

防火 區劃과 水幕設備

金 和 中*

1. 序

建築物이나 危險物을 多量으로 取扱, 貯藏하는 施設에 있어서 火災가 發生할 때에 그 火災에서 隣接한 室이나 諸設備에의 燃燒防止를 위하여서는 火災擴大防止 system을 設置할 必要가 있다. 一般적으로 建築物에서는 防火門, 危險物 貯藏탱크에서 防油提, 流出油防提를 使用하고 있으며 水幕설비 또한 火災擴大防止의 施設로서 使用되기도 한다.

물을 使用하는 消防設備中 水幕設備는 一般的으로 使用되지 않는 設備이다. 이 水幕設備를 分類한다면 두가지로 나누어서 생각할 수 있으며 그 하나는 建築物에 주로 使用하는 드렌처設備이며, 또 하나는 特殊可燃物 貯藏등과 關聯하여 使用하는 水幕system이다. 現行法規에서 보면, 드렌처설비는 屋內에 設置하는 것으로서 스프링클러 대신에 使用되는 것이며, 水幕system에 대해서는 거의 언급되어 있지 않다.

이들의 設置는 直接的인 燃燒 또는 輻射熱, 物質 燃燒할때 생기는 불덩이에 의하여 火災가 擴大하는 것을 防止하는 것이 主目的이다.

本 解説에서는 簡單히 이들 設備의 效果와 機能에 대해서 說明하고 設置時 注意事項에 대해서 討하기로 한다.

2. 드렌처 設備

드렌처 設備는 屋內에 設置하는 것과 屋外에

*北大 建築工學科 助教授 工博

設置하는 것이 있다. 現行法規에서는 消防施設의 設置 維持 및 危險物 製造所 等 施設의 基準 等에 關한 規則 第23條 第3項과 關聯하여 屋內의 開口



사진 1. 火災에 의하여 變形된 서터

- 1) 第20條 第6項 第6號 '燃燒할 우려가 있는 開口部에는 그 위측에 2.5m間隔으로(開口部の 幅이 2.5m以上인 境遇에는 그 中央에) 스프링클러 헤드를 設置하되, 마주보는 壁의 한쪽 壁에 一列로 設置하고, 幅이 4.5m以上 9m以下인 室에 있어서는 隣邊의 양쪽에 各各 一列로 設置하되, 마주보는 壁의 스프링클러 헤드가 나란히 꼴이 되도록 3.6m 以內마다 設置할 것'에 關聯하여 燃燒할 憂慮가 있는 開口部에 다음 各號의 基準에 의한 드렌처 設備를 設置할 境遇에는 當히 開口部에 한하여 스프링클러헤드를 設置하지 아니할 수 있다.
1. 드렌처 헤드는 開口部 위측에 2.5m 以內마다 1個씩 設置할 것.
2. 制御밸브(一齊開放밸브, 開閉表示型밸브 및 手動操作部를 合한 것을 말한다. 이하 같다.)는 消防對象物 層마다 바닥면으로부터 0.8m 以上 1.5m 以內의 位置에 設置할 것.
3. 水原의 水量은 드렌처 헤드가 가장 많이 設置된 制御밸브의 드렌처헤드의 設置個數에 0.4㎡를 곱하여 얻은 數値以上이 되도록 할 것.
4. 드렌처 設備는 드렌처헤드가 가장 많이 設置된 制御밸브에 設置된 드렌처헤드를 同時에 使用하는 境遇에 各各의 헤드선단에 防水壓力이 1cm當 1kg以上, 防水量이 1分當 20 l 以上이 되도록 할 것.
5. 水原에 連結하는 加壓送水裝置는 點檢이 쉽고 火災 等の 災害로 인한 被害 憂慮가 없는 場所에 設置할 것.

부에 設置하는 것뿐이다.

