

高層建物の防火指針

(二)

元 東 喜 譯

<企劃調査部弘報課長>

4. 消火設備

(1) 消火器

消火設備로서는 우선 消火器를 말할 수 있겠고 消火器를 種類別로 나누면 다음과 같다.

- I. 水消火器(一般的인 것은 小形으로 手動式인 것)
- II. 酸「알칼리」消火器
- III. 強化液消火器
- IV. 泡沫消火器
- V. 炭酸「가스」消火器
- VI. 四鹽化炭素 消火器 또 一鹽化一臭化「에탄」消火器
- VII. 粉末 消火器

이들 消火器는, 물 其他 消火劑의 種類에 따라 適應하는 火災(電氣設備, 化學藥品, 油類, 木材等)가 달라진다. (우리 나라에는 泡沫消火器와 粉末消火器가 主로 普及되고 있는 實情이다.)

(2) 屋內消火栓 設備

消火器로 消火가 불가능할 때는 屋內消火栓設備가 使用된다. 이 設備를 잠깐 說明하면.....「빌딩」內의 壁等에 消火栓의 상자가 붙어있다.

이 상자 內에 있는 配管 先端에는 「벨브」가 있어 여기에 連結金具로 連結된 口徑 1인치 半~2인치의 「호스」가 걸이에 걸려 있다. 그 先端에는 「노즐」이 接合되어 있어 非常時에는 이것을 끌어 내어 「바튼」을 누르면 곧 使用하도록 되어 있다.

(3) 屋外消火栓 設備

火災가 擴大하여 屋內消火栓으로도 消火가 어려울 경우나 近接한 建物에 延燒의 危險이 있을 단계에 使用되는 것이 이 屋外消火栓設備이다.

이것은 屋內消火栓 設備와 構造의인 面에서는 別로 다른 것이 없으나, 다르다면 「호스」가 消火栓에 常時 連結되어 있지 않고 가까운 場所에 放水器具函을 만들어 이곳에 收納해 두며 使用할 때만 消火栓에 連絡한다. 「호스」는 通常 口徑 2인치 半의 짧은 것이 使用된다.

(4) 「스프링클러」設備等

前述한 것 外 「스프링클러」設備나 水噴霧消火設備, 粉末消火設備, 泡沫消火設備, 不燃性「가스」消火

設備, 蒸發性 液體 消火設備 등등 特殊設備等 特殊한 固定的 消火設備가 있다.

「스프링클러」設備란 火災發生時 熱氣에 依해 天花板에 附着된 「스프링클러 헤드」가 열려 自動的으로 作動, 撤水돼 消火의 役割을 하는 設備를 말한다.

그 밖의 消火設備도 構造面에서 는 「스프링클러」設備와 大體로 같다고 할 수 있겠다.

5. 火災性狀

(1) 室內의 燃燒速度

「콘크리트」造의 방에서 火災가 發生했을 경우 室內의 可燃物은 어느 程度의 速度로 탈 것인가? 이 燃燒速度는 避難이나 消火의 可, 不可를 支配하는 主要한 原因이 된다.

普通, 燃燒速度는 房의 內裝物이나 壁의 構造에 따라 달라지나 大體로 室內의 窓의 크기, 窓의 垂直 方向 길이로 定해진다라고 할 수 있다.

「콘크리트」나 石灰土 된 房에서 는 다음과 같은 式으로 表示된다.

$$R = 5.5A\sqrt{H}$$

R: 燃燒速度(kg/min)

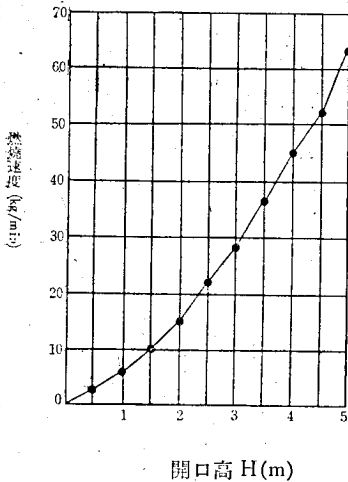
A: 開口部の總面積(m²)

H: 開口部の垂直方向의 길이(m)

이 式에서 볼 수 있는 바와 같이 ① 窓의 面積이 클 수록 ② 窓의 縱方向의 長이가 긴 것일 수록 燃燒에 必要한 空氣가 잘 供給되어 燃燒速度는 커진다.

