 接치지않아 80mm의 틈이 생기며 처마에도 75mm의 틈이 생긴다. 한편 지붕先端에 있는 75mm의 틈은 鈳物纖維로 채워 골板과 壁사이를 막았다. (그림 3), (그림 4)는 처마와 지붕先端의 断面詳細圖이다.

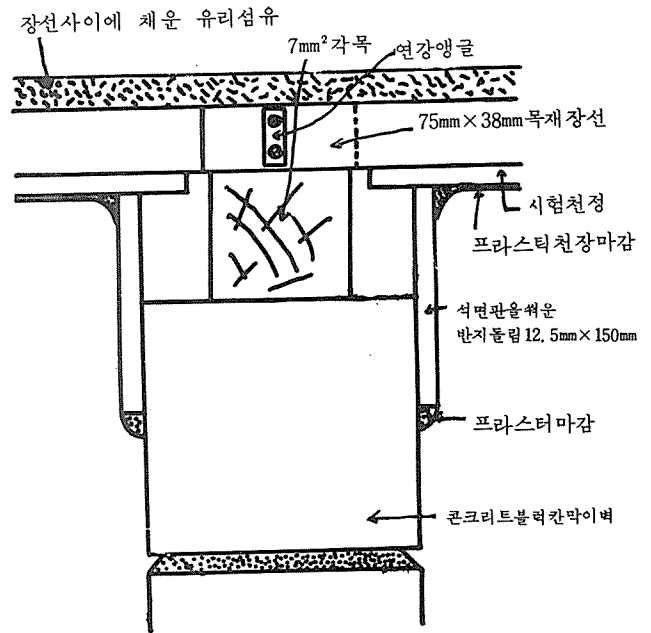
지붕 양쪽의 박공部分은 12.5mm 두께의 石綿板을 뜯어 낼 수 있도록 붙여서 試驗의 種類가 바뀔때 새로운 天井板과 各種 試驗機器를 設置하기 위한 通路로 使用하였다. 지붕構造體의 장선, 서까래, 널판等 지붕材의 材質과 形態에 따라 火災負荷의 要素가 달라지긴 하나, 여기에서는 서까래, 널판 대신 木材骨造위에 瀝清felt 한장을 깔았다. 여기에 使用된 felt는 30kg, 木材는 300kg이다. 天井 반자들은 75mm×38mm 角木을 600mm 間隔으로 構成하고 반자돌림은 75mm×75mm 角木을 使用하였다. (그림 5)는 燃燒室과 2건너방사이의 칸막이壁과 天井과의 接合部에 對한 詳細圖이며, 天井材는 크기 30mm×2.6mm 間隔 230mm인 鍍金 鐵板에 固定시켰다.



(그림 3) 지붕先端의 断面詳細圖



(그림 4) 처마의 断面詳細圖



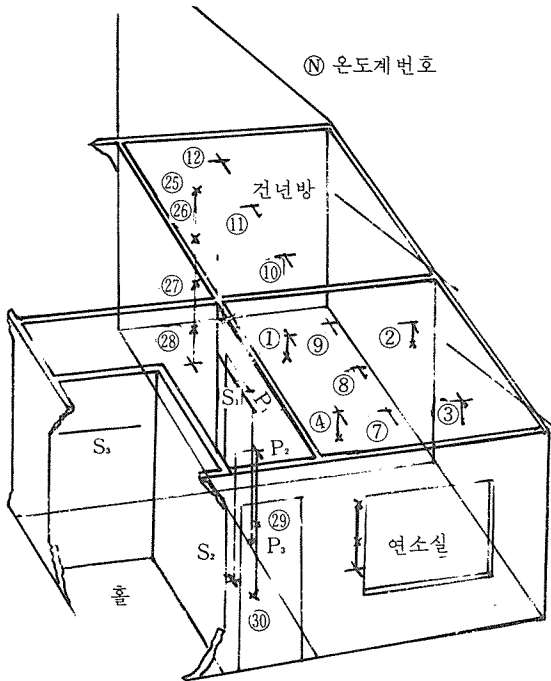
(그림 5) 칸막이壁 詳細圖

2개의 방에 있는 1.8m×1.3m 크기의窓門은 家具를 사용한 試驗에서는 유리를 끼우며, 0.5m×0.25m 크기의 박공窓은 換氣를 위하여 열어 두도록 하였다. 角木을 사용하는 試驗에서는 窓門에 유리 대신 石綿板을 사용하며 試驗始作時부터 0.8m×1.3m 程度의 窓面積은 開放해 둔다. 燃燒室과 Hall 사이의 出入門과 문틀은 石綿板으로 保護하고 試驗始作前에 문틀을 3mm 가량 열어둔다.

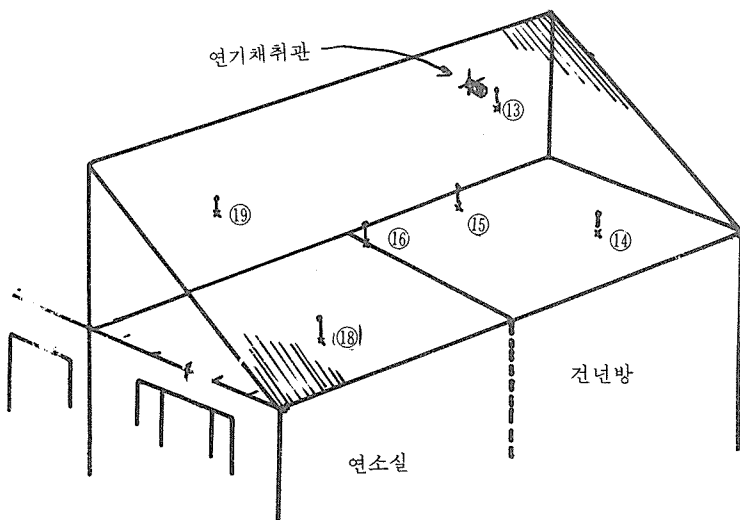
### 2.2.2 器具

#### ○溫度計:

溫度計의 位置는 (그림 7), (그림 8) 을 보면 알 수 있다.



