

랙크식 창고의 방화대책

김 동 일

(기술관리부 차장, 기술사)

1. 머리말

현대 경영의 여러 요소 가운데 물류의 효과적인 관리는 기업경영에서 주요 관심사로 대두되었다. 따라서 완제품의 효과적인 관리와 입·출고의 자동화는 물론, 원자재와 중간 부품에 대한 관리도 당연히 생산관리의 주요 분야가 되고 있는 실정이다.

이러한 여건하에서, 최근에 신축되고 있는 많은 창고건물들이 대공간, 고천정화 하고 있는 추세이며 특히, 공간의 효율적인 활용을 위하여 랙크식 자동화 창고가 현저히 증가하고 있다.

랙크식 창고는 물류의 관리에 유용한 한편, 방화 측면에서 보면 화재가 발생할 경우 연소의 확대가 되기 쉽고 또한, 소화활동이 어려운 특성이 있다. 이에따라 소방법에서도 연면적이 700㎡ 이상인 랙크식 창고에는 자동식 소화장치인 스프링클러설비를 설치하도록 규정하고 있다.

대개의 경우 천정고가 높은 랙크식 창고에는 습식스프링클러설비 대신 준비작동설비를 설치하고 있으나, 화재의 감지와 헤드 개방에 따른 살수소화에 여러 가지 문제점이 있는 것으로 나타나 있다.

본고에서는 랙크식 창고에 설치하는 스프링클러설비가 유효하게 작동되어 화재경보 및 소화 효과

를 거둘 수 있도록, 이와 관련된 자료를 정리하였다.

2. 랙크식 창고의 구조 및 특징

랙크식 창고는 다품종의 물품을 입체적으로 수납하고 또한 합리적으로 입출고를 관리할 수 있으나, 고밀도로 물품을 수납하고 방화구획이 되지 않은 경우가 많으며, 또한 저장부의 상하 좌우로 적절한 공간이 있어 연소확대가 쉽기 때문에 만일 화재가 발생하면 큰 손해가 될 가능성이 있다.

또한 외벽은 창이나 출입구 등의 개구부가 거의 없고, 내부는 사람이 통행하기 위한 통로도 없으며 물품이송크레인(Stock car crane)의 이송공간만 있을 뿐 천정고가 높고, 미로가 긴 것이 특징이다(그림 참조).

그 결과 소화전, 소방펌프 등을 이용한 수동 소화가 거의 곤란한 실정이며, 소방대에 의한 외부로부터의 소화활동도 어렵다. 또한, 천정이 높아서 사람이 들어가 활동하기 어렵기 때문에 효과적인 점검·정비도 기대하기 어렵다.

그림의 설명과 본고에서 쓰인 용어의 뜻은 다음과 같다.

(1) 통로의 폭(Aisle Width)

랙크식 창고의 통로폭은 Stock car crane의 주행로 폭으로서, 그 통로폭이 좁으면 화재가 통로

를 넘어 인접한 열의 랙크로 연소하기 쉽기 때문에 1.1m(3.5ft) 미만의 경우는 통로가 없는 다열 랙크로 취급한다.

(2) 단열·쌍열·다열 랙크(Rack·Double-Row Racks·Multi-Row Racks)

통로폭이 1.1m 이상으로 구분되고 1열인 경우는 단열, 2열인 경우는 쌍열, 3열 이상 또는 통로폭이 1.1m 미만의 경우는 다열이라 하고, 각각 헤드 배치 등의 기준이 별도로 정해져 있다.

(3) 페이스 헤드(Face Head)

페이스 헤드는 화재가 통로측에서 상방의 랙크로 연소하거나 통로 너머의 이웃하는 열의 랙크로 연소하는 것을 방지하기 위하여 설치하는 헤드로서, 저장물의 각 통로측의 측면에서 0.46m(18in) 이내로 헤드를 설치한다(헤드는 다른 랙크내 헤드와 같은 성능).