屋內에 設置하는 것은 建築基準法에 정해진 防火區劃²⁾, 혹은 區劃을 하지 않으면 危險하다고 생각되는 部分, 建物構造上 또는 作業工程, 製造工程 等에 의해서 安全한 區劃이 設置되지 않는 경우에 그 開口部 上部에 2.5m 以上마다 水幕設備을 設置해 그것에서 防水하여 water curtain을 形成 建物相互間의 燃燒防止를 하는 것이다. 또한 셔터 等의 區劃은 되어 있지만 火災가 發生한 境遇에 셔터가 加熱되어, 그 加熱된 輻射熱에 의해 屋內의 것이 發火하는 危險性이 있을 境遇에 그 部分에 水幕設備을 設置하여, 그것에 의해 셔터를 冷却시켜 加熱을 防止하는 境遇도 있다. 이것은 셔터가 火災에 의해 變形이 생기는 것을 防止하는 效果도 있다.(사진1 참조)

屋外에 設置하는 것은 防護하고자 하는 建物이 其他의 建物에 의해서 혹은 山林火災 等의 輻射熱 또는 튀는 불덩이에 의해서 發火하는 것을 防止하는 것으로 屋上, 外壁, 窓, 出入口 等 外部의 全部가 물을 뒤집어 쓰도록 水幕設備을 設置하여 水幕을 形成시켜 燃燒를 防止하는 것이다.

이것은 隣接建物이 대단히 近接하여 있는 建物,

2) 防火區劃

건축물의 일부가 다음에 해당하는 경우에는 그 부분과 기타의 부분과를 방화구획(내화구조의 바다·벽 및 감층 방화문으로 구획)하여야 한다.

용도	그 용도에 사용하는 층의 위치	그 용도에 쓰이는 바닥 면적의 합계
극장·영화관·연예장·관람장·집회장	무조건	200㎡이상 객석(옥외관람석에 있어서는 1000㎡이상)
	3층 이상의 층	무조건
체육관	무조건	200㎡이상 객석(옥외관람석에 있어서는 1000㎡이상)
	2층	400㎡이상
병원·공동주택·기숙사·숙박업용 건축물	2층	400㎡이상
	3층 이상의 층	무조건
학교·백화점·시장	3층 이상의 층	무조건
	3층 이상의 층	200㎡이상
창고	2층	400㎡이상
	3층 이상의 층	200㎡이상
차고	무조건	30㎡이상

可燃性의 것을 貯藏하는 탱크 및 이것을 취급하는 裝置가 가까이 있는 建物, 重要文化財로 指定된 建築物 等に 設置하는 것이다. 즉 隣接物에서의 防護의 境遇는 그것에 面한 方向에 드렌처헤드를 設置하는 것으로 充分한 效果가 얻어진다.

드렌처 設備은 어느 範圍內에 設置된 헤드에서 同時에 防水하는 方式이므로 드렌처 헤드는 開放型이다. 헤드는 設置하는 場所의 對象物에 의해서 防水形狀이 다르기 때문에 여러가지의 種類가 있으며, 또한 生産 메이커에 따라 다르기 때문에 그 種類는 대단히 많다. 그러나 우리나라의 경우 드렌처 헤드는 生産되지 않고 있으며 대부분 日本으로부터 收入에 依存하고 있으며 별로 使用하지 않는 設備이다.

一般的으로 헤드는 多目的用(壁, 窓, 出入口, 開口部), 開口部用, 처마用, 屋上用, 壁用 等이 있다. 設置上 注意事項은 一般的으로 거의 스프링클러와 同等하다.

3. 水幕system

水幕system은 地上, 천정 또는 옆에서 물을 放射하여, 火災와 防護對象物의 間에 혹은 防護對象物 周圍에 幕狀, 噴霧狀, 棒狀에 의해 간막이를 形成하는 것이다. 이것은 주로 火災와 防護對象物 間에 形成된 水幕이 火災에서의 放射熱의 熱量을 輕減시키고, 防護對象物에의 燃燒, 溫度上昇에 의한 構造物의 強度低下를 防止하기 위하여 使用하며, 또한 附隨效果로서는 水幕을 形成하는 것에 의해 防火設備의 能力을 地域住民의 視覺에 呼訴하는 것이므로 事故災害에 대한 恐怖心을 除去하는 것이 되어 民心을 安定시키는 效果도 있다.

