

제84회 소방기술사 문제 해설

권 순 택
오 형 식

[서울기술사학원]

문의 : 02-774-7480, www.seoulpe.com/sobang

제84회 소방기술사 문제 해설

[서울기술사학원]

❖ 핵심소방기술사 페이지 수는 제5차 개정판(2008.1.5) 기준 임 ❖

- 제1교시 -

[문제 1] 화재조기진압용 스프링클러헤드의 조기진압특성(열감도, 소요밀도, 실제침투밀도)과 본 소화설비의 교차배관의 위치·청소구, 가지배관의 헤드 설치기준에 대하여 각각 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 425 및 P. 400)

1. 개 요

- (1) 화재 초기에 빠른 응답의 감도특성과 보다 많은 양의 물이 강력한 화세를 뚫고 침투할 수 있도록 큰 물방울과 충분한 양의 물을 방사하여 화재를 조기에 진압할 수 있는 것으로 ESFR(Early Suppression Fast Response Sprinkler)라 한다.
- (2) 기존 일반 스프링클러와의 차이점
 - 1) 일반(표준) 스프링클러 : 연소확대의 억제 목적
 - 2) ESFR 스프링클러 : 화재의 조기진압 목적

2. 화재조기진압용 스프링클러헤드의 조기진압특성

- (1) 열감도
 - 1) 반응시간지수(RTI : Response Time Index) 로 나타낸다.
 - 2) 화재조기진압용 스프링클러헤드의 RTI : $28 \sqrt{m \cdot sec}$
- (2) 소요살수밀도
 - 1) 일정크기의 화재를 진화하는데 필요한 최소한의 살수량
 - 2) RDD(Required Delivered Density)로 나타낸다.
 - 3) RDD의 측정방법 : $RDD = \frac{\text{진화할 수 있는 최소한의 물의 양}}{\text{가연물 상단의 표면적}}$
- (3) 실제침투밀도
 - 1) 조기진화하기 위해서는 진화에 필요한 최소한의 물의 양보다 더 많은 양의 물을 방사하여 소화수가 화염의 뿌리에 침투되었을때의 분포밀도
 - 2) ADD(Actual Delivered Density)로 나타낸다.
 - 3) ADD의 측정방법 : $ADD = \frac{\text{물이 화염을 통과하여 가연물 표면까지 도달한 양}}{\text{가연물 상단의 표면적}}$
- (4) 상호관계성
 - 1) $ADD > RDD$ 가 되어야 화염에 대한 침투성이 좋아진다.
 - 2) RTI가 낮을수록 RDD는 낮아지나, ADD는 높아진다.

3. ESFR 스프링클러설비의 교차배관의 위치, 청소구, 가지배관의 헤드 설치기준

(1) 교차배관

- 1) 교차배관은 가지배관과 수평으로 설치하거나 또는 가지배관 밑에 설치
- 2) 그 구경은 수리계산에 의하되, 최소구경이 40mm 이상이 되도록 할 것

(2) 청소구

- 1) 교차배관 끝에 40mm 이상 크기의 개폐밸브를 설치
- 2) 호스접결이 가능한 나사식 또는 고정배수 배관식으로 할 것.

(3) 가지배관의 헤드 설치기준

- 1) 교차배관에서 분기되는 지점을 기점으로 한쪽 가지배관에 설치되는 헤드의 개수는 8개 이하로 할 것. 다만, 다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

가. 기존의 방호구역안에서 칸막이 등으로 구획하여 1개의 헤드를 증설하는 경우

나. 격자형 배관방식을 채택하는 때에는 펌프의 용량, 배관의 구경 등을 수리학적으로 계산결과 헤드의 방수압 및 방수량이 소화목적을 달성하는 데 충분하다고 인정되는 것

- 2) 하향식헤드를 설치하는 경우에는 헤드접속배관은 가지관 상부에서 분기할 것. 다만 먹는 물을 수원으로 하는 경우에는 가지관의 측면 또는 하부에서 분기할 수 있다.

[문제 2] 소화기의 밸브, 밸브부품 및 용기에 사용하는 합성수지의 성능을 평가하기 위하여 공기가열노화시험, 소화약제 노출시험, 내후성시험을 실시한다. 각 시험내용에 대하여 기술하시오.

1. 개 요

소화기의 밸브 · 밸브부품 및 용기에 사용하는 합성수지는 다음 각호의 시험을 하는 경우에 변형 또는 균열 등이 생기지 아니하여야 하며 노화시험 후 성능 및 기능에 이상이 생기지 아니하여야 한다.

2. 공기가열노화시험

100 ℃의 온도에서 180일 동안 가열 노화시킨다. 다만, 100 ℃의 온도에서 견디지 못하는 재료는 87 ℃의 온도에서 430일 동안 시험한다.

3. 소화약제의 노출시험소

소화약제와 접촉된 상태로 87 ℃의 온도에서 210일 동안 방치한다.

4. 내후성시험

카본아크릴을 사용하여 자외선에 17분간을 노출하고 물에 3분간 노출(크세논 아크를 사용하는 경우 자외선에 102분간을 노출하고 물에 18분간 노출)하는 것을 1사이클로 하여 720시간 동안 노화시킨다. “끝”

[문제 3] 소화기구(NFSC 101)의 소화능력단위를 산정하는 기준에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 711)

※ 핵심소방기술사 711,712쪽에서 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 4] 자동식스프링클러소화설비의 트립시간(Trip Time)과 트립시간에 미치는 요소에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 374)

※ 핵심소방기술사 374쪽에서 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 5] 특별피난계단의 건축법상 구조기준에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 225)

※ 핵심소방기술사 225쪽에 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 6] 비상콘센트설비 화재안전기준(NFSC 504)의 전원부와 외함사이의 절연저항 및 절연내력의 기준에 대하여 기술하시오

[화재안전기준 (NFSC504) 제4조 6항] 참조

[문제 7] 주울(Joule)열과 주울의 법칙에 대하여 기술하시오.

1. 주울(Joule) 개념

- (1) 주울이란 일과 에너지의 단위으로써 기호로는 J로 나타낸다.
- (2) 1J은 1뉴턴(N)의 힘을 작용하여 힘의 방향으로 물체를 1m 움직이는 동안에 하는 일의 양. 즉, $1J = 1N \cdot m$ 이며, 1W의 전력을 1초 동안에 소비하는 일의 양과 같다.
- (3) 또 열도 에너지의 하나이므로 1cal의 열은 4.18J의 일에 해당한다.

2. 주울(Joule)열 및 주울의 법칙

- (1) 저항이 큰 도선에 전류가 흐르면 그 저항으로 인해 열이 발생한다.
이 때 저항에 의해 발생한 열량을 줄열이라고 한다.
- (2) 저항 $R[\Omega]$ 의 전선에 전류 $I[A]$ 를 $t[초]$ 동안 흘릴 때 공급되는 전기에너지를 표시하는 것을 전력량이라 하며, 그 단위를 [J] 또는 [Wh]로 표시한다. 만일 $I[A]$ 의 전류가 흐른다면 매초 $I[C]$ 의 전하가 통과하게 되므로 $P = VI = RI^2[J/sec]$ 만큼의 일을 하게 된다.
- (3) 이것은 1[J] 또는 0.24[cal]의 열량에 해당하므로 이 일로 인하여 매초당 발생하는 열량은 $W = 0.24RI[cal/sec]$ 가 되며 t 초 동안에 발생하는 전 열량은 $W = RI^2t[J] = 0.24RI^2t[cal]$ 가 된다.
- (4) 이때 발생하는 열량을 Joule열(Joul heat)이라 하며, 이의 정량적 관계를 나타내는 식을 Joule의 법칙이라 한다. “끝”

[문제 8] Hazen-Williams 방정식으로 관로상의 압력손실을 계산할 경우에 다음 항목의

- 오차 범위(%)를 각각 계산하시오.
 1) C-Factor 15%의 오차 경우
 2) 배관직경 5%의 오차 경우

1. Hazen-Williams 방정식

$$P = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \times L$$

여기서, P : 마찰손실에 의한 손실압력[kgf/cm²]

C : 배관의 마찰손실계수(상수) d : 배관의 내경[mm]

Q : 유량[L/min] L : 배관의 길이[m]

2. C-Factor(마찰손실계수)에 $\pm 15\%$ 오차범위가 존재할 경우

- (1) +15% 증가 : 관의 마찰손실계수는 $C \times 1.15$ 이므로 $(C \times 1.15)^{1.85}$ 에 반비례하여 압력손실이 변동한다.

$$P = \frac{1}{1.15^{1.85}} = \frac{1}{1.295} = 0.772$$

- (2) -15% 감소 : 관의 마찰손실계수는 $(C \times 0.85)^{1.85}$ 에 반비례하여 압력손실이 변동.

$$P = \frac{1}{0.85^{1.85}} = \frac{1}{0.740} = 1.351$$

3. 배관직경(d)의 오차범위가 $\pm 5\%$ 존재할 경우

- (1) +5% 증가 : 배관직경의 함수는 $(d \times 1.05)^{4.87}$ 에 반비례하여 변동한다.

$$P = \frac{1}{1.05^{4.87}} = \frac{1}{1.268} = 0.789$$

- (2) -5% 감소 : 배관직경의 함수는 $((d \times 0.95)^{4.87})$ 에 반비례하여 변동한다.

$$P = \frac{1}{1.95^{4.87}} = \frac{1}{1.779} = 1.284$$

4. 결 론

- (1) C-Factor 15%의 오차 경우

C-Factor 변동	- 15% 감소시	C-Factor 기준	+ 15% 증가시
압력손실 변동	1.351	1	0.772

- (2) 배관직경 5%의 오차 경우

직경(d) 변동	- 5% 감소시	직경(d) 기준	+ 5% 증가시
압력손실 변동	1.284	1	0.789

[문제 9] 소화펌프시스템에서 기동용수압개폐장치를 이용한 기동 및 정지 압력을 설정하고자한다. 다음과 같은 조건일 때 각 펌프별로 기동 및 정지 설정압력을 NFPA 20에서 제시된 기준에 의거하여 결정하시오.

