

소방기술사 86회 문제풀이

소방기술사 황동환

한신기술고시학원

<http://han-sin.co.kr>

소방기술사 86회 문제 풀이

제 1교시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

[문제1] HCFC BLEND A(NAF-Ⅲ), HALON 1301, HFC-227ea(FM-200), IG-541의 가스소화설비에 대한 각각의 설계농도, 저장압력, 최대 흐름한계흐름량(150mm 배관사용 기준)에 대하여 설명하시오.

답)

1. 소화약제별 특성표

소화약제	소화농도	설계농도	저장압력	최소흐름한계량
NAFS-Ⅲ	7.2%	8.64%(×1.2)	2.4MPa	57.5kg/sec
HALON 1301	4.1%	4.9%(×1.2)	2.5MPa	80kg/sec
FM-200	5.8%	6.96%(×1.2)	2.53MPa	하론과 동일
IG-541	31,25%(Ansul)	37.5%(×1.2)	15.3MPa	77.7병 ~ 118병

[문제2] 다음과 같은 복합건축물(무창층 구조 아님)에 적용되는 소방시설의 종류 중 해당 소화설비를 모두 열거하고 종류별로 적용기준을 설명하시오.

(단, 면제기준은 적용하지 않으며 복도/계단/화장실 면적은 무시함)

층 구 분	바닥면적(m ²)	용 도
지하 2층	550	기계실:200m ² , 전기실:350m ²
지하 1층	550	주차장
지상 1-3층	각 층별 490	사무실
지상 4층	490	기념관(관람석 없음)

답)

1. 층별소화설비

1) 지하 2층

- ① 전기실 : 물분무 소화설비(300㎡이상시 설치)
- ② 기계실 : 연결살수 설비(150㎡이상시), 자동화재탐지설비.
- 2) 지하 1층
 - ① 주차장 : 물분무등 소화설비(200㎡이상시 설치, S/P로 대체)
- 3) 지상 4층
 - ① 기념관 : 스프링클러설비(수용인원 100인 이상)
- 4) 지상 2층 이상
 - ① 사무실 : 피난기구(완강기)
- 2. 전체층에 대한 공통설비

전체층의 연면적이 3060㎡이므로 해당되는 소방설비는 다음과 같다

 - 1) 옥내소화전설비(1500㎡이상)
 - 2) 자동화재탐지설비(600㎡이상)
 - 3) 시각경보기 설치(기념관에 해당)
 - 4) 비상경보설비(연면적 400㎡이상시, 반경 25m마다 경보기 설치)
 - 5) 소화기 (연면적 33㎡이상시, 각 실마다 적응성 있는 소화기 설치)
 - 6) 비상조명등설비(지하층의 면적이 450㎡이상시)
 - 7) 유도등설비(모든 소방대상물)
- 3. 기타사항
 - 1) 기념관 : 방염처리대상
 - 2) 일반감리대상 건축물이며 2급 방화관리대상 건축물

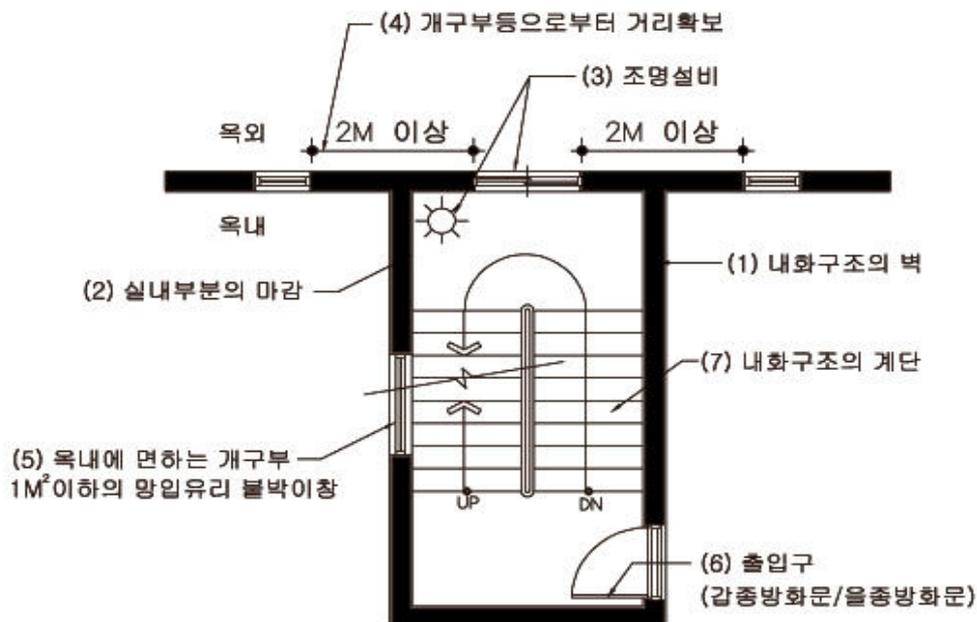
[문제3] 옥내에 설치하는 피난계단의 구조에 대하여 설명하시오.

답)

- 1. 직통계단의 설치대상(제34조 직통계단의 설치)
 - 1) 건축법 시행령 규정
 - ① 건축물의 피난층(직접 지상으로 통하는 출입구가 있는 층을 말한다. 이하 같다)외의 층에서는 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단(경사로를 포함한다. 이하 같다)을 거실의 각 부분으로부터 계단(거실로부터 가장 가까운 거리에 있는 계단을 말한다)에 이르는 보행거리가 30미터이하가 되도록 설치하여야 한다. 다만, 주요 구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물에 있어서는 그 보행거리가 50미터(층수가 16층이상인 공동주택의 경우에는 40미터)이하가 되도록 설치할 수 있다.
 - ② 법 제39조제1항의 규정에 의하여 피난층외의 층이 다음 각호의 1에 해당하는 용도 및 규모의 건축물에는 건설교통부령이 정하는 기준에 따라 피난층 또는 지상으로 통하는 직통계단(경사로를 포함한다. 이하 같다)을 2개소이상 설치하여야 한다. [개정 99·4·30]
 - 1. 문화 및 집회시설(전시장 및 동·식물원을 제외한다), 의료시설중 장례식장 또는 위락시설중 주점영업의 용도에 쓰이는 층으로서 그 층의 관람석 또는 집회실의 바닥면적의 합계가 200

제곱미터이상인 것

2. 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설중 아동시설·노인시설 및 유스호스텔 또는 숙박시설의 용도에 쓰이는 3층이상의 층으로서 그 층의 당해 용도에 쓰이는 거실의 바닥면적의 합계가 200제곱미터이상인 것
3. 공동주택(층당 4세대이하인 것을 제외한다) 또는 업무시설 중 오피스텔의 용도에 쓰이는 층으로서 그 층의 당해 용도에 쓰이는 거실의 바닥면적의 합계가 300제곱미터이상인 것
4. 제1호 내지 제3호에 해당하지 아니하는 3층이상의 층으로서 그 층의 거실의 바닥면적의 합계가 400제곱미터이상인 것
5. 지하층으로서 그 층의 거실의 바닥면적의 합계가 200제곱미터이상인 것



옥내 피난계단의 구조

2) 옥내피난 계단의 구조

- ① 출입문 : 갑종 또는 을종 방화문
- ② 계단 : 내화구조
- ③ 옥내에 면하는 창문 : 면적은 1m² 이내, 망입유리
- ④ 벽체 : 내화구조
- ⑤ 조명설비 : 옥외에 접한 창문이 있거나 창문이 없을 시는 조명등 설치
- ⑥ 옥외 창문 : 계단실에 접한 창문간의 이격거리는 2m 이상 이격 할것

[문제4] 소화펌프 시스템의 유효흡입수두 정의와 유효흡입수두에 영향을 미치는 요소에 대하여 설명하시오.