水幕system의 設置對象으로는 貯藏탱크간의 境界, 防油堤, 貯藏탱크, 反應塔의 周圍, 탱크 yard 간의 境界, 工場, 危險物貯藏所 等과 民家와의 境界 等이 있다.

4. 水幕設備의 構成

水幕system은 加壓送水裝置, 防水區劃選擇弁, nozzle header, 水幕 NOZZLE, 操作盤(또는 制御盤) 등으로 構成되어 火災, 가스漏出 등의 事故가

난 시간, 事故發生場所, 바람方向 등을考慮하여 K區劃을 選定하여, 操作盤의 操作에 의해 加壓 K裝置를 起動함과 同時에 所定의 選擇弁을 開放하여 加壓送水裝置로부터 보내어진 加壓水를 防火 扉의 header에 보내 水幕을 만든다.

K幕設備은 管의 길이가 길고 選擇弁 이후의 K 管에 多量의 물이 급격히 보내지기 때문에 K 衝擊現狀이 생기기 쉬우므로 그 防止策을 講할 必要가 있다. 또한 均一한 水幕을 形成시키기 위해서는 各 水幕 nozzle의 防水 壓力이 一定하도록 header의 管徑, 길이, nozzle의 防水量 2로부터 壓力損失의 計算을 行하여 設置하지 않으면 안된다.

K幕system에 使用되는 nozzle은 크게 分類하 3가지의 種類가 있으며 設備의 目的, 水幕 形成 높이, 設置 經路 등의 條件에 따라 防水 壓力, K量 및 各種 nozzle 中の 管 種類 또는 複數 種類 것을 組合하여 配列을 考慮하여 使用한다.

1) 棒狀防水 nozzle: 圓形의 防水口로부터 제르상 으로 防水하는 nozzle로서 높이가 높은 水幕이나 K이 큰 場所의 水幕에 適合하지만, 放射熱遮斷 超過는 他의 nozzle보다 나쁘다.

2) 噴霧防水 nozzle: 噴霧 圓錐狀으로 防水하는 2로 물의 粒子가 微細하고, 가스吸收, 放射熱遮 斷의 效果가 크지만, 防水 높이는 낮으면, 또한 音의 影響을 받기 쉬운 缺點이 있다.

3) 偏平防水 nozzle: 防水角이 15°-18°로서 膜狀 부채形으로 防水하는 것으로 가스의 遮斷, 放射 遮斷의 效果는 크지만 바람의 影響을 받기 쉽

i. 水幕設備의 用途

水幕設備의 用途는 放射熱 遮斷을 目的으로 하는 K幕과 가스의 擴散 抑制를 目的으로 하는 水幕 2 지로 分類하여 생각할 수 있다.

i-1. 放射熱 遮斷을 目的으로 한 水幕

이 水幕은 火災로부터의 放射熱을 安全關係反射 率 以下가 되도록 低減시키기 위한 目的으로 用되는 것으로, 主로 屋外의 防火區劃 關聯 施設 一部와 屋外의 危險物 貯藏탱크 火災로부터

防護對象物에의 燃燒防止構造物의 強度低下의 防止 등에 利用된다.

火災으로 防護對象物이 받는 放射強度는 一般의 2로 다음 식으로 나타내진다.

$$E_o = \phi R_f$$

E: 防護對象物이 받은 放射強度(Kcal/m²h)

R_f: 燃燒物의 放射 發散度(Kcal/m²h)

φ: 火災와 水열면과의 形態係數(φ ≤ 1)

여기서 φ는 形態계수로 다음과 같다.

