

# 스프링클러헤드에 대하여

백 장 선

한국소방검정공사 팀장  
(noh4723@kfi.or.kr)

## 1. 스프링클러헤드의 역사

스프링클러헤드는 1874년 헤드에 강한 스프링으로 물의 수압력을 견디도록 구성하고 스프링을 저온 용융금속인 두 개의 지지대에 연결하여 용융금속이 녹아 스프링이 작동되는 형태의 것과, 1875년도에 방수구에 못쇠를 부착하고 부착되는 부분을 납땜으로 연결하고 열에 의하여 납이 용융될 때 물이 방출되는 형태가 개발된 후 이것들이 개선되어 발전됨으로서 현대 스프링클러헤드의 시초가 되었다.

그 후 1878년도에는 방수되는 부분에 회전식 흡이 있는 터빈을 이용하여 방수구가 이물질로 막히지 않도록 한 것과 휴즈메탈의 용융온도가 71°C에서 녹을 수 있도록 한 것들이 개발되어 1900대 초부터 1950대까지 사용되었으며, 1924년도에는 감열체를 깨어지기 쉬운 유리벌브를 사용한 스프링클러헤드가 최초로 개발되었고 지속적인 발전을 거듭하여 오늘날에는 다양한 화재 유형에 따라 선택 가능한 스프링클러헤드가 개발되어 널리 사용되고 있다.

## 2. 스프링클러헤드의 구조 및 작동원리

스프링클러헤드는 화열을 감지(폐쇄형만)하여 방수하는 기능을 하는 것으로서 일정한 성능을 보유하고 있어야 한다. 설비방식, 형상, 온도 및 감도 등에 의하여 다양한 종류의 헤드가 생산되고 있으며 각각의 설비특성(사용환경)에 적합한 제품이 선택되어 사용되어야 한다.

## 2.1 스프링클러헤드의 형상 등

### 1) 스프링클러헤드의 형상

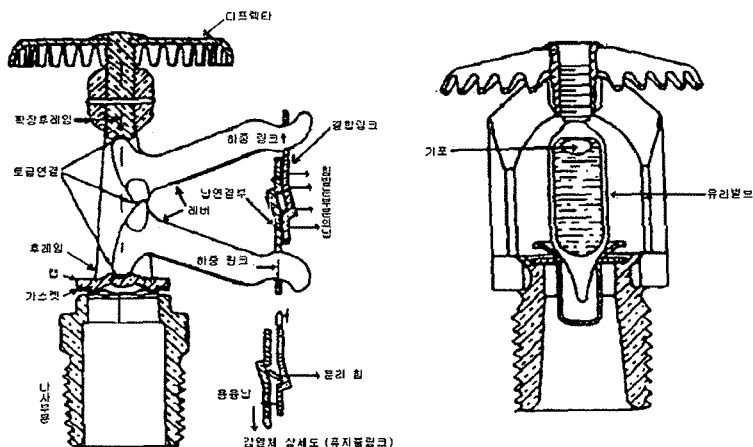
스프링클러헤드는 종별 및 형식에 따라 외관은 서로 상이하나 기본적인 구조는 거의 같다고 할 수 있다. ㉔ 감열체 부분에 있어서는 열에 의하여 작동을 할 수 있는 장치로 만든다(폐쇄형만). ㉕ 디플렉타는 방수되는 물이 규정된 방호반경내에 유효하게 살수되고, 소화에 유효한 물입자를 생성하도록 만들어 준다 ㉖ 방수구(오리피스)는 소정의 유량을 방출토록 하여 방수성능을 유지한다.