답)

1. 유효흡입양정(Net Positive Suction Head)

1) 유효흡입수두(NPSHav)

펌프의 실제 흡입양정으로서 증기압수두를 뺀 값으로 필요흡입수두(NPSHre)보다 커야한다

2) 필요흡입수두(NPSHre)

펌프의 회전차에 의해 발생하는 압력손실

$$NPSHre = \frac{W_1^2}{2g} + \frac{V_1^2}{2g} = \Delta H$$

여기서, W_1 : 회전차에서 유체의 상대속도

V_1 : 회전차에서 유체의 절대속도

ΔH 의 계산

$$S = \frac{N \cdot Q^{1/2}}{\Delta H^{3/4}}$$

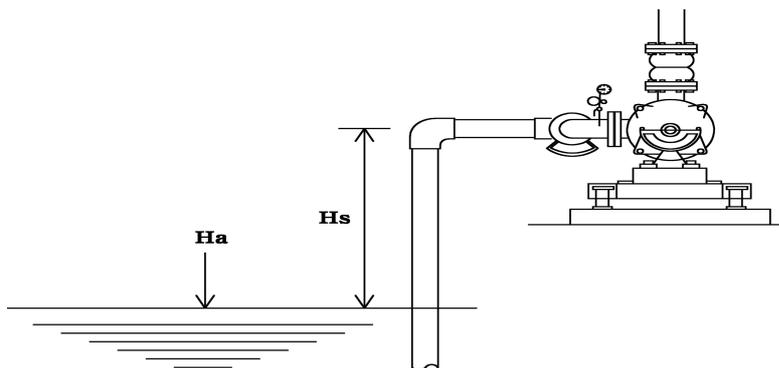
2. Cavitation

1) 케비테이션의 발생원인

펌프의 운전시 펌프내의 액체의 압력이 그 액체의 포화수증기압보다 낮으면 액체속의 공기가 기포를 발생하는 현상을 Cavitation이라한다

2) 발생시의 현상

펌프의 운전시 케비테이션이 발생되면 펌프 흡입측의 배관내에 공기가 생기게 되어 정상적인 양정과 유량에 도달되지 못하여 펌프의 성능이 저하된다



H_a : 대기압력의 수두(Air)

H_s : 흡입양정(흡상 : -), (압상 : +)

H_f : 마찰손실수두

① 펌프흡입구에 걸리는 압력

$$H_l = H_a \pm H_s - H_f$$

② Available NPSH

H_l에서 액체의 포화증기압수두를 뺀값

$$NPSH_{av} = H_a \pm H_s - H_f - H_v$$

③ Required NPSH

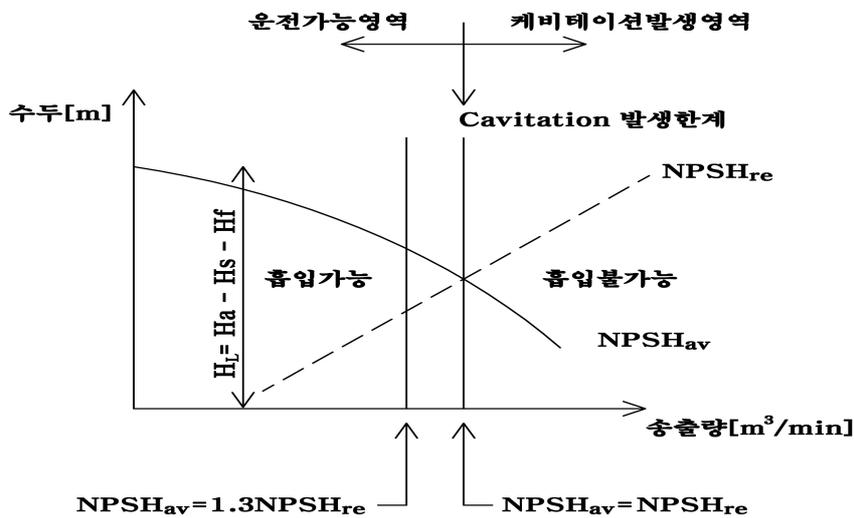
펌프의 회전차에 의해 발생하는 압력손실

3) 방지대책과 유효흡입양정과 캐비테이션의 상관관계

① Cavitation방지대책

- 흡입관경을 크게 한다
- 흡입관의 마찰저항을 줄인다
- 양흡입펌프를 사용한다
- 펌프흡입양정을 줄인다

② 캐비테이션의 상관관계



- 실제 설계시

$$NPSH_{av} \geq 1.3 \times NPSH_{re}$$

- 30%의 안전을 고려

단, $NPSH_{re} \times 0.3 \geq 0.5m$ 일것 (KSF 1001에서는 1.5m 제시)

[문제5] 소방시설용 누전경보기의 작동원리와 주요 구성요소에 대하여 설명하시오.

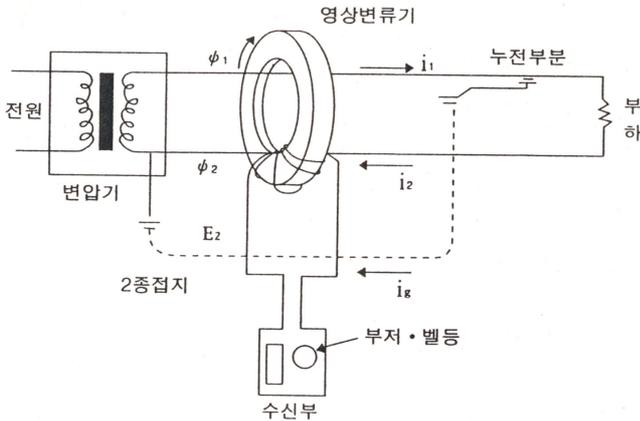
답)

1. 누전경보기의 정의

옥내배선에서 누전전류가 흐를 때 누전 경보를 발생

2. 작동원리

- 1) 누전 아닐 때 : $I_1 = I_2$ 로 같아 ZCT(영상변류기) 차대전류 감지 못함
- 2) 누전 때 : $I_1 = I_2 + I_g$
 즉, I_g (누전전류)가 ZCT를 작동시킴



3. 구성요소

- 1) 영상변류기 : 누전전류를 감지함
- 2) 수신부 : 누전전류 감지하여 전류증폭
- 3) 부저 및 벨 : 누전경보음 발생 소리크기60(dB)이상
- 4) 변압기 : 누전 경보형 변압기
- 5) 접지극 : 2중

4. 현장실무에서 적용

수변전 설비의 배전반 함내부에 누전경보 및 지락차단 장치로 대처 사용되고 있어, 누전경보기 단독형으로는 사용되지 않는다

[문제6] 소방펌프의 맥동(Surging)현상 발생원인과 방지대책에 대하여 설명하시오.

답)

1. 정의

터보형펌프, 송풍기, 압축기 등을 저 유량영역에서 사용시 유량, 압력의 주기적 변화가 이루어져 안전된 운전이 불가능한 현상

2. 발생원인

- 1) 펌프의 운전이 P-Q 성능곡선에서 우 상향구배 영역에서 운전시 발생
- 2) 배관관로에 물탱크나 공기탱크가 있을시 발생
- 3) 유량조절밸브가 탱크의 뒤쪽에 있을때 발생
- 4) 펌프의 정격양정이상으로 이용할 때 발생

3. 방지대책

- 1) 회전차 또는 안내깃 형상, 칫수를 바꾸어 펌프의 운전특성을 변화시킨다.
- 2) 방출밸브 등을 사용하여 양수량의 증가 또는 회전수를 변화시킨다.
- 3) 불필요한 공기탱크나 배관내의 잔류공기를 제거하고 관로의 저항, 유속을 바꾼다.

