

방화구획과 수막설비



김 화 중

〈경북대 건축공학과 조교수 공박〉

1. 머리말

건축물이나 위험물을 다량으로 취급, 저장하는 시설은 화재확대방지를 위한 System을 설치해야 한다. 일반적으로 건축물에서는 방화문을, 위험물 저장탱크에서는 방유제나 유출유방제를 사용하고 있으며 수막설비 또한 화재확대방지 시설로서 사용되기도 한다.

물을 사용하는 소방설비중 수막설비는 건축물에 주로 사용하는 드렌처설비와 특수가연물 저장등과 관련하여 사용하는 수막 System이 있다. 현행 법규에서 보

면, 드렌처설비는 실내에 설치하는 것으로서 스프링클러 대신 사용하는 것이며, 수막 System에 대해서는 거의 언급되어 있지 않다.

이들의 설치는 직접적인 연소 또는 복사열, 물질이 연소할때 생기는 불덩이에 의하여 화재가 확대되는 것을 방지하는 것이 주목적이다.

본 기획에서는 이들 설비의 효과와 기능에 대해서 간단히 설명하고 설치시 주의사항에 대하여 검토하기로 한다.

2. 드렌처 설비

드렌처 설비는 실내에 설치하는 것과 실외에 설치하는 것이 있다. 현행 법규에서는 소방시설의 설치, 유지 및 위험물 제조소 등 시설 기준 등에 관한 규칙 제 23조 제 3항⁴¹⁾ 과 관련하여 실내의 개구부에 설치하는 것 뿐이다.

실내에 설치하는 것은 건축기준법에 정해진 방화구획⁴²⁾, 혹은 구획을 하지 않으면 위험하다고 생각되는 부분, 건물구조상 또는 작업공

정, 제조공정 등에 의해서 안전한 구획이 설치되지 않는 경우에 그 개구부 상부 2.5m 이상마다 수막설비를 설치해 이것에서 방수하여 Water Curtain을 형성, 건물상호간의 연소방지를 하는 것이다.

또한 셔터 등의 구획은 되어 있지만 화재가 발생한 경우 셔터가 가열되어, 그 가열된 복사열에 의해 실내의 것이 발화하는 위험성이 있을 경우 그 부분에 수막설비를 설치하여, 이를 통해 셔터를 냉각시켜 가열을 방지하는 경우도 있다. 이것은 셔터가 화재에 의해 변형되는 것을 방지하는 효과도 있다.

옥외에 설치하는 것은 방호하고자 하는 건물이 타 건물에 의해서 혹은 산림화재 등의 복사열 또는 튀는 불덩이에 의해서 발화하는 것을 방지하는 것으로 지상, 외벽, 창, 출입구 등 외부의 전부가 물을 뒤집어 쓰도록 수막설비를 설치하여 수막을 형성시켜 연소를 방지하는 것이다.

이것은 인접건물이 대단히 근접하여 있는 건물, 가연성 물질을

註1. 제20조 제6항 제6호 '연소할 우려가 있는 개구부에는 그 위측에 2.5m 간격으로 (개구부의 폭이 2.5m 이하인 경우에는 그 중앙에) 스프링클러 헤드를 설치하되, 마주보는 벽의 한쪽 벽에 일렬로 설치하고, 폭이 4.5m 이상 9m 이하인 실에 있어서는 긴 변의 양쪽에 각각 일렬로 설치하되, 마주보는 벽의 스프링클러 헤드가 나란히 골이 되도록 3.6m 이내마다 설치할 것'에 관련하여 연소할 우려가 있는 개구부에 다음 각호의 기준에

의한 드렌처설비를 설치할 경우 당해개구부에 한하여 스프링클러헤드를 설치하지 아니할 수 있다.

1. 드렌처 헤드는 개구부 위측에 2.5m 이내마다 1개씩 설치할 것.
2. 제어밸브(일체개방밸브 개폐표시형밸브 및 수동조작부를 합한 것을 말한다. 이하 같다.)는 소방대상물 층마다 바닥면으로부터 0.8m 이상 1.5m 이내의 위치에 설치할 것.
3. 수원의 수량은 드렌처 헤드가 가장 많이

설치된 제어밸브의 드렌처헤드 설치갯수에 0.4m³를 곱하여 얻은 수치가상이 되도록 할 것.