(4) 배리어(Barrier)

화재가 같은 열의 저장물과 저장물 사이의 통풍 공간이나 쌍열 랙크와 랙크의 통풍 공간보다 상방의 랙크로 연소하는 것을 방지하기 위하여, 일정한 높이마다에 장방향 전체를 상하로 구분하기 위하여 수평면으로 설치한 판으로서, 금속제 또는 목재로 되어 있다.

(5) 헤드의 작동면적

헤드의 작동면적은 천정면 헤드가 화재에 의하여 작동하는 범위로서 예상되는 최대의 면적을 말

한다(NFPA : National Fire Protection Association). 기준에서는 헤드의 작동면적은 천정면 헤드의 살수밀도(단위면적당 1분간의 방수량 : $l/min/m^2$)에 따라 변한다. 즉, 단위시간에 다량의 물을 방사하게 되면 빨리 소화할 수 있기 때문에 소실면적이 작게 되면 헤드가 작동하는 범위도 작아지게 된다. NFPA에서는 저장품의 급별이나 랙크의 높이에 따라 살수밀도(헤드의 구경, 헤드의 배치, 방수압에 의해 결정된다)와 작동면적의 관계를 그래프로 나타내고 있다.

NFPA에서 정한 랙크식 창고의 스프링클러설비 기준의 기본 개념은 다음과 같다.

(1) 팠릿 등에 사용하는 플라스틱의 소화 곤란성

일반적으로 플라스틱은 발열량이 크고, 고온에 이르면 가연성 액체와 유사한 형태의 화재현상이 될 가능성이 있으며, 목재 등과 같이 물의 침투도 되지 않기 때문에 물에 의한 소화는 비교적 곤란하다. 따라서, NFPA에서는 가능한한 랙크식 창고의 팠릿(Pallets) 등에 플라스틱 등의 사용을 금지하도록 하고 있다.

(2) 헤드 작동의 예측 곤란

랙크식 창고는 천정면이 높고 저장물의 전후 좌우로 통풍 공간이 있어, 화재가 상승하기 쉽기 때문에 랙크 내의 스프링클러헤드보다 천정 부분에 있는 헤드가 먼저 작동할 가능성이 있다. 따라서, NFPA에서는 천정면 헤드의 감도를 낮추어 랙크 내 헤드보다 높은 온도에서 작동할 수 있도록 권장하고 있다.

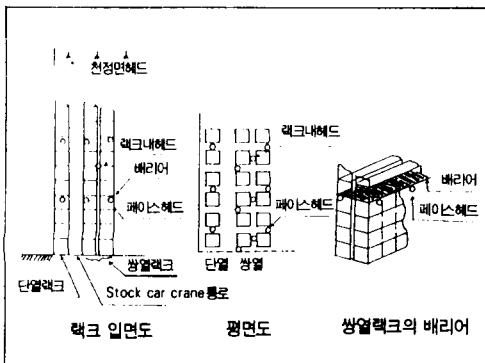
(3) 하단부 랙크 내 헤드의 부작동 방지

랙크 내에서 상부의 헤드가 먼저 작동하면 헤드의 감지기가 물의 영향을 받아 작동되지 않을 가능성이 있기 때문에 헤드의 직상부에 차폐판(Water Shield)을 설치하도록 규정하고 있다. 차폐판이 설치된 스프링클러헤드를 Intermediate Level Sprinkler라고 한다.

(4) 연소방지

랙크식 창고는 저장물의 전후 좌우에 적당한 공

〈그림〉 랙크식 창고의 설명도



간이 있어, 상방은 물론 수평면의 연소속도도 빠르다. NFPA에서는 수평면 연소를 방지하기 위하여 각 저장물 양 옆의 공간 확보를 규정하고 있다(상부로 화염을 유도하여 옆 방향으로의 연소를 방지할 목적). 반면, 상방으로의 연소도 방지하기 위하여 배리어와 페이스 헤드를 그림의 예와 같이 설치할 것을 권장하고 있다.