[문제7] 특정 방호공간에 CO₂설비를 설치하는 경우 방호구역 내에 방사된 CO₂양(m³)은

$Q(m^3) = \frac{21 - O_2}{O_2} \times V$ 로 산출한다. 이 식의 산출과정을 유도하고, CO₂농도에 따라 인체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.

답)

1. 방사된 CO₂의 양 산출과정

방사후 산소의 총량은 같은 것으로 본다면

(방사전) (방사후)

$$\rho(V \times 21\%) = \rho(V + x) \times O_2(\%)$$

$$x = \frac{V \times 21\%}{O_2(\%)} - V = V \times \frac{(21 - O_2)\%}{O_2\%}$$

$$CO_2 \text{의 양 } x(m^3) = \frac{21 - O_2}{O_2} \times V$$

2. CO₂농도에 따라 인체에 미치는 영향

공기중의 CO ₂ 농도	인체에 미치는 영향
2%	불쾌감이 있다
4%	눈의 자극, 두통, 귀울림, 현기증, 혈압상승
8%	호흡곤란
9%	구토, 감정, 둔화
10%	시력장애, 1분 이내 의식상실, 장기간 노출시 사망
20%	중추신경마비, 단기간 내 사망

[문제8] 청정소화약제설비의 분사헤드설치 및 성능기준에 대하여 설명하시오.

답)

1. 분사헤드설치 및 성능기준

1. 분사헤드의 설치 높이는 방호구역의 바닥으로부터 최소 0.2m 이상 최대 3.7m 이하로 하여야

하며 천장높이가 3.7m를 초과할 경우에는 추가로 다른 열의 분사헤드를 설치할 것. 다만, 분사헤드의 성능인정 범위내에서 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.

2. 분사헤드의 갯수는 방호구역에 제10조제3항의 규정이 충족되도록 설치할 것
 3. 분사헤드에는 부식방지조치를 하여야 하며 오리피스의 크기, 제조일자, 제조업체가 표시 되도록 할 것
- ② 분사헤드의 방출율 및 방출압력은 제조업체에서 정한 값으로 한다.
- ③ 분사헤드의 오리피스 면적은 분사헤드가 연결되는 배관구경면적의 70%를 초과하여서는 아니된다.

[문제9] 유비쿼터스 센서네트워크(Ubiquitous Sensor Network)를 설명하고 소방분야에 응용 할 수 있는 내용에 대하여 설명하시오.

답)

1. 개요

유비쿼터스 센서네트워크(Ubiquitous Sensor Network)시스템은 무선센서 또는 제어노드의 센서 데이터와 라우터를 이용하여 화재가 발생하면 통보와 동시에 사용자의 현재 위치 정보를 제공하는 첨단 화재감지 시스템이다

2. 유비쿼터스 센서네트워크(Ubiquitous Sensor Network) 기능

- 1) 화재시 피난에 필요한 최단거리 및 위치정보 제공
- 2) 화재의 경보를 컴퓨터의 서버를 이용하여 화재에 대한 모든 정보제공
- 3) 무선센서 네트워크를 이용하여 소방서 및 관계자에게 통보기능
- 4) 센서데이터는 온도, 불꽃, 연기, 유독가스를 수집하는 능력을 보유

3. 소방분야에 응용할 수 있는 내용

- 1) 피난 경로를 제공하므로 인명안전에 기여할수 있다
- 2) 화재의 위치를 파악하여 재실자, 관계자, 소방관서에 통보가능하다.
- 3) Net Work를 이용하여 여러개의 건물을 하나로 통합관리가 가능하며 차후 동(마을)단위, 시단위로 통합관리가 가능하므로 방화관리의 효율성을 향상시킬 것이다.
- 4) 소방시설의 자기 진단기능을 향상시켜 소방시설의 신뢰성을 높일수 있다.

[문제10] 제연설비의 측정풍압 10Pa은 몇 mmAq 인지를 계산하고 그 과정을 유도하시오.

답)

1. 풀이1) $1Pa = 0.981mm$ 이므로

단위를 고려하여 환산하면

$$10Pa = 10 \times \frac{1}{9.8} = 1.020mmAq \quad \text{따라서 } 10Pa \text{은 } 1.02mmAq$$

2. 풀이2)

$$1atm = 10.332mAq = 10332mmAq$$

$$10Pa = \frac{10 \times 10332mmAq}{101325Pa} = 1.019mmAq$$

반올림하면 1.02mmAq

[문제11] 국내 화재안전관련 기준에 규정된 인명구조기구의 설치대상 및 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

1. 인명구조기구의 설치대상

- 1) 5층이상인 병원(인공소생기제외)
- 2) 지하층을 포함한 7층이상의 관광호텔
- 3) 수용인원 100인 이상의 지하역사, 백화점, 대형점, 쇼핑센터, 지하상가, 영화상영관
(공기호흡기를 층마다 2대 이상 비치)

2. 인명구조기구의 설치기준

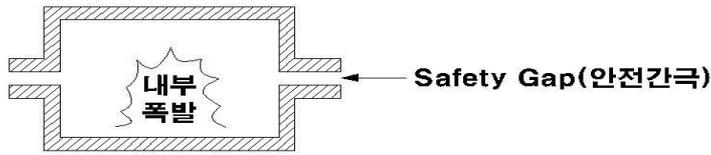
- 1) 방열복·공기호흡기(보조마스크를 포함한다) 및 인공소생기를 각 2개 이상 비치할 것
- 2) 화재시 쉽게 반출 사용할 수 있는 장소에 비치할 것
- 3) 인명구조기구가 설치된 가까운 장소의 보기 쉬운 곳에 "인명구조기구"라는 표지판 등을 설치할 것

[문제12] 국내 및 국제규격(IEC/IECEX/IP/NFPA 등)에 규정된 전기설비 방폭구조 5가지를 열거하고, 내용을 설명하시오.

답)

1. 방폭구조의 종류 및 내용

- 1) 내압방폭구조 (d. Exd)

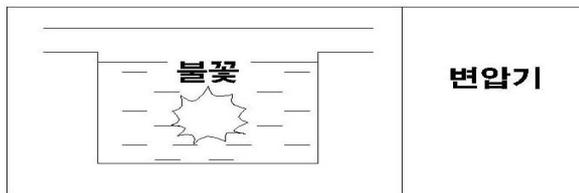


가. 내부폭발시 폭발압에 견디고, 화염을 외부로 방출하지 않는 구조

나. 대상기기 : 전기기기 접점, 개폐기, 변압기, 전동기, 조명기구등

다. 적용장소 : 1종장소, 2종장소

2) 유입방폭구조

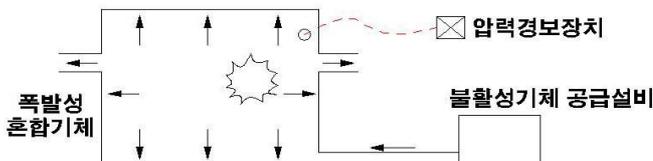


가. 불꽃 아크가 기름속에서 발생, 폭발성 가스와 접촉 안됨(단, 유면의 온도 60°C 이하만 가능)