- 1) 펌프사양 : 용량(1000gpm), 정격압력(100psi), 체절압력(115psi)
 5) 흡입측압력 : 최소 50(psi), 최대 60(psi)
 단, 펌프는 충압펌프1대, 주펌프 2대(연차기동)설치 기준임

(핵심소방기술사 P. 394)

1. 개요

- (1) 소화펌프의 기동·정지 압력의 설정방법에 대하여 국내에서는 법규적 기준이나 정형화된 기준은 아직 없으나, 현재까지는 펌프의 정격압력에서 정지되도록 설정함으로써 헤드 1개 개방 등 시스템 최소유량이 흐를 경우에는 펌프의 기동·정지가 짧은 시간에 반복되는 Hunting 현상 발생 및 동력제어반의 Magnet 단자의 손상 등으로 정상운전이 불가능하게 된다.
- (2) 또한 배관내 상시압력이 너무 낮게 유지되므로 인해 펌프가 운전될때의 높은압력(체절압력)에 길들여져 있지 않아 배관시스템에 취약성을 안고 있었다.

2. NFPA 20에 의한 펌프의 기동·정지 압력설정

- (1) 충압펌프 정지점 : 주펌프 체절압력 + 최소급수정압(상수도 직결식인 경우의 급수압력) = $115 + 50 = 165 \text{ psi}$
- (2) 충압펌프 기동점 : 충압펌프 정지점 - $10 \text{ psi} = 165 - 10 = 155 \text{ psi}$
- (3) 주펌프 정지점 : 충압펌프 정지점과 동일(수동정지 원칙) = 165 psi : 주펌프가 2대 일 경우 연차기동이 아닌 2대가 동시에 기동되어야 정상적 성능이 될 수 있다.(NFPA 20. 2007 Edition에서 개정)
- (4) 주펌프 기동점 : 충압펌프 기동점 - $5 \text{ psi} = 155 - 5 = 150 \text{ psi}$

3. 주펌프 2대가 동시에 기동되어야 하는 이유

- (1) 다음 그림과 같이 주펌프 I 과 주펌프 II 사이에 기동압력의 차이를 주어 순차적으로 기동되게 할 경우, 주펌프 I 이 기동된 후 시스템 내의 압력이 주펌프 II의 기동압력까지 떨어지기 위해서는 헤드의 개방개수가 기준개수의 절반을 초과하여야 가능하며, 비로소 주펌프 II가 기동될 수 있다.
- (2) 주펌프 2대 중 1대만 기동된 상태에서 (펌프 1대당의 헤드기준개수 인 15개를 약간 초과한) 16개 ~ 17개 정도의 헤드가 개방 되었을 경우에는 다음 그림과 같이 8.0 kgf/cm^2 (펌프 정격압력)에서 5.0 kgf/cm^2 (주펌프 II 기동점)까지 내려가는데 긴 시간이 소요될 수 있다.

또, 헤드가 (약 20개 까지) 과다하게 개방되었을 경우 방사압력 저하 및 헤드 1개당의 수량이 저하되므로 인해 살수밀도가 감소되어 결국 화세제어를 실패할 수 있다.

<주펌프 2대(헤드기준개수 30개) 중 1대만 기동된 상태에서>

- ① 헤드 15개 개방 $\times 80 \text{ l/min/개} = 1200 \text{ l/min}$: 8.0 kgf/cm^2 (주펌프 정격압력)
 ② 헤드 20개 개방 $\times 60 \text{ l/min/개} = 1200 \text{ l/min}$: 5.0 kgf/cm^2 (주펌프 II의 기동점)

(살수밀도 저하 : 화세제어 실패)

- (3) 결론적으로 주펌프 2대를 병렬로 설치하였을 경우, 기동시 2대가 동시에 기동하도록 설치하여야 한다.

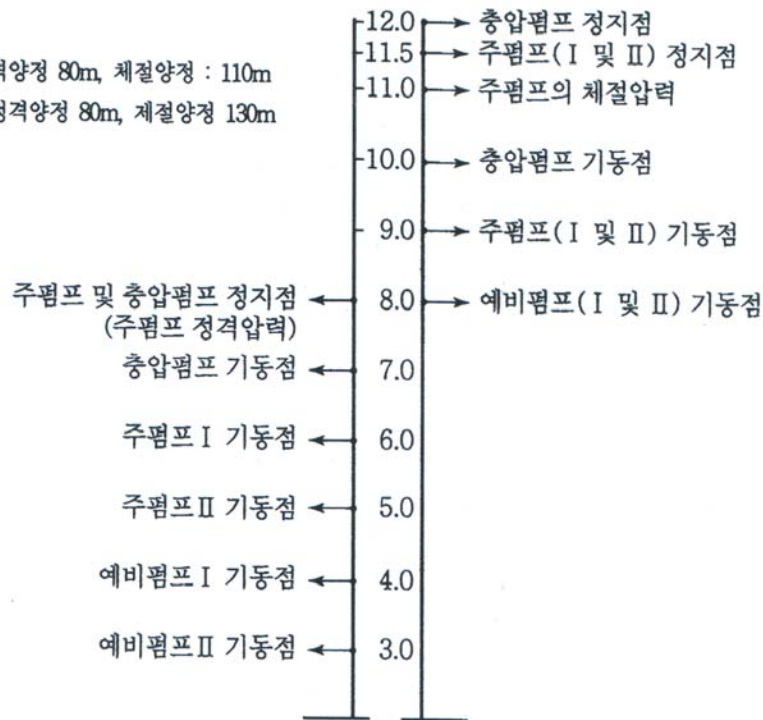
다만, 동시에 기동 할 경우 순간적으로 전기적인 기동부하가 과대하게 걸리므로, 타이머를 설치하여 펌프 2대간의 기동 시점에 5초 정도의 시간차를 두도록 한다.

[소화펌프의 운전압력 설정 예]

<조건>

주펌프 : 정격양정 80m, 체절양정 : 110m

충압펌프 : 정격양정 80m, 체절양정 130m



<현재까지의 운전압력 설정> <개선된 운전압력 설정>

4. 결 론

주펌프의 정지점을 체절압력보다 높게 설정할 경우 펌프가 기동된 후 자동으로 정지되지 않는다. 그러나 화재 상황이 아닌 상황에서 오동작으로 기동되었다면 관리자가 수동으로 정지할 때까지 계속해서 운전되기 때문에 화재상황이 아닌 경우에는 자동으로 정지가 가능하도록 구성할 필요가 있다. 이런 경우 위와같이 충압펌프의 정지점을 주펌프의 정지점보다 높은값으로 설정하면 해결된다.

충압펌프는 웨스코펌프의 특성상 압력상승이 가파른 형태의 운전특성을 가지고 있으므로 체절압력이 주펌프보다 현저하게 높기 때문에 이러한 설정이 가능하다. “끝”

[문제 10] 인화성액체의 증기 또는 가연성가스에 의한 화재폭발 위험장소를 국내 적용기준으로 구분하여 분류등급, 구분내용 및 대표적인 장소의 예를 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 125)

※ 핵심소방기술사 125쪽에 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 11] 가스계소화시스템의 소화약제 소요량 산출에 적용되는 선형상수의 정의 및 계산식에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 318)

1. 개 요

가스계소화시스템에서 선형상수란, 가스계에서 온도변화에 따른 비체적의 관계를 나타내는 것으로서 Avogadro 법칙 및 샤를의 법칙에서 가스계의 온도가 상승하면 비체적이 커지는 이론을 이용하여 산출한 K 값을 말한다.

2. 소화약제량 계산

$$\text{소화약제량[kg]} = \frac{V}{S} \left(\frac{C}{100 - C} \right)$$

여기서, V : 방호구역의 체적[m³]

C : 약제의 설계농도

S : 약제의 비체적[m³/kg]

3. 비체적

(1) 가스계소화약제의 비체적은 온도에 의존한다.

(2) 비체적: $S = K_1 + K_2 \cdot t$

여기서, K_1, K_2 : 선형상수, [예] 인너젠의 경우: $K_1 = 0.649$, $K_2 = 0.00237$

t : 온도

4. 선형상수

(1) Avogadro 법칙

모든 이상 기체는 0℃ 1atm에서 1gmol의 부피는 22.4 l이다.

(2) 샤를의 법칙

모든 이상기체는 온도가 1℃ 상승할 때마다 그 부피가 0℃일 때 부피의 $\frac{1}{273}$ 배씩 증가

(3) K_1 의 의미

0℃에서 그 기체(약제)의 비체적 : $K_1 = \frac{22.4\text{m}^3}{1\text{kg} \cdot \text{mol} \text{ 분자량}}$

(4) K_2 의 의미

임의의 온도 t [℃]에서의 비체적 : $K_2 = \frac{K_1}{273}$ “끝”

[문제 12] 소방시설에 사용하는 압력배관용 탄소강관의 스케줄번호(Schedule Number)에 대하여 기술하시오.

1. 스케줄번호(Schedule Number)의 개념

(1) 스케줄번호란 배관규격의 선정을 용이하게 하기 위하여 배관의 두께 등을 기초로 하여 스케줄번호를 산출하여 배관에 표시하는 수치를 말한다.

(2) 배관의 재질, 강도, 성질 및 관내 유체의 특성 등이 다양하므로 관의 두께를 한가지로만 통일시킨다는 것은 불가능하므로, 배관의 굵기와 종류에 따라 몇가지의 두께를 규정하여 놓고 그중에 가장 알맞은 것을 선택하여 사용하도록 하고 있다.

(3) 일반적으로 미국표준협회(ASA)에서 정한 Schedule Number 방식을 사용하며, 현재 스케줄번호 10 ~ 160까지 사용되고 있으며, 스케줄번호가 클수록 배관의 두께가 두껍게 된다.

