

防火區劃과 水幕設備에 關한 研究

Experimental study of water membrane sprinkler in fire prevention block

吳 昌 熙*
孫 章 烈*
金 和 中**
金 相 旭***
崔 進****

Abstract

This paper is study about establishment with water membrane sprinkler in fire prevention block of special Building.

The testing program was directed toward investigating the temperature of fire and adjacent room. The results of fire test indicated that under the test conditions in this study, adjacent room temperature is very low in compare with fire room temperature at operating of water membrane sprinkler.

Therefore, if exclusion of smoking can be soluted, substitution of water membrane sprinkler in fire resistance wall of fire prevention block is possible.

I. 序

建物火災의 예방과 그 被害의 最少化를 위한 法的規制와 施設의 義務規定은 建築防災에 크게 奇與하고 있다.

그러나 關係法의 一律的인 規定과 運用이 建築의 本質을 해치게 하는 不合理한 結果와 副作用을 불러 일으키게 하는 경우가 없지 않다.

그러므로 建物의 特殊性이 認定될 경우, 이를 勘案한 彈力性 있는 法規定的 運用은 急進的으

로 變遷하는 現代 社會에 있어서는 매우 바람직한 일이라 하겠다. 이와같은 彈力性있는 法規定的 運用은 이미 오래전부터 先進各國에서 施行되고 있다. 가까운 日本의 예를 들면, 現行法規定的으로 하여금 建築의 本質的인 問題點이 야기될 경우, 관련전문연구기관에서 이를 研究 檢討하여 그 結果에 따라 法이 정하는 根本趣旨에 符合되는 융통성 있는 法運用을 하고 있다.

따라서 本 研究에서는 특수건축물의 防火區劃에 있어서 건물 용도상 設치가 불가능한 경우 이를 水幕設備로 代치시킬 수 있는가에 대해 실험적으로 검토 분석하는 것을 目的으로 한다. 이 논문은 2회로 나누어 報告한다.

* 漢陽大學校 建築工學科 教授, 工學博士
** 慶北大學校 建築工學科 教授, 工學博士
*** 利光엔지니어링代表, 消防技術士
**** 韓國防災研究所代表, 消防技術士

첫째는 實驗結果에 대하여, 둘째는 理論的 考察에 대하여이다.

2. 防火區劃과 水幕設備

2-1. 防火區劃

建築法 施行令 30條에 의하면 일정 規模 이상의 建築物에 대하여 防火區劃을 規制하고 있다. 그 一部 內容을 살펴보면 표-1과 같다.

그러나, 經濟發展에 따라 社會적으로 複合적 性格의 建物이 要求되고 있는 現實情에서 볼때, 이 規定은 適用面에 設여러가지 問題點을 제시하고 있다고 볼 수 있다. 하나의 예를 들면 넓은 空間에 각기 그 性格을 달리하는 建築物이 群을 있고, 이 建物들이 立面 전체에 걸쳐 서로 視角的인 面과 出入面에서 밀접한 關係를 갖고 있을 때, 建物間에서 防火區劃의 設置는 매우 어려운 점이 있다.

따라서, 이러한 경우, 研究를 통하여 다각적인 面에서, 法運用은 보다 포괄적이고 融通성이 있는 것이 되어야 한다고 생각된다.

表 1. 방화구획

건축물의 일부가 다음에 해당하는 경우에는 그 부분과 기타의 부분과를 방화구획(내화구조의 바닥·벽 및 갑종 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(옥외 관람석에 있어서는 1,000㎡ 이상)
	3층 이상의 층	무조건
체육관	무조건	200㎡ 이상 객석(옥외 관람석에 있어서는 1,000㎡ 이상)
병원·공동주택·기숙사·숙박업용건축물	2층	400㎡ 이상
	3층 이상의 층	무조건
학교·백화점·시장	3층 이상의 층	무조건
전람회장·무도장·유기장	3층 이상의 층	200㎡ 이상
창고	2층	400㎡ 이상
	3층 이상의 층	200㎡ 이상
차고	무조건	30㎡ 이상