나. 대상기기 : 전자기기 접점, 개폐기, 변압기, 전동기, 조명기구등

다. 적용장소 : 1종장소, 2종장소

3) 압력방폭구조

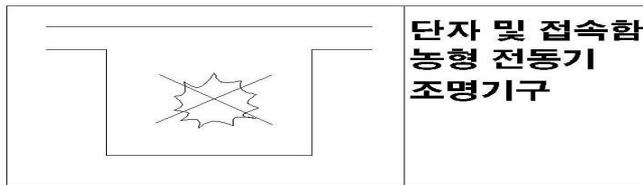


가. 점화원이 될 우려 용기에 불활성가스들 주입하여 내부가 (+)양압을 유지하여 가연성 혼합기체 침입을 차단

나. 대상기기 : 전기기기 접점, 개폐기, 전동기, 계측기, 조명기구 등

다. 적용대상 : 1종 장소, 2종 장소

4) 안전증 방폭구조

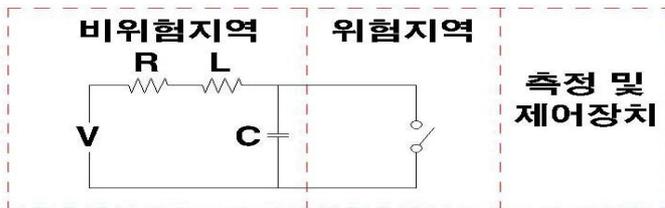


가. 정상 운전시 불꽃아크, 과열 발생부분의 안전도를 증가시켜 이들이 발생되지 않도록 한 구조

나. 대상기기 : 안전증 변압기, 안전증 접촉단자, 안전증 측정계기

다. 사용장소 : 2종 장소

5) 본질안전방폭구조



가. 폭발성 가스의 최소 점화에너지 미만을 사용하여, 단락, 단선시에 전기 불꽃이 발생해도 폭발성가스 점화하지 못함

나. 대상기기 : 신호기, 계측기, 미소전력회로

다. 사용장소 : 0종 장소, 1종 장소, 2종 장소

라. 시험을 하여 사용한다.

[문제13] 최상층의 옥내소화전 방수구까지의 수직높이가 85m인 24층 건축물의 1층에 설치된 소화펌프의 정격토출압력은 1.2MPa이고, 옥내소화전설비의 요구압력이 0.27MPa이며, 펌프의 설정압력은 0.8MPa이다. 기타 마찰손실을 무시할 경우 다음 항목에 대하여 설명하시오.

- 1) 펌프 사양(양정)의 적합성 여부
- 2) 펌프의 자동기동 여부

답)

1. 펌프사양(양정)의 적정성 검토

1) 소요되는 전양정

① 건물높이 : 85m이므로 $8.5\text{kg}/\text{cm}^2 \times 0.1020 = 0.867\text{MPa}$

② 옥내소화전 : 0.27MPa

계 1.137MPa

∴ 펌프의 정격 전양정이 1.2MPa이므로 적합하다

2. 펌프의 자동기동 여부

1) 펌프의 자동기동 설정압력

① 건물높이 : 85m이므로 $8.5\text{kg}/\text{cm}^2 \times 0.1020 = 0.867\text{MPa}$

② 펌프의 운전점은 자연압 + $(2\text{kg}/\text{cm}^2 \times 0.1020 = 0.204\text{MPa})$

계 1.071MPa

2) 펌프의 설정압력 : 0.8MPa

∴ 펌프의 설정압력이 낮으므로 부적합하다.

제2교시

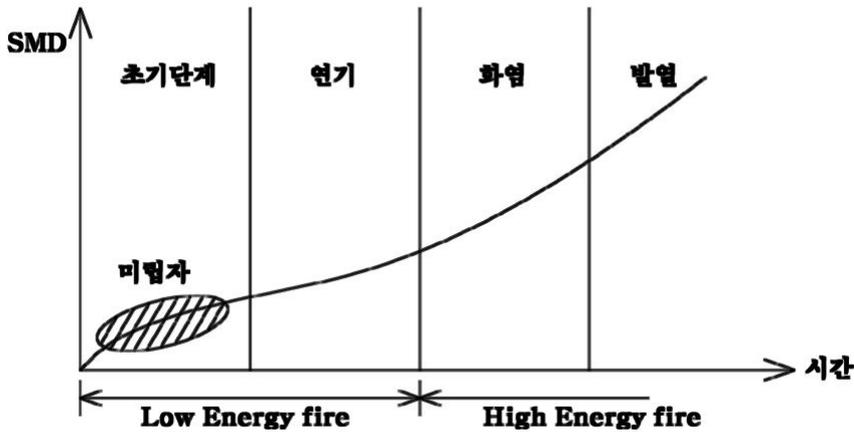
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

[문제1] 화재를 보다 신속하고 정확하게 감지하고자 최근 공기흡입형 감지기(Air Sampling Type Smoke Detector)가 국내에 다수 적용되고 있다. System구성 요소, 감지 System의 종류, 적용시방 및 장소에 대하여 설명하시오.

답)

1. 개요

연소초기 단계 열 분해시 초미립자를 주변공기와 함께 흡입하여 분석 설정치 이상 되면 화재 신호 발신

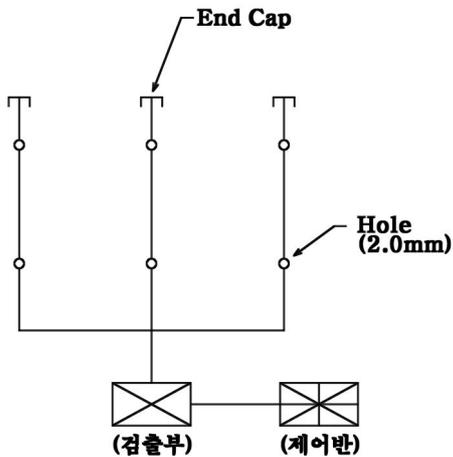


2. 구성요소 및 적용시방

1) 개발배경

초기화재 감지로 초기소화 및 피난시간 확보, 피해최소화

2) 구성



- ① Hole : 2.0mm구경을 표준으로 하나 컴퓨터 계산에 의해 구경을 조정함
- ② 배관 : 1 ~ 4개의 pipe , 구경 : 25mm
- ③ End Cap : 6.0mm 구경
- ④ 가장 먼 Hole에서의 검출부까지의 공기유동은 2 분 이내가 되어야 한다.

3) 감지 Mechanism

- ① Sampling(흡입기) → Filtering(여과장치) → $3\mu\text{m}$ Laser Beam 통과(감지실) → 산란현상
 → Photo Diode(빛에너지 → 전기에너지) → 제어부 → 신호
 (1차: $20\mu\text{m}$, 2차 $0.3\mu\text{m}$ 이상 입자제거)

4) 종류

- ① Cloud Chamber Type - $0.005 \sim 0.03\mu\text{m}$ 광전식원리로 측정
 ② Xneon Lamp(구형) : 수명 2~3년 $0.03\mu\text{m}$
 ③ Laser Beam(신형) : $0.002\mu\text{m}$, 산란광식 신뢰성 향상

3. 공기흡입형 감지기 설치장소

- 1) 박물관, 반도체공장, 전산실등의 Clean Room에 설치
- 2) 의약품제조공장
- 3) 기타 급격한 화재의 발생이 우려되어 빠른 감지를 필요로 하는 장소

4. 특징

- 1) 조기검지기능이 탁월
- 2) 발생초기단계에서 감지가 가능하며 화염이외의 연기의 피해를 방지
- 3) 풍속, 분기, 습도등의 오작동의 우려가 없다
- 4) 기류의 유통으로 인한 연기의 축적이 불가능한 장소도 적용
- 5) 설비가 고가이고 복잡하다
- 6) 인간의 5감으로도 감지 불가능한 상태의 미립자 검출가능
- 7) Clean Room의 경우 Filter를 통하여 돌아오는 공기중의 연기로 검출가능

5. 결론

공기흡입식 감지기는 호주에서 최초로 VESDA감지기로 개발하여 사용되어오고 있으며 공기관의 설치기준은 다른 공기관식의 방식과 동일하다. 국내에서도 반도체제조소등에 설치할 수 있도록 제도를 도입하여 이러한 방식을 준용하는 것은 매우 바람직한 일이다

[문제2] NFPA-15(Standard for water spray fixed system)물분무소화설비의 설계적용 목적(Design Objectives)중 실제 다수 적용되는 중요한 목적 4가지를 열거하고, 항목별 내용을 살수밀도(Water Spray Density)중심으로 설명하시오.