형상에 의한 분류	설치 방향에 의한 분류	구분	유효살수 반경의 종별	방수량	
프레임형	상향형	표준형	고감도형	R=2.6 m	80 L/min
	하향형		일만속도형*	R=2.3 m	80 L/min
	하향형	구형*	R=2.3 m	80 L/min	
매립형	하향형	소구획형	R=2.6 m	50 L/min	
측벽형	중향형	측벽형	좌우 1.8 m 전방 3.6 m	80 L/min	
		개방형	-	-	
		방수형	·	5 L/min - 10 L/min	

\*의 명칭은 본 자료에만 명시

### 2) 스프링클러헤드의 재질 등

스프링클러헤드의 구조는 부착 나사를 갖는 방수구(오리피스), 후레임, 디플렉타를 포함하는 본체부

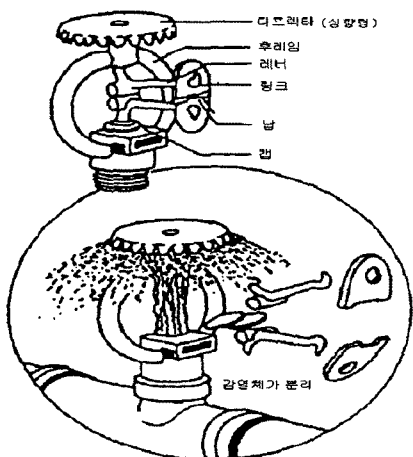


스프링클러헤드 구조

분과, 감열체 등의 분해부분(푸지메탈, 유리벌브)으로 구성되어 있으며, 부착나사 및 후레임(본체)은 KS D 6001(황동주물)과 KS D 6002(청동주물), 디프렉타는 KS D 5201(동 및 동합금판의 판 및 조)와 KS D 6002(청동주물)에 적합하거나 이와 동등 이상의 강도, 내식성 및 내열성이 있는 것이 사용되고 있다.

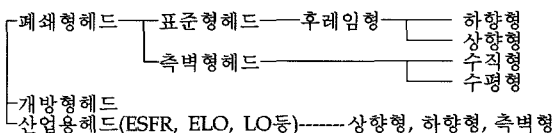
### 2.2 스프링클러헤드의 작동원리

스프링클러헤드가 소방대상물에 설치되어 화재가 발생되었을 때, 열기류가 스프링클러헤드의 감열체 부분을 용융시키면 링크구조물이 이탈되면서 오리피스가 개방되어 물이 방사되고 방출된 물은 디프렉타에 부딪혀 사방으로 살수된다.



스프링클러헤드의 작동 원리

### 2.3 스프링클러헤드의 종류



### 2.4 스프링클러헤드의 표시온도 및 최고주위온도 구분

#### 1) 스프링클러헤드의 작동온도와 주위온도

스프링클러헤드의 설치시 살수장애가 발생되지 않도록 하여야 하며, 설치장소의 주위온도에 따라 적합한 작동온도의 스프링클러헤드가 선정되어야 한다. 전자는 소화작업에 지장을 초래하는 원인으로서 육안 확인이 가능하여 비교적 용이하게 판단할 수 있으나, 후자는 장시간 경과 후 오작동에 의한 방수 사고가 발생할 수 있어 주의를 요한다. 원인은 감열체인 용융금속의 특성이 용융온도 이하로 있어도 높은 온도로 장시간 노출되면 크리프(creep) 현상을 일으키고 강도가 약해지는데 기인한다. 따라서 이 현상을 유발하지 않는 온도범위의 스프링클러헤드를 선정하기 위하여 아래 공식에 따라 스프링클러헤드의 최고주위온도를 산정한다.

$$T_a = 0.9T_m - 27.3(°C)$$

$T_a$  : 최고주위온도(°C)

$T_m$  : 표시온도(°C)

## 스프링클러헤드에 대하여

스프링클러헤드에 명시된 표시온도와 작동온도의 관계는 다음과 같다.