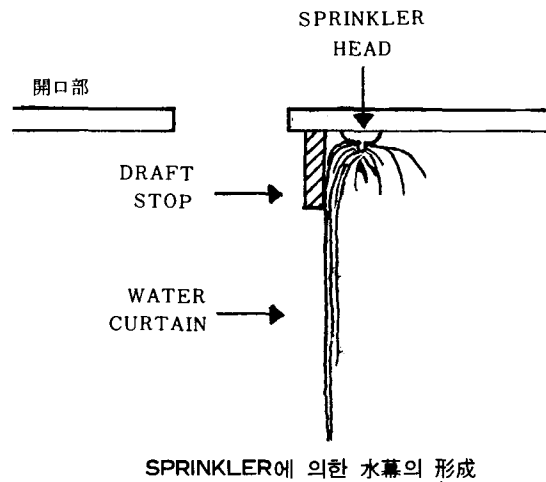
2-2. 水幕設備 概要

水幕設備에는 一般的으로 Overhead型的의 閉鎖型 Sprinkler가 使用되며, 그 設置方式은 建物內에 設置된 Sprinkler의 配管에서 직접분기되므로 外觀上으로는 그 構成方式으로 볼 때 一般 Sprinkler 消火設備과 같다.

그러나, 水幕設備는 그 Sprinkler 헤드로부터 분사되는 물의 일부가 Draft Stop에 부딪혀서 水幕이 形成된다는 點에서 一般 Sprinkler 헤드에서 살수되는 것과 다르며 그 性能도 다르게 된다.

이러한 水幕헤드를 開口部에 多量으로 設置하여 火災發生時의 室內部 高熱로 水幕헤드가 開放되어 살수되므로서 水幕헤드 밑으로 適切한 水幕이 形成되게 한다.

즉, 火災가 발생하면, 開口部에 대한 水幕이 形成하게 되어 自動的으로 火熱의 이전을 遮斷시키는 效果를 얻을 수 있다.



3. 實驗 概要

본 實驗은 水幕設備로서 火災室의 불길이 隣接室에 전파되는 것을 어느정도 차단하는 가를 파악하기 위한 것이다.

본 實驗에서는 火災상황의 변화에 따른 火災室과 隣接室의 각 부위온도와 화원 주위의 온도를 기본으로 하여 水幕의 방화성능을 평가하

기로 한다. 實驗은 4 차에 걸쳐서 실시하였으나, 본 研究에서는 제 4 차 實驗結果만을 보고한다.

3 - 1. 實驗建物

實驗用 建物은 인접한 2 개실로 구성하고, 이중 1 개室을 火災室로 하였다. 두 室의 面積은 각각 42.25㎡ 이고, 室높이 2.5m 이다. 火災室에는 可燃物(목재+가솔린)을 적재하고, 양실 경계부분에는 火災時 3 개의 Sprinkler 로 水幕이 形成되도록 하였다.

實驗用 建物의 구조 및 마감재료는 표-2 와 같고, 그 平面과 立面은 그림 1 ~ 2 에 나타낸다.

表 2. 實驗建物의 構造 및 마감材料

要素\室名	火災室	火災隣接室
構造體構成	4개의 窓門, 1개의 防火門이 있는 壁體, 天障 및 바닥	3개의 窓門, 1개의 외여단이문, 1개의 쌍여단이문이 있는 壁體, 天障 및 바닥
마감材料	天障	12mm 석고판+12mm 석고판
	壁體	12mm 석고판+8cm 각목+12mm 석고판
	바닥	12mm 석고판
窓門	1,200mm(W)×900mm(H) 木材들에 3mm 투명유리 木材部는 난연도료 마감	1,200mm(W)×900mm(H) 木材들에 3mm 투명유리 木材部는 난연도료 마감
	防火門	木材門
門	900mm(W)×2,100mm(H)	쌍여단이 1,800mm(W)×2,100mm(H) 외여단이 900mm(W)×2,100mm(H)