답)

1. 개요

- 1) 소화의 원리
 - ① 냉각작용
 - ② 질식작용
 - ③ 유화작용
 - ④ 희석작용

2) 설치대상(국내기준)

- ① 항공기 격납고
- ② 주차용건축물, 주차타워, 기계식주차장
- ③ 전기실, 발전기실, 변전실 등
- ④ 터널

3) 설치대상(NFPA-15)

- ① 인화성가스 및 액체
- ② 변압기와 오일스위치, 모터, 케이블트레이 등 전기적위험이 있는 장소
- ③ 종이와 목재, 직물과 같은 일반가연물
- ④ 어떤 위험성고체

2. 설계목적(NFPA-15)

1) 소화(Extinguishment of fire)

물의 특성인 증발 잠열이 커서 냉각작용이 있고, 높은 온도에서 체적팽창이 크므로 질식작용이 클뿐만 아니라 유류면에 높은 압력으로 방사하면 유류의 표면은 에멀전이 형성되어 화재를 완전히 진압하게 된다

2) 연소의 제어(Fire control)

분사된 물입자는 열방출율(HRR)을 적게 하여 화재가 더 이상 확대되거나 현저히 꺼지지 않도록 제어가 가능하다. 이는 어떤 의미에서 화재의 확대방지를 하는 목적으로 이용된다.

3) 노출방호(Exposure protection)

화재가 확산되는 원리는 전도열과 열복사에 의해서 연소가 지속되고 확산되는데 물방울 입자는 복사열을 차단하여 열 확산을 방지하는 역할을 한다

4) 화재예방(Prevention of fire)

수용성인 인화성 물질에 물분무하면 물은 용해되고 가연성증기의 농도가 낮아지고 온도도 낮아져서 출화의 예방효과를 가져오게 된다.

3. 살수밀도별 소화효과(NFPA-15)

1) 표면냉각

물의 질식작용, 유화작용, 희석작용 또는 이들 작용이 조합적으로 사용하여 물분무 소화가 이루어 질수 있도록 소화가 가능하게 하여야 하고 Flash back을 막을수 있도록 표면이 충분히 냉각되도록 하여야 한다

2) 가연성고체, 인화성물질

방호면적 제곱피트당 0.2gpm ~ 0.5gpm

3) 기타

특정가연성이나 인화성물질의 소화에 필요한 살수밀도는 물질특성의 Data를 이용한다

[문제3] 최근 화학공장 중심으로 설계 및 시공 단계에서부터 검토·평가되고 있는 안전 통합 레벨(SIL: Safety Integrated Level)의 설정목적, 검토(Review)항목 및 검증(Verification)과정에 대하여 설명하시오.

답)

1. 개요

화학공정의 위험성은 여러 장비와 기계장치에 의해 구성되므로 각 기계별 안전의 기준 Level을 평가하여 위험의 정도를 파악하는 것이 중요하다.

이러한 정량적 위험평가를 위해서는 알 수 있는 기본지식이 필요하며 장비시험을 위한 안전기준을 설정할 수 있다. 위험성의 구분으로는 사용불가능, 폐쇄조치, 안전운전으로 정하며 하나의 작업공정은 4개의 구간으로 구성하여 문제가 있을 때 장비의 안전에 필요한 안전기준을 위한 위험의 등급을 파악하여 구성 Tree의 Node에 위험의 정도를 부여하여 위험의 전체적인 정도를 파악하는 것이다. 이 평가의 개시는 개인의 위험보호 결정, 위험등급의 표시와 운전을 하는 것이며 SIL검토는 아래의 구성원이 필요하다

1) 구성원

- ① 공정관리자
- ② 장치조정기술자(Process Control Engineer)
- ③ 운전책임자(Operations Management)
- ④ 안전관리 책임자
- ⑤ 운전기술자

2) 구성원의 준비사항

팀 구성원은 각각의 장비의 안전운전을 숙지하여야 하고 팀 리더는 개인 구성원이 제시하는 Risk의 정도를 설명하여야 한다.

2. 설정목적(Purpose)

1) 위험의 기준(SIL)

위험의 정도를 1, 2, 3, 4 등급으로 구분하며 SIL의 정확도를 높이기 위해서는 각 기계의 안전운전 효율을 감안한 등급을 설정할 수 있으며 IEC 61508의 기준에 미흡한 결과가 발생 시 재 검토하여야 한다.

2) SIL과 PFD(Probability of Failure of Demand)

SIL	PFD	Availability Required	Remarks
SIL 1	0.1~0.01	90.00~99.00%	
SIL 2	0.01~0.001	99.00~99.90%	
SIL 3	0.001~0.0001	99.90~99.99%	
SIL 4	0.0001~0.00001	<99.99%	SIS와 동일

☒ SIS 결과치가 나오면 SIL은 다시 시작한다. 즉 조작시스템이나 보상기능 가중치 부여 방식일 때는 변수를 변경하여 재 계산한다.

3. 위험의 구분

1) 위험의 구분

장비의 손상이나 위험지역에서의 노출시간이 변수가 되며 위험은 안전한 장소에서 사고가 발생하는 것으로 Tree를 구성하여 각각의 Event별로 위험도를 계산하며 위험요소의 구분은

4가지이다.

2) 위험요소

① 사고(Consequence) : C

경미한 신체적인 부상과 장비의 손상

② 거주(Occupancy) :F

사람이 체류하는 공간에서의 위험성은 사고발생 진행시간이 위험요소의 정도를 정하는데 필요한 변수가 된다

③ 비 위험지역(Probability of Avoiding the Hazard) : P

안전위험수준(SIL)이 초과되지 않을 때까지 피난이 완료된다면 비 위험지역으로 분류된다

④ 평가요구(Demand Rate) : W

년간 수회의 시험에서 장치의 이상이 없는 상태를 유지하여야 한다.

4. 검증(Verification)과정 및 위험의 판정방법

1) 인명안전 수준

① 기본적으로는 인명의 부상이나 사망가능성의 정도를 확률로 나타내며 사건을 가정하여 Event Tree를 이용하여 계산한다.

② 위험의 정도는 7단계로 구분한다.

2) 장비손실안전기준

① 장비의 고장과 손실이 포함되며 사고로 야기되는 손실금액으로 등급을 결정한다.

② 사건을 Event Tree를 이용하여 계산한다.