다음 圖表를 보면,

圖 3. 開口幅 1m當 燃燒速度



이것은, 開口幅 1m當의 燃燒速度를 圖表로 表示한 것이나, 開口幅이, 例를 들어 4m의 경우에는 이 圖表에서 볼 수 있는 數值의 4倍가 燃燒速度의 值가 되는 것이다.

(2) 火災繼續時間

「콘크리트」造의 房에서 火災가 發生했을 경우, 가령 消火作業을 하지 않고 타는 것을 放任한다고 할 때 火災는 몇 分이나 繼續할 것인가?

火災가 建物の 기둥 등의 構造體에 주는 被害程度는 火災의 溫度 뿐 火災繼續時間의 計算實例를 表示

만 아니라 그 繼續時間에 따라 左右되기 때문에 이 繼續時間도 重要한 것이다.

繼續時間이 길 수록 建物이 받는 損傷이 크다는 것은 當然한 것이다. 發火後 室內가 本格的인 火災狀況이 되어, 室內溫度가 急速히 上昇하기 始作했을 때부터 室內의 可燃物이 全部 타버리고 室內溫度가 下降하기 始作할 때까지의 時間을 「火災繼續時間」이라고 定義한다면 火災의 繼續時間은 主로 室內의

可燃物量이 많으면 길어지고 窓이 커지면 짧아진다.

木造家屋의 火災에서는 空氣가 充分히 補給되어 燃燒되기 때문에 火災 繼續時間은 대단히 짧아 10~20分 程度에서 火災는 끝난다. 여기에 比해 耐火構造物에서의 空氣의 補給은 開口部에서만 行하여지기 때문에 酸素量이 충분치 않아 火災가 長時間 繼續되는 것이 特徵이다.

表 4. 火災繼續時間計算例

建物 區分及 番號	室面積 (m ²)	窓面積 (m ²)	實効窓高 (m ^{1/2})	燃燒速度 (kg/min)	m ² 當 可燃物量 (kg/m ²)	火災繼續時間 (min)	
窓 큰 建物	No. 1	731	147.5	1.3	1,055	100	69
	2	"	"	"	"	50	34
	3	"	"	"	"	30	21
舊式 建物	4	240	30	0.945	156	100	154
	5	"	"	"	"	50	77
	6	"	"	"	"	30	46

窓面積은 A. 實効窓高는 \sqrt{H} . 燃燒速度는 R에 該當함.

해 보았다. No. 1~3과 같이 窓面積이 클 경우 室內의 可燃物量이 적으면 火災時間은 20分程度 밖에 안 되나 No. 4~6과 같이 舊式建物에서는 50~180分(3時間)이나 火災가 繼續된다.

그러나 最近에는 文化水準이 높아져 室內의 可燃物量이 크게 增加했기 때문에 窓이 커도 火災繼續時間은 길어지는 傾向이 있다.

(3) 室內 火災溫度

옆의 圖表 4는 耐火造 「빌딩」의 火災時 室溫이 어떻게 變化했나를 表示해 주는 例다. 이것을 「火災溫度曲線」이라고 이름 붙여 놓자.

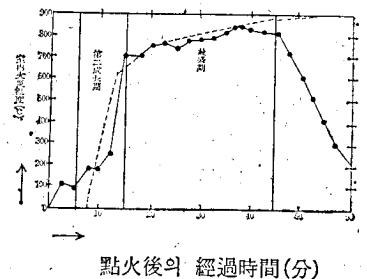
이 圖表에서 알 수 있는 바와 같이 耐火造 「빌딩」의 室內火災는 다음 4개의 時期로 區分된다.

第1成長期: 火災 제일 初期는

火勢가 고르지 못하고 室溫이 100°C 內外가 된 時期다. 圖表 4에서는 點火後 5分까지의 사이가 여기에 해당된다. 이 時期의 長短은 發火點의 位置나 其他 적은 條件에 따라 크게 달라지나 그 詳細한 것은 아직 分明히 말할 수 있는 단계가 아니다.

