

# NFPA 13 성능위주의 스프링클러설비 설계

장 영 환 (기술지원부 선임연구원)

## 1. 서론

미국 내에서 방재분야의 최고권위의 화재안전기준인 NFPA코드에는 여러 가지의 소방설비 설계 기준들이 있다. 이중 NFPA 13의 스프링클러설비 설치기준은 그 양의 방대함을 가진 것처럼 우리에게 많은 유용성을 주는 기준이 될 것으로 본다.

이번 호에서는 미국스프링클러협회(AFSA) 주관의 스프링클러설비 설계과정 연수를 통해 습득한 NFPA 13 내용중 스프링클러설비의 수리학적 성능위주 설계방법에 대해 간략한 언급과 함께 실례를 통한 설계방법의 소개하고자 한다.

## 2. 본론

먼저 우리나라 소방법과 마찬가지로 각 건물의 위험의 분류가 선행되어야 하는데 그 세부적인 위험분류는 NFPA 13에서는 크게 4가지 종류의 위험으로 분류하는데 각 위험용도에 따른 비교 및 설계방법 분류는 아래와 같다.

NFPA 13과 국내 소방법상의 위험용도 분류에 따른 설계방식

구분	위험용도 분류		유량설계방식
국내 소방법	용도에 따른 기준헤드수에 의한 분류 <sup>1)</sup>	10	배관스케줄방식
		20	
		30	
NFPA 13 규정	경 급	배관스케줄방식 또는 수리학적 계산방식	
	중 급		
	상 급	수리학적 계산방식	
	특수위험		

주<sup>1)</sup> 소방기술기준에 관한 규칙 제12조 참조

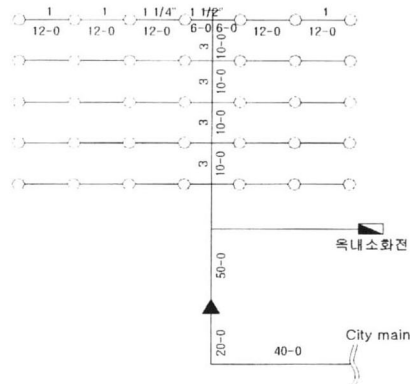
· NFPA 13의 배관스케줄방법 설계방법

용도 분류	최소필요압력	입상관 저부의 허용유량	지속시간(분)
경급 위험	15 psi	500~750 gpm	30~60
중급 위험	20 psi	850~1500 gpm	60~90

단, 배관스케줄방법은 465 m<sup>2</sup>(5,000 ft<sup>2</sup>)이하의 신설 또는 기존 스케줄설비의 추가나 수정시에만 허용

### ◎ NFPA 13의 수리학적 설계에

주어진 조건 : 방호설계면적이 1,500 ft<sup>2</sup>, Ordinary hazard group 2로 가정하고 헤드 설치는 [그림 1]과 같이 배치한다.



[그림 1] 설계면적의 헤드배치

1단계 : 설계면적에 따른 설계살수밀도를 결정 :  
 1,500 ft<sup>2</sup>에 Ordinary hazard group 2이므로 살수  
 밀도는 0.2 gpm/ft<sup>2</sup>이상

$\sqrt{\text{설계면적}} = 1.2\sqrt{1500} = 46.5 \text{ ft} \therefore 46.5 \div 12 \approx 3.88$  이므로 가지배관 폭방향으로 4개의 헤드 배치되  
 고 그 형상은 [그림 3]의 점선부분이 된다.

2단계 : 설계면적의 헤드개수 및 형상 결정

설계면적내 헤드 개수 = 설계면적/헤드1개당 방  
 호면적  $1,500 \text{ ft}^2 \div 120 \text{ ft}^2 \approx 12.5 = 13$ 개 또한  
 NFPA 13에서는 계산면적의 1/2승 값을 적어도 1.2배  
 한 크기로 가지배관과 평행한 폭을 갖는 직사각형을  
 규정하므로 가지배관의 헤드사이의 최소폭  $W = 1.2$

3단계 : ①번 헤드의 최소유량과 최저압력을 결정  
 한다.

최소유량  $Q = (0.2 \text{ gpm/ft}^2) \times (120 \text{ ft}) = 24 \text{ gpm}$   
 최저압력  $P$ 는  $Q=K\sqrt{P}$  식을 이용하여 계산하는데  $P$   
 의 최저압력은 7 psi 이상이어야 하므로 표(1)을 이  
 용하여 K factor를 결정한다.