작동온도=표시온도±3% 이내

### 2) 표시온도의 구분(퓨지블링크형)

유리벌브형		퓨지블링크형	
표시온도(°C)	액체의 색별	표시온도(°C)	후레임의 색별
57	오렌지	77미만	없음
68	빨강	78~120	흰색
79	노랑	121~162	파랑
93	초록	163~203	빨강
141	파랑	204~259	초록
182	연한자주	260~319	오렌지
227 이상	검정	320 이상	검정

### 3) 부착장소의 최고주위온도

부착장소의 최고주위온도(°C)	사용되는 스프링클러헤드의 표시온도(°C)
39 미만	79 미만
39 이상 64 미만	79 이상 121 미만
64 이상 106 미만	121 이상 162 미만
106 이상	162 이상

## 3. 스프링클러헤드의 분류

스프링클러헤드는 헤드의 형태, 온도, 감도특성 등에 따라 다양한 종류로 분류되며 국내에서는 표준상·하향형(퓨지블링크형, 유리벌브형)이면서 표준반응형의 스프링클러헤드가 대부분 사용되고 있다.

### 3.1 설치장소 및 사용목적(FM, UL 분류기준)

#### 1) 표준형스프링클러헤드(Standard Sprinkler Head)

상향 또는 하향으로 설치되며 살수형태는 아래쪽으로 우산 모양이 되게 설계된 스프링클러헤드를 말

한다. 이 스프링클러헤드의 오리피스스는 일반적으로 Ø1/2" : 12.7 mm이고 방수량은 80 L/min이다. 이 스프링클러헤드는 1.2 m 아래의 방호면적(직경 4.8 m의 원)내 화재를 제어한다.

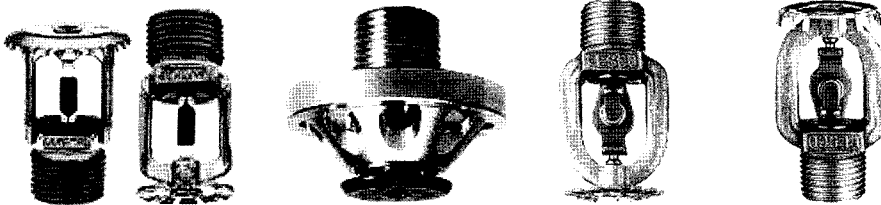
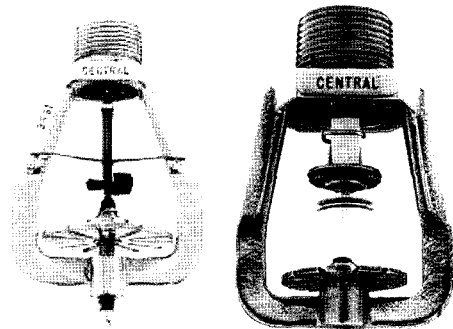
#### 2) 주거용스프링클러헤드

주거지역에 설치할 목적으로 제작한 스프링클러헤드로서 방수구(오리피스)가 닫혀 있다가 열반응 방출 메커니즘의 작동에 의해 자동적으로 열린다. 수원은 상수도를 이용하기 때문에 낮은 압력으로 화재를 진압할 수 있도록 살수면적과 방수량이 작도록 설계되어 있다.



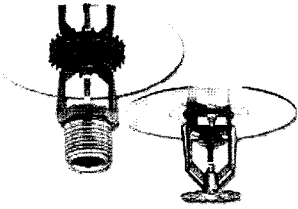
#### 3) 조기화재진압형 스프링클러헤드(ESFR)

일정한 규모(13.7 m 이하)의 랙크식 창고에서 화재가 발생할 경우 초기 진압에 적절하도록 조기반응형 감열체(RTI : 50 이하)를 사용하고 대수량(380~600 L/min)의 물을 살수하여 화재를 소화할 수 있도록 만든 스프링클러헤드를 말한다.



4) 인렉스프링클러헤드(In-Rack Sprinkler Head)

창고의 높이가 고층화되면서 적재물의 적재 높이도 점점 높아지는 추세이므로 기존의 스프링클러설비에 사용되는 헤드로서는 적재물의 심층부에서 발생한 화재를 진화하기가 곤란하다. 따라서 창고내에 선반과 선반 사이에 설치하여 화재의 효율적 진화를 기하기 위한 스프링클러헤드이다.