第2成長期: 火勢가 어느 정도

圖表 4. 耐火造 「빌딩」內 火災 溫度의 한 例 (點線은 耐火造火災溫度標準曲線)



一定(?)해서 室溫이 急速히 上昇하는 時期를 말한다. 圖表 4의 點火後 5~15分까지 사이가 이에 해당된다.

이 時期의 끝은, 불이 室內에 擴大하는 時期와 대체로 일치한다. 이 火災가 室內 全體에 爆發的으로 擴大하는 現象은 「플래시·오버」라고 불린다.

第2 成長期의 時間이 짧다는 것은 即 火災를 느끼고 避難하기까지의 許容時間이 짧다는 것으로, 사람들이 많이 모이는 「빌딩」에서는 人命의 安全上 特別 警戒을 必要로 한다. 이 시기의 길이는 房의 窓條件外에 室內可燃物의 크기, 密集程度에도 關係되어 簡單하게 判定할 수는 없으나 現在까지에는 다음과 같은 것이 判明되고 있다.

a) 천정의 높이 : 천정이 높은 방일 수록 第2 成長期의 期間은 짧아진다.

b) 窓面積 : 出火後 유리窓이 全部 破損했을 경우를 想定한다면 一般的으로 窓面積이 큰 것이 새로운 공기를 잘 補給해 주어 燃燒가 盛해지기 때문에 「플래시·오버」가 되기까지의 時間은 짧다.

또 壁이나 천정이 「콘크리트」 대신 斷熱材로 만들어져 있으면 發生한 熱은 壁이나 천정에 거의 흡수되지 않고, 대부분이 室溫을 上昇시키는 役割을 하기 때문에 「콘크리트」보다 「플래시·오버」가 되는 時間은 짧아진다.

c) 內裝材의 可燃性 : 特別 天정의 內裝이 可燃材로 되어 있으면 이 時間이 짧아진다. 開口面積이 클 경우에는 特別 심하다.

最盛期 : 室溫이 高溫狀態를 계속하는 時期로, 圖表 4에서는 點火後 15分에서 45分까지의 사이가 여기

에 해당한다. 「콘크리트」벽으로 둘러싸인 房일 경우에 이 시기의 室內 火災溫度는 室內 可燃物量보다 房의 全內表面積에 對한 開口面積과 窓高의 平方根의 相乘根의 비율로 定해진다. 따라서 窓이 클 수록 火災溫度는 높아진다. 옛 「콘크리트」建物에 비해 最新의, 窓門이 큰 「빌딩」에서는 室內溫度가 높다는 데 注目하지 않으면 안 된다.

또 「콘크리트」와 같은 熱容量이 큰 것과 대체해서 房의 內側이 斷熱性의 材料로 되어 있으면, 가령 不燃性인 것이라도, 室內溫度는 「콘크리트」面이나 灰壁으로 된 것에 비해 높아진다.

(4) 高層 「빌딩」의 耐火性

不幸하게도 火災를 當한 高層 「빌딩」의 構造의인 被害는 前述한 바와 같이 火災의 溫度가 높고 그리고 繼續時間이 길 수록 커진다.

이런 觀點에서 現代建築을 바라보면 室內의 可燃物量은 그 전보다 많고 火災溫度도 높고 繼續時間도 길어진다는 惡要因이 存在하고 있다.

또 現代建築의 特徵中의 하나인 窓이 크다는 것은 火災의 進行을 速하게 하며 溫度를 높이는 대신 繼續時間은 짧게 한다. 그래서 功罪 兩面이 있다고 말할 수 있겠다.

特別, 이것은 室內火災일 경우이고 屋外로부터의 延燒를 생각하면 窓이 크다는 것은 그만큼 困難하다고 할 수 있겠다.

이와 같이 생각해 보면 「빌딩」의 火災는 各양각색이라는 것을 알 수 있겠다. (日本에서는 普通 高層 「빌딩」의 기둥 바닥은 日本工業規格으로 2時間의 加熱에는 일단 견딜 수 있는 것을 標準으로 하여 設計되어

있다. 그래서 實際로는 可燃物量의 多少나 窓門의 大小로 耐火力의 差가 생기는 實情이다.) 平常의 火災에서는 消防署에서 消火作業에 나서 주기 때문에 2時間이나 탄다는 것은 우선 있을 수가 없다. 그러나 超高層 「빌딩」에서는 消防官員도 손을 대지 못할 경우가 있기 때문에 火災時間은 길어질 수 밖에 없다. 또 地震, 強風時, 大火災時에는 消防力도 움직일 수 없기 때문에 속수 무책으로 저절로 꺼지지만 기다리던 예가 없지 않다(日本에서는). 하루 종일 타면 普通 耐火建築物은 언제 넘어지느냐 하는 狀態가 된다.