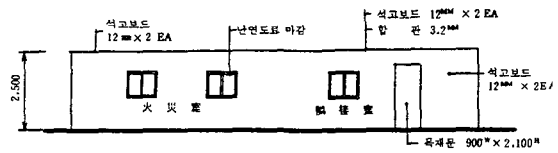


그림 2. 實驗用 建物의 立面圖

3 - 2. Sprinkler의 設置

實驗用 建物에는 실제 建物과 같은 조건으로 Sprinkler 를 設置하였다. 火災隣接室 천장에는 표시온도 72℃인 環형 하향형 Sprinkler 를 4 개를 設置하였다.

兩室 경계부분에는 水幕을 形成시키기 위하여 표시온도 72℃인 Deflector Type 하향형 Sprinkler 3 개를 設置하였다. 水幕形成을 위하여 Sprinkler 사이에는 철판으로 칸막이를 設置하여 水幕이 먼저 터진 Sprinkler 에 의한 타의 영향을 배제하였다.

그림 3 은 Sprinkler 의 設置 위치를 나타내고, 급수는 압력계의 수압이 6.0kgf/cm² 가 되도록 25 마력 펌프를 사용하였다.

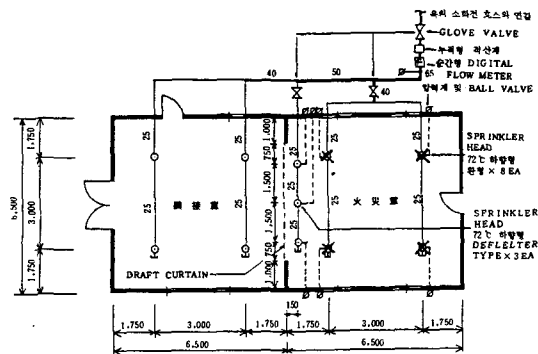


그림 3. 實驗用 建物의 Sprinkler 設置位置

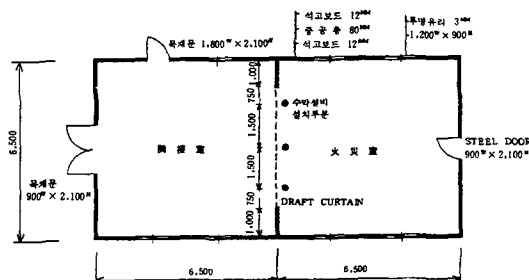


그림 1. 實驗用 建物의 平面圖

3 - 3. 火災荷重의 設定

建物의 火災荷重은 각국별로 그 규정이 다르나 우리나라에서는 아직 火災荷重에 대한 규정이 설정되어 있지 않으며 이에 대한 研究가 매우 미흡한 실정이다. 따라서, 본 研究에서는 일본의 규정(표 3)을 참고로하여, 사무소의 火災荷重(10kg/m²)을 적용하기로 하였다.

여기서 火災荷重이라 함은 火災區劃內의 可燃物을 同發熱量의 목재량으로 환산한 등가목

재중량을 말한다. 이 火災荷重은 다음식으로 나타난다.

$$q = \frac{\sum(G_i \cdot H_i)}{H_0 \cdot A} = \frac{\sum Q_i}{q_w \cdot A}$$

q : 火災荷重 (kg/m^2)
 H_i : 可燃物의 單位 發熱量 ($Kcal/kg$)
 A : 火災區劃內的 바닥面積 (m^2)
 G_i : 可燃物重量 (kg)
 H_0 : 木材의 單位 發熱量 ($Kcal/kg$)
 q_w : 木材의 單位 發熱量 ($Kcal/kg$)
 $\sum Q_i$: 火災區劃內的 可燃物의 全發熱量 ($Kcal$)

또한 可燃物의 배치상태를 그림 4에 표시한다.