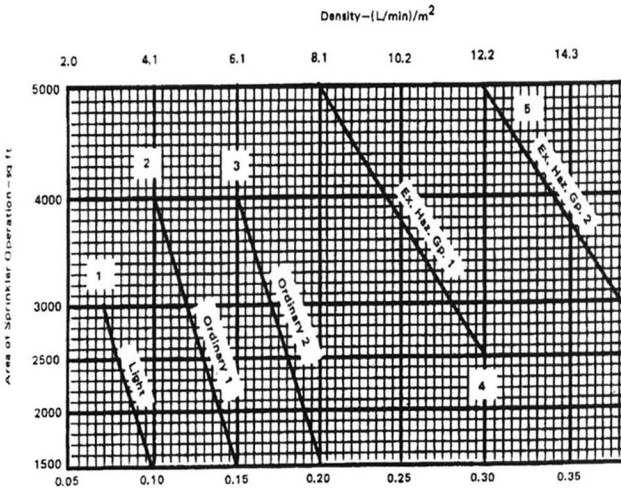
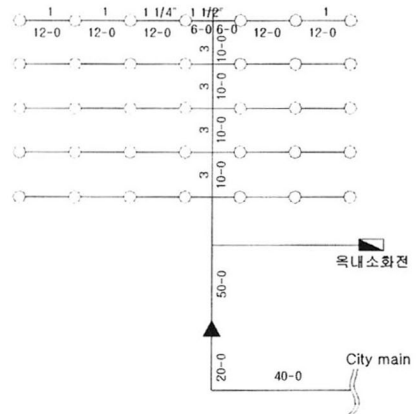
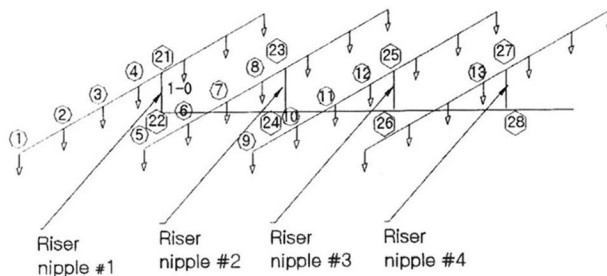


그림 2] 설계면적/살수밀도 선도



[그림 3] 설계면적내의 헤드 개수



[그림 4] 설계면적 헤드의 위치 및 표시

〈표 1〉스프링클러헤드 살수 특성

공칭 K계수 gpm/(psi) <sup>1/2</sup>	K계수 범위 gpm/(psi) <sup>1/2</sup>	K계수 범위 dm <sup>2</sup> /min/(kPa) <sup>1/2</sup>	k-5.6계수의 살수량(%)	접속 관경
1.4	1.3~1.5	1.9~2.2	25	1/2 in. NPT
1.9	1.8~2.0	2.6~2.9	33.3	1/2 in. NPT
2.8	2.6~2.9	3.8~4.2	50	1/2 in. NPT
4.2	4.0~4.4	5.9~6.4	75	1/2 in. NPT
5.6	5.3~5.8	7.6~8.4	100	1/2 in. NPT
8.0	7.4~8.2	10.7~11.8	140	3/4 in. NPT or 1/2 in. NPT
11.2	11.0~11.5	15.9~16.6	200	3/4 in. NPT or 1/2 in. NPT
14.0	13.5~14.5	19.5~20.9	250	3/4 in. NPT
16.8	16.0~17.6	23.1~25.4	300	3/4 in. NPT
19.6	18.6~20.6	27.2~30.1	350	1 in. NPT
22.4	21.3~23.5	31.1~34.3	400	1 in. NPT
25.2	23.9~26.5	34.9~38.7	450	1 in. NPT
28.0	26.6~29.4	38.9~43.0	500	1 in. NPT