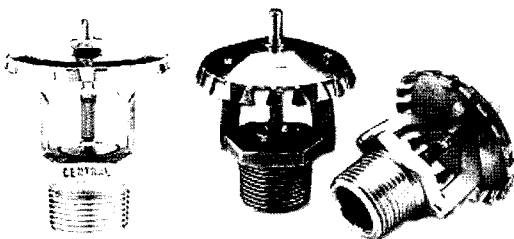


5) 개방형스프링클러헤드(Open Sprinkler Head)

감열체를 갖고 있지 않는 스프링클러헤드로서 방수구(오리피스)가 개방되어 있는 스프링클러헤드를 말한다.

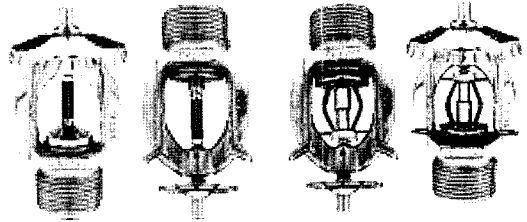
6) 라지드롭형스프링클러헤드(Large-Drop Sprinkler Head)

플라스틱 제품들이 저장된 고층의 래크식 창고에 설치되는 스프링클러헤드로서 화염의 전파속도가 빠르고 발열량이 커서 표준형스프링클러헤드로는 진화가 불가능한 경우에 사용되는 스프링클러헤드를 말한다.



7) ELO스프링클러헤드(ELO Sprinkler Head)

표준형스프링클러헤드를 사용하여야 할 장소의 수압이 표준형만큼 높지 않는 경우에 낮은 압력으로도 고압의 표준형 스프링클러헤드를 사용한 효과를 내기 위하여 사용하는 스프링클러헤드를 말한다.



3.2 감열체(감도특성)

1) 표준반응형스프링클러헤드(Standard Response Sprinkle Head)

일반 건축물(사무실등)에 사용되고 있는 헤드로서 감열체의 반응시간지수(RTI)가 80~350(m·s)<sup>1/2</sup> 범위이며, 전도열전달계수는 2.0(m·s)<sup>1/2</sup>를 초과하지 않는 스프링클러헤드를 말한다.

2) 조기반응형스프링클러헤드(QR : Quick Response Sprinkle Head)

주거 및 랙창고(13.7 m 이하)에 사용되는 스프링클러헤드로서 감열체의 반응시간지수(RTI)가 50(m·s)<sup>1/2</sup> 이하이며, 전도열전달계수가 1.0(m·s)<sup>1/2</sup> 이하인 스프링클러헤드를 말한다.

3) 특수반응형스프링클러헤드(Special Response Sprinkle Head)

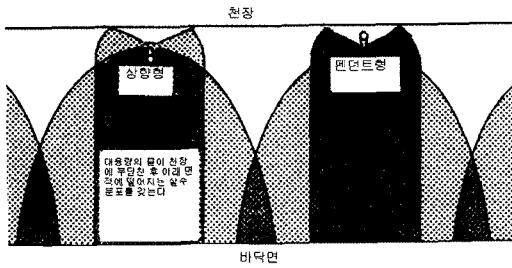
특수한 건축물에 특정 장소를 방호하기 위해 사용되는 스프링클러헤드로서 감열체의 반응시간지수(RTI)가 50~80(m·s)<sup>1/2</sup> 범위로 설치하는 스프링클러헤드를 말한다.

3.3 살수형태

1) 구형스프링클러헤드(Old Style SprinklerHead)

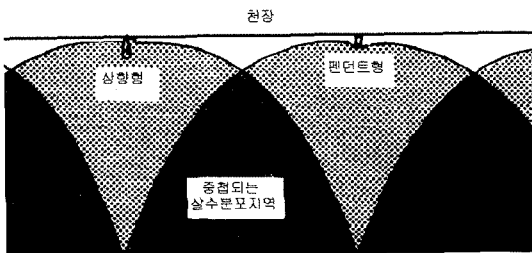
상향 또는 하향으로 천정에 설치되는 스프링클러헤드로서 방수량이 상향으로 40% 하향으로 60%가 방수되도록 되어 있다. 상향으로 설치되었을 때는 스프링클러헤드에서 3.05 m 아래에서 방호면적은 직경 3.05 m로 살수되며 방수량은 0.95 L/sec이다.