2. 계산식

$$(1) \text{ Schedule Number} = 10 \times \frac{P}{\sigma}$$

$$(2) \text{ 배관의 두께[mm]} = \frac{Pd}{175\sigma} + 2.54$$

여기서, P : 관내 사용압력[kgf/cm²]

σ : 관의 허용응력[kgf/mm²] = 인장강도/안전율

d : 관의 외경[mm] “끝”

[문제 13] 공기기계를 송출압력에 따라 분류하고 건식스프링클러소화설비에 사용되는 공기 압축기(Air Compressor)의 설치목적에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 148)

1. 개 요

공기기계는 액체를 이용하는 펌프와 기본원리는 동일하나 다만, 공기기계의 내부를 흐르는 기체가 비압축성으로 되는 저압식과 압축성 기체로 되는 고압식으로 분류된다

2. 공기기계의 송출압력에 따른 분류

공기기계 정압의 한계에 따라 다음과 같이 분류하고 있다.

(1) Fan : 0 ~ 0.1 kgf/cm² (1,000mmAq)

(2) Blower : 0.1 ~ 1 kgf/cm² (1,000 ~ 10,000mmAq)

(3) Compressor : 1 kgf/cm² (10mAq) 이상

3. 건식스프링클러소화설비에 사용되는 공기압축기(Air Compressor)의 설치 목적

(1) 건식스프링클러설비에는 클래퍼 2차측 시스템 관내를 상시 일정압력으로 가압하여야 한다.

(2) 그 이유는 클래퍼 1차측의 높은 수압에 대응하여 2차측에도 일정한 압력으로 가압상태를 유지하여야 평상시 클래퍼의 개방을 방지할 수 있기 때문이다.

(3) 이렇게 클래퍼 2차측을 가압하기 위하여 공기압축기를 설치하여 압축공기를 공급하거나, 또는 질소가스를 공급하여 가압할수도 있다. “끝”

- 제2교시 -

[문제 1] 문화집회시설에 설치된 방염물품의 성능에 대하여 최근 많은 문제점이 제기됨에 따라 앞으로 관련제품의 적용이 강화될 것으로 예상된다. 소방관계법에서 언급되는 방염대상물품의 종류와 방염성능기준에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 229)

※ 핵심소방기술사 229쪽에 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 2] 건축물의 화재예방을 위하여 건축관계법에 규정된 내장재의 건축용도별 적용규모 및 부위별 방화재료의 적용기준에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 257)

1. 개 요

- (1) 방화재료라 함은 건축재료 중 불연성의 것 또는 잘 타지 아니하는 성질의 것으로 구성된 재료를 말하며, 방화성능의 등급에 따라 불연재료·준불연재료·난연재료로 구분한다.
- (2) 국내 건축물 내부마감재료에 대하여는 건설교통부 고시(제2006-476호 : 2006.11.8)로 과거 KS F 2271에 의한 시험(기재·표면·부가 시험)대신 KS F ISO 1182(불연성 시험), KS F ISO 5660-1(열방출률 시험) 및 KS F 2271 중 가스유해성 시험을 중심으로 난연성능기준을 재정립하여 시행하게 되었으며 건축용도별 적용규모 및 부위별 방화재료의 적용기준은 다음과 같다.

2. 건축용도별 적용규모 및 부위별 방화재료의 적용기준

	용도	당해 용도의 거실 바닥면적	마감재료(벽 및 반자)	
			거실	복도·통로 계단
1	문화 및 집회시설, 위락·종교·판매·운수시설	200㎡(내화구조 또는 불연재료일 경우 400㎡) 이상	불연재료 준불연재료 난연재료	불연재료 준불연재료
2	숙박(여관, 여인숙은 제외)·의료·아동·노인복지시설, 공동주택, 다중주택, 다가구주택, 학원, 독서실, 오피스텔	3층 이상 층의 거실합계 200㎡(내화구조 또는 불연재료일 경우 400㎡) 이상		
3	위험물저장 및 처리시설(자가난방, 자가발전용도 포함)	모두 적용		
4	공장(단, 1층 이하이고 연면적 1,000㎡ 미만으로서 건교부령이 정하는 요건을 모두 갖춘 경우에는 제외)			
5	5층 이상의 건축물	5층 이상 층의 거실 바닥면적 합계 500㎡ 이상		
6	1호~4호 용도의 거실을 지하층에 설치할 경우	모두 적용	불연재료 준불연재료	
7	－ 예식장, 초등학교, 수련시설, 여관, 여인숙 － 제2종 근린생활시설 중 공연장, 당구장 － 소방법령에 의한 다중이용업소	모두 적용	불연재료 준불연재료	

[비고]

1. 예외 : 제1호~제5호의 건축물에서 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 거실의 바닥면적(단, 자동식소화설비가 설치된 부분은 제외) 200m² 이내마다 방화구획된 것은 제외한다.
2. 계단이 건축법령에 의한 피난계단 또는 특별피난계단일 경우에는 벽, 반자, 바닥 모두 불연

재료로 하여야 한다.

3. 결 론

국내에서는 방화재료의 적용기준을 단순히 건축물의 용도 및 규모를 기준으로 적용하고 있는데, 선진 외국에서는 이를 보다 방재공학적으로 접근하여 건축물의 화재성상을 고려한 적용기준을 사용하고 있는바, 국내에서도 앞으로 방화재료의 건축물 적용기준 뿐만 아니라 방화재료의 화재안전성평가 방법도 국제기준으로의 전환을 지향하여야 하겠다. “끝”

[문제 3] 철골구조 건축물의 주요구조부에 대한 내화피복과 구조안전성의 관계를 기술하시오.
(핵심소방기술사 P. 250 ~ 252)

1. 개 요

(1) 주요구조부의 정의

건축물에서 구조적 하중을 지탱하고 또 화재시 일정시간 이상의 내화강도를 유지할 수 있는 내력을 가진 건축물의 주된 구성요소로서 건축법 제2조 6호에서 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 주계단, 2)내력벽, 3)기둥, 4)바닥, 5)보, 6)지붕틀

(2) 내화피복의 정의

내화피복이란 주요구조부의 철골 등이 가열될 때 화염의 직접적인 접촉을 차단하여 철골이 변태점 온도에 도달하는 시간을 지연시키기 위하여 단열성이 우수한 피막을 입히는 것을 말한다.

2. 철골구조 건축물의 주요구조부에 대한 내화피복과 구조안전성의 관계

(1) 철골구조 건축물에서 구조용 강재의 용점은 약 1,500℃이나 538℃ 정도에서 응력이 50%로 저하되고, 800℃ 이상이면 응력이 0이 되므로, 화재시 건물 구조체의 붕괴 위험을 방지하기 위하여 필수적으로 내화피복을 하는 것이다.

(2) KS F 2257 및 UL, ASTM의 강재허용온도기준

1) 평균 : 538℃

2) 최고온도 : 649℃

(3) 구조용 강재의 내화피복을 통한 구조안전성 확보

1) 건축물의 철골조의 표면에 단열성이 우수한 내화피복재로 피복을 하므로써 화재시 철골의 허용온도 이상 상승을 지연시키고 및 구조적 강도 저하 방지

2) 위험물시설의 중요 구조물, 장치 등의 Support 등을 내화피복하므로써 화재시 고열로 인한 철골조 등의 구조적 강도 저하의 방지

3. 내화피복의 공법

(1) 습식공법

1) 현장타설공법

철골 주위에 거푸집을 설치하고 콘크리트를 현장에서 타설하는 공법

2) 미장공법

Metal Lath, Rib Lath 등으로 바름바탕을 만들고 그 위에 모르타르나 플라스터를 바르는 공법

3) 뿔칠공법

내화재료(암면, 모르타르, 펄라이트, 시멘트 등)를 직접 철골면에 압축공기로 뿔칠하는 공법

4) 도장공법

내화용 도료를 강재에 칠하는 공법

(2) 건식공법

1) 붙임공법

철강재에 내화용 성형판을 내열성 접착제 등으로 붙이는 공법

2) 멤브레인 공법

바닥이나 철골보에 직접 내화피복하지 아니하고 바닥 아래 천장의 반자에서 내화피복성을 가지도록 암면흡음판 사용

3) 조적공법

석재, 벽돌, 콘크리트블록 등을 사용하여 강재를 둘러싸서 내화피복하는 공법

(3) 특수공법

1) 수냉강관기둥 내화공법

2) 간접내화피복공법(대공간 단면피복공법)

3) 내화강(F.R강) 사용공법

3. 결 론

(1) 국내 내화구조기준에서는 화재성상에 따른 내화시간의 개념이 적용되지 않고 있다. 즉, 현행 국내 건축법규상의 내화구조기준 및 내화피복기준에는 화재성상에 관계없이 단순히 구조별·재료별·층별로 내화기준을 정하고 있을 뿐이다.

(2) 대책(개선안)

국내에서도 선진 외국과 같이 건축물의 화재성상에 따른 성능위주의 내화설계에 대한 연구가 촉진되고, 내화구조기준 및 내화피복기준에 대하여 화재성상을 고려한 기준으로 재정비가 필요한 시점이라 하겠다. “끝”

[문제 4] 자동화재탐지설비 화재안전기준(NFSC 203)의 수신기, 중계기, 발신기, 음향장치 등의 설치기준에 대하여 기술하시오.

[화재안전기준 NFSC 203 제5·6·8·9조] 참조

[문제 5] 100kg의 프로판(LPG)이 누출 인화되어 증기운 폭발(BLEVE)이 발생하였다. 그 후속 효과에 관련된 아래 항목을 다음의 계산식을 선별적으로 사용하여 계산하십시오. (단, 프로판의 적용 기체밀도는 일정온도에서 1.67kg/m³ 임)

$$W_{tnt} = E/4200\text{kg}, \quad D_{\max} = 5.25m^{0.314}, \quad E = a\Delta H_{cmf}$$

$$q_{\max} = 828m^{0.771} / R^2, \quad p_m / p_o = (M_o T_b) / (M_b T_o)$$

$$Z_p = 12.73 V a^{1/3}$$

- 1) Fire Boll 의 최대직경(m)은?
- 2) Fire Boll 중심의 수직높이(m)는?
- 3) Fire Boll 중심지면으로부터 수평거리 100m 지점에서의 최대 Heat Flux(kW/m²)는? (핵심소방기술사 P. 115)

1. 개요

Fire Ball의 생성에는 두 가지 형태가 있다.