表 3. 建築物의 用途別 可燃物量¹⁾ (日本)

用 途	(單位: kg/m^2)	
	昭和 44 年 調査	昭和 48 年 調査
事務所 一般事務所 設計室·研究室 集會·會議·應接室	10 ~ 35	7 ~ 33
	10 ~ 85	15 ~ 40
	3 ~ 10	1 ~ 9
劇場 客室 百貨店 付帶室	—	28 ~ 32
	—	13 ~ 32
病院 2 病床室 6 病床室	4 ~ 16	9 ~ 14
	5 ~ 11	1 ~ 7
	10 ~ 12	3
倉庫 紙倉庫 圖書室·書庫	13 ~ 14	5
	—	640 ~ 1020
體育館 座席·體育用具庫	—	62 ~ 93
	—	1
	—	2 ~ 38

註 1) 藤田金一郎: 各種建築物採算荷重に關する研究, 建築學會大會論文集

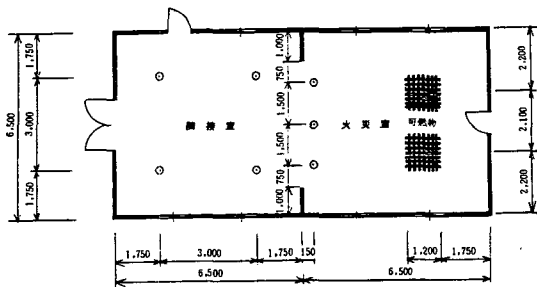


그림 4. 4次實驗時의 可燃物 配置圖

3 - 4. 實驗項目

實驗方法과 관측요소는 표 4와 같으며, 온도 측정위치는 표 5와 그림 5에 나타났다. 여기서 可燃物의 연소에 따른 實驗用 建物의 각 부분별 온도 측정점은 52개소이다.

4. 實驗結果

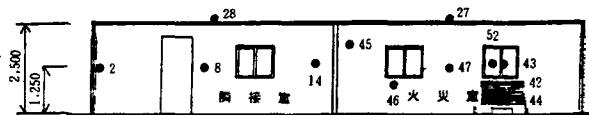
實驗時 육안에 의해서 관측된 각 부분별 상향

表 4. 測定方法 및 觀測要素

項 目	方 法	使用器機	記 錄	測定 및 觀測出隔
火災狀況	各 窓門과 門의 6 個의 位置에서 肉眼으로 觀測	肉 眼	記 錄 紙	狀況變化에 따라 數回
火災室 溫度	測定點의 C.A. (크로메르+아쿠네르) 熱電對管 Data Logger에 連結하여 測定	C.A. 熱電對管 Data Logger (Yodac-85S)	Data Logger 記 錄 紙	1分 20秒
隣接室 溫度	測定點의 C.C. (測一콘스탄) 熱電對管 Data Logger에 連結하여 測定	C.C. 熱電對管 Data Logger (Yodac-85S)	Data Logger 記 錄 紙	1分 20秒
供給水量		超音波流量計	記 錄 紙	着火에서 火災까지 數 回

表 5. 室別 溫度測定點

室 名	要 素	測 定 位 置	測點數
火災室	火災周圍溫度	火災下部, 中央部, 天障面	3
	室 溫	壁面 50cm距離, 높이 1.25m	3
	內表面溫度	內表面 1.25m 높이	5
	外表面溫度	外表面 1.25m 높이, 天障外表面中心	9
小 計			20
隣接室	室 溫	1.25m 高さ의 1m間隔	15
	內表面溫度	內表面 1.25m 높이	10
	外表面溫度	外表面 1.25m 높이, 天障外表面中心	7
小 計			32
合 計			52



4次實驗時의 測定點(斷面)