(그림 7) 地層에서의 溫度計, 壓力計, 煙氣測定計 등의 配置



(그림 8) 지붕과 內裝felt에서의 溫度計의 位置

모든 溫度計도 26SWG (standard wire Gauge; 0.46mm) chromel-alumel線으로 만든 것이며 그 位置는 다음과 같다.

1) 燃燒室 天井 윗쪽面의 insulation 위 中央線의 四等分點에 溫度計 各 1 個씩 3 個 (No. 7~9).

天井下 100mm 距離 두對角線의 三等分點에 各 1 個씩 4 個 (No. 1~4).

燃燒室 바닥 위 450mm, 600mm 點에 2 個 (No. 5~6) 를 試驗에 따라 옮길 수 있도록 移動式 받침대 위에 固定 시킨다.

2) 지붕다락內의 內裝felt 아래 100mm 點에 6 個의 溫度計를 지붕 全面에 配置한다. (No. 13~18)

3) 전너방 天井 위에도 燃燒室과 같은 要領으로 溫度計를 配置한다. (No. 10~12).

전너방 한가운데에 바닥 위 2m, 1.2m, 1m, 300mm 點 溫度計를 配置한다. (No. 25~28).

4) Hall 바닥 위 1.2m, 0.6m 點에 溫度計를 配置한다. (No. 29~30)

#### ○煙氣濃度測定器:

이 器具는 試驗中에 發生한 지붕다락, 전너방, Hall 등의 煙氣濃度를 測定하는데 使用된다. 지붕다락內의 煙氣는 전너방 밖공에서 1m 距離, 天井 위 1.6m 높이에 直徑 75mm 길이 300mm의 煙氣採取管을 칸막이壁에 끼워 넣어 測定한다.

지붕다락의 空氣를 0.42m<sup>3</sup>/min ~ 0.6m<sup>3</sup>/min의 比率로 뽑아내어 1.8m 길이의 管에서 17:1의 比率로 묽게한 다음 採取時의 溫度를 바꾸어 150mm 길이로 可視濃度를 測定한다. 매우 짙은 濃度의 煙氣는 實際로 測定하기 困難하나 미리 測定된 數值의 濃度로 묽게하거나 加壓하여 測定한다. 한편 可視距離는 100w 電球의 빛을 利用하여 測定하고 저하는 煙氣를 通하여 주어진 표적을 볼 수 있는 距離로써 測定하고, 전너방의 煙氣濃度는 바닥 위 0.4m 點에서 測定한다. 이것은 燃燒室쪽 壁과 0.5m 間隔으로 配置하며 그 길이는 0.25m이다. 전너방 天井의 白色바탕에 'C'字를 paint로 써서 可視標의 으로 삼는다. Hall에서의 可視濃度는 세곳에서 測定한다. (No. S<sub>1</sub> - S<sub>3</sub>)

出入門上部의 틈으로 流入되는 煙氣를 바닥 위 1.8m 높이 出入門과 100mm 距離에서 S<sub>1</sub> 이 測定하며, 出入門과 1.5m 距離 바닥 위 1.8m 높이 즉 出入門 전너면 壁에 S<sub>3</sub>가 配置되는데 이들 두 器具의 길이는 0.5m이다. 한편 Hall 中間에 S<sub>3</sub>를 配置하여 Hall 內의 平均 煙氣濃度를 測定한다.

#### ○酸化炭素測定器:

—酸化炭素의 濃度는 Hall의 主出入口에서 0.7m 距離 바닥 위 1.5m 높이에서 角木을 使用한 試驗에서 繼續的으로 測定된다.

○壓力計：

壓力의 測定은 出入門의 上端, 中間높이 下端 그리고 지붕다락內의 건너방쪽 박공에서 1.5m距離天井 위 1m 높이의 concrete壁쪽等 4 곳에서 測定한다.

○角木위 天井의 熱變化率：

水冷式 熱量計가 角木을 使用하는 試驗에서 天井과 나란하게 配置되어 불이 붙거나 뚫릴 것으로 予想되도 天井의 熱量變化를 測定한다.

○角木의 燃燒率

燃燒率을 測定할 수 있도록 load cell을 채운 받침대위에 角木을 쌓아 試驗이 끝난 後 이 load cell을 測定한다.

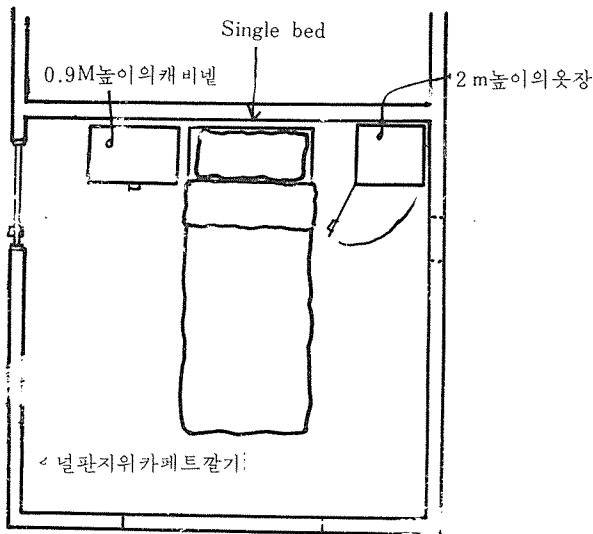
○Video record 와 寫眞

試驗은 前記한 器具들과 함께 閉鎖回路 TV, 寫眞, 研究員等에 依해 繼續 觀擦된다. 4個의 camera中 1個는 燃燒室 全体를, 다른 1個는 火災와 天井 사이의 關係를 調査하는데 使用한다. 건너방의 처마쪽壁을 觀擦하기위해 1개의 camera가, 건너방의 火災 擴散狀態를 調査하기위하여 나머지 camera가 使用된다. 録画 Film 과 寫眞은 各種試驗의 要點을 抱着하고 研究員의 記錄을 補完하는데 使用한다.