## 스프링클러헤드에 대하여



구형스프링클러헤드의 살수분포 형태

2) 하향형스프링클러헤드(Pendent Sprinkler Head)  
방수구(오리피스) 하부에 디플렉터가 위치하고, 방출된 물이 아래로 살수되도록 설치되는 스프링클러헤드를 말한다.



표준 상·하향형스프링클러헤드 살수분포 형태

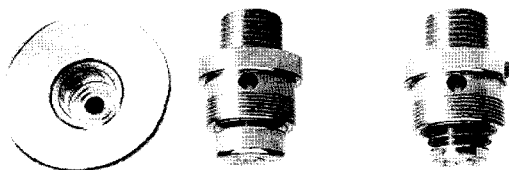
3) 상향형스프링클러헤드(Upright Sprinkler Head)  
방수구(오리피스) 위에 디플렉터가 위치하고 물이 오리피스를 통해 위로 살수되도록 설치되는 스프링클러헤드를 말한다.

4) 측벽형스프링클러헤드(Sidewall Sprinkler Head)  
벽이나 천장 가까이에 설치되는 스프링클러헤드로서 벽 안쪽 및 1/4원 모양으로 살수되는 스프링클러헤드를 말한다.

### 3.4 특수형태

1) 플러쉬천장형스프링클러헤드(Flush Ceiling Sprinkler Head)

헤드에 최소 돌출부분(감열체부분)만 천장 아래로



돌출되고 그 이외 부분은 천정 내부에 설치되는 스프링클러헤드를 말한다.

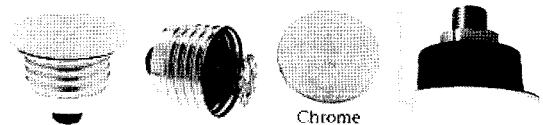
2) 리세스드스프링클러헤드(Recessed Sprinkler Head)

스프링클러헤드가 홀더 안에 설치되어 천장이나 벽안으로 들어갈 수 있도록 구성된 스프링클러헤드를 말한다.



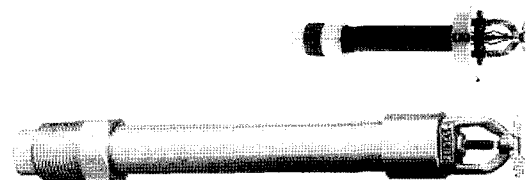
3) 컨실드천장형스프링클러헤드(Concealed Ceiling Sprinkler Head)

미관상의 목적으로 천장재와 플러시에 거의 맞게 설치되도록 덮개판(스프링클러헤드보호판)을 갖는 리세스드(recessed) 스프링클러헤드로서 화재가 발생되었을 때에는 열기류에 의하여 덮개판이 먼저 이탈된 후 스프링클러헤드의 감열체가 작동되는 스프링클러헤드를 말한다.



4) 건식스프링클러헤드(Dry Type Sprinkler Head)

설치장소가 영하로 내려갈 때 노출되는 배관 또는 스프링클러 시스템에 사용되는 스프링클러헤드로서, 스프링클러헤드에 부착된 배관 내에는 부동액, 대기압 또는 가압공기가 충전한 상태로 설치되며 사용된 스프링클러헤드의 형태는 상향형, 하향형, 측벽형, 플러시 등이 사용된다.

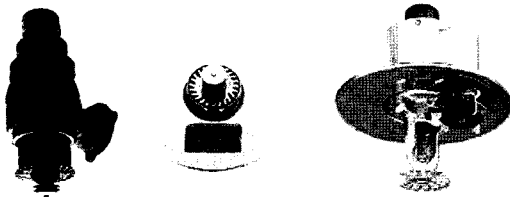


5) 코팅, 페인트 또는 도금된 스프링클러헤드(Coated, Painted or Plated Sprinkler Head)

방식 또는 방청(외장이 코팅, 페인트 또는 도금 처리) 처리된 스프링클러헤드를 말한다.