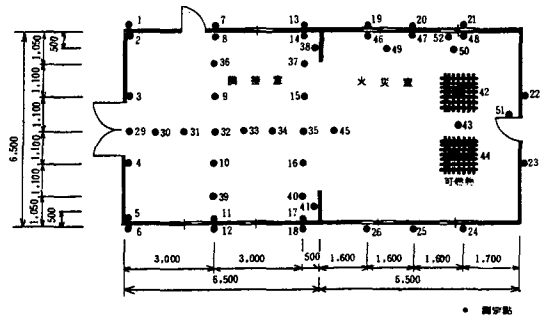
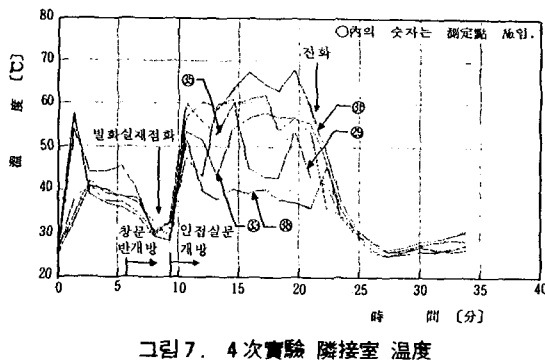
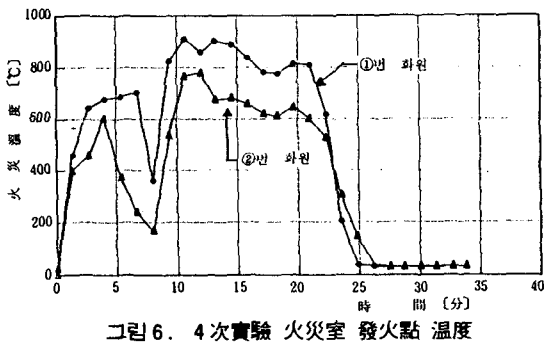
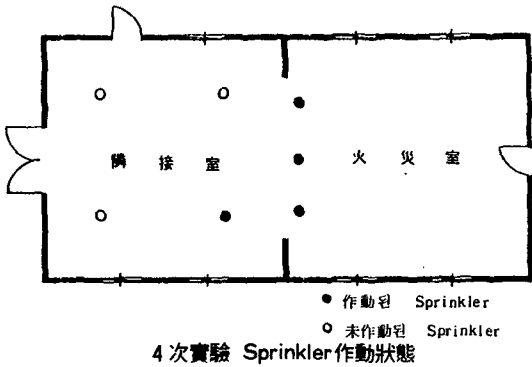
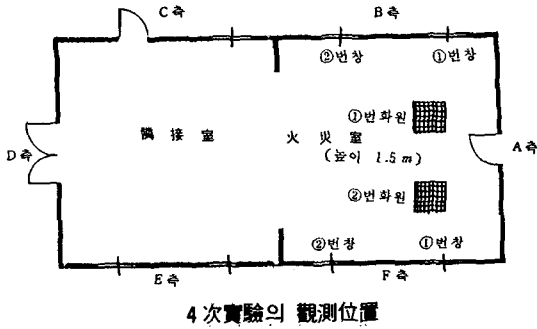


그림 5. 4次實驗時의 測定點(平面)

을 표 6, 7, 8, 9, 10, 11에 나타낸다. 또한 火災室의 온도를 그림 6에, 隣接室의 각 부분별 온도를 그림 7에 나타낸다. 이 結果에서 보면 火災室의 온도가 약 800°C까지 도달하였을 에도 불구하고 隣接室의 온도는 최고 약 70°C에 도달

따라서 火災時 火災室과 隣接室의 境界面에 水幕이 形成된다면 隣接室의 火災의 확산은 차단할 수 있다고 사료된다.



하였음을 알 수 있다.