2.2.3 火災負者의 詳細

○家具使用 火災(試驗1,2)

實際火災와 똑같은 狀態로 家具를 配置하였으며 그무게는 約19.5kg/m<sup>2</sup> (4 lb/ft<sup>2</sup>) 이고, 그明細는 (表2)와 같으며 (그림9)는 그配置圖이다. 點化시킬 때는 2.25ℓ (0.5gallon) 의 paraffin과 0.3kg (0.7lb) 의 凝마를 그릇에 담아 寢台와 옷장사이에 놓고 換氣口를 通하여 작은 초로 불을 붙인다.



(그림 9) 試驗 1, 2에서의 家具의 配置

種 類	무게 (kg)
寢台의 木材	4
Mattress	11
木製 옷장	17
木製 찬장	28
벼 게	1
毛布 3枚	5
carpet	36
carpet 아래의 널판 (2.4m <sup>2</sup> )	13
	145

(表2) 試驗에 使用된 家具의 무게

○角木使用 火災(試驗3~6)

130kg의 角木을 7.34m<sup>2</sup>의 面積에 쌓아 火災負者가 17kg/m<sup>2</sup> (3.5lb/ft<sup>2</sup>)가 되도록 한다. (總發熱量 2300MJ) 25mm×36mm×1m크기의 角木을 가로 세로 36mm間隔으로 19段이 되게 쌓아 上端이 天井에서 1.5m距離가 되도록床板위에 올려 놓는다. 點火할 때는 300ml의 ethanol을 甞반에 담아 窓門에서 보이는 오른쪽 모서리에 놓고 불을 붙인다. 角木은 칸막이壁과 630mm, 처마쪽 外壁과 380mm의 間隔을 둔다.

2.2.4 天井

天井의 두께는 모두 12.5mm이며 定尺은 2.4m×1.2m이다. 600mm間隔의 반자틀에 30mm×2.6mm의 鍍金鉄못을 2.3m間隔으로 박아 天井板을 附着하였다. 天井板 사이의 接合部는 50mm隔의 종이Tape를 발라 密閉하고 불을 使用하여 養生한 後 天井을 매끄럽게 塗裝하였다. 이마감칠은 1~2mm두께이며 特히 試驗5에서는 1mm以下가 되도록하였다. 天井의 가장자리는 마감塗裝하기 前에 輕量石炭모르터를 발라 補強하였다.

○天井材의 마감

1) plaster board 天井板(PB) 試驗1, 3은 반자틀에 못을 박아 固定한 後 50mm두께의 fibre glass를 반자틀 사이에 채운다.

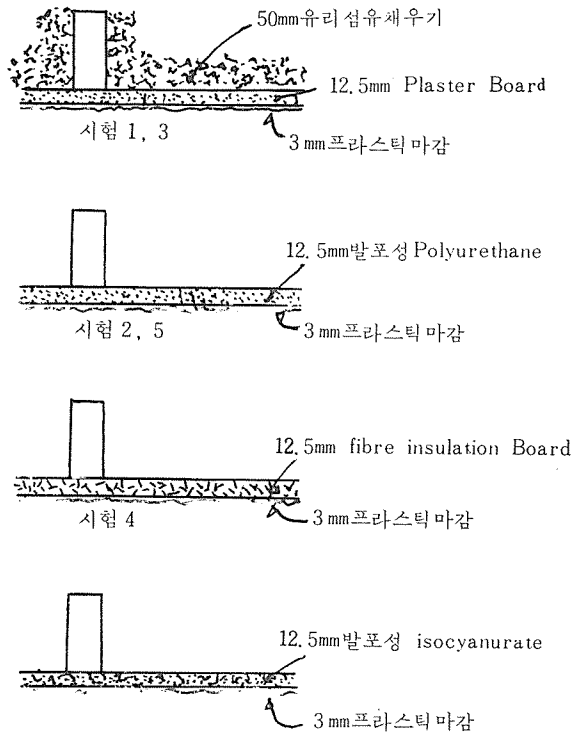
2) polyisocyanurate 天井板((I) 試驗2,6)은 아래쪽에 Aluminium箱紙를 반대편에 종이를 발라成型한 것이다.

3) Fibre board 天井板((FIB) 試驗4)은 반자틀에 못박아 固定하였으나 上部에 Insulation이 없다.

4) Polyurethane 天井板((Pu) 試驗5)은 兩面에 종이를 발라 成型한 것으로서 磷酸鹽의 成分을 內包하여 火災이 커지는 것을 지연시키는 作用을 한다.

3. 試驗結果

溫度, 壓力, 煙氣濃度, 一酸化炭素量, 角木의 狀態等은 그림 10~24와 같고 이들은 다음과 같이 分類할 수 있다.



(그림 6) 試驗用 天井板의 마감

- 그림10~15: 燃燒室內의 火災의 展開에 따른 比較
- 그림16~24: 燃燒室以外의 部分에 對한 溫度의 變化

主要試驗結果는 表3에 要約되어 있다. 天井이 破壞된 다음의 溫度變化는 正確한 數值가 아니므로 燃燒室 天井의 熱量變化는 相互比較하는 程度로 그쳐야 할 것이다.

#### 4. 分析

##### 4.1 火災의 번짐

家具를 使用한 試驗과 角木을 使用한 試驗은 그結果가 서로 다른데 그理由는 火災負者와 換氣條件이 서로 다르기 때문이다. 그림10, 그림11에서 처음 4분동안 天井 밑의 溫度가 家具使用時보다 빨리 上昇하였다. 그理由는 불이 옷장을 따라 天井으로 올라가기 때문이다.

家具를 使用한 試驗中에서 plaster board天井이 foamed plastic天井보다 더 빨리 탔다.

방안의 酸數가 다 없어진 後부터 窓門을 열기까지는 매우 느리게 타들어 갔다. foamed plastic天井板이 빨리 찢리는 것은 酸數가 缺乏될만큼 불이 크지 않았기 때문이다. 처음에 불의 크기가 서로 다른 것은 換氣를 制限한 때문에 家具에 붙는 불의 樣象이 서로 다르기 때문이다.