4. 드렌처 설비는 드렌처 헤드가 가장 많이 설치된 제어밸브에 설치된 드렌처헤드를 동시에 사용하는 경우 각각의 헤드선단이 1cm²당 1Kg 이상의 방수압력과 1분당 20 l 이상의 방수량이 되도록 할 것.
5. 수원에 연결하는 가압송수장치는 점검이 쉽고 화재 등의 재해로 인한 피해 우려가 없는 장소에 설치할 것.

저장하는 탱크 및 이것을 취급하는 장치가 가까이 있는 건물, 중요문화재로 지정된 건축물 등에 설치하는 것이다. 즉 인접물에서의 방호의 경우는 그것에 면한 방향에 드렌처헤드를 설치하는 것으로 충분한 효과가 얻어진다.

드렌처설비는 어느 범위내에 설치된 헤드에서 동시에 방수하는 방식이므로 드렌처헤드는 개방형이다. 헤드는 설치하는 장소의 대상물에 의해서 방수형상이 다르기 때문에 여러 종류가 있으며 메이커에 따라 여러 종류가 있다. 그러나 우리나라의 경우 드렌처헤드는 생산되지 않고 대부분 외국으로부터 수입해오며 별로 사용하지 않는 설비이다.

〈註2〉

건축물의 일부가 다음에 해당하는 경우에는 그 부분과 기타 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	200m ² 이상 객석(옥외관람석에 있어서는 1000m ² 이상)
	3층 이상의 층	무조건
체육관	무조건	200m ² 이상 객석(옥외관람석에 있어서는 1000m ² 이상)
병원·공동주택·기숙사·숙박업용 건축물	2층	400m ² 이상
	3층 이상의 층	무조건
학교·백화점·시장	3층 이상의 층	무조건
전람회장·무도장·유기장	3층 이상의 층	200m ² 이상
창고	2층	400m ² 이상
	3층 이상의 층	200m ² 이상
차고	무조건	30m ² 이상

일반적으로 헤드는 다목적용(벽, 창, 출입구, 개구부), 개구부용, 처마용, 지상용, 벽용 등이 있다. 설치상 주의사항은 일반적으로 스프링클러설치와 거의 비슷하다.

3. 수막System

수막 System은 지상,천정 또는 옆에서 물을 방사하여 화염과 방호대상물의 사이에 혹은 방호대상물 주위에 막상(幕狀), 분무상(噴霧狀), 봉상(棒狀)의 수막에 의해 간막이를 형성하는 것이다. 이것은 주로 화재와 방호대상물 간에 형성된 수막이 화염에서의 방사열의 열량을 검감시키고, 방호대상물에 의 연소, 온도상승에 의한 구조물의 강도저하를 방지하기 위하여 사용

한다. 부수효과로서는 수막 형성에 의해 방재설비 능력을 지역주민의 시각에 호소하는 것이므로 사고재해에 대한 공포심을 제거하는 것이 되어 민심을 안정시키는 효과도 있다.

수막System의 설치대상으로는 저장탱크간의 경계, 방유제, 저장탱크, 반응탑의 주위, 탱크 Yard간의 경계, 공장, 위험물저장소 등과 민가와외의 경계 등이 있다.

4. 수막설비의 구성

수막System은 가압송수장치, 방수구획선택변, Nozzle Header, 수막 Nozzle, 조작반(또는 제어반) 등으로 구성되어 화재, 가스누출 등의 사고 발생시간, 장소, 바람방향 등을 고려하여 방화구획을 선정해 조작반의 조작에 의해 가압 송수장치를 기동함과 동시에 소정의 선택변을 개방시켜 가압송수장치로부터 보내어진 가압수를 방화구획선상의 Header에 보내 수막을 만든다.

수막설비는 관의 길이가 길고 선택변 이후의 관(비워져 있음)에 다량의 물이 급격히 보내지기 때문에 물의 수격현상이 생기기 쉬우므로 이를 방지해야 한다. 또한 균일한 수막을 형성시키기 위해서는 각 수막 Nozzle의 방수압력이 일정하게 되도록 Header의 관경, 길이, Nozzle의 방수량 등으로부터 압력손실을 계산해 설치하지 않으면 안된다.