φ_p: 평행면의 形態계수

$$\begin{aligned} \phi_p = & \frac{2}{\pi ab} \left[b\sqrt{a^2+b^2} \tan^{-1} \sqrt{\frac{b}{a^2+b^2}} \right. \\ & + a\sqrt{a^2+b^2} \tan^{-1} \sqrt{\frac{a}{a^2+b^2}} \\ & - bd \tan^{-1} \frac{b}{a} - ad \tan^{-1} \frac{a}{d} \\ & \left. - d^2 \log \frac{a\sqrt{a^2+b^2}+d^2}{\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{a^2+b^2}} \right] \end{aligned}$$

φ_r: 직교면의 形態계수

$$\begin{aligned} \phi_r = & \frac{1}{\pi ab} \left\{ bd \tan^{-1} \frac{b}{d} \right. \\ & - b\sqrt{a^2+b^2} \tan^{-1} \sqrt{\frac{b}{a^2+b^2}} \\ & + ab \tan^{-1} \frac{b}{a} \\ & + \frac{d^2}{2} \log \frac{d\sqrt{a^2+b^2}+d^2}{\sqrt{a^2+d^2}\sqrt{b^2+d^2}} \\ & + \frac{a^2}{2} \log \frac{a\sqrt{a^2+b^2}+d^2}{\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{a^2+d^2}} \\ & \left. - \frac{b^2}{2} \log \frac{b\sqrt{a^2+b^2}+d^2}{\sqrt{a^2+b^2}\sqrt{b^2+d^2}} \right\} \end{aligned}$$

또한 安全關係反射強度(E_s) 以下가 되도록 하기 위한 水幕의 放射率로 透過率(T)은

$$T \geq E_s/E_o$$

E_s日本 消防廳 水幕設備 運營基準에 따르면 4 000Kcal/m²h로 되어있음.

한편, 水幕의 反射強度에 대한 透過率(T)는 다음 식으로 나타낸다.

$$T = \exp(-A \cdot h)$$

A: 水幕의 放射強度吸水係數(m⁻¹)

h: 水幕의 두께를 板狀의 물의 두께로 換算한 값(m)

$$h = Q / (l \cdot v)$$

Q: 水幕形成에 使用되는 水量(m³/min)

l: 水幕의 길이(m)

v: 水幕形成물방울의 平均流速(m/min)

따라서

$$T = \exp[-A/v] \cdot (Q/l)$$

즉, A/v의 값이 알아지면 必要透過率(T)에 따라 水幕形成에 必要한 水幕의 單位 길이당 數量[Q/l]가 구해진다.

특히, 이 Q/l은 水幕形成 높이에 의해서 水幕 nozzle의 防水높이와 防水壓力, 防水量 등의 防水特性을 考慮하여 決定된다. 그러나 A/v의 값은 水幕을 形成하는 물방울의 粒徑, 分布, 速度 등에 關係하여, 屋外 實用 水幕에서도 水幕 nozzle의 種類 및 그 組合, 配列, 設置間隔, 防水壓力, 水幕形成時의 風量과 風速 등의 條件에 의해 달라지므로 實驗에 의해 구할 수 밖에 없다.

5-2. 가스 擴散 抑制을 目的으로 한 水幕

水幕 nozzle에서의 噴出水에 의한 周邊空氣의 소용돌이 效果와 氣流의 흐트러짐에 의한 蒸發 가스의 稀釋效果에 의해 噴出된 可燃性 가스의 火災危險度를 貯藏시키는 것이 可能하다. 建物內의 가스 擴散의 遮斷의 效果를 가져올 수 있다. 이것에 利用되는 水幕 nozzle은 防水幕이 넓은 偏平 nozzle을 包含하여 水幕에 間隔이 생기지 않도록 할 必要가 있다.

6. 水幕設備의 性能

水幕設備의 性能을 評價하기 위하여 實驗을 行하고 그 內容을 有限要素法으로 解析을 行하였다.