角木을 使用한 試驗에서 天井 밑 100mm點의 溫度上昇率이 25°C/min로 거의 一定하였다는 것은 매우 重要한 意味가 있다. 불이 天井에 닿는 時間은 “試驗5”가 가장 빨라서 4分이며, 가장 느린것은 “試驗6”이었고, 平均値는 5分이며 이에 對한 標準偏差는 1.6分이었다. 불이 天

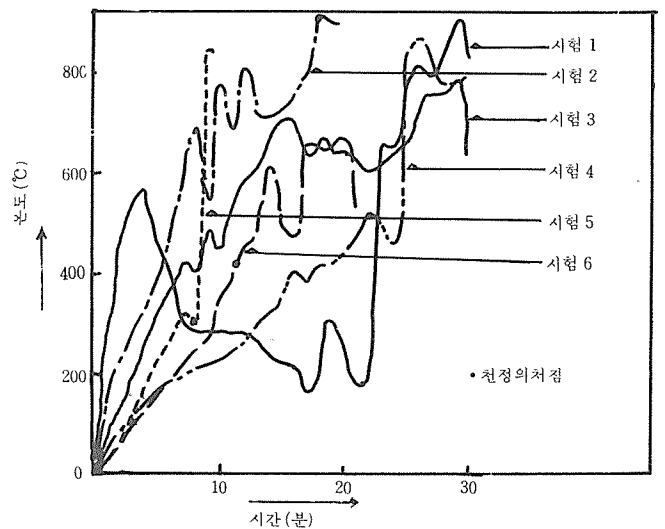
(表3) 試驗結果의 要約

試驗		1	2	3	4	5	6
符號		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
● 火災의 發展							
● 燃燒室 天井에	min	22½	5	5¼	6¼	4	7¾
● 火災이  닿는 時間							
● 天井이  町린 時間	min	30	6½	29½	21½	6¾	11
전너방의 狀態(저붕더락이  있으나 出入門이  없다)							
● 天井이  町린 時間	min	NP	16	NP	32½	8½	14¾
●  가벽을  煙氣(可視距離 8m)	min	6	9	36	19	9	14
●  柱을  煙氣(可視距離 1.4m)	min	34	11	38	26	10	15
● 100°C가  되는 時間	min	-	16	-	28	9½	15
● 500°C가  되는 時間	min	-	19	-	33	10¾	16½
Hall의 狀態(出入門은  있으나  저붕더락이  없다)							
●  가벽을  煙氣(可視距離 8m)	min	0.5	1	11	23	8.5	12
●  柱을  煙氣(可視距離 1.4m)	m min	4.5	5.5	*	※	10	13
100°C가  되는 時間				없음			

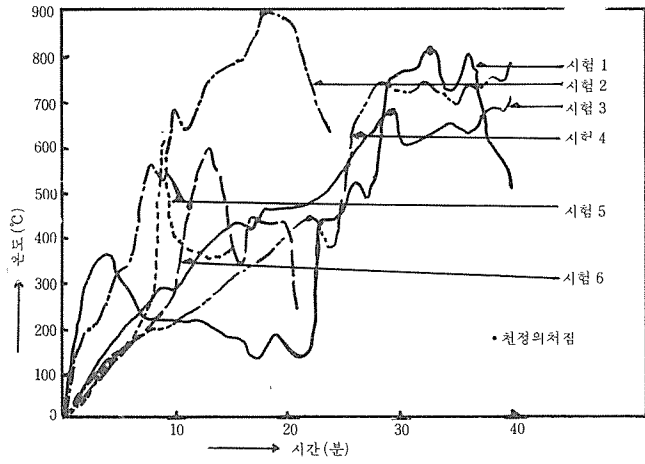
NP: 町리지 않음

\*: 40분에 最小可視距離 3m가 됨

※: 30분에 最小可視距離 1.8m가 됨



(그림10) 点火點위의 溫度의 變化



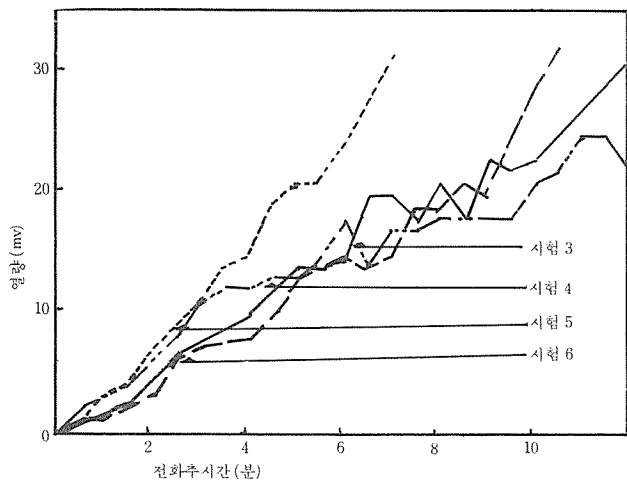
(그림11) 燃燒室 天井에서 아래로 100mm距離에서의 溫度의 變化

井에 닿기까지의 時間은 天井板의 種類에 따른 分明한 差異는 없었다.

#### 4.2 燃燒室의 狀態

家具를 使用한 試驗에서는 뜨거운 空氣가 燃燒室內에 가득차있어서 天井밑100mm點의 溫度(그림11) 上昇에 바로 뒤이어 바닥위 0.6m點의 溫度(그림15)가 上昇하였다. plasterboard天井의 첫 試驗에서 22分에 溫度가 200°C까지 上昇하여 天井이 내려 앉았으며 그때부터 불이 잠잠해졌으나 窓門을 열고난 6分後부터 다시 빠른 速度로 타기 始作하였다. 換氣를 制限하였기 때문에 角木을 使用한 試驗에서 더 많은 煙氣가 관찰되었다.

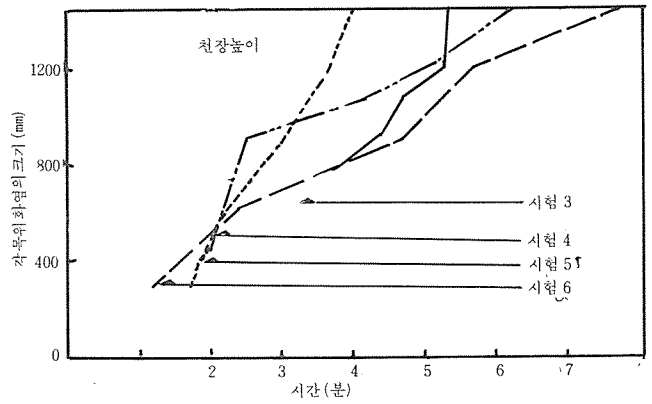
表4는 100°C에 達하는 時間을 測定한 것이다.