1) BLEVE에 의한 생성

- ① BLEVE에 의하여 가연성 액체 및 기체 혼합물이 대량으로 분출될 때
- ② 가연범위의 조성조건에서 점화원을 만나면 착화하여 Fire Ball 형성

2) UVCE(가연성 액화가스) 누설에 의하여 발생

- ① 용기·배관 등에서 가연성가스가 대기중에 누설
- ② 지면으로부터의 입열에 의해 기화확산
- ③ 이때 가연범위 내의 조성조건에서 점화원을 만나면 착화하여 Fire Ball 형성

2. Fire Ball의 계산

(1) Fire Boll 의 최대직경 : $D_{\max}$ [m]

$$\begin{aligned} D_{\max} &= 5.25 W^{0.314} \quad \text{여기서, } W : \text{연료의 질량[kg]} \\ &= 5.25 \times 100^{0.314} \\ &= \underline{22.29 \text{ [m]}} \end{aligned}$$

(2) Fire Boll 중심의 수직높이 : H [m]

$$\begin{aligned} Z_p[\text{m}] &= 12.73 V^{1/3} \quad \text{여기서, } V : \text{연료증기의 부피[m³]} \\ &= 12.73 \times (100/1.67)^{1/3} \\ &= \underline{49.80 \text{ [m]}} \end{aligned}$$

(3) Fire Boll 중심지면으로부터 수평거리 100m 지점에서의 최대 Heat Flux[kW/m²]

$$Q_{\max}[\text{kW/m}^2] = 828 \times \frac{W^{0.771}}{R^2} = \frac{100^{0.771}}{111.7^2} = 2.31 \text{ [kW/m}^2]$$

$$\text{여기서, } R = \sqrt{Z_p^2 + L^2} = \sqrt{49.8^2 + 100^2} = 111.7[\text{m}]$$

R : Fire Boll 중심으로부터 ~ 해당 지점까지의 수평거리[m]

Z_p : Fire Boll 중심의 수직높이[m]

L : Fire Boll 중심 지면으로부터 ~ 해당 지점까지의 수평거리[m] = 100m “끝”

[문제 6] 건축물 내부(Enclosure)의 기체누설 정도를 판단하기 위해 도어 팬 테스트(DoorFan Test)를 실시한다. 가스계소화시설에 적용되는 본 시험에 대한 다음의 항목에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 463)

- 1) 실시목적
- 2) 총 누출면적(Total Leakage Area)
- 3) 하강경계층(Descending Interface)
- 4) 최소높이(Minimum Height)
- 5) 유지시간(Retention Time)

1. 개 요

Door Fan Test란 가스계소화설비의 성능시험에서 직접적인 약제방출 없이 출입문에 설치한 Door Fan으로 가압 및 감압을 실시하고, 전산프로그램을 이용하여 실내·외의 정압차, 공기의 유량, 누설량, 설계농도 유지시간 등을 산출하여 소화설비의 성능을 판단하는 간접적인 성능시험기법이다.

2. 실시 목적

- (1) 방호구역 내의 누설면적 산출
- (2) 누설 개구부의 위치 발견
- (3) 설계농도 유지시간 산출
- (4) 가산 소화약제량 산출
- (5) 압력배출구의 필요 여부 판단 및 배출구 면적 결정
- (6) 소화설비의 적합성 평가

3. 총 누출면적(A_T) (출처 : NFPA 12A, C-2.6.3)

$$A_T = 0.61 \times \frac{Ad + Ap}{2} \quad \text{여기서, } Ad : \text{가압시의 누설면적}[m^2]$$

Ap : 감압시의 누설면적 $[m^2]$

$$Ad = \frac{1.271 Q_c}{\frac{P_m}{\sqrt{P_m}} - \frac{P_{st}}{\sqrt{P_{st}}}}$$

0.61 : 도어팬 장치에 이용되는 방출계수

Q_c : 도어팬의 수정유량 $[m^3/sec]$

$$Ap = \frac{1.271 Q_c}{\frac{-P_m}{\sqrt{-P_m}} - \frac{-P_{st}}{\sqrt{-P_{st}}}}$$

Q_u : 도어팬의 미 수정유량 $[m^3/sec]$

P_m : 도어팬 게이지에서 측정한 압력 $[Pa]$

P_{st} : 도어팬 시험시 정압 $[Pa]$

$$Q_c = Q_u \left[\frac{T_L + 273}{T_F + 273} \right]^{0.5}$$

T_L : 실의 누설지점을 통해 이동하는 공기의 온도 $[^\circ C]$

T_F : 도어팬을 통해 이동하는 공기의 온도 $[^\circ C]$

여기서, 수정유량이란 도어팬 시험을 하는 동안, 도어팬을 통해 불어주는 공기의 온도와 누설지점을 넘나드는 공기의 온도차가 $10[^\circ C]$ 를 초과하면, 공기의 흐름온도를 수정한다. (이때 공기의 밀도는 $1.202 \text{ kg}/m^3$ 으로 본다)

4. 하강경계층(Descending Interface)

- (1) 소화약제는 공기비중이 높으므로 방호구역내에서 방사된 후 설계농도유지시간 동안에 상부에는 [공기층], 하부에는 [공기+ 소화약제]의 경계층을 형성한다.
- (2) 시간이 지날수록 하부층에서 [공기+ 소화약제]가 누설되므로 이 경계층이 점점 아래로 내려온다. 이 때 하강하는 높이가 Clear Layer에 도달되기 전까지 설계농도가 유지되어야 한다.

5. 최소높이(Minimum Height)

- (1) 설계농도유지시간 동안 하강하는 경계층에 의해 영향을 받지 않는 바닥으로부터의 최소 높이(H)를 말한다.
- (2) 계산식

$$H[m] = \frac{F}{C} h \quad \text{여기서, } h : \text{최대 소화약제 방호높이}[m]$$

C : 소화약제의 실제농도[%]
F : 법규적(Code)적 최저소화약제농도[%]

6. 유지시간(Retention Time)

- (1) 가스계 소화약제가 방호구역에 방사되어 설계농도에 도달하여 완전히 소화되고 재발화하지 않도록 하기 위해서는 그 설계농도를 일정시간 유지하여야 한다. 이때의 필요시간을 Soaking Time이라 한다.
- (2) 소화약제 Soaking Time의 적용[예]

구분		NFPA	IRI	설계농도
CO ₂	표면화재	1분	3분	34%
	심부화재	20분	20~30분	
할론	표면화재	10분	10분	5%
	심부화재	10분	30분	
청정소화약제	표면화재	10분	10분	-

(3) 설계농도유지시간의 계산식

$$T[\text{Sec}] = 2A \left[\frac{\sqrt{C_3 H + C_4} - \sqrt{C_3 + C_4}}{C_3 F A_T} \right]$$

$$C_3 = \frac{2g(\gamma_m - \gamma_a)}{\gamma_m + \gamma_a \left(\frac{F}{1-F} \right)^2} \quad C_4 = \frac{2P}{\gamma_m}$$

여기서, A : 방호구역의 바닥면적[m²]

g : 중력가속도(9.8m/sec²)

P : 약제방출시의 정압[Pa]

H : 방호구역의 높이[m]

γ_m : 소화약제 / 공기 혼합기체의 비중량[kg/m³]

γ_a : 공기비중량(1.202 kg/m³)

F : 전체 누출면적에 대한 하부 누출면적의 비율

A_T : 총 누출면적[m²]

7. 결 론

Door Fan Test는 가스계소화설비의 성능시험에서 직접적인 약제방출 없이 방호구역 내의 누설면적 산출, 설계농도 유지시간 산출, 압력배출구의 필요 여부 판단 및 배출구 면적 결정 및 소화설비의 적합성 평가 등 여러 가지 효과적이고도 경제적인 성능평가를 할 수 있으나, 국내에서는 아직 활성화가 되지 못하고 있는 실정이다. 앞으로 국내에서도 성능위주설계의 본격적인 시행과 함께 Door Fan Test도 더욱 연구 검토하여 제대로 정착시켜야 하겠다.

- 제3교시 -

[문제 1] 위험물의 착화위험성 시험방법과 판정기준에 대하여 기술하시오.

[답]

1. 개요

착화의 위험성의 시험방법은 작은 불꽃 착화시험에 의하며 그 방법은 다음 각 호에 의한다.