表 6. 4次火災實驗상황
A점·觀測

點火 時間	觀測 記錄
點火 00分00秒	點火
點火 00分02秒後	불꽃은 버섯모양으로 상승
" 00分44초후	Sprinkler 작동
" 2分44초후	①측화원-불꽃은 버섯모양으로 확산 ②측-同一
" 4分59초후	방화실 출입문 연기발생
" 5分38초후	창문 1/2개방, 인접실 부출입문 개방(연기방출)
" 7分01초후	인접실 주출입문 왼쪽개방(연기방출)
" 7分44초후	인접실 주출입문 완전개방(원거리 연기 확산)
" 7分54초후	방화실 주출입문 개방(새 질주)
" 7分59초후	출입문 밖으로 불꽃 확산
" 10分29초후	인접실 부출입문 close
" 13分14초후	방화실 창문 균열 발생
" 14分14초후	벽체를 통하여 연기 누출
" 14分44초후	방화실 창문으로 불꽃 들뜸
" 15分59초후	관측점 수직 2m까지 연기 내려옴
" 18分50초후	유량 200 l/min
" 23分06초후	소화기 (2개 사용)로 진화(불꽃 殘存)
" 23分54초후	소방차 호스사용
" 25分24초후	완전진화

表 7. 4次火災實驗상황
B점·觀測

點火 時間	觀測 記錄
點火 00分00秒	점화
點火 00分02秒後	불꽃은 버섯모양으로 상승(천장 반경 1~1.5m)
" 00分44초후	Sprinkler 작동
" 02分45초후	창문밖으로 연기누출, 수압 2kg/cm ²
" 03分59초후	불꽃은 일시감소
" 04分25초후	불꽃반경 0.5~1m(천장면)
" 06分25초후	불꽃 거의 보이지 않음
" 07分37초후	계 정 화
" 07分45초후	창문완전개방, 불꽃반경 2.5~3m
" 07分58초후	창문으로 미량의 연기누출, 연소음 발생
" 09分06초후	창문으로 다량의 연기누출
" 10分35초후	벽까지 불꽃 접근
" 13分25초후	방화실까지 불꽃접근 ①번 창문에 균열발생
" 14分31초후	室內는 연기로 가득함(특히 천장부위), ①번 창문 파열
" 17分02초후	불꽃반경 2m
" 18分55초후	②번 창문 중으로 파열
" 19分53초후	다량의 연기누출, 수직 1.5m까지 연기로 자욱
" 21分28초후	수직 1m까지 연기로 자욱
" 23分15초후	소화기 사용(2개)→진화
" 24分58초후	소방차 호스사용
" 26分08초후	완전진화

表 8. 4次火災實驗상황

C점 觀測

點火時間	觀測記錄
點火 00分00秒	점파
點火 00分02秒後	불꽃은 버섯모양으로 상승
" 00分45초후	Sprinkler 작동
" 02分36초후	연기로 가득
" 05分30초후	창문 1/2 개방 인접실 주출입문 개방
" 06分50초후	인접실 주출입문 한쪽개방
" 07分15초후	불꽃은 거의 감소, 인접실 주출입문 완전개방
" 07分38초후	창문 완전개방
" 13分55초후	벽체사이로 연기누출
" 16分52초후	室內전장 연기로 가득, 시야장애
" 20分42초후	室內, 外 다량의 연기로 가득 (호흡장애)
" 22分19초후	소화기로 진화작업
" 23分43초후	소방차 호스이용
" 24分58초후	완전 진화