6-1. 簡易 水幕設備을 利用한 實驗

簡易 水幕設備로서 火災室의 불길이 隣接室에 轉火되는 것을 어느 程度 遮斷하는 가를 把握하기 爲하여 實驗을 行하였다.

實驗用 建物은 그림3에 나타내며 水幕設備은 Deflection Type 下向型 Sprinkler 3대를 設置하고 水幕形成을 爲해 鐵板으로 간막이를 設置하였다.

實驗에서 얻어진 火災室의 溫度와 隣接室의 溫度 分布의 結果를 그림4에 나타내었다.

이 結果에서 보면 火災室의 溫度가 800℃에 到達 하였음에도 不拘하고 隣接室의 溫度가 最高 70℃에 到達하였다. 따라서 境界面 水膜의 形成은 火災의 遮斷效果가 있음을 알 수 있다.

6-2. 有限要素法을 利用한 數值解析

水幕設備을 使用한 境遇의 溫度 分布를 有限要素法을 利用하여 計算하기 위하여 그림5와 같은 모델 을 使用하여 計算을 하였고, 그 計算結果를 그림6 에 나타내었다.

計算 結果 Sprinkler에 의해 約 25cm의 水幕이 形成된다면, 그림6의 計算結果에서 보는 바와 같이 水幕으로부터 25cm 떨어진 곳의 溫度는 火災室 溫度가 900℃가 되어도 約 45℃程度의 溫度分布를 가지게 되며, 1m 이상 떨어진 곳은 거의 溫度變化가 없다.(常溫과 같음)

以上과 같이 理論的인 檢討結果, 火災室의 溫度가 高溫이 되더라도 隣接室과의 境界面에 水幕이 形成된다면 이에 대한 火熱은 충분히 遮斷될 것으로 分析된다.

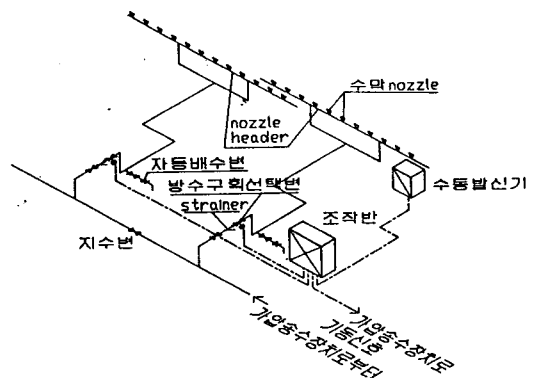
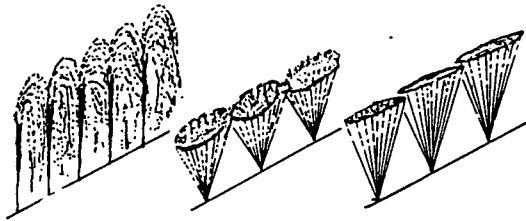