2. 위험물의 착화위험성 시험방법

- (1) 시험 장소는 온도 20℃, 습도 50%, 기압 1기압, 무풍의 장소로 할 것
- (2) 두께 10mm 이상의 무기질의 단열판 위에 시험물품(건조용 실리카겔을 넣은 테시케이터 속에 온도 20℃로 24시간 이상 보존되어 있는 것) 3cm³ 정도를 둘 것. 이 경우 시험물품이 분말상 또는 입자상이면 무기질의 단열판 위에 반구상(半球狀)으로 둔다.
- (3) 액화석유가스의 불꽃[선단이 봉상(棒狀)인 착화기구의 확산염으로서 화염의 길이가 당해 착화기구의 구멍을 위로 향한 상태로 70mm가 되도록 조절한 것]을 시험물품에 10초간 접촉(화염과 시험물품의 접촉면적은 2cm²로 하고 접촉각도는 30°로 한다) 시킬 것
- (4) 제2호 및 제3호의 조작을 10회 이상 반복하여 화염을 시험물품에 접촉할 때부터 시험물품이 착화할 때까지의 시간을 측정하고, 시험물품이 1회 이상 연소(불꽃 없이 연소하는 상태를 포함한다)를 계속하는지 여부를 관찰할 것

3. 판정기준

제1항의 방법에 의한 시험결과 불꽃을 시험물품에 접촉하고 있는 동안에 시험물품이 모두 연소하는 경우, 불꽃을 격리시킨 후 10초 이내에 연소물품의 모두가 연소한 경우 또는 불꽃을 격리시킨 후 10초 이상 계속하여 시험물품이 연소한 경우에는 가연성고체에 해당하는 것으로 한다. “끝”

[문제 2] 방호대상공간의 바닥면적이 1,000m²인 내부공간에 둘레가 5m인 가연물을 연소시켜 30초 후에 연기 층이 바닥으로부터 2m 높이까지 하강하였다. 이 연기 층

이 더 이상 하강하지 않도록 유지하기 위하여 필요한 분당 연기배출량(m^3/min)은?(단, 방호대상공간의 천장높이는 4m이고, 불의 둘레(화원의 둘레)는 가연물 둘레와 동일하며 Hinkley공식을 사용, 기타 조건은 무시)

[답]

1. 연기의 발생량을 $Q(\text{m}^3/\text{min})$ 라 하면

$Q = AV [\text{m}^3/\text{s}]$ A : 바닥면적(m^2) V : 연기가 차 내려가는 속도(m/s)

$$V = \frac{H-y}{t} [\text{m/s}]$$

$$\therefore Q = A \frac{(H-y)}{t} \times 60 \text{-----} \textcircled{1}$$

$$\text{Hinkley 관계식 } t = \frac{20A}{P_f \sqrt{g}} \left(\frac{1}{\sqrt{y}} - \frac{1}{\sqrt{H}} \right) \text{-----} \textcircled{2}$$

여기서,

P_f : 불의 둘레(m)

g : 중력가속도(9.8m/s^2)

H : 천장높이(m)

y : 청결층(m)

식②를 식①에 대입하면,

$$Q = \frac{A(H-y) \times 60}{\frac{20A}{P_f \sqrt{g}} \left[\frac{1}{\sqrt{y}} - \frac{1}{\sqrt{H}} \right]} = \frac{1,000 \times (4-2) \times 60}{\frac{20 \times 1,000}{5 \sqrt{9.8}} \left[\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{4}} \right]} = 453.46$$

2. 분당 연기배출량(m^3/min)

$$Q = 453.46 (\text{m}^3/\text{min}) \quad \text{“끝”}$$

[문제 3] 폐쇄형스프링클러시스템을 설계할 때 국내 화재안전기준(NFSC)과 국제적으로 가장 많이 적용되는 NFPA 13(Standard for the Installation of Sprinkler System, 2007 Edition)의 설계기준이 부분적으로 상이하다. 다음 항목별로 개념적 차이점을 비교하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 418)

- 1) 스프링클러설비의 살수밀도(Sprinkler Area Density)
- 2) 헤드설치 간격(Head Installation Spacing)
- 3) 최대 방호면적(System Protection Area Limitations)
- 4) 급수최소요구시간(Water Demand Requirements)

[답]

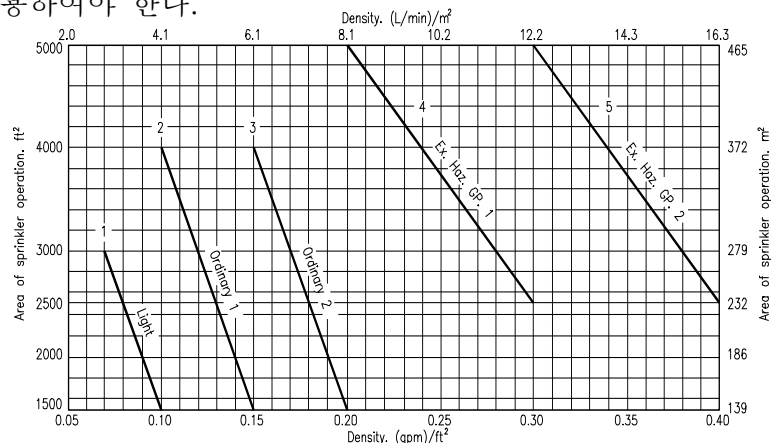
1. 스프링클러설비의 살수밀도(Sprinkler Area Density)

(1) NFPA 13

1) 작동면적/살수밀도 곡선

① NFPA 13에서는 위험용도그룹별 스프링클러 설계 시 적용하여야할 방수밀도와 스프링클러작동면적곡선을 제공하고 있다.

- ② 면적/밀도곡선에서 Y축은 작동면적을 나타내고, X축은 방수밀도를 나타내고 있다.
- ③ Y축의 작동면적은 X축의 방수밀도에 대하여 스프링클러가 화세를 제어할 것으로 예상되는 최대면적을 뜻하며, 헤드의 예상 최대 개방 개수는 작동면적내의 스프링클러헤드의 개수가 된다. 동일한 방수밀도일 때 작동면적을 넓게 설정할 수록 보다 보수적인설계가 된다.
- ④ 같은 위험용도그룹에서도 방수밀도의 증감에 따라 작동면적도 증감하게 된다. 방수밀도를 낮게 설정하였을 경우에는 작동면적을 넓게 설정하도록 하여 연소 확대제어 가능면적을 보다 넓게 설정한다.
- ⑤ 방수밀도와 스프링클러작동면적곡선은 설계기준을 제시하기위해 일반화시킨 것으로, 습식스프링클러와 표준반응형 스프링클러헤드에 한하여 적용한다는 가정이 존재한다. 따라서 일반적이지 않은 특별한 상태나 형태에 대해서는 보정계수를 적용하여야 한다.



작동면적/살수밀도 곡선 (NFPA 13)

2) 설계면적 및 방수밀도 결정

- ① 그래프 상 어느 점을 선택할지는 경험과 기술력을 바탕으로 설계자가 결정
- ② 설계 방수구역의 면적을 작게 하고 설계 방수밀도를 높이는 것이 보수적
- ③ 중급 I의 곡선 상에서 가장 작은 설계 방수구역의 면적은 139(m^2)
- ④ 중급 I의 곡선 상에서 방수밀도가 가장 높은 점은 $6.1(l/min \cdot m^2)$
- ⑤ 설계 방수구역(작동)면적이 크면 방수밀도는 작아짐

3) 방호대상물 위험용도분류(Occupancies Classification)

구분	가연물량	가연성정도	열방출율	적재높이	인화성·가연성액체, 분진유류	용도
경급	적다	작다	낮다			교회, 클럽, 교육시설, 병원, 박물관, 사무실, 주거, 무대제외한 극장
중급	I	중간	중간	보통		자동차주차장/전시실, 제과점, 세탁소, 레스토랑, 전자제품공장
	II	중간이상	중간이상	2.4m이하		일반공장(기계, 화학, 타이어, 목재등), 우체국, 무대 등
상급	I	매우많다	매우크다	높다	없거나 존재하지 않음	항공기격납고, 사출, 합판제조, 고무제생, 염색등
	II	매우많다 (광범위하게은폐)	매우크다	높다	중간이상저장	아스팔트합침, 인화성액체분무도장, 조립주택(가연성내장재), 플라스틱공정, 솔벤트세척 등

(2) 국내 화재안전기준(NFSC 103)

1) 작동면적/살수밀도

- ① 국내의 스프링클러설치기준은 NFPA 13에서의 설계방식과는 많이 달라 방수밀도나 작동면적의 내용에 대한 언급은 없다.
- ② NFSC에서는 헤드 하나의 방수량을 80 *lpm* 이상으로 일률적으로 정해놓았기 때문에, 헤드의 배치간격이 곧 방수밀도를 규정하게 되는 것이다. 배치간격이 좁으면 방수밀도가 높을 것이고 넓으면 방수밀도가 작아질 것이다.
- ③ 즉, 수평거리에 대한 기준은 헤드간의 배치간격을 규정하기 때문에 방수밀도와 같은 개념으로 볼 수 있다.

2) 소방대상물별 스프링클러 헤드 기준개수

스프링클러설비 설치장소			기준개수
지하층을 제외한 층수가 10층 이하인 소방대상물	공장 또는 창고(랙크식 창고를 포함한다)	특수가연물을 저장·취급하는 것	30
		그 밖의 것	20
	근린생활시설·판매시설 및 영업시설 또는 복합건축물	수퍼마켓·도매시장·소매시장 또는 복합건축물(슈퍼마켓·도매시장·소매시장이 설치되는 복합건축물을 말한다)	30
		그 밖의 것	20
	그 밖의 것	헤드의 부착높이가 8m 이상인 것	20
		헤드의 부착높이가 8m 미만인 것	10
아파트			10
지하층을 제외한 층수가 11층 이상인 소방대상물(아파트를 제외한다)·지하가 또는 지하역사			30
비고 : 하나의 소방대상물이 2 이상의 “스프링클러헤드의 기준개수” 란에 해당하는 때에는 기준개수가 많은 난을 기준으로 한다. 다만, 각 기준개수에 해당하는 수원을 별도로 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.			