(5) 보조용 옥내소화전의 설치

화재를 완전히 진화하고, 안전을 확인한 후 소화전으로 잔화처리를 하기 위하여 NFPA에서는 옥내소화전의 설치를 규정하고 있다.

3. 고천정 부분 화재의 감지와 소화

대공간, 고천정 부분에서의 화재 발생시 열 또는 연기가 천정면까지 도달되지 않는 것을 감안한다면, 천정면에 감지기 또는 폐쇄형 스프링클러 헤드를 설치하여도 유효하게 화재를 감지하거나 소화하지 못하게 된다.

이와같은 고천정 부분에 설치하는 자동화재탐지설비 및 스프링클러설비에 관한 조치 등은 다음과 같다.

(1) 자동화재탐지설비 감지기의 설치

자동화재탐지설비의 감지기에는 열 또는 연기가 당해 화재로 인한 상승기류에 의해 천정에 체류하는 것을 이용하여 감지하는 열 또는 연기감지기 및 불꽃을 직접 감지하는 화염감지기가 있다.

열 또는 연감지기에 있어서는 천정고가 20m 미만의 부분에 설치하는 것으로서, 천정고가 20m 이상인 부분에는 화염감지기를 설치하도록 하고 있다.

대공간에 있어서의 화재감지기로서 화염감지기 이외에도 광전식분리형감지기(연기감지기)가 있으며 이는 감시거리가 직선으로 100m이다. 또한, 감지범위는 광축을 중심으로 좌우 7m의 범위로 되어 있다.

(2) 스프링클러설비 폐쇄형 헤드의 설치

폐쇄형 스프링클러헤드는 열에 의해 감지부가

작동하여 방수하는 것으로서 천정이 높거나 설치부분의 공간이 큰 경우, 천정면까지의 온도상승이 지연되어 작동이 늦어지거나, 작동된다고 하여도 화재가 진행하여 유효하게 소화하지 못할 우려가 지적되고 있다.

이와같은 현상을 근거로 하여 일본에서는 1994년도에 「자동소화설비 검토위원회」를 구성하여 ① 동시개방 개수 ② 헤드 설치 수평거리 ③ 고감도형 헤드의 설치기준 ④ 고천정 부분에 있어서의 폐쇄형 헤드의 감지 및 소화성능에 관한 조사 검토를 실시하였다.

이 검토에서 고천정 부분 폐쇄형 헤드의 감지 및 소화성능으로서 폐쇄형 헤드가 화재를 유효하게 감지하여 소화할 수 있는 범위로서 <표 1>과 같은 결론을 얻을 수 있다.

<표 1> 폐쇄형 헤드 취부면의 높이 제한

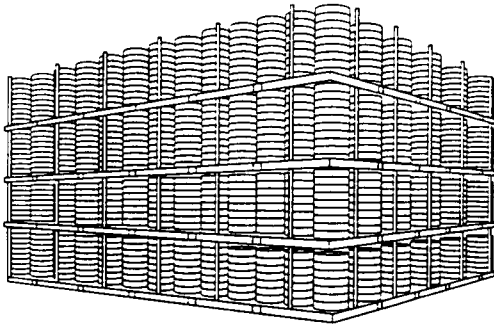
화재 하중에 의한 구분	헤드 취부면의 높이제한
50kg/㎡ 상당(가연물의 양이 많음)	6m 이하
25kg/㎡ 상당(표준적인 가연물의 양)	10m 이하

비고 : 화재하중이 50kg/㎡ 상당(가연물의 양이 많음)인 부분은 가연물을 대량으로 전시 판매하는 백화점, 연면적 1,000㎡ 이상의 소매점, 지정수량 이상의 특수가연물을 저장 또는 취급하는 부분이 해당됨.