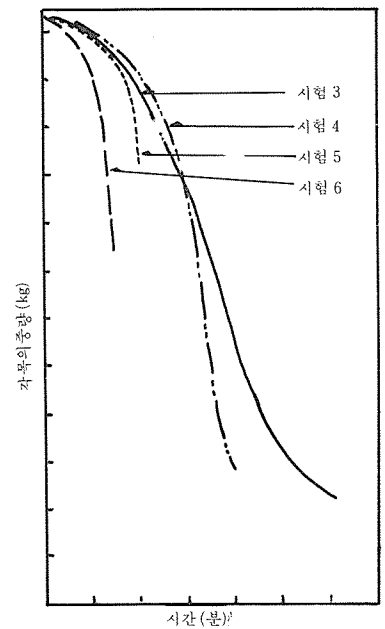
(그림12) 불이 點火된後 天井높이에서 測定한 熱量

家具를 使用한 試驗에서 燃燒室바닥위0.6m點의 100°C에 達하는 時間은 天井材의 種類와 相關없이 2分以下였다. 角木을 使用한 試驗에서는 foamed plastic 天井板과 다른天井板과 많은 差異가 있었다

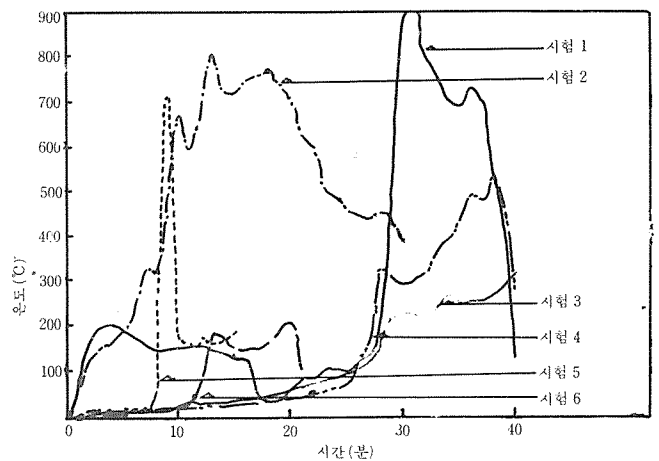
燃燒室바닥위 0.6m點과 天井아래



(그림13) 試驗4 ~ 6에서의 火炎의 크기



(그림14) 時間徑過에 따른 角木의 무게



(그림15) 燃燒室 바닥에서 0.6m높이의 溫度

(表4) 燃燒室의 狀態

試驗		1	2	3	4	5	6
符 号		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
100°C에 達하는 時間 (天井 아래 100mm)	分	0.8	1	2.8	3.2	3.6	4
100°C에 達하는 時間 (바닥위 600mm)	分	1.3	1.6	25*	26*	8	12

(※ 溫度上昇이 느린 것)

100mm点的 100°C 에 이르는 時間은 家具使用時에는 거의 같았으나, 角木使用時에는 天井아래 100mm.점이 100°C 에 이른後 상당한 時間이 지나서야 바닥위 0.6m.점이 100°C에 達하였다.

4.3 燃燒室天井의 狀態

모든 試驗에서 天井이 燻려 지붕다락內的 可燃性物質이 함께 타버렸다. (表5) foamed plastic天井板에서는 火災이 天井에 닿은지 1½~3¼分만에 燻렸다. plasterboard와 fibre insulating board 天井에서 角木을 使用 하였을 때 24¼分과 15¼分으로 耐火力이 크다. plasticboard 天井에서는 家具使用時와, 角木使用時가 모두 火災이 天井에 닿은지 7½分만에 燻렸다. 試驗2를 除外하고는 天井이 燻린지 3分以內에 天井이 완전히 燻졌으나 試驗2에서는 11分以上 燻렸다.

表5. 燃燒室 天井의 狀態

試驗		1	2	3	4	5	6
符 号		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
火災이 天井에 닿는 時間	分	22½	5	5¼	6¼	4	7¼
火災이 지붕공간으로 燻고 들어온 時間	分	30	6½	29½	21½	6¼	11
火災이 天井에 닿은後부터 天井을 燻은 時間	分	7½	1½	24½	15¼	2¼	3¼
燃燒室天井이 燻진 時間	分	33	18	29½	22	7¼	11½

4.4 지붕다락內的 狀態

燃燒室天井이 燻린 다음 다락內的 木材와 內裝 felt는 빠른速度로 타들어갔으나 家具를 使用할 때가 약간더 느리게 탔다. 角木을 使用한 foamed plastic天井板을 除外하고는 天井이 燻리기 前에 이미 약간의 煙氣가 兇見되었는데 이는 天井과 壁의 接合部에서 스며든 것으로 생각된다. 天井이 燻린 다음에는 煙氣濃度가 急速히 增加되어 平均 60m<sup>-1</sup>程度되었다. 이는 다락內的 燃燒性材料때문이었다. 可視濃度 60m<sup>-1</sup>는 매우 짙은 濃度로서 可視距離 8m를 0.1m<sup>-1</sup>로하여 같은 量의 煙氣를 600배程度 섞은 것과 같은 濃度를 말한다.