3) 헤드의 배치

① 정사각형의 배치

$$\therefore \text{헤드의 간격}(S) = 2 \times R \times \cos 45^\circ$$

여기서, R : 헤드의 살수 유효수평거리

② 헤드의 수평거리

소방대상물	수평거리(R)
무대부·특수가연물 저장·취급	1.7m 이하
일반구조(비내화구조)	2.1m 이하
내화구조	2.3m 이하
랙크식창고	2.5m 이하
아파트	3.2m 이하

③ 방수밀도 계산(예) : 내화구조 15F 건물, 사무실용도

-살수반경 : 2.3m

-헤드기준개수 : 30EA

-방수면적 : $10.58\text{m}^2/\text{EA}(2 \times 2.3 \times \cos 45^\circ \times 2 = 10.58)$

-방수밀도 : $7.56\text{ lpm}/\text{m}^2(80 \div 10.58 = 7.56)$

-총 방수량 : 2,400 *lpm*

2. 헤드설치 간격(Head Installation Spacing)

(1) NFPA 13

구분	Construction Type	System Type	Protection Area	Spacing (maximum)
Light hazard	비가연성, 방해물 있고 없음 가연성, 방해물 없음	Pipe schedule	18.6m ²	4.6m
	비가연성, 방해물 있거나 없음 가연성, 방해물 없음	Hydraulically calculated	20.9m ²	
	가연성, 방해물 있음	All	15.6m ²	
	중심에서 0.9m이하인 가연성 부재를 가진 구조물		12.1m ²	
Ordinary hazard	All	All	12.1m ²	4.6m
Extra hazard	All	Pipe schedule	8.4m ²	3.7m
		Hydraulically calculated with density ≥ 0.25	9.3m ²	3.7m
		Hydraulically calculated with density < 0.25	12.1m ²	4.6m

주) SSU-SSP : Standard Spray Upright/Standard Spray Pendent

(2) 국내 화재안전기준(NFSC 103)

- 1) 수평거리를 근거로 정방형으로 헤드를 배치하였을 때 포용면적과 배치거리, 방수밀도는 아래의 표와 같이 나타낼 수 있다.
- 2) 국내스프링클러헤드의 수평거리에 따른 포용면적, 배치거리 및 방수밀도

수평거리(m)	헤드간의 거리(m)	헤드1개의 포용면적(m ²)	방수밀도(1pm/m ²)
1.7	2.4	$2 \times 1.7 \times \cos 45 = 5.76$	$80 / 5.76 = 13.89$
2.3	3.25	$2 \times 2.3 \times \cos 45 = 10.56$	$80 / 10.56 = 7.58$
2.5	3.5	$2 \times 2.5 \times \cos 45 = 12.25$	$80 / 12.25 = 6.53$
3.2	4.5	$2 \times 3.2 \times \cos 45 = 20.25$	$80 / 20.25 = 3.95$

3. 최대 방호면적(System Protection Area Limitations)

(1) NFPA 13

Light hazard	Ordinary hazard	Extra hazard		Storage*
		Pipe schedule	Hydraulically calculated	
52,000 <i>ft</i> ² (4,831 m ²)	52,000 <i>ft</i> ² (4,831 m ²)	25,000 <i>ft</i> ² (2,323 m ²)	40,000 <i>ft</i> ² (3,716 m ²)	40,000 <i>ft</i> ² (3,716 m ²)

주) * 높이가 3.7m를 초과하는 선반저장, 랙저장 등 높게 적재된 창고 및 NFPA 표준에 의해 범위 지정된 창고

1. 중층에 의해 점유된 바닥면적은 제외

(2) 국내 화재안전기준(NFSC 103)

1) 폐쇄형스프링클러 헤드

- ① 하나의 방호구역의 바닥면적은 3,000 m²를 초과하지 않을 것
- ② 하나의 방호구역은 2개층에 미치지 않을 것. 단, 1개층 헤드가 10개 이하인 경우 3개층 이내로 할 수 있다.

2) 개방형스프링클러 헤드

- ① 하나의 방수구역은 2개층에 미치지 않을 것
- ② 하나의 방수구역을 담당하는 헤드의 개수는 50개 이하로 할 것, 단, 2개이상의 방수구역으로 나눌 경우 하나의 방수구역을 담당하는 헤드의 개수는 25개 이상으로 할 것.

4. 급수최소요구시간(Water Demand Requirements)

(1) NFPA 13

1) Pipe schedule

- ① 경급위험용도 : 30~60분
- ② 일반위험용도 : 60~90분

2) Hydraulically calculated

- ① 특급위험용도 : 소화전소요수량 + 90~120분

- (2) 국내 화재안전기준(NFSC 103) : 소방대상물별 스프링클러헤드 기준개수에 일률적으로 80 *lpm* × 20분 이상

5. 결론

- (1) 국내기준은 소방대상물의 가연물의 양, 가연성 정도, 열방출율, 적재높이, 화재가 확산 등 위험정도에 따른 변수를 고려하지 않고 건물의 층수와 관련성만을 반영하므로 실제화재시 위험도가 높은 장소의 경우에는 소화효과를 기대할 수 없는 결과가 발생할 수 있다.

- (2) NFPA기준은 소방대상물의 가연물의 양, 가연성 정도, 열방출율, 적재높이, 인화성 가연성액체 등의 존재여부에 따라 경급, 중급 I·II, 상급 I·II로 구분하고, 면적·밀도그래프에서 방수밀도를 결정하는 공학적이고 합리적인 기준이라 할 수 있다.

“끝”

[문제 4] 정전기 발생에 영향을 주는 요인과 발생형태 및 방지대책에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 119)

[답]

1. 개요

- (1) 정전기란 전하의 공간적 이동이 적어 이 전류에 의한 자계효과가 전계효과에 비해 무시할 정도로 아주 적은 전기를 말한다.
- (2) 비전도성 물질의 유동, 화학섬유 등의 마찰로 정전기가 생성 축적되었다가 방전 시 착화원으로 작용 화재나 폭발의 원인이 된다.

2. 정전기 발생에 영향을 주는 요인

(1) 물체의 특성

일반적으로 접촉, 분리하는 2개의 물체가 대전서열 중에서 가까운 위치에 있으면 작고, 떨어져 있으면 크다.

(2) 물체의 표면상태

1) 표면 거칠기가 정전기 발생에 영향을 줌

2) 표면이 수분, 기름 등에 오염되어 있거나 부식된 경우 정전기 발생에 영향을 줌

3) 물체의 이력

일반적으로 처음 접촉, 분리가 일어날 때 제일 크고, 반복될수록 작아진다

(4) 접촉면적 및 접촉압력

접촉면적 및 압력이 클수록 정전기 발생도 커짐

(5) 분리속도

분리속도가 크면 전하분리에 주어지는 에너지가 커지기 때문에 정전기 발생도 커짐

3. 정전기 발생형태

(1) 마찰대전 : 물체가 마찰할 때

(2) 유동대전 : 액체가 파이프내로 흐를 때

(3) 분출대전 : 액체, 기체, 분체의 분출 시

(4) 박리대전 : 접촉되어 있는 피복을 벗길 때

(5) 충돌대전 : 분체류가 입자 충돌할 때

(6) 유도대전 : 대전체부근에 절연된 도체가 있을 때

(7) 비말대전 : 공기중에 분출한 액체가 비산될 때

(8) 적하대전 : 고체표면에 액적이 물방울이 되어 떨어질 때

4. 방지대책

(1) 도체의 대전방지대책

1) 정전기의 생성억제

① Tank Blending시 : Blanketing을 한 CRT에서 실시

② Splash Filling 방지 : 입고배관 주입구를 바닥까지 내린다

2) 정전기의 축적방지

① Bonding : 두 대전체 사이의 전위차를 없애는 것($10^3 \Omega$)

② Grounding : 대전체의 전하 자체를 없애는 것($10^6 \Omega$)

3) Spark Gap의 존재 통제

부유물질, 돌출부, Surge Baffle을 없앤다

4) 정전기 소멸시간(Relaxation Time)

유동이 정지하여 정전기 방전이 발생치 않을 정도까지 정치

5) 인화범위 내의 가스농도 형성의 제한

① 불활성화

② 환기

③ 용기밀봉

④ 교체충전(Switch Loading)의 통제 : (전항차 고증기압→후항차 저증기압 제품)

(2) 부도체의 대전방지대책

1) 가습

- ① 일반적으로 상대습도 60~70% 이상이 되면 정전기 방지
- ② 물의 분무, 가습기, 증발법

2) 대전방지제 사용

- ① 부도체의 도전성을 향상시켜 대전을 방지
- ② 섬유나 수지의 표면에 흡습성과 이온성을 부여, 도전성 증가
- ③ 제전제 : 일반적으로 계면활성제 사용

3) 제전기 사용

- ① 대전되어 있는 정전기를 안전하게 제거하는 것
- ② 대전된 전하를 완전히 중화시키는 것이 아니고 재해가 발생하지 않을 정도까지 중화 시키는 것
- ③ 전압인가식, 자기방전식, 방사선식 제전기

(3) 인체의 대전방지대책

1) 대전방지 정전화 착용

- ① 대전방지용 안전화는 구두바닥의 저항을 $10^8 \sim 10^{15}$ 유지
- ② 정전기 발생과 대전방지 효과

2) 대전방지 정전작업복

- ① 제전복은 폭발위험분위기의 발생우려가 있는 작업장의 작업복 대전에 의한 착화방지
- ② 일반화학섬유 중간에 일정간격으로 도전성 섬유를 넣은 것

3) 손목 인체접지대(Wrist Strap)

- ① 앉아서 작업 시 유효, 손목에 가요성 밴드를 차고 그 밴드는 도선을 이용하여 접지선에 연결, 인체접지
- ② 이 접지대에는 $1 [M\Omega]$ 정도의 저항을 직렬로 삽입

4) 방폭공구 사용

- ① 공구류는 베릴륨 합금제, 고무, 나무 또는 가죽제품

5. 결론

- (1) 생산환경의 정비 : 폭발성분위기 생성방지, 생산환경의 크린화, 정전기 차폐
- (2) 도체와의 접지 : 정전용량 10PF 이상물체와 접지, 접지저항 $10^3 \Omega$ 이하로 접지, 이동 대전물체의 접지기준 확립
- (3) 인체의 대전방지 : 도전성 바닥과 접지, 대전방지 작업복·신발 착용, 탈의 금지
- (4) 절연물의 대전방지 : 제전기, 대전방지제 사용, 환경의 다습화
- (5) 가동조건의 설비 : 설비의 대형화 회피, 가동조건의 고속화·급변화 회피 “끝”

[문제 5] 특정소방대상물의 용도분류상 복합건축물의 정의와 건축법상의 부속용도에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P.836 및 건축법시행령 제2조①항14)

[문제 6] 이온화식 감지기와 광전식 감지기에 관련된 아래 항목에 대하여 기술하시오.