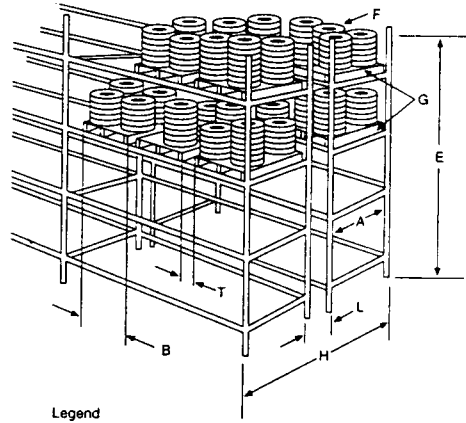
이 결과 일본에서는, 스프링클러설비를 의무적으로 설치하여야 할 방화대상물의 천정고가 10m(가연물이 대량으로 존재하여 소화가 곤란하다고 인정되는 부분이 있는 백화점 또는 지정수량 이상의 가연물을 저장 취급하는 부분에 있어서는 6m)를 초과하는 부분에는 폐쇄형 헤드 대신 방수형 헤드 등을 설치하도록 하였다. 방수형 헤드 스프링클러 설비에 관하여서는 본고에서 생략하기로 한다.

4. 랙크식 창고의 스프링클러설비에 관한 NFPA 기준

(1) 수원의 수량



개방형 이동랙의 예



Legend
 A—Load depth
 B—Load width
 E—Storage height
 F—Commodity
 G—Pallet
 H—Rack depth
 L—Longitudinal flue space
 T—Transverse flue space

2열 고정랙 저장의 예

화재가 발생할 경우, 소방법령에서는 초기에 이를 진압하거나 초기 진화에 실패하였을 경우 공설 소방대가 소화활동을 개시할 때까지 화재의 확대를 최소한으로 억제할 목적으로 기준이 정해져 있다. 그 결과 스프링클러설비를 포함한 수계소화설비에서는 급수원을 20분 정도의 급수시간으로 상정하고 있다. 한편, NFPA 기준은 자력소화를 목적으로 한 기준으로서, 대상물에 따라 차이는 있으나 통상 랙크식 창고는 90분 이상 급수할 수 있는 용량을 상정하고 있기 때문에 수원의 용량 등에서 큰 차이가 있다.

(2) 헤드의 배치

소방법령의 헤드 배치 기준은 헤드를 중심으로

하여 천정면의 각 부분을 원으로 커버할 수 있도록 규정하고 있으나, NFPA 기준에서는 배수관(헤드를 접속하는 배관) 상의 헤드 간격 및 배수관의 간격에 따른 헤드의 방호면적을 규정하고 있는 점이 기본적으로 다르다. 이 점은 결과적으로는 거의 차이가 없으나 생각의 방법이 다르다는 점을 간단히 설명하고자 한다.

헤드로부터의 방수는 바닥면 등에 원형으로 살수되는 것이기 때문에 살수범위에 착안하면 소방법령의 반경에 의한 방법이 합리적이다. 한편, NFPA 기준이 배수관 상의 헤드 간격 및 배수관의 간격 등으로 규정하고 있는 이유는 공장 등의 노출배관에서는 배수관 상에 직접 헤드를 설치하

<표 2> 랙크식 창고의 높이가 7.6m를 넘는 경우의 기준

구 분	소방기술기준	Loss Prevention Data	
	Standard+In-Rack	Large Drop+In-Rack	ESFR
허용 저장 높이	제한없음	9.2m	10.7m
헤드 동시 사용 개수	30개	20개(LDS)	12개
헤드의 방수량	80 l/min	114 l/min	470 l/min
방수 압력	1kg/cm ²	1.7kg/cm ² (LDS)	5.2kg/cm ²
설비 형식	습식, 건식	습식, 건식	습식
헤드의 배치 간격	3.5m	3m	3m