수막System에 사용되는 Nozzle 을 크게 분류하면, 3 가지의 종류가 있으며 설비의 목적, 수막 형성의 높이, 설치 경로 등의 조건에 따라 방수압력, 방수량 및 각종 Nozzle 중의 관 종류 또는 복수 종류의 것을 조합하여 배열해 사용한다.

1) 봉상(棒狀)방수 Nozzle: 원형의 방수구로부터 제트상으로 방수하는 Nozzle로서 높이가 높은 수막이나 풍력이 큰 장소의 수막에 적합하지만, 방사열차단의 효과는 다른 Nozzle보다 나쁘다.

2) 분무(噴霧)방수 Nozzle: 분무 원추상으로 방수하는 것으로 물의 입자가 미세하고, 가스흡수, 방사열차단의 효과는 크지만 방수 높이가 낮으면 바람의 영향을 받기 쉬운 결점이 있다.

3) 편평(偏平)방수 Nozzle: 방수 각이 15°~18°로서 막상이 부채형으로 방수되는 것으로 가스의 차단, 방사열 차단의 효과는 크지만 바람의 영향을 받기 쉽다.

5. 수막설비의 용도

수막설비의 용도는 방사열 차단을 목적으로 하는 수막과 가스 확산 억제를 목적으로 하는 수막 2가지로 분류하여 생각할 수 있다.

가. 방사열 차단을 목적으로 한 수막

이 수막은 화염으로부터의 방사열을 안전한계방사강도 이하가

되도록 하기 위해 이용되는 것으로, 주로 실외의 방화구획 관련시설 일부와 위험물 저장탱크 화염으로부터 방호대상물에의 연소방지구조물의 강도저하 방지 등에 이용된다.

화염으로 방호대상물이 받는 방사강도는 일반적으로 다음 식으로 나타낸다.

$$E_o = \phi R_f$$

E : 방호대상물이 받은 방사강도 (Kcal/m²h)

R_f : 연소물의 방사 발산도 (Kcal/m²h)

ϕ : 화염과 수열면과의 형태계수 ($\phi \leq 1$)

또한 안전한계방사강도(E_s) 이하가 되도록 하기 위한 수막의 방수율로 투과율(T)은 $T \geq E_s / E_o$

E_s : 일본 소방청 수막설비 운영기준에 따르면 4000Kcal/m²h로 되어있음.

한편, 수막의 방사강도에 대한 투과율(T)은 다음 식으로 나타낸다.

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

A : 수막의 방사강도흡수계수(m)

h : 수막의 두께를 판상의 물의 두께로 환산한 값(m) $h = Q / (\ell \cdot v)$

Q : 수막형성에 사용되는 수량 (m³/min)

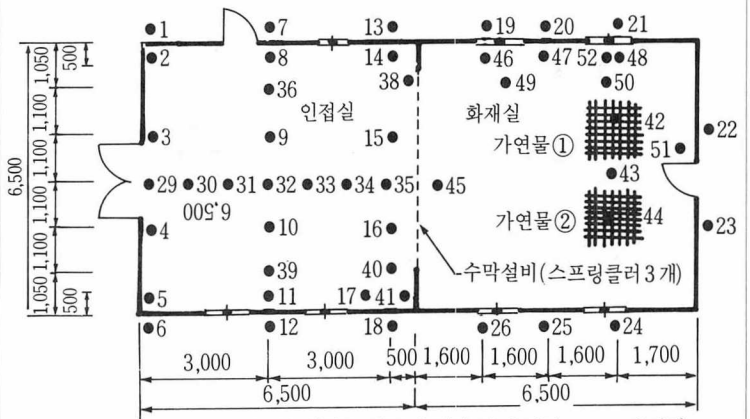
ℓ : 수막의 길이(m)

v : 수막형성물방출의 평균유속 (m/min)

따라서

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

즉, A/v 의 값을 알면 필요투과율(T)에 따라 수막형성에 필요한 수막의 단위 길이당 수량[Q/ℓ]이 구해진다. 특히, 이 Q/ℓ 는 수막형성 높이에 의해서 수막 Nozzle의 방수높이와 방수압력, 방수량 등의 방수 특성을 고려하여 결정된다. 그러나 A/v 의 값은 수막을



(그림 3) 실험용 건물의 평면 및 측정점 ● 측정점

형성하는 물방울의 입경, 분포, 속도 등에 관계하여 옥외 실용 수막에서도 수막 nozzle의 종류 및 그 조합, 배열, 설치간격, 방수압력, 수막형성시의 풍량과 풍속 등의 조건에 의해 달라지므로 실험에 의해 구할 수 밖에 없다.