- 1) 작동원리
 - 2) 연기색상에 의한 감지능력
 - 3) 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)에 의하여 감지기별(이온화식 스포트형, 광전식분리형)설치장소(환경상태별로 적응장소 구분)
- (핵심소방기술사 P. 500, 501)

[답]

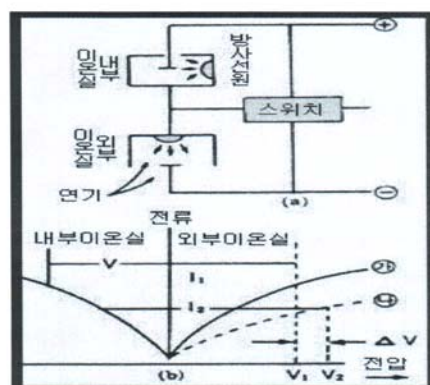
1. 개요

- (1) 이온화식 연기감지기는 이온실의 공기를 이온화 시켜 미량의 감시전류를 흘리고, 화재시 연기미립자에 의한 이온저항의 변화를 검출하여 화재신호를 송출하는 감지기이다.
- (2) 광전식 분리형감지기는 송광부에서 상시 수광부로 적외선 빛을 보내고, 화재시 연기가 이 광도의 축을 방해하게 되는데 이때의 수광부 광량의 감소가 일정량 초과시 화재신호를 송출하는 감지기이다.

2. 작동원리

(1) 이온화식 연기감지기

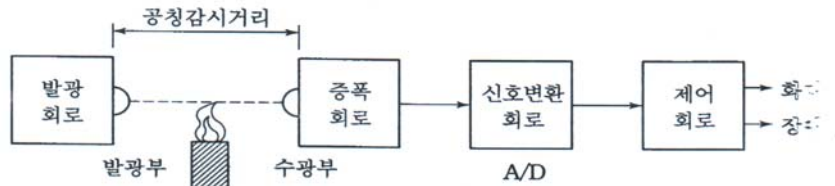
- 1) 내부 이온실에 Am^{241} (1.5 μ curie)의 방사능물질 설치, 내부 이온실과 외부 이온실은 전압이 평형을 이루어 공기가 이온화되어 이온 감시전류($50\mu A$)가 흐른다.
- 2) 화재로 외부 이온실에 연기가 유입되면 연기미립자가 이온을 흡착 전기저항이 증가
- 3) 전기저항 증가로 인하여 이온전류가 I_1 에서 I_2 로 감소
- 4) 이온실의 전압 및 전류특성은 ㉠에서 ㉡로 변화
- 5) ㉠에서 ㉡로 변화한 정도의 외부 이온실 전압이 ΔV 만큼 상승(감도전압)
- 6) 이 감도전압 ΔV 값을 증폭하여 설정치를 초과하면 화재신호 전송



(전압·전류 특성곡선)

(2) 광전식 분리형감지기

- 1) 구조
- 2) 작동원리
 - ① 스포트형 : 산란광식-수광량증가에 따라 화재신호출력



② 분리형 : 감광식-수광량감소에 따라 화재신호출력

3) 동작 Mechanism

- ① 송광부에서 수광부로 항상 적외선 Pulse를 조사
- ② 송광부와 수광부 사이의 공간에 연기가 유입되면
- ③ 수광부의 수광량 감소에 따른 전기적 변화를 검출하며
- ④ 이 때 수광량 감소가 일정량을 초과하면 화재신호를 전송한다

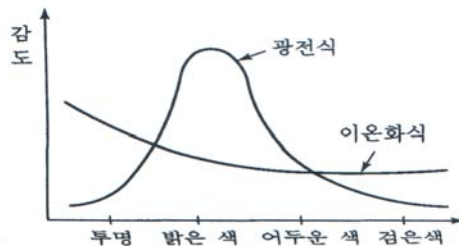
3. 연기색상에 의한 감지능력

(1) 이온화식

1) 연기색상과 무관 : 이온에 연기입자가 흡착되는 것에 관계되므로

(2) 광전식

2) 밝은회색 : 밝은 색일수록 빛을 많이 반사 함



4. 감지기별 설치장소 [NFSC 203 별표2]

(1) 이온화식스포츠형감지기(감지회로는 축적기능을 가질 것)

- 1) 취침시설로 사용하는 장소 : 호텔객실, 여관, 수면실 등
- 2) 연기기외의 미분이 떠다니는 장소 : 복도, 통로 등 있는 곳

(2) 광전식분리형감지기

- 1) 흡연에 의해 연기가 체류하며 환기가 되지 않는 장소 : 회의실, 응접실, 휴게실, 노래연습실, 오락실, 다방, 음식점, 대합실, 카바레 등의 객실, 집회장, 연회장 등
- 2) 취침시설로 사용하는 장소 : 호텔객실, 여관, 수면실 등
- 3) 연기기외의 미분이 떠다니는 장소 : 복도, 통로 등
- 4) 바람의 영향을 받기 쉬운 장소 : 로비, 교회, 관람장, 옥탑의 기계실
- 5) 연기가 멀리 이동해서 감지기에 도달하는 장소 : 계단, 경사로
- 6) 훈소화재의 우려가 있는 장소 : 전화기기실, 통신기기실, 전산실, 기계제어실
- 7) 넓은 공간으로 천장이 높아 열 및 연기가 확산하는 장소 : 체육관, 항공기 격납고, 높은 천장의 공장·창고, 관람석 상부 등 감지기 부착높이가 8m이상인 장소

5. 결론

- (1) 이온화식연기감지기는 환경이 깨끗하고 비가시성 연기가 발생할 수 있는 알콜저장소, 취침시설, 복도·통로 등에 적용하면 매우 유용하다.

- (2) 광전식분리형감지기는 비화재보 우려가 적고, 감도를 가변시킬 수 있어 설치장소의 환경에 맞는 S/N비(신호대 잡음비)를 유지할 수 있으며, 특히 높은 천장 건물의 아트리움, 돔 경기장, 박물관, 공장·창고 등에 적용하면 대단히 유용하다. “끝”

- 제4교시 -

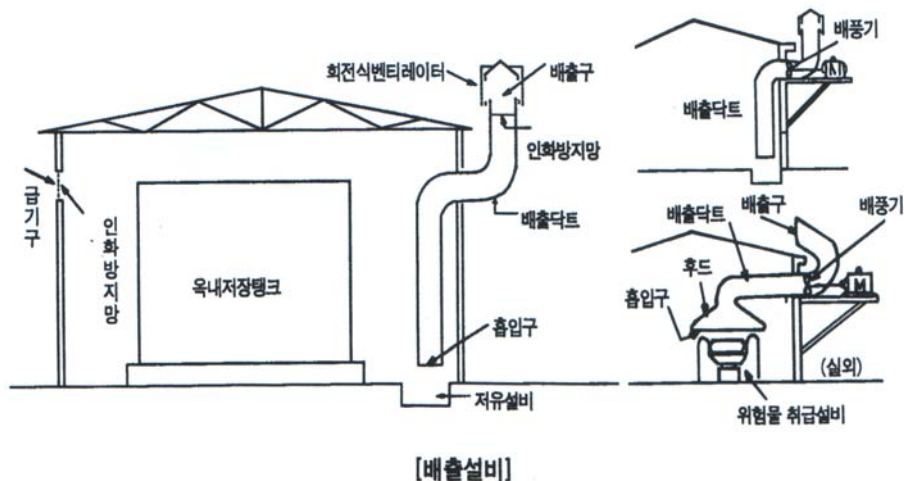
[문제 1] 가연성 증기 또는 미분이 체류할 우려가 있는 특정 위험물제조소에서 발생하는 증기 또는 미분의 배출설비에 대하여 기술하시오.

[답]

1. 개요

- (1) 가연성증기 또는 미분이 체류할 우려가 있는 건축물 안에서 취급하는 위험물의 가연성 증기 및 미분은 공기보다 무거운 것이 대부분이다.
- (2) 이러한 증기 등이 체류할 우려가 있는 장소에 설치하는 환기설비로는 외부방출을 기대할 수 없으므로 옥외의 높은 장소로 강제적으로 배출하는 설비가 필요하다.

2. 배출설비



(1) 배출설비의 구조

1) 배출설비 구성 : 배풍기, 배출덕트, 후드

① 배풍기 : 강제배기 방식

② 옥내덕트 : 덕트 내압이 대기압 이상이 되지 않는 위치에 설치

2) 배출능력 : 1시간당 배출장소 용적의 20배 이상일 것

3) 배출설비의 설치

① 배출구의 높이는 지상 2m 이상으로서 연소의 우려가 없는 장소에 설치

② 배출덕트가 관통하는 벽부분의 바로 가까이에 화재시 자동으로 폐쇄되는 방화댐퍼를 설치 할 것

③ 배출설비의 급기구는 높은 곳에 설치하고 가는눈의 동망으로 인화방지망을 설치

(2) 건축물의 구조

1) 지하층이 없도록 할 것

- 2) 연소의 우려가 있는 외벽 : 내화구조
- 3) 벽 · 기둥 · 바닥 · 보 · 서까래 및 계단 : 불연재료
- 4) 액체위험물을 취급하는 건축물의 바닥 : 위험물이 침윤하지 못하는 재료를 사용하고 적당한 경사를 두어 그 최저부에 저유설비를 할 것

3. 결론

- (1) 제조소는 위험물을 제조하기 위하여 1일에 지정수량 이상의 위험물을 취급하는 건축물 · 공작물 및 그에 부속하는 설비 일체를 말하며, 제조소는 위험물을 제조하는 시설이므로 생산제품이 위험물이다.
- (2) 가연성증기 또는 미분이 체류할 우려가 있는 제조소의 건축물 안에서 취급하는 위험물의 가연성 증기 및 미분은 공기보다 무거운 것이 대부분이다.
- (3) 이러한 증기 등은 환기설비로는 외부방출을 기대할 수 없으므로 배출설비를 설치하여 옥외의 높은 장소로 강제적으로 배출함으로서 화재, 폭발 등 재해를 방지한다.
“끝”

[문제 2] 특별피난계단의 부속실에 설치하는 급기가압방식 제연설비의 설치 시 고려할 사항과 시공완료 후 본 설비의 성능시험에 대하여 기술하시오.