지금까지(日本에서) 最長時間단 記錄은 關東大地震時 東京에 있는 한 倉庫로서 이 倉庫는 2週間 동안 허물어지지 않고 타고 있었던 것이다.

6. 火災時의 排煙對策

(1) 火災時 排煙의 必要

最近 火災로 인한 燒死事故가 社會의으로도 문제가 되고 있다. 木造와 달리 耐火造의 「빌딩」에서는 火災時 煙氣의 大部分이 大氣中에 放出되지 않고, 「빌딩」내에서 돌기 때문이다. 그러나 적어도 避難路만은 煙氣로부터 지켰으면 한다.

避難用的 階段이 外氣에 直接 면하고 있다든지 혹은 유리창을 깨면 外氣에 通할 수 있게 되어 있다면 問題는 없다. 그러나 最近의 超高層 「빌딩」에서 볼 수 있는 바와 같이 「빌딩」 中央部에 계단이나 「엘리베이터」를 모아 놓은 建築方式에서는 階段室이 煙氣때문에 使用不能으로 되고 따라서 위층으로부터 避難도 不可能해서 大規模의 窒息事故가 일어날 危險이 있다.

이 危險을 피하기 위해서 階段을 並列해서 排煙塔을 設置, 煙氣를 排煙塔으로 유도, 계단을 연기로로부터 지키는 方法이 있기는 하다.

(2) 上層일 수록 煙氣의 危險은 크다.

一般的으로 火災時 煙氣는 溫度가 높기 때문에 階段室 等を 通해 위로 올라갔다가 上層부터 順序대로 煙氣가 찬다고 할 수 있겠다.

各層의 窓이 開放되어 있지 않으면 「빌딩」 中間層에서 약간 밑쪽에 「빌딩」 內외의 壓力이 같아지는 면이 생긴다. 이 면으로부터 아래쪽은 同一水平面의 경우, 外部쪽이, 위쪽은 「빌딩」 안의 壓力이 높아진다.

이 면(같아지는 면)을 「中性帶」라고 한다.

高一 1層의 開口部만이 避難脫出이나 消防官의 進入 때문에 열려 있으면 中性帶의 位置는 훨씬 아래 쪽이 된다.

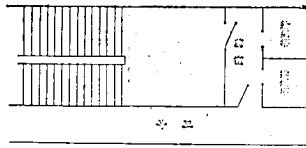
中性帶의 上方에서는 「빌딩」 內의 壓力이 外氣보다 높기 때문에 窓 사이에서 新鮮한 外氣가 建物 안으로 못 들어가, 上層일 수록 酸素가 적은 燃焼 「가스」와 煙氣 때문에 危險이 커진다. 이와 같은 狀態가 되면 大規模의 窒息事故가 發生하기 때문에 煙氣는 發火한 房에만, 혹은 그 層에서 막을 수 있었으면 하는 것이다. 그러나 煙氣는 복도에 새어나오기 때문에 새어나온 煙氣가 避難路인 階段室에 進入하지 못하게 하는 것이 排煙塔의 役割인 것이다.

(3) 排煙塔이 갖추어야 할 條件
排煙塔은 一種의 굴뚝이기는 하나 굴뚝이라면 덮어 놓고 煙氣가

여기를 통해 빠져 나간다고 생각하면 큰 잘못이다. 有效하게 排煙하기 위해서는 다음과 같은 點을 생각할 必要가 있다.

① 煙氣가 外氣보다 高溫이 아니면 室內에서 上昇力을 가질 수 없다. 火災가 나고 있는 방에서는 煙氣가 高溫인 것만은 틀림없으나 煙氣가 塔까지 到着하기까지에, 혹은 塔을 上昇中에 周壁에 熱을 빼앗기어 冷却된다. 이렇게 되면 外氣風에 의한 吸出效果를 除外하면 自然히 煙氣가 塔內를 上昇할 가망은 없어진다.