表 10. 4次火災實驗상황

E점 觀測

點火時間	觀測記錄
點火 00分00秒	점파
點火 00分02秒後	불꽃은 천장방향으로 확산
" 00分45초후	Sprinkler 작동, 불꽃은 일시감소
" 2分40초후	연기는 밖으로 누출
" 3分55초후	불꽃 계속 상승
" 6分10초후	창문 1/2 개방, 연기가 방출되어 통로에 시야장애
" 7分25초후	강문 완전개방
" 8分35초후	Sprinkler에서 튀기는 물은 창개방으로 밖으로 유출
" 11分15초후	불꽃은 계속상승
" 11分35초후	불꽃 약간 감소
" 13分35초후	바닥은 물로가득, 연기농도 짙어짐
" 15分10초후	불꽃은 다시 상승, 다량의 연기 (관측점)
" 16分45초후	다량의 연기 농도가 짙어져 호흡곤란
" 19分10초후	창으로 물은 계속 흘러 내림
" 21分15초후	검은 검은 연기 방출(실내, 외 연기로 서야, 호흡곤란)
" 21分55초후	불꽃상승, 연기로 측정불능상태
" 23分40초후	진화 (소화기 2개使用)
" 24分55초후	소방차 호스이용
" 26分25초후	완전 진화

表 9. 4次火災實驗상황

D점 觀測

點火時間	觀測記錄
點火 00分00秒	점파
點火 00分02秒後	불꽃은 버섯모양으로 상승
" 00分35초후	室內에 연기가득, 상온의 공기 밖으로 누출
" 00分45초후	Sprinkler 작동
" 01分15초후	바닥을 통하여 물이 새어 나옴, 배기팬 작동
" 02分00초후	연기로 인한 눈의 자극
" 07分00초후	인접실 주출입문 한쪽개방, 연기는 출구쪽으로 이동
" 08分00초후	인접실 주출입문 완전개방, 연기로 가득
" 09分00초후	눈의 심한자극 (불꽃은 계속 상승)
" 10分00초후	불꽃상승 (수직방향)
" 11分00초후	불의 온도로 인한 자극
" 12分00초후	불꽃이 안보임, 연기는 빠른 속도로 이동
" 13分00초후	다량의 연기로 시야장애
" 15分00초후	바닥부분 연기감소, 천장쪽으로 연기 상승
" 18分00초후	천장에서 떨어지는 소리발생 (석고보드)
" 21分30초후	천장쪽에 연기 가득 발생
" 23分00초후	연기 농도 감소
" 25分00초후	시야거리 어느정도 확보
" 26分00초후	완전 진화 확인

表 11. 4次火災實驗상황

F점 觀測

點火時間	觀測記錄
點火 00分00秒	점파
點火 00分02秒後	불꽃은 버섯모양으로 상승
" 00分30초후	불꽃은 천장에 닿아 버섯모양을 형성
" 00分46초후	스프링클러 작동, 불꽃 상승
" 2分57초후	불꽃은 계속 상승, 연기로 가득
" 5分30초후	창문 1/2 OPEN, 불꽃 감소
" 7分30초후	재 점파
" 8分30초후	창문 완전개방
" 9分30초후	불꽃은 천장에서 계속상승, 창문으로 연기누출
" 10分30초후	창문으로 불씨가 확산
" 13分00초후	불꽃과 연기는 계속상승
" 14分00초후	①번창에 파열발생, 통로 연기로 시야장애
" 16分00초후	바닥은 물로 가득참
" 19分00초후	②번창문 파열발생
" 21分00초후	연기농도는 더욱 짙어짐
" 23分00초후	진화 (소화기 2개사용) → 불씨는 계속 남아있음
" 25分00초후	소방차 호스이용
" 26分00초후	완전 진화

5. 結論

防火區劃線上의 개구부에 대한 水幕의 방화 성능을 검토하기 위한 實驗結果를 통하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 스프링클러에 의한 水幕은 火災발생시, 개구부에 대한 화염의 확산과 화열의 유통을 제어 또는 차단하는 충분한 방화효과가 있는 것으로 평가된다.

2. 火災時에 발생하는 연기 및 유해가스의 유출 및 확산에 대한 차단효과는 기대할 수 없는 것으로 평가된다. 다만, 발화초기에 약간의 효과는 인정되나 방연을 위한 실제적인 효과는 얻을 수 없다.

本 論文은 株式會社 호텔롯데가 火災學會에 依頼하여 研究된 것입니다. 關係各位에 感謝의 말씀을 드립니다.

(整理 : 金和中)