4.5 건너방의 狀態

plaster board天井板에서 試驗이 끝날 때 까지 건너방天井이 燻리지도 않고 80°C 以上 올라가지 않았으나 鎮火作業時의 물로 因하여 天井이 破損되었다. foamed pl-

(表6) 지붕다락內的 狀態

試驗		1	2	3	4	5	6
符 号		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
천정이 燻린 時間	分	30	6½	29½	21½	6¼	11
700°C의 溫度에 達한 時間	分	38½	16	33	24	9¼	14
天井이 燻린後 700°C에 이른時間※	分	8½	9½	3½	2½	2½	3
지붕다락內的 煙氣가 매우 짙어진 時間 (可視濃度 10m <sup>-1</sup> )	分	33½	7	31	22	7½	13
천정이 燻린後 매우 짙은 煙氣가 發生한 時間	分	3½	½	1½	½	¼	2

※여기서 700°C의 溫度는 最大值이다. 그러나 500°C에 이룰때까지는 그上昇速度가 매우 빨랐다.

astic天井에서 지붕다락을 通하여 불이 天井을 燻어 버린 다음에는 매우 빠른 速度로 타내려왔다. 試驗5에서 燃燒室天井이 燻리는데 8分이 걸렸으나 그후 건너방으로 불이 옮겨가는데는 2分도 못걸렸다. 건너방天井이 일단 燻린 다음의 건너방 溫度는 매우 急速히 增加하여 바닥위 2m.점에서 1分以內에 100°C 3分以內에 500°C에 達하였다. fibre insulating 天井은 foamed plastic天井과 plasterboard天井의 中間值를 나타내었다. 건너방天井이 燻리기까지도 32½分이 걸렸고 지붕다락에 불이 붙은後 건너방에 불이 옮겨오는 時間도 8½分이었다. 건너방의 溫度가 100°C에 達한 것은 天井이 燻리기 5分前이었으며 이 5分동안 짙은 煙氣때문에 內部를 잘볼 수 없었다. 이 煙氣는 天井틈으로 새어 들어온 것과 天井이 分解되면서 생긴 것으로 생각된다. plasterboard天井에서 처음부터 煙氣가 많은 것은 天井과 칸막이壁사이의 마감이 不完全하였기 때문이다. 다음 試驗부터는 이것을 修正하였으며 건너방안의 煙氣濃度와 天井이 燻린 時間과는 密接한 關係가 있었다.

film insulating board天井에서 건너방의 煙氣濃度는 天井이 燻리기 前에도 매우 높았으며 最大可視濃度도 foamed plastic天井이 다른 天井보다 약간 낮았다.

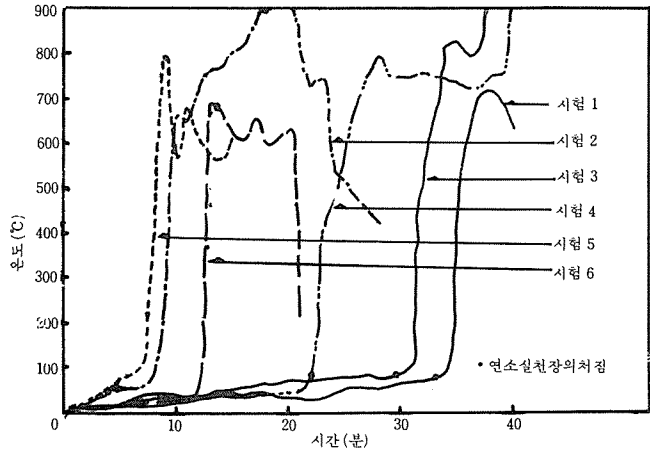
(表7) 건너방의 狀態

試驗		1	2	3	4	5	6
符 号		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
天井이 燻린 時間	分	NP	16	NP	32½	8½	14¼
지붕다락에 불이 붙은 후 건너방天井이 燻린 時間	分	-	9	-	11	1¼	3¼
얇은 煙氣(可視濃度 0.1 m <sup>-1</sup> , 可視距離 8m)	分	6	9	36	19	9	14
짙은 煙氣(可視濃度 1 m <sup>-1</sup> , 可視距離 1.4m)	分	34	11	38	26	10	15
방바닥위 2m.점에서 100°C에 이른 時間	分	-	16	-	28	9½	15
방바닥위 2m.점에서※ 500°C에 이른 時間	分	-	19	-	33	10¼	16½

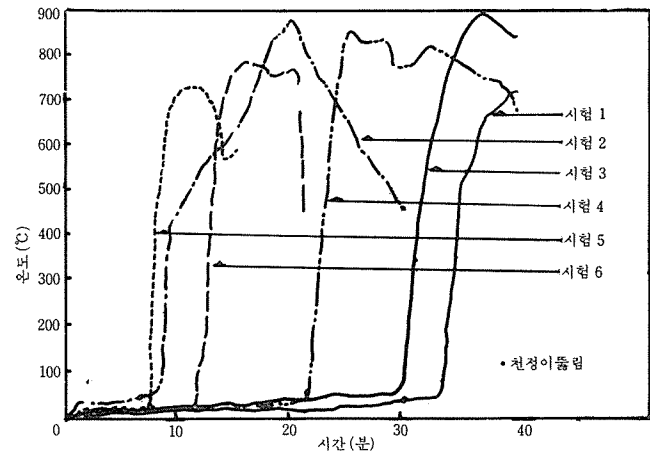


NP=떨리지 않음

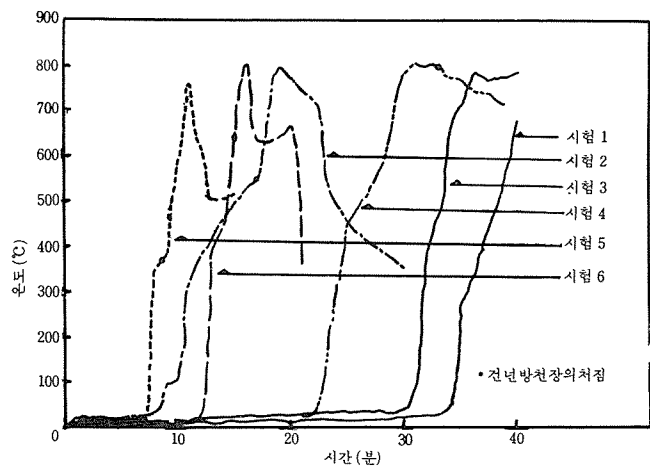
※ 最大温度에는 아직 達하지 않았으나 温度가 빠른 速度로 增加하고 있을때 500°C에 達한 時間을 測定한 것이다.