K factor 5.6일 때 P=18.4 psi

K factor 8.0일 때 P=9 psi

K factor 9.0일 때 P=4.6 psi가 되므로 K factor값을 8.0으로 결정하고 아래 식들을 이용하여 〈표 2〉를 산출

1. 헤드방호면적 = 가지배관간 거리 × 가지배관상의 간격

$$A = L \times S$$

2. 방수량 = 헤드한개당 방호면적 × 설계면적 원거리헤드에 요구되는 살수밀도

$$Q = A \times \text{Density}$$

3. 단위피트당 배관마찰손실 : Hazen-Williams식

$$Pf = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}}$$

Q : 유량, C : 배관마찰손실계수, d : 배관내경

4. K factor =  $\frac{Q}{\sqrt{P}}$

〈표 2〉 수리학적 요구수량 계산

헤드 및 배관 위치	유량 (gpm)		배관 크기	배관 부속물	등가길이 (ft)	마찰손실 (psi/ft)	압력 표시 k = 8.0			$Q = 12' \times 10' \times 0.2 = 24$ $P_t = \left( \frac{24}{8.0} \right)^2$
	q	Q					Pt	Pe	Pf	
1	q		1.049		L 12-0	C=120	Pt	9	Pt	$q = 8.0\sqrt{11.16}$ $= 26.7$
	Q	24.0	1"		F 12-0		Pe		Pv	
	q		1.049		T 12-0	0.18	Pf	2.16	Pn	
	Q	26.73	1"		L 12-0		0.73	Pt	11.16	Pt
2	q	26.73	1.049		F 12-0	0.73		Pe		Pv
	Q	50.73	1"		T 12-0		0.51	Pf	8.76	Pn
3	q	35.7	1.38		L 12-0	0.51		Pt	19.92	Pt
	Q	86.43	1 1/4"		F 12-0		0.50	Pe		Pv
4	q	40.85	1.61		T 12-0	0.50		Pf	6.16	Pn
	Q	127.28	1 1/2"	티이	F 8-0		0.15	Pt	26.08	Pt
21	q		2.068		T 14-0	0.15		Pe		Pv
	Q	127.28	2"	티이	F 10-0		0.02	Pf	1.65	Pn
22	q		3.26		L 10-0	0.02		Pt	33.08	Pt
	Q	127.28	3"		F 10-0		0.02	Pe	-	Pv
	q				T 10-0			Pf	0.2	Pn
	Q	127.28			L		0.06	Pt	35.36	Pt
24	q	127.25	3.26		F	0.06		Pe		Pv
	Q	254.53	3"		T 10-0			Pf	0.6	Pn
	q				L			Pt	35.96	Pt
	Q				F		0.50	Pe		Pv
12	q	40.85	1.61		T	0.50		Pf		Pn
	Q	127.28	1 1/2"	티이	F 8-0		0.50	Pt	26.08	Pt
	q				T 14-0			Pe		Pv
	Q	254.53			L		0.13	Pf		Pn
26	q	132.7	3.26		F	0.13		Pt	33.08	Pt
	Q	387.23	3"		T 10-0			Pe		Pv
					L 10-0			Pf	4.3	Pn

해 외 연 수 보 고

헤드 및 배관 위치	유 량 (gpm)		배 관 크 기	배 관 부속물	등가길이 (ft)		마찰손실 (psi/ft)	압력 표시 k = 8.0			$Q = 12' \times 10' \times 0.2 = 24$ $P_t = \left( \frac{24}{8.0} \right)^2$
	q	Q			L			Pt		Pt	
	q				L			Pt	37.38	Pt	
	Q				F			Pe		Pv	
13	q	-	1.61	티이	L	6-0	0.09	Pt	9	Pt	
	Q	24.0			F	8-0		Pe		Pv	
			1 1/2"	T	14-0	Pf		1.26	Pn		
27	q	-	2.069	티이	L	1-0	0.01	Pt	10.26	Pt	
	Q	24.0			F	10-0		Pe	0.43	Pv	
			2"	T	11-0	Pf		0.11	Pn		
	q				L			Pt	10.8	Pt	$eqk = \frac{24.0}{\sqrt{10.8}}$ $= 7.3$
	Q	387.23			F			Pe		Pv	
28	q	44.6	3.26	티이	L	60-0	0.15	Pt	37.38	Pt	$q = 7.3 \sqrt{37.38}$ $= 44.6$
	Q	431.83			F	20.16		Pe		Pv	
			3"	T	80.16	Pf		12.02	Pn		
	q				L			Pt	49.40	Pt	
	Q	431.83			F			Pe		Pv	
옥 내 소화전	q	100	3.26		L	4.33	0.22	Pt	49.4	Pt	
	Q	531.83			F			Pe		Pv	
			3"	T	4.33	Pf		0.95	Pn		
	q		4.26	엘보,A/V	L	60-0		Pt	50.35	Pt	
	Q	531.83			F	32-0		Pe		Pv	
			4"	T	92-0	Pf		5.52	Pn		
	q				L			Pt	55.87	Pt	
	Q				F			Pe		Pv	
	q				L			Pt		Pt	
	Q				F			Pe		Pv	
				T		Pf			Pn		

### 3. 결론

지금까지 수리계산에 의해 스프링클러설비에 요구되는 유효수량의 계산에 대해서 최종 값을 알아보았다. 계산에 있어서 세부적인 설비의 관부속품(체크밸브, 게이트밸브 등)과 중복되는 계산은 생략하여 예제에서 산출한 최종값을 아래 [그림 5]에 나타내었다.

위 그림에서 보는 바와 같이 공급되는 시수배관의 수원 공급곡선상의 아래에 위치되어 있으므로 이 설

계는 비교적 양호한 설계라 할 수 있다.

끝으로 이번 연수에서는 NFPA 13에 의한 스프링클러설비 설계를 접하면서 무엇보다 중요하게 생각한 것은 방호대상물인 건축물의 상황에 맞게 예상작동 헤드의 개수나 적절한 급수가 이루어진다면 수리학적 계산에 의한 성능위주의 설계방법이 더욱 현장감 있지 않나 하는 생각을 해본다. **FILK**

[그림 5] 설계면적의 수리학적 계산표