(핵심소방기술사 P. 151, 152)

[답]

1. 급기가압방식 제연설비의 설치 시 고려할 사항

- (1) 동일 수직선상의 모든 부속실은 하나의 전용 수직풍도를 따라 동시에 급기할 것
- (2) 하나의 수직풍도마다 전용의 송풍기로 급기할 것
- (3) 실외와 접하는 공기유입구는 지상부에 설치
- (4) 급기 가압되는 전실과 인접실 문을 통한 누출공기를 배출시켜 적정차압 유지
- (5) 피난을 위하여 제연구역의 출입문이 일시적으로 개방되는 경우 옥내로부터 제연구역내로 연기 유입을 방지할 수 있는 방연풍속 유지
- (6) 피난을 위하여 일시 개방된 출입문이 다시 닫히는 경우 제연구역을 과압을 방지할 수 있는 플랩댐퍼 설치

2. 시공완료 후 본 설비의 성능시험 : (핵심소방기술사 P. 151 참조) "끝"

※ 핵심소방기술사 151쪽에 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

[문제 3] 화재진행과정 중 단계별로 발생하는 열량이 다음과 같은 기준일 경우에 아래 항목에 대하여 답하시오.

-성장단계(Growth) $Q = \sigma t^2 (\sigma: 0.08612 \text{ kW/s}^2)$

-일정단계(Steady burning) $Q = 3,500 \text{ kW}$ (240초 동안)

-소멸단계(Decay) $Q = 10 \text{ kW/s}$ 비율로 일정하게 감소

- 1) 성장단계에 소요되는 시간(초)은?
- 2) 소멸단계에 소멸되는 시간(초)은?
- 3) 열발생량과 시간(초)의 함수관계를 그래프로 작성하고 각 기준점의 수치를 표

시하시오.(축적필요 없음)

4) 상기 화재로 인해 발생하는 전체 열발생량(KJ)을 계산하시오.

[답]

1. 성장단계에 소요되는 시간(초) : 202(s)

(1) 성장기 : 202(s)

$$Q = \sigma_1 t^2$$

여기서,

$$\sigma_1: 0.08612 [\text{kW/s}^2]$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{Q}{\sigma_1}} = \sqrt{\frac{3,500}{0.08612}} = 202(\text{s})$$

(2) 지속기 : 지문에서 240(s)

(3) 쇠퇴기 : 350(s)

$$Q = \sigma_2 t$$

여기서,

$$\sigma_2: 10 [\text{kW/s}]$$

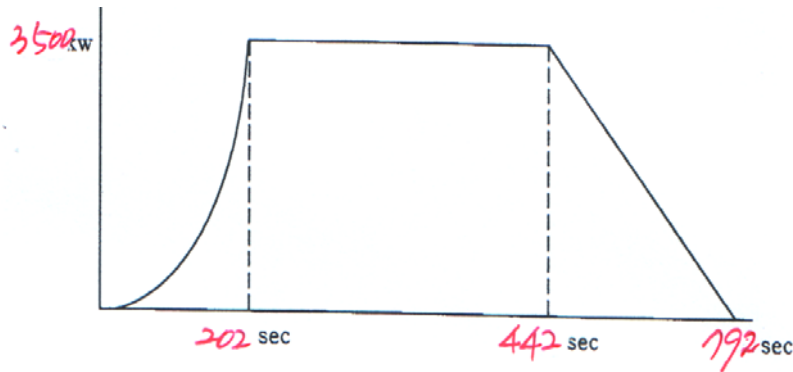
$$\therefore t = \frac{Q}{\sigma_2} = \frac{3,500}{10} = 350(\text{s})$$

(4) 총 화재 지속시간 : 792(s)

$$202 + 240 + 350 = 792(\text{s})$$

2. 소멸단계에 소멸되는 시간(초) : 350(s)

3. 열발생량과 시간(초)의 함수관계 그래프



4. 화재시 전체 열발생량(KJ) : 1,689,112[KJ]

(1) 성장기

$$Q = \sigma_1 t^2$$

$$Q = \sigma_1 \int_0^{202} t^2 dt = \sigma_1 \left[\frac{1}{3} t^3 \right]_0^{202} = 0.08612 \times \frac{1}{3} \times 202^3 = 236,612 [\text{KJ}]$$

(2) 지속기

$$Q = 3,500 \text{ kW} \times 240(\text{s}) = 840,000 [\text{KJ}]$$

(3) 쇠퇴기

$$Q = 3,500\text{kW} \times 350(\text{s}) \times \frac{1}{2} = 612,500[\text{KJ}]$$

(4) 전체 열발생량

$$Q' = 236,612 + 840,000 + 612,500 = 1,689,112[\text{KJ}] \quad \text{"끝"}$$

[문제 4] 예비전원을 내장하지 아니하는 비상조명등의 비상전원설치기준(NFSC 304), 비상조명등의 성능과 설계시 고려사항에 대하여 기술하시오.

[답]

1. 예비전원 비내장형 비상조명등의 비상전원설치기준 : (핵심소방기술사 P. 574 참조)

2. 비상조명등의 성능과 설계 시 고려사항

- (1) 적절한 초기조도 : 경년변화에 따른 광속의 감소를 고려
 - (2) 등기구 형상 : 형상, 조명도, 광원의 형태 결정
 - (3) 등기구 배치 : 피난유도에 최적의 위치 및 설치장소를 결정
 - (4) 점등방식의 선정 : 상용 및 비상전원 겸용, 비상전원 전용
 - (5) 예비전원의 선정 : 예비전원의 내장, 예비전원 비내장
 - (6) 내열성능 : 배선은 HIV 및 등기구는 불연성 재료
 - (7) 광학적 성능(지속용량) : 비상시 20분간(60분)점등 및 조도 1룩스 이상
 - (8) 즉시 점등성(순시 작동성) : 정전시 예비전원에 의해 즉시 점등되는 구조
 - (9) 전원의 자동절환 : 정전시 예비전원으로 자동절환되고, 상용전원 공급시 자동복구
- "끝"

[문제 5] 지하주차장에 스프링클러소화설비를 설치하는 경우 건축, 기계설비, 전기설비 등의 관련 공사를 할 때 주요 고려사항에 대하여 기술하시오.

[답]

1. 개요

- (1) 지하주차장에 스프링클러소화설비를 설치하는 경우 스프링클러헤드와 관련하여 가장 고려해야할 부분이 살수장애와 관련된 부분이다.
- (2) 지하주차장은 급수, 냉·난방용 주배관, 덕트, 통신 및 전기설비용 케이블트레이 등이 통과하는 관계로 살수장애문제가 잘 생기는 것이 필연적이다.
- (3) 화재안전기준에서와 같이 살수장애물(배관, 행거, 조명기구 및 보 등)이 있을 경우, 장애물 밑으로 헤드를 설치하는 것이 타당하나 스프링클러헤드와 천장 면과의 수직거리가 멀게 되어 헤드의 작동이 지연되는 결과를 초래하므로 신중한 검토가 필요하다.

2. 건축, 기계설비, 전기설비 등의 공사 시 주요 고려사항

(1) 건축

1) 지하주차장 층고확보

- ① 주차통로 부분 : 2.3m 이상
- ② 주차부분 : 2.1m 이상

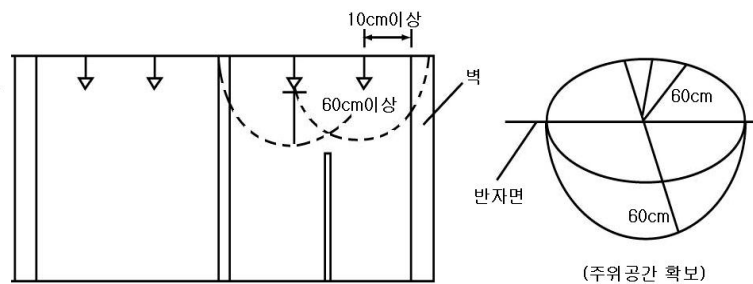
2) 보와의 이격거리

스프링클러헤드의 반사판중심과 보의 수평거리	스프링클러헤드의 반사판 높이와 보의 하단높이의 수직거리
0.75m 미만	보의 하단보다 낮을 것
0.75m이상 1m 미만	0.1m 미만일 것
1m 이상 1.5m 미만	0.15m 미만일 것
1.5m 이상	0.3m미만일 것

(2) 기계설비 및 전기설비

1) 살수장애 고려

- ① 헤드는 살수가 방해되지 않도록 헤드로부터 반경 60cm이상의 공간을 보유, 다만 벽과 스프링클러헤드간의 공간은 10cm 이상



(헤드의 공간보유)

- ② 배관·행가 및 조명기구 등 살수를 방해하는 것이 있는 경우에는 그로부터 아래에 설치하여 살수에 장애방지
- ③ 위치변경이 곤란한 경우 장애물하부에 스프링클러헤드 설치
- ④ 덕트
- 선반, 덕트 기타 이와 유사한 부분(폭 1.2m 이상)에는 상·하향식 헤드설치 (하향식헤드는 드라이팬던트형)

2) 장애물이 가연성인 경우

① 통신 및 전기 케이블 트레이

케이블 같이 연소 가능한 경우, 트레이 상·하부에 스프링클러헤드 설치

[문제 6] 건축법상 비상용 승강기의 설치대상과 비상용승강기 승강장의 구조에 대하여 기술하시오. (핵심소방기술사 P. 226)

※ 핵심소방기술사 226쪽에 이 문제의 답안내용과 동일하므로 여기에는 해설을 생략합니다.

- 끝 -