② 어디서인가 空氣가 供給되지 않으면 排煙塔은 그 할 일을 다하지 못한다. 그래서 排煙塔에 附隨, 外氣에 通하는 給氣口가 必要하다. 火災室의 유리窓을 켤 수 있으면 이것이 給氣口가 될 수 있고, 避難階段의 地上出口을 開放할 수 있으면 이것이 給氣口가 될 수 있다. 그러나 언제나 어떤 것이 꼭 給氣口가 된다는 保障은 없다. 特히 避難階段의 地上出口이 開放되어 있고 塔에서 階段을 向하는 下降氣流가 있을 경우 煙氣가 그것을 타고 階段室에



充滿할 危險이 있다. 이것을 피하기 위해서는 圖表 4와 같이 排煙塔 外에 外氣로 通하는 給氣塔이 別途로 必要하게 된다.

그렇게 되면 煙氣가 약간 給氣塔으로 流逆해도 別支障이 없을 것이다.

③ 塔의 頂部에 適當한 「루프벤틸레이터」(頂上 通風 혹은 換氣設備)를 달면 外氣風을 利用해서 塔

內에 上昇氣流를 일으킬 수가 있다. 하지만 바람이 없을 때는 無力하다.

④ 給氣塔의 下部에 送風機를 設置, 強制로 給氣하는 것도 有效하나 給氣量이 過多해지면 一部는 階段室에 흘러 煙氣를 階段室로 유도할 危險도 있다.

⑤ 給氣塔의 頂部에 送風機를 設置, 強制로 吸引하는 方法도 생각할 수 있으나 이 경우 塔內의 浮力效果나 外氣風에 의한 吸引效果를 減殺하지 않는 形式의 送風機가 바람직하다.

⑥, ⑦, ⑧의 方法은 停電이 되면 無力해진다. 그러나 排煙塔에 이 程度의 設備만 完備하면 대개의 경우, 排煙의 效果를 發揮할 수 있다고 하겠다. 하지만 큰 災害는 惡條件이 겹친 狀態에서 일어난다고 생각할 때 아직 不安은 남는다고 하겠다.

(4) 加壓에 의한 避難路의 確保

火災時 「펜」을 돌려 外氣를 避難路로 流入시키면, 火災室에서 避難路로 流出되는 在庫의 量을 抑壓하고, 또 煙氣가 避難路의 먼 쪽까지 到達하는 것을 막는 效果도 있다. 일부러 防火만 위해 「펜」을 設置하지 않아도 많은 「빌딩」에는 空氣調和設備이 있기 때문에 이것을 잘 利用, 效果의으로는 할 수는 없을 까하는 것이 研究中인 것으로 안다.

이 경우 적은 給氣量으로는 效果가 적기 때문에 發火한 層의 給氣를 1個所에 集中시켜 내 보내, 적어도 200m³/min 以上 送氣를 해야 할 必要가 있다.

送氣는 避難階段 가까이 있는 복도(廊下)의 給氣口에서 始作, 거기

에서 火災室로 向하는 氣流를 일으키게 한다. 이렇게 하면 火災室에서 복도로 나간 煙氣는 階段室 쪽으로는 흘러들어오기가 어렵게 되며 혹은 조금씩 흘러들어와도 끊임 없이 新鮮한 空氣가 흘러들어 오기 때문에 窒息死의 걱정은 적어지며 消防隊員도 복도에서 火災室로 容易하게 接近할 수 있다는 利點이 있다.

이런 경우에 있어서도 萬一 火災室의 유리窓이 깨어지치 않았으면 火災室의 上部는 복도보다도 훨씬 高壓이 되기 때문에 복도로 흐르는 煙氣를 抑壓하는 效果가 없으므로 火災室보다 下流側 복도에 煙氣排出用의 開口部를 만들 必要가 생긴다.

또 이 方法을 擇할 때는 避難用階段과 並列한 排煙塔이 있으면 集中給氣를 한 空氣가 大部分 排煙塔을 向해 흘러 煙氣抑壓 效果는 없어진다. 排煙塔을 利用하는 것과 集中給氣를 하는 것과 어떤 것이 實用上 有效한가는 앞으로의 主要 研究課題의 하나이다.