6) 유량제어형스프링클러헤드(FC: Flow Control Head)

특정온도 범위내에서 자동적으로 개폐됨으로써 유량을 제어(물 피해 방지)하는 스프링클러헤드를 말한다.



#### 4. 반응시간지수 (RTI : Response Time Index)

스프링클러헤드는 소방대상물의 천장에 설치되며, 화재에 의한 열기류가 천장으로 상승하여 감열체에 전달되어지면 작동되어 물을 방출시킴에 따라 화재를 진압(소화)하게 된다. 이 때 열기류가 감열체 부분을 실질적으로 작동시키는 신속도에 따라 그 스프링클러헤드의 성능을 판단할 수 있는 것으로서, 기류속도 및 온도 등의 일정조건하에서의 작동시간을 지수로 나타낸 것이다.

$$RTI = Tu^{1/2}$$

여기서

$$T = -t_0 / \ln[1 - (T_r / T_g)]$$

그리고

$t_0$ 는 스프링클러헤드 작동시간(초)

$T_r$ 는 스프링클러헤드의 평균작동온도(°C)에서 주위조건온도(°C)를 뺀 온도

$T_g$ 는 시험온도(°C)에서 주위공기온도(°C)를 뺀 온도

$u$ 는 시험 열기류의 속도(m/s)

[예] 스프링클러헤드 공칭온도가 68°C일 때 시험기 내의 온도가 135°C, 열기류 속도는 2.56 m/sec 이고 10개의 시료로 시험한 결과가 다음과 같은 결과를 얻었다.

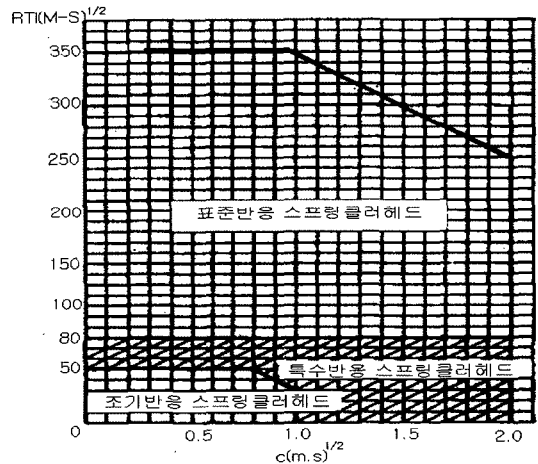
1. 작동측정시간(초) : 1-40, 2-41, 3-38, 4-39, 5-41, 6-42, 7-40, 8-39, 9-41. 10-40로 나타났을 때에 스프링클러헤드의 평균

∴ 작동시간(X) : 40초 즉  $t_0 = 40$ 초

2.  $t_r = (68 - 24) = 44^\circ\text{C}$ , 여기서 68°C는 작동온도의 평균치, 24°C는 시험실의 온도

3.  $t_g = (135 - 24) = 111^\circ\text{C}$ , 여기서 135°C는 시험기내의 온도, 24°C는 시험실의 온도

4.  $u = 2.56$  m/sec, 시험기내의 열기류 속도 위의 수치들을 위의 식에 대입하면 스프링클러헤드의 반응시간지수(RTI)가 계산된다.