나. 가스 확산 억제를 목적으로 한 수막

수막 Nozzle에서의 분출수에 의한

주변공기의 소용돌이 효과와 기류의 흐트러짐에 의한 증발 가스의 포석효과에 의해, 분출된 가연성 가스의 화재위험도를 저감시키는 것이 가능하며, 건물 내의 가스 확산 차단 효과를 가져올 수 있다. 이것에 이용되는 수막 Nozzle은 방수막이 넓은 편평 Nozzle을 조합하여 수막에 간격이 생기지 않도록 할 필요가 있다.

6. 수막설비의 성능

간이수막설비로서 화재실의 불길이 인접실에 전파되는 것을 어느 정도 차단하는가를 파악하기 위하여 실험을 행하였다.

실험용 건물은 <그림-1>에 나타나며 수막설비는 Deflection Type 하향형 Sprinkler 3대를 설치하고 수막형성을 위해 철판으로 간막이를 설치하였다.

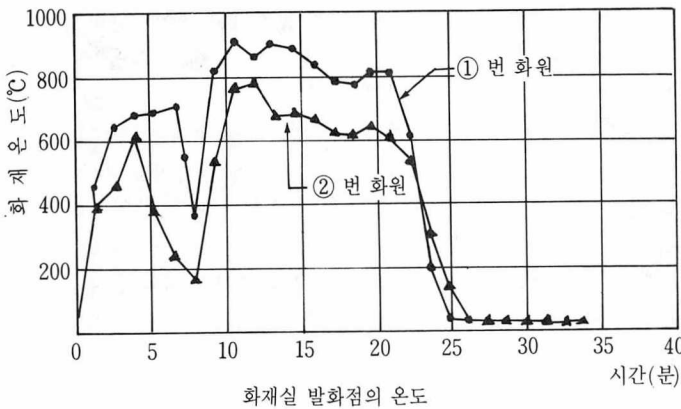
실험에서 얻어진 화재실의 온도와 인접실의 온도분포의 결과를 <그림2>에 나타내었다.

이 결과에서 보면 화재실의 온도가 800℃에 도달하였음에도 불구하고 인접실의 온도는 최고 70℃를 보였다. 따라서 경계면 수막의 형성은 화재의 차단효과가 있음을 알 수 있다.

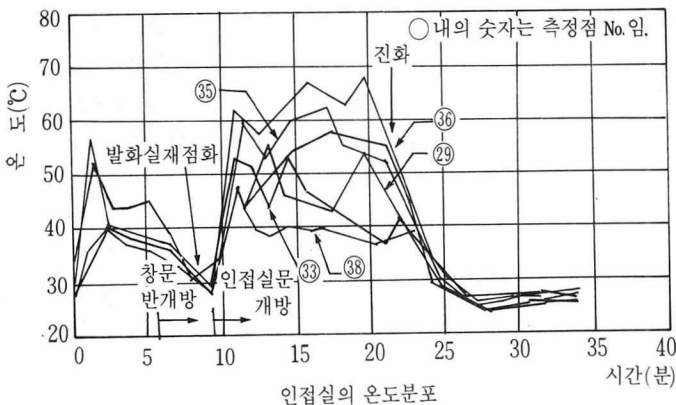
7. 맺는 말

화재확대방지 System으로서 수막 설비는 널리 사용되지 않고 있지만, 위에서 언급된 바와 같이 그 성능은 우리가 충분히 기대할 수 있는 설비라 생각된다.

최근 경제 발전과 함께 복잡성을 띤 넓은 공간의 건축물이 나타나 건축계획적인 면에서 방화구획을 수막설비로 대체할 수 있는 방안이 연구되고 있다. 최근의 화학 Plant 폭발사고에 따른 화재피해 등을 통해 특수가연물 저장 등과 관련하여 수막 System의 적극적인 채택이 바람직하다고 사료된다. (㉞)



화재실 발화점의 온도



인접실의 온도분포

(그림 4) 화재실의 온도와 인접실의 온도분포(실험결과)