7. 防火設計의 基本方針

消火設計에 있어서 配慮하지 않으면 안 될 主眼點을 들면 다음과 같다.

(1) 配置計劃

周圍 근처에 木造家屋이 있을 경우에는 隣地境界線及 距離를 充分히 잡고 가능하면 10m 以上인 것이 바람직하다.

敷地 避難·消防의 便利를 考慮해서 될 수 있으면 넓은 幅의 道路에 길게 接하는 場所를 選擇, 入口가 좁고 깊은 골목은 避한다. 또

일단 유사시 消防車가 主要道路에서 容易하게 進入할 수 있게 「빌딩」의 配置를 생각한다. 大規模의 「빌딩」은 四方周圍에 道路를 設置하거나 혹은 그와 相應하는 空地를 갖도록 한다.

또 가운데 뜰을 갖는 閉鎖型의 配置로 할 때는 가운데 뜰까지 消防車가 進入하기 쉽게, 1層의 一部에 進入路를 만드는 것이 좋다.

(2) 平面計劃

外形 되도록 單純한 形態로, 外壁窓에 延燒를 防止하기 위해서 窓을 만들지 않는것을 原則으로 하나 불가피한 경우 이 部分에 便所, 階段室等 不燃物이 적은 방을 配置토록 한다.

室의 配置 避難의 點에서 보면 한 쪽을 복도로 하는 것이 좋으나 가운데 복도를 둘 경우 幅을 充分히 잡고, 避難路의 性能을 確保하기 위해, 一部를 外界에 接하도록 計劃한다.

建物の 區劃 火災가 發生해도 一局部에서 막을 수 있게 「빌딩」의 壁, 床으로 작게 區劃하고, 最小限의 通路開口部에는 防火門을 設置, 煙氣나 火焰이 傳達되지 않게 한다.

階段 階段은 避難上, 特히 重要な 通路가 되나, 一面 허술하게 設置하면 오히려 上層으로 火焰이나 煙氣를 유도하게 되기 때문에 設置하는 位置나 周圍의 構造選定이 大端히 重要하다. 一般적으로 하나의 防火區劃에는 적어도 하나의 階段을 設置하는 것이 좋다. 그러나 區劃이 比較的 작을 경우는 階段室은 外界에 面하는 開口部를 갖고 1層에서 直接 外部로 나갈 수 있는 位置를 選定한다.

「빌딩」의 各部分에서 階段室까지

의 步行距離는 法으로 定해진 制限距離를 준수하는 것만이 充分하다고는 할 수 없으며 가급적이면 25~30m 程度로 하면 좋다. 더우기 階段은 2層의 兩端 혹은 對角線에 가깝게 設置하고, 「빌딩」의 어느 部分에서도 混亂없이 安全하게 1層, 혹은 安全한 屋上까지 最短距離로 갈 수 있게 構造配置한다.

(3) 立面計劃

窓·出入口 一般的으로 窓·出入口 등의 開口部는 火焰을 噴出하는 입이 되어 床面積에 對해서 開口部가 크면 클 수록 火災의 成長이 빨라 室內溫度가 急上昇하기가 쉽다. 따라서 開口部는 採光이나 通風 때문에 必要한 만큼 크게 할 것이 그 限界를 넘지 않게 하는 것이 좋다.

開口面積이 큰 「빌딩」은 防火의 으로는 不利하다고 할 수 있다.

차양(遮陽) 窓에서 나온 火焰이 위층 창을 깨고 上層으로 延燒한 危險이 있기 때문에 차양(遮陽)을 크게 밖으로 한다든지 窓과 窓까지의 높이를 充分히 크게 잡을 必要가 있다.

延燒防止措置 隣接建物 火災로 인한 延燒를 防止하기 위해서는 아주 가까이에 隣接建物이 있든가, 또는 將來建設될 기미가 보이는 장소에는 耐火性 壁을 만드는 것이 必要하다.

反面, 避難이나 排煙의 立場에서 보면 開口部가 아주 적고 窓이 없는 形式으로 된 것은 危險度가 큰 것으로 內裝이나 家具類를 完全히 不燃化한다든지 혹은 「스프링클러」 등의 自動消火의 設備을 마련, 火災對策을 強化한다는 것이 基本的으로 重要的 것이다.

(다음 호에 계속)