③ 사고 금액 산출

사고수준	손실금액	비고
LA	\$ 50,000이하	
LB	\$ 50,000~ \$ 100,000	
LC	\$ 100,000~ \$ 1,000,000	
LD	\$ 1,000,000이상	

3) 환경안전수준

① EA : 후렌지나 밸브의 누설로 액체가 적게 누출되어 경미한 사고

② EB : 후렌지의 가스켓부분의 누설이나 콤프레셔의 고장등으로 일시적으로 증기의 체류가 있는 정도의 수준

③ EC : 증기나 미립자가 체류하거나 장비의 손상으로 누출되는 증기가 화학공장의 외부 체류자의 인명에 사고 영향이 적으며 속히 복구 될 수 있는 정도의 수준

④ ED : 누출되는 액체가 강이나 바다로 누출되어 사상자가 있으며 원상회복이 되지 않고 빨리 복구될 수 없는 상태의 수준

4) 복합위험수준

① 두 개 이상의 위험성이 있다면 이를 분리하여 안전수준을 검토한다.

② 각각 다른 위험의 크기대로 분리 시 안전부분은 2개의 합으로 한다.

③ 안전기준을 부분적으로 점검시 높은 레벨을 제외하여서는 않된다.

5. SIL 진행순서

- 1) 팀 구성원 조직
- 2) 위험성 물질의 한계설정
- 3) 위험의 발견
- 4) ESD 작성
- 5) 사고의 크기 설정
- 6) ESD 최종검토
- 7) 인명, 장비, 환경 위험성의 안전수준 설정
- 8) ESD 최종작성
- 9) ESD의 각각의 위험성으로 분류

6. 결론

SIL은 기존의 화학공정 위험성 평가보다 종합적으로 인명안전수준, 장비손실 안전수준, 환경안전수준, 복합적인 사고의 안전수준을 검토하므로서 정량적 위험성 평가를 수행하는 것으로 앞으로 국내에서도 많이 보급될 전망이다.

[문제4] 제3류 위험물(자연발화성 물질 및 금수성물질)에 해당되는 알킬알루미늄(Alkyl Aluminium)저장 및 취급시설에 설치하는 고정식 분말소화설비(Fixed Dry Chemical Extinguishing Systems)의 계통도(Piping & Instrument Diagram)를 작성하고 중요부품 4가지(정압작동장치/크리닝밸브/주밸브/ 선택밸브)의 기능에 대하여 설명하시오.

답)

1. 분말소화설비의 계통도

-그림 생략

2. 주요부품의 기능

1) 정압작동장치

① 사용목적

가압가스가 약제탱크 내부로 들어가면 가압용가스와 약제가 충분히 혼합된 후에 방출되어야 하므로 일정시간 가압용가스와 분말약제가 혼재되는데 시간이 필요하며 일정압력에 도달시 정압작동장치가 작동하여 개방되도록 한다.

② 종류

- 가스압식 : 가압용 가스가 공급되어 일정 소요 압력에 도달시 압력스위치에 의해 소레노이드 밸브를 개방하는 방식
- 기계식 : 일명 스프링식이라고도 하며 일정 소요 압력에 도달하면 스프링의 힘으로 방출밸브를 개방시키는 방식
- 전기식 : 가스가 약제탱크에 공급되면 일정한 시간이 되면 부착된 타이머에 의해 소레노이드 밸브를 개방시키는 방식

2) 크리닝밸브

① 기능

질소나 이산화탄소를 사용하여 사용후 분말이 배관내에 고착되는 것을 막기 위하여 청소하는 장치이다.

② 사용가스의 량

질소를 사용하는 가압장치에서는 별도로 필요치 않으나 이산화탄소를 사용하는 가압장치는 액상으로 방출되어 잔류량이 있으므로 규정된 크리닝 약제가 필요하다.

3) 주 밸브

약제 저장용기와 선택밸브의 중간에 있는 밸브로서 정압작동장치가 작동되면 방출 절환용밸브에 의해 주밸브가 열리도록 되어 있다.

4) 선택밸브

방호 구역별 화재 신호에 의해 개방되며 선택밸브가 개방되기 위해서는 기동용기에 의해 가스 압력을 이용하여 밸브를 개방한다.

[문제5] 건축물의 피난·방화구조 등의 벽, 비내력벽, 기둥, 바닥, 보의 내화구조기준에 대하여 설명하시오.

답)

[별표 1]

내화구조의 성능기준

(단위 : 시간)

용도		구성 부재		벽						보·기둥	바닥	지붕
				외벽			내벽					
				내력벽	비내력		내력벽	비내력				
연소 우려가 있는 부분 (가)	연소 우려가 없는 부분 (나)	간막이 벽 (다)	샤트실벽 (라)									
용도구분 (1)	용도 규모(2)	층수 / 최고높이 (m) (3)										
일반 시설	업무시설, 판매 및 영업시설, 공공용 시설중 군사시설·방 송 국·발 전 소·전신전화국·촬영소 기타 이와 유사한 것, 통신용시설, 관 광휴게시설, 운동 시설, 문화 및 집 회시설, 제1종 및 제2종근린 생활시 설,위락시설, 묘지 관련시설중 화장 장, 교육연구 및 복지시설, 자동차 관련시설(정비공장 제외)	12 / 50	초과	3	1	1/2	3	2	2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1 1/2	1 1/2	2	2	1/2
	4 / 20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1	1/2
주거 시설	단독주택중 다중주 택·다 가 구 주 택·공관, 공동주택, 숙 박시설, 의료시설	12 / 50	초과	2	1	1/2	2	2	2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1	1	2	2	1/2
		4 / 20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1/2
산업 시설	공장,창고시설, 분 뇨 및 쓰레기처리 시설, 자동차관련 시설중 정비공장, 위험물저장 및 처 리시설	12 / 50	초과	2	1 1/2	1/2	2	1 1/2	1 1/2	3	2	1
			이하	2	1	1/2	2	1	1	2	2	1/2
	4 / 20	이하	1	1	1/2	1	1	1	1	1	1/2	

비고 1

- (1) · 건축물이 하나 이상의 용도로 사용될 경우, 가장 높은 내화시간의 용도를 적용한다.
- 건축물의 부분별 높이 또는 층수가 상이할 경우, 최고 높이 또는 최고 층수로서 상기 표에서 제시한 부위별 내화시간을 건축물 전체에 동일하게 적용한다.
- (2) 건축물의 층수와 높이의 산정은 건축법 시행령 제119조에 의하되 다만, 승강기탑, 계단탑, 망루, 장식탑, 옥탑 기타 이와 유사한 부분은 건축물의 높이와 층수의 산정에서 제외한다.

비고 2

- (가) 건축물의피난방화구조등의기준에관한규칙제22조제2항의 규정에 의한 부분
- (나) 건축물의피난방화구조등의기준에관한규칙제22조제2항의 규정에 의한 부분을 제외한 부분
- (다) 건축법령에 의하여 내화구조로 하여야 하는 벽을 말한다
- (라) 승강기·계단실의 수직벽

[문제6] 일반차압작동용 급기댐퍼와 저차압작동용 급기댐퍼의 차이점과 성능기준에 대하여 설명하시오.

답)

1. 일반 차압용 댐퍼의 성능기준

일반차압용댐퍼는 최소차압이 40Pa이상으로서 부속실의 출입문이 닫힌 시점부터 차압이 60Pa로 떨어질 때 까지의 평균시간이 5초 이내이어야 하며 40~60Pa 범위로 유지되어야 한다.

2. 저 차압용 댐퍼의 성능기준

저 차안용댐퍼는 최소차압이 12.5Pa로 부속실의 출입문이 닫힌 시점부터 차압이 60Pa로 떨어질 때 까지의 평균시간이 5초 이내이어야 하며 12.5~60Pa 범위로 유지되어야 한다.