그림1. 水幕System의 構成圖



(a) 棒狀放水 nozzle (b) 噴霧放水 nozzle (c) 偏平放水 nozzle

그림2. 各種 水幕 nozzle의 防水形狀

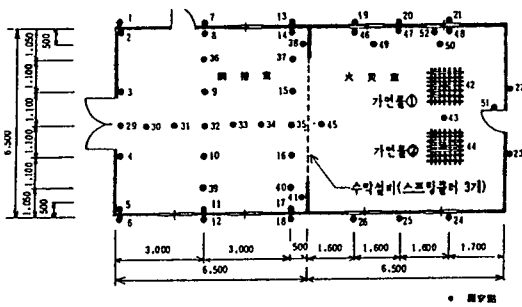


그림3. 實驗用 建物の 平面 및 測定點

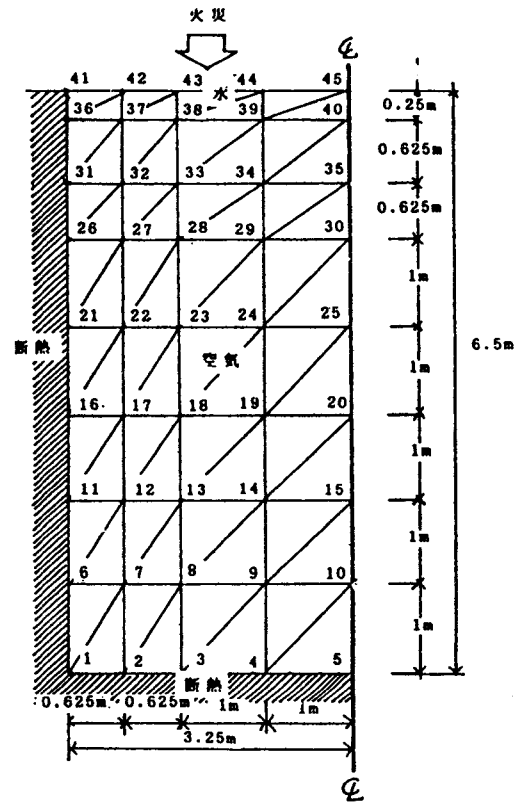
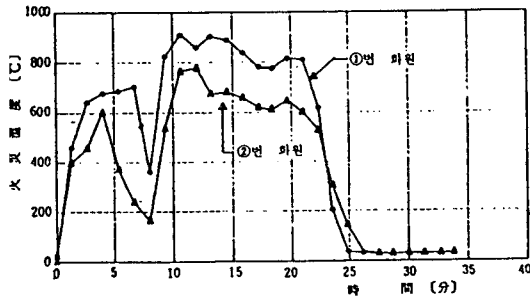


그림5. 溫度分布의 計算을 위한 格子點



火災室 發火點의 溫度

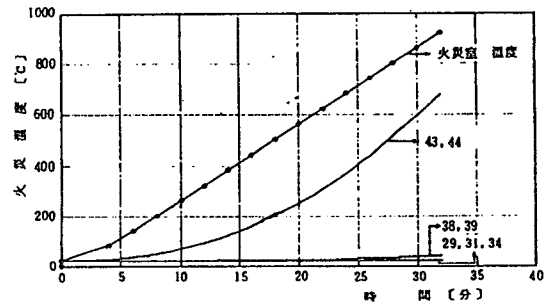
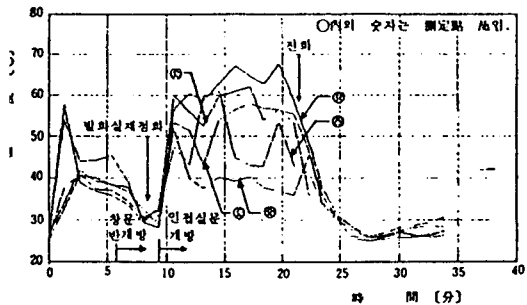


그림6. 理論計算의 結果



隣接室의 溫度分布

그림4. 火災室의 溫度와 隣接室의 溫度分布(實驗結果)

7. 結論

火災 擴大 防止 system으로서 水幕設備는 널리 사용되지 않고 있지만, 위에서 言及된 바와 같이 그 性能은 우리가 充分히 期待할 수 있는 設備라 생각된다.

最近 經濟의 發展과 함께 複合 性格을 띤 넓은 空間의 建築物의 生産과 함께 建築計劃의인 面에서

防火區劃을 水幕設備로 對處할 수 있는 方案의 考慮가 必要하며, 最近의 化學 plant爆發 事故 등에 비추어 特殊可燃物 貯藏 등과 關聯하여, 水幕

system 의 積極적인 採擇이 바람직하다고 思料된다.

※ 本稿는 거의 대부분이 季刊「防災와 保險」1990년 여름호에 게재되었던 것임.