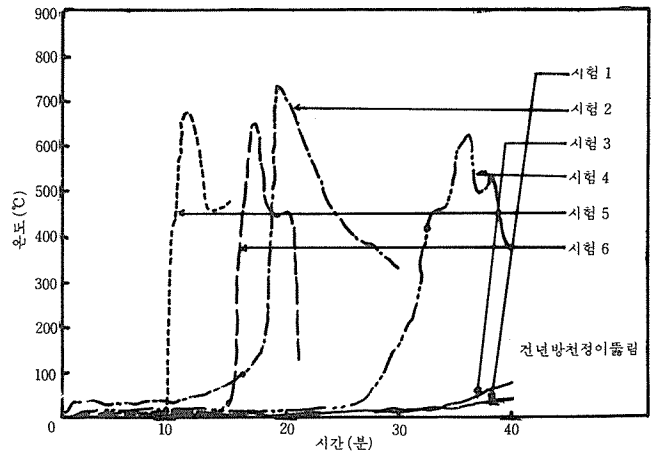
(그림 16) 燃焼室天井 右쪽 表面의 温度



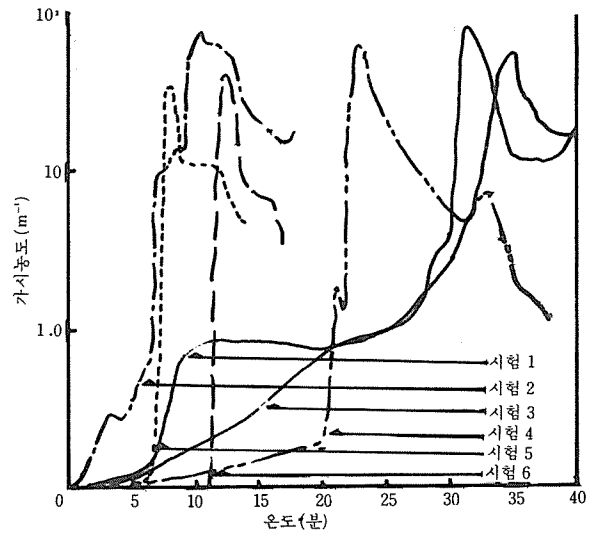
(그림 17) 지붕다락内的 内装材아래 100mm地点의 温度



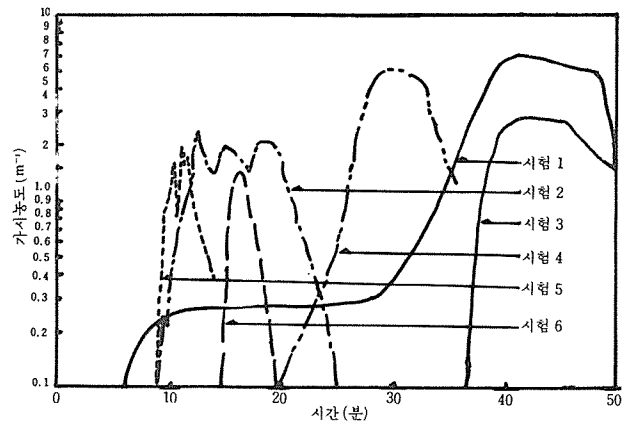
(그림 18) 건넌방 天井右쪽 表面의 温度



(그림 19) 건넌방 바닥위 2.0m높이의 温度



(그림 20) 지붕다락内的 可視濃度



(그림 21) 건넌방内的 煙氣濃度

#### 4.6 Hall의 状態

Hall内的 煙氣는 出入門 틈으로 들어온 것으로서 家具를 사용한 試驗에서는 換氣를 制限하였기 때문에 煙氣의 濃度가 더 짙었다. polyurethane天井과 plaster board天井에서 試驗着手後 10분에 可視濃度 2m로서 비슷하였다. Hall内的 可視濃度는 그 높이에따라 달랐다. 試驗2에서 foamed plastic天井板이 뚫릴 때 出入門 上端의 壓力이 매우 낮아졌는데 그理由는 지붕다락으로 뜨거운 空氣를 불어내는 代身에 空氣가 들어오는것을 制限하였기 때문이며, 이것이 Hall로 煙氣가 들어오지 못하게 하였다. 그러나 天井이 뚫리기 前에 Hall에 煙氣가 가득차 있어서 煙氣의 流入을 막았는지는 確認할 수 없었다. (그림22), “試驗1”에서 15분에 壓力이 떨어졌으나 16분에 窓門을 열자 壓力이 다시 올라갔다.

角木을 사용한 foamed plastic天井試驗에서 처음10分間은 煙氣의 濃度가 비슷하였으나 그後에도 점점 짙어졌다. 換氣를 制限하지 않았으므로 出入門上部의 壓力差는 天井이 쳐진 다음에도 變하지 않았다. 可視濃度는 plaster board에서 0.3 fibre insulating board의 0.6보다 foamed plastic天井에서 1.2로 더 크게 나타났다. Hall内的 溫度가 55°C 以上 올라가지 않았으나 燃燒室과 지붕다락을 共有하고 있었다면 그結果는 약간 달라져서 건너방의 記錄과 비슷하였을 것으로 생각된다. 防火門을 사용하였기 때문에 一般門을 사용하였을때보다 더 좋은 結果가 나타났으며 一般門을 사용하였다면 出入門을 통하여 Hall이 連燒되었을 것이다. 内部를 폼보종이로 채운 Hard board門을 사용하였다면 出入門이 点火된 후 10分以内에 다 타 버릴 것이며 防火門으로 遮斷되지 않았다면 상당히 빠른 時間에 Hall에 連燒되었을 것으로 생각된다. 아무튼 fibre insulating board天井과 plaster board天井의 性能이 優秀한것 같다. Hall内的 一酸化炭素의 濃度는 한번도 심각한 程度의 水準에 이르지 않았다.