제3교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하십시오. (각25점)

[문제1] 스프링클러소화설비에 사용하는 신축배관의 구조 및 성능에 대하여 설명하십시오.

답)

1. 구조 및 성능

- 1) 최고사용압력은 1.4Mpa 이상이어야 하고, 최고사용압력의 1.5배의 수압에 변형, 누수되지 아니 할것
- 2) 진폭을 5mm, 진동수를 매초당 25회로 하여 6시간동안 작동 시킨 경우 또는 매초 0.35MPa부터 3.5MPa 까지의 압력변동을 4,000회 실시한 경우에도 변형, 누수되지 아니 할
- 3) 신축배관의 설치거리는 제10조3항의 거리를 초과하지 아니할 것.

2. 제10조3항

천장, 반자, 천장과 반자사이, 덕트, 선반등의 각 부분으로 부터 SP헤드까지의 수평거리는 다음거리 이하로 한다.

- 1) 무대부 특수가연물 1.7
- 2) 랙크식창고 2.5
- 3) 아파트 3.2
- 4) 비 내화구조 2.1
- 5) 내화구조 2.3m이하

[문제2] 최근 샌드위치판넬을 사용한 이천 냉동창고와 서울 은평구 유흥업소 화재로 대형 인명피해가 발생하였다. 샌드위치판넬의 재료별 특성 및 화재위험성에 대하여 설명하십시오.

답)

1. 샌드위치판넬의 재료별 특성

1) 발포 폴리스티렌 폼 패널의 구조

- ① 심재 : 발포폴리스티렌
- ② 표면재 : 착색 아연도금 강판
- ③ 특성 : 열충합을 일체화 하여 단열성이 우수하고 경량, 자체강도, 내구성이 좋으며 80~180℃에서 녹는다

2) 폴리우레탄 폼 판넬

- ① 심재 : 우레탄

② 표면재 : 착색 아연도금 강판

③ 특성 : 라인상에서 자동 연속 발포와 동시에 접착되어 단열성, 구조성능, 난연성, 내열성, 절연성등이 우수하다.

3) PIR 판넬

① 우렌탄폼을 개량하여 화재시 손상 및 변형에 강하고 발연성 감소되어 화재저항성을 개선한 제품

4) 그라스울판넬

① 심재 : 그라스울

② 표면재 : 착색 아연도금 강판

③ 특성 : 특수 열 중합 방식으로 일체화되어 단열효과가 좋고 화재시 연소되지 않아 유독가스가 발생되지 않는다.

④ 내화성능 기준

- 30분 내화 : 그라스울 판넬의 두께가 50mm 이상인 것

- 1시간 내화 : 그라스울 판넬의 두께가 100mm 이상인 것(밀도가 70이상)

- 1시간 내화 : 그라스울 판넬의 두께가 125mm 이상인 것

5) 미네랄 울 판넬

① 심재 : 순수한 무기질 섬유

② 표면재 : 착색 아연도금강판

③ 특성 : 사용온도가 650℃로 내화성이 우수하여 내화구조 지정 판넬이다.

2. 결론

샌드위치 판넬은 난연과 불연으로 구분된다

1) 난연판넬 : 샌드위치판넬, 폴리우레탄 폼 판넬.

2) 불연판넬 : PIR 판넬, 그라스울판넬, 미네랄 울 판넬.

[문제3] 소방시설의 품질향상을 위하여 확대 적용하고자 하는 경우 TAB(Testing, Adjusting, Balancing)의 정의, 적용대상, 절차 및 내용, 기대효과에 대하여 설명하시오.

답)

1. TAB란

1) 공기조화 냉난방 설비의 온도, 공기의 균형을 맞추는 기술적 행위

2) 제 설비의 이론과 경험을 가진 전문기술의 분야

3) 설계의 목적을 달성하기 위한 현장의 상황 제반경험의 요소를 검토, 조정할 수 있는 능력을 갖춘 기술분야

2. TAB 적용대상

1) 거실제연설비가 설치된 건축물

2) 전실제연설비가 설치된 건축물

3) 비 수계소방시설이 설치된 건축물(물분무등 소화설비)

- 4) 수계 소방설비(옥내,외 소화전설비, S/P소화설비 등)
3. TAB의 순서
 - 1) 시스템의 검토
 - 가. 사전수행
 - 나. 설계도면, 설계 계산서등을 참조하여 전 시스템을 검토
 - 2) 검토보고서 작성
 - 가. 시스템의 목적 달성 여부 판단
 - 나. 조정의 필요성을 제시
 - 3) 현장점검
 - 가. 설치된 시스템의 적정성 TEST
 - 나. 전문 장비에 의한 신뢰성 확보
 - 4) 전원점검
 - 가. 동력의 적정성 검토
 - 나. 과부하/연속운전 대책
 - 5) 시스템의 조정
 - 가. 시스템의 불균형보정
 - 나. 시스템의 적정성 확보
4. TAB제도의 문제점
 - 1) 사후 검토/조정

TAB는 사전검토가 전제되어야 함
 - 2) 해당 장비의 부족
 - 가. 덕트의 누기율 측정 장비
 - 나. 방연풍속 측정 장비
 - 다. 제연 댐퍼의 누설풍량 및 총풍량의 측정
5. 개선방안
 - 1) TAB는 사전 수행, 현장시험, 시스템 조정 후 그 적정성을 입증할 수 있는 전문 집단에서 수행
 - 2) 제연관련 제품의 규격화 필요
 - 가. 사전검토의 중요자료
 - 나. 요구되는 제품의 종류
 - ㄱ. 엘리베이터 제품의 출입문
 - ㄴ. 부속실의 출입문
 - ㄷ. 계단실의 창
 - ㄹ. 계단실의 출입문
 - ㅁ. 엘리베이터 권상기실의 로프 구멍
6. 기대효과
 - 1) 소방시설의 설계 및 감리의 품질향상
 - 2) TAB를 하므로써 소방시설의 신뢰성이 높아지고 인명안전이 보장된다
 - 3) 제조물 책임법과 관련 소방시설의 기능향상으로 분쟁의 소지가 없어진다

[문제4] 화재성장을 지연하기 위한 방염이론, 방염성능기준, 방염의무특정대상물과 방염처리 대상 물품에 대하여 설명하시오.

답)

1. 방염이론

어떤 가연성 물질을 화학적 또는 물리적으로 처리하여 보통 환경조건에서 연소가 지연되거나 불연 되도록 하는 것(불연 : 연소되지 않는 경우를 지칭)

2. 대상건축물

- 1) 11층이상 건축물(아파트 제외)
- 2) 안마시술소, 헬스클럽장, 특수 목욕장, 관람집회운동시설, 호텔, 관광숙박, 종합병원, 방송국, 촬영소 및 전시장
- 3) 다중이용업소
- 4) 숙박시설이 있는 청소년시설, 노유자 시설

3. 난연화 이론

1) 난연화의 개요

연소시는 가연물이 흡열, 분해, 혼합, 발화, 배출의 과정을 거치므로 이러한 연소 사이클 중 어느 곳 하나를 절단하면 된다.