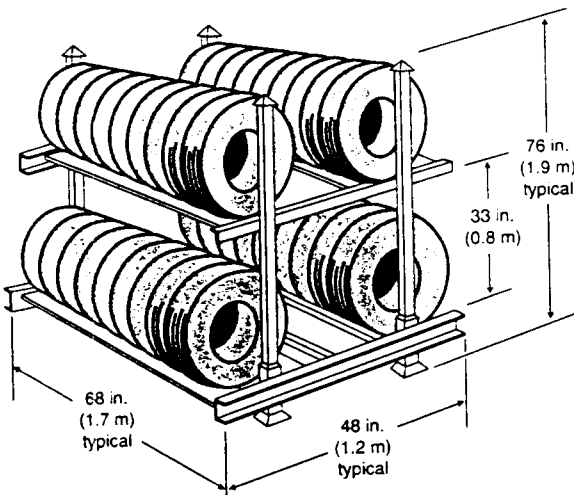
기 때문에 시공을 고려하면 실질적인 방법이며 또한 헤드도 종·횡으로 정연하게 배치될 수 있다. 또 소화 혹은 화세 제압을 고려한다면 연소물에 대응한 살수밀도(단위면적당, 단위시간당의 살수량 : $l/min/m^2$)가 필요하기 때문에 헤드 1개당의 방호면적도 규정하고 있다. 따라서, 시공이나 검사의 용이성을 고려하면 NFPA 기준 쪽이 실질적이다.

저장높이 25ft(7.6m)를 초과하는 랙크식 창고의 스프링클러 헤드 방수량은 30gpm(113.6 l/min) 이상으로 되어 있다(NFPA 231C, 7-6).

참고로 소방기술기준과 미국 FMS(Factory Mutual System)의 Loss Prevention Data에서 정하는 헤드의 방수량 등을 <표 2>에 나타내었다.

5. 맺는 말

랙크식 창고는 출화위험은 작지만 물품의 반입 전에 화원이 혼입되거나 Stock car crane의 빈번한 주행 이외에 전기설비나 보수작업 등도 있기 때문에 출화위험은 늘 있기 마련이다. 따라서, 랙크식 창고의 방재대책으로 다음과 같은 것을 고려할 수 있다.



팰릿식 이동랙 높임 저장의 예

(1) 수직방향을 구분하는 배리어(금속제가 좋음)를 6m 정도의 간격으로 설치하고, 배리어 아래에는 헤드를 설치(차단판은 불요)하되 가능한 한 페이스 헤드를 설치한다.

(2) 랙크식 창고 건물의 폭이 큰 경우는 Stock car crane의 주행방향에 평행하게 방화구획을 한다.

(3) 천정면 헤드와 랙크 내의 헤드는 별도의 제어밸브에 의해 제어한다.

랙크식 창고는 천정고가 높기 때문에 화재부분 이외의 광범위한 천정면 헤드가 작동할 가능성이 있기 때문에 펌프 토출량 이상의 다수의 헤드에서 살수하여 화재장소에서 소정의 수압을 얻을 수 없게 되어 소화하지 못할 우려가 있다. 이와같은 경우 화재의 상황에 따라서는 천정면 헤드용의 제어변을 달고 랙크내 헤드만을 유효하게 살수하는 것도 고려할 수 있기 때문에 천정면 헤드와 랙크 내의 헤드 제어변을 별개로 설치한다.

(4) 팰릿은 목재 또는 불연재의 것(접촉 등에 의해 불꽃 등이 발생하지 않는 것)으로 하고, 플라스틱제는 사용하지 않는다.

(5) 천정면에 자연환기가 되는 배연구를 설치한다. 화재시 연기에 의한 손해를 최소화하는 외에 화재부분 주변의 천정면 헤드가 다수 작동하는 것을 방지하기 위한 목적이다.

(6) 출입구를 랙크식 창고의 후방(제어장치 반대쪽)에도 설치하고, 양쪽 출입구 부근에 소화전을 설치하여 잔화처리 등에 사용한다. (㉞)

<參考文獻>

- (1) 랙크식 창고의 스프링클러 설비, 火災, Vol.46, No.3, 1996. 6
- (2) 방수형 헤드 등을 사용한 스프링클러설비, FP-ESC, 1996. 10
- (3) 랙크식 창고의 스프링클러설비, 안병국, 위험관리, 1994. 가을
- (4) National Fire Code, 231C, 1995년판