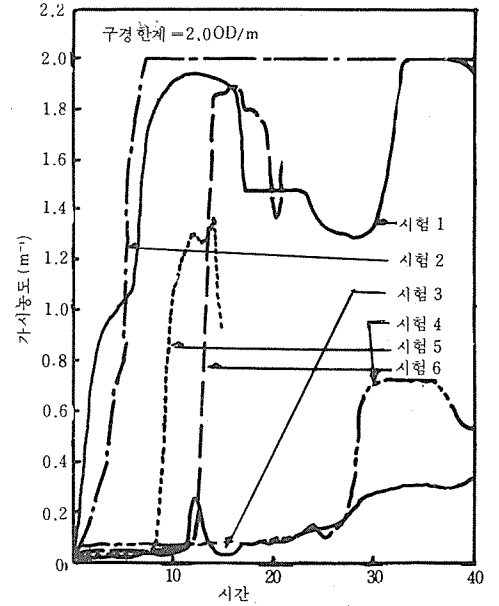
(表 8) Hall의 状態

試驗		1	2	3	4	5	6
符 号		PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
열은煙氣 (可視濃度0.1 m <sup>-1</sup> , 可視距離 8m)	分	½	1	11*	23	8½	12
짙은煙氣 (可視濃度 1 m <sup>-1</sup> , 可視距離 1.4m)	分	4½	5½	*	**	10	13

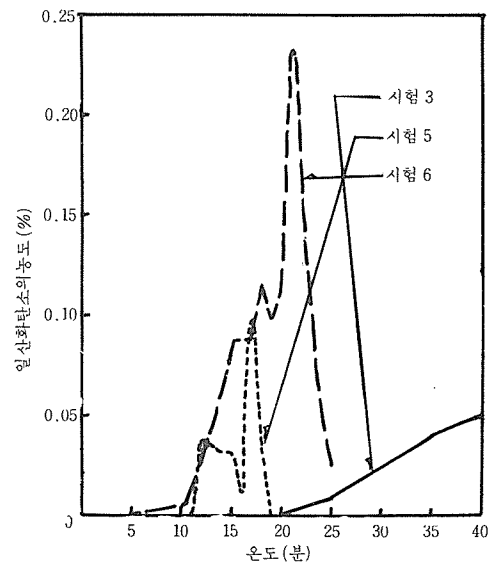
\* 試驗3에서만 2分동안 可視濃度 0.1m<sup>-1</sup> 이상을 維持하였으며, 23분에 다시 0.1m<sup>-1</sup> 로 올라갔다.

\* 40분에 0.35m<sup>-1</sup> 이 最大值였다.

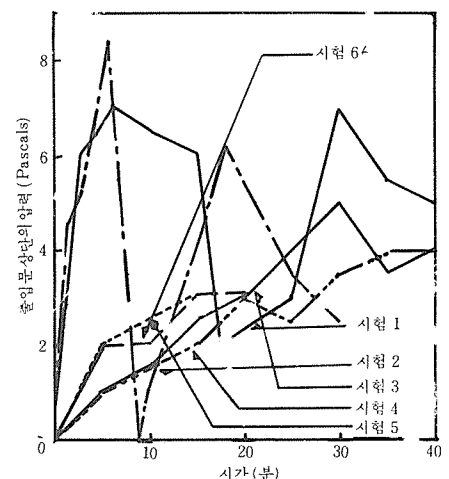
\*\* 32분에 0.73m<sup>-1</sup> 이 最大值였다.



(그림22) Hall 内的 煙氣濃度



(그림23) Hall 内的 一酸化炭素의 濃度



(그림24) 燃燒室 出入門上部에서의 壓力差

5. 結論

以上과 같은 試驗結果를 表9 와 같이 整理해보면 燃燒室天井이 町리는데 걸리는 時間은 plaster board 가 24 分으로 가장 길고 polyurethane 이 2 分으로 가장 짧다.

燃燒室天井이 町린後 건너방天井이 町리는데 걸리는 時間에서도 plaster board 는 전혀 町리지 않았고 fibre insulating board 는 11 分이며 polyurethane 이 1 分으로 가장 짧았다.

煙氣濃度에 있어서는 건너방의 可視距離가 8m에서 1.4m로 떨어지는데 걸린 時間은 fibre insulating board가 7 分, plaster board는 2 分, polyurethane 과 polyisocyanurating board가 1 分으로 가장 짧았다. Hall內的 可視距離가 8m에서 1.4m로 떨어지는 時間은 placter board와 fibre insulating board는 可視距離 1.4m以下로 떨어지지도 않았으며 polyurethane이 1.5分, polyisocyanurate board가 1 分이었다.

따라서 이 試驗을 通하여 各材料의 火災와 煙氣濃度에 對한 抵抗力은 plaster board, fibre insulating board, polyisocyanurate polyurethane의 順序이며 住宅에 使用할 天井材로는 plaster board 와 fibre insulating board가 가장 優秀하다고 結論지을 수 있다.

(表9) 試驗結果

試驗	1	2	3	4	5	6
符 号	PB(F)	I(F)	PB(C)	FIB(C)	PU(C)	I(C)
○燃燒室天井에 불이 났을 후 町리는데 걸린 時間	7 分	1 分	24 分	15 分	2 分	3 分
○燃燒室天井이 町린 후 건너방天井이 町린 時間	NP	9 分	NP	11	1 分	3 分
○건너방天井이 町린 후 100°C에 달한 時間	-	0	-	-4 分	1	1 分
○건너방天井이 町린 후 500°C에 달한 時間	-	3	-	1 分	1 分	1 分
○건너방 可視距離가 8m에서 1.4m로 떨어진 시간	28	2	2	7	1	1
○Hall에서 可視距離가 8m에서 1.4m로 떨어진 시간	4	4.5	-	-	1.5	1

## 물 자 절 약

범 국민적으로 소비절약 운동에 적극 참여하여 경제 난국을 극복하자.  
정부시책의 호응 분회 및 각시도지부 전국회원은 자율적으로 솔선 수범하자.

1. 수입 물자 절약하여 국제수지 개선하자.
2. 근검절약 생활화하여 경제자립 이룩하자.
3. 폐물자 활용하여 국산대체 추진하자.

〈주요시책목표〉

- 유류 절약 10%
- 전력 절약 10%
- 공급 요금 3%
- 수용비 5%