스프링클러헤드의 반응지수시간 관계

#### 5. 방출계수(Discharge Coefficient) "K-factor"

스프링클러헤드의 오리피스 구경(지름) 및 구배에 따라 스프링클러헤드로부터 방출되는 유량이 변하게 된다(=방출구의 형상에 따른 저항계수). 따라서 시험을 통하여 헤드별 고유 방출계수를 산출하여 적용한다.

$$Q = K\sqrt{p}$$

여기서  $Q$  = 유량(l/min),  $p$  = 압력(kg/cm<sup>2</sup>)

## 스프링클러헤드에 대하여

[예] 스프링클러헤드를 시험장치(정류통)에 부착시킨 다음 유량을 스프링클러헤드로 방출하면서 규정 압력 0.47 kg/cm<sup>2</sup>, 0.68 kg/cm<sup>2</sup>, 1.02 kg/cm<sup>2</sup>, 1.36 kg/cm<sup>2</sup>, 1.7 kg/cm<sup>2</sup>, 2.04 kg/cm<sup>2</sup>, 2.38 kg/cm<sup>2</sup>, 2.72 kg/cm<sup>2</sup>, 3.06 kg/cm<sup>2</sup>, 3.4 kg/cm<sup>2</sup>, 4.08 kg/cm<sup>2</sup>, 4.76 kg/cm<sup>2</sup>, 5.44kg/cm<sup>2</sup>, 6.12 kg/cm<sup>2</sup>, 6.8 kg/cm<sup>2</sup>까지 압력을 올리면서 각각의 유량을 측정하고 다시 역순으로 6.8 kg/cm<sup>2</sup>에서 0.47 kg/cm<sup>2</sup>까지 압력을 낮추면서 유량을 측정하여 이를  $Q = K\sqrt{p}$  수리계산식에 의하여 “K” 값을 구하고 정하여진 스프링클러헤드 호칭에 따른 “K” 값의 범위내에 있는지를 확인한다.

### 6. 스프링클러헤드의 방수압력

스프링클러헤드의 방수압력은 검정규격상 일정 범위가 설정되어 있다. 즉 이 범위 외의 압력에 관해서는 성능보증이 되지 않고, 따라서 시스템도 이 범위로 제한하기 위해 다양한 방법이 실시되고 있다.

#### 1) 방수압력의 범위

스프링클러헤드방수압력 : 1.0~12.0 kg/cm<sup>2</sup>

#### 2) 방수압력의 제어

##### 가) 일차압력 조정밸브에 의한 방법

펌프 토출구 바로 뒤에서 바이패스(bypass)관을 분기하여, 여기에 1차압력 조정밸브를 설치하고 정격성능의 잉여분을 소화수조 등에 배수하는 시스템이다.

##### 나) 2차압력 조정밸브에 의한 방법

보통 수주관으로부터 분기하여 알람밸브에 도달하기까지의 배관에 조정밸브를 설치하여 적정압력을 유지하는 시스템으로 감압밸브의 고장을 고려하여 바이패스(bypass)관을 동시에 설치하는 것이 많다. 이 방법의 이점

은 각 층마다 다른 소요압력으로의 조정이 가능하다.

##### 다) 중계펌프에 의한 방법

건물의 높이를 적당한 범위로 분할하여 각각 범위 내에 소방펌프(가압송수장치)를 설치하며, 최하층의 펌프로부터 순차적으로 소요 토출량을 중계하여 양수하는 시스템이다.

##### 라) 펌프의 구역제에 의한 방법

건물의 높이를 적당한 범위로 분할하여 각 구역마다 전용 펌프를 동일층에 설치하는 방법이다. 이 방법에 의하면, 각 스프링클러헤드의 최대방수압력 이내로 펌프를 설정할 수 있다는 장점이 있다. 다만, 고층 구역용 펌프는 본체 및 부속기기가 고압이 되므로 배관을 포함한 모든 사용자재도 고압용으로 선정하여야 한다.

또한, 펌프대수가 많아지므로 펌프설치의 간격에 여유가 없어짐으로서 각 푸트밸브의 이격거리가 충분히 취해지지 않으면 흡입성능에 악영향을 초래하므로 충분한 배려가 필요하다.

##### 마) 수조의 구역제에 의한 방법

건물의 높이를 적당한 범위로 분할하여 각 구역 전용의 소화수조를 설치하고 낙차압력에 의해 급수를 하는 방법이다.



<저 자>

백 창 선

한국소방검정공사 팀장

noh4723@kfi.or.kr