2) 열전달의 제어(피복이론)

가연물의 열전달을 빠르게 하여 열이 축적되지 아니하도록 난연처리

3) 열분해 속도의 제어(열적이론)

고체 가연물의 열분해 속도를 느리게 함으로서 가연성 가스의 발생을 억제하여 착화를 지연한다

4) 기상반응의 제어(가스이론)

고체 가연물의 열분해시 연소를 억제하는 할로겐 화합물(F, Cl, Br, I)의 기체를 발생토록 하는 난연 처리방법

5) 연소생성물의 제어(화학적이론)

연소가 되더라도 유해성 연소생성물이 발생하지 않도록 처리하는 방법

4. 방염성능기준

- 1) 잔염시간 : 20초 이내
- 2) 잔진시간 : 30초 이내
- 3) 탄화면적 : 50cm², 탄화길이 : 20cm
- 4) 접염회수 : 3회 이상
- 5) 발연량 : 최대연기밀도는 400 이하

5. 대상건축물

- 1) 11층이상 건축물(아파트 제외)
- 2) 안마시술소, 헬스클럽장, 특수 목욕장, 관람집회운동시설, 호텔, 관광숙박, 종합병원, 방송국, 촬영소 및 전시장
- 3) 다중이용업소

- 4) 숙박시설이 있는 청소년시설, 노유자 시설
6. 방염물품의 주성분
- 1) 고상 : 인(P), 비소(As), 안티몬(Sb), 비스무스(Bi) → V족
 - 2) 기상 : 할로겐화 탄화수소(F, Cl, Br, I) → VII족
7. 방염 처리 물품
- 1) 커튼류(브라인드 포함)
 - 2) 카펫트, 두께 2mm미만의 벽지(종이벽지 제외)
 - 3) 전시용합판, 섬유판, 무대용합판, 섬유판
 - 4) 암막, 무대막

[문제5] 다중이용업소의 화재발생시 인적·물적 피해가 매우 심각한 수준이다. 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법에 근거한 대상범위, 화재안전시설(소방시설, 비상구, 방화설비 등) 및 안전기준 특례에 대하여 설명하시오.

답)

1. 다중이용업 범위
 - 1) 「식품위생법 시행령」
 - 가. 휴게음식점영업, 제과점영업 또는 일반음식점영업 바닥면적의 합계가 100㎡(지하층 66㎡) 이상인 것.
 - 나. 단란주점영업 및 유흥주점영업
 - 2) 「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」
 - 영화상영관, 비디오물감상실업, 비디오물 소극장업
 - 3) 「학원의 설립, 운영 및 과외교습에 관한 법률」
 - 가. 「소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 수용인원 300인 이상인 것
 - 나. 수용인원 100인 이상 300인 미만
 - ① 하나의 건축물에 학원과 기숙사가 함께 있는 학원
 - ② 하나의 건축물에 수용인원 100인 이상의 학원이 2 이상 있는 경우
 - ③ 하나의 건축물에 제1호, 제2호 및 제4호 내지 제12호 규정의 다중이용업과 학원이 함께 있는 경우
 - 4) 목욕장업
 - 가. 하나의 영업장에서 목욕장업으로서 수용인원이 100인 이상인 것
 - 나. 「공중위생관리법」 제2조제1항제3호나목 규정의 시설을 갖춘 목욕장업
 - 5) 「게임 산업진흥에 관한 법률」
 - 게임 제공업, 인터넷 컴퓨터게임 시설 제공업 및 복합 유통 게임 제공업.
 - 6) 「음악 산업진흥에 관한 법률」
 - 노래연습장업

7) 「모자보건법」

산후조리 업

8) 기타

- ① 고시원 업 : 구획된 실(학습자가 공부할 수 있는 시설을 갖추고 숙박 또는 숙식을 제공하는 형태의 영업
- ② 전화방업·화상대화방업 : 구획된 실 안에 전화기·텔레비전·모니터 또는 카메라 등 상대방과 대화할 수 있는 시설을 갖춘 형태의 영업
- ③ 수면방업 : 구획된 실 안에 침대·간이침대 그 밖에 휴식을 취할 수 있는 시설을 갖춘 형태의 영업
- ④ 콜라텍업 : 손님이 춤을 추는 시설 등을 갖춘 형태의 영업으로서 주류 판매가 허용되지 아니하는 영업

2. 소방시설

1) 다중이용업의 구획된 실

- ① 소화기 또는 자동확산 소화용구는 영업장안의 구획된 각 실마다 설치
- ② 유도등, 유도표지 또는 비상조명등
- ③ 휴대용비상조명등
- ④ 비상경보설비, 또는 비상방송설비
- ⑤ 간이스프링클러설비(지하층 150㎡이상)

2) 피난기구

3) 가스누설경보기 (주방 또는 난방시설이 설치된 장소)

3. 방화시설

1) 방화시설

- ① 비상구설치
- ② 주출입구 반대, 건물길이의 1/2이상 위치

2) 방화문 (주출입구 및 비상구)

3) 방화문은 외부로 열리게 하고, 복층의 경우에도 비상구 설치

4) 보일러실과 영업장사이의 출입문도 방화문 설치, 개구부는 방화 댐퍼

5) 4층 이하로써 건축물의 구조상 비상구를 설치할 수 없는 경우

- ① 개구부의 크기는 비상구의 크기 이상으로 할 것 → 750 x 1500
- ② 피난상 유효한 발코니 또는 부속실 설치하고 그 장소에 피난기구 설치할 것
- ③ 비상구의 설치위치는 1항 1호의 기준에 적합할 것 (거실길이 1/2 이상)

4. 기타시설

1) 영상음향차단장치

2) 영상음향차단장치는 수동 및 자동으로 하고 수동식은 관계인이 상주하는 곳에 설치하고, “영상음향 차단장치” 라는 표지 부착

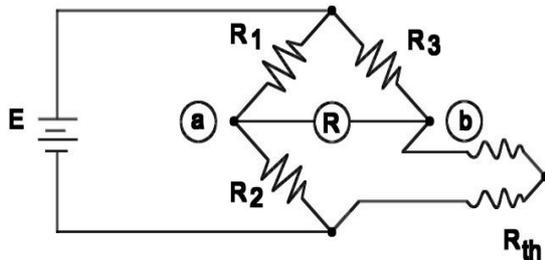
3) 누전차단기

4) 복도 통로가 있을 시에는 피난유도선 설치할 것 다만 유도등, 유도표지 또는 비상조명등이 설치되거나 유사시 대피가 용이한 경우에는 그러하지 아니 한다

5. 안전기준의 특례

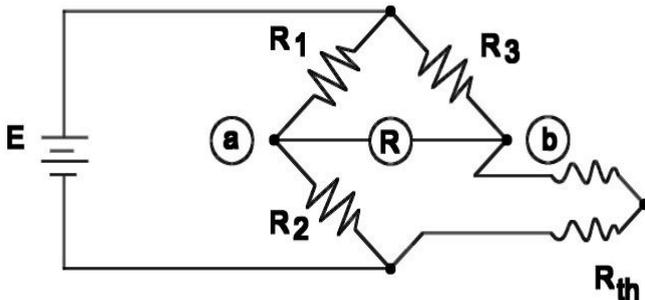
소방본부장 또는 소방서장은 기존건축물이 증축·개축·대수선되거나 용도변경되는 경우에 있어서 이 기준이 정하는 기준에 따라 당해 건축물에 설치하여야 할 소방시설등의 배관·배선 등의 공사가 현저하게 곤란하다고 인정되는 경우에는 당해 설비의 기능 및 사용에 지장이 없는 범위안에서 다중이용업소의 소방시설등의 설치·유지기준의 일부를 적용하지 아니할 수 있다.

[문제6] 실온에서 휘스톤 브리지회로의 릴레이 R은 동작하지 않는다고 한다. R_1, R_2, R_3 는 고정 저항이며, R_{th} 는 열전대이다. 열전대의 원리를 설명하고 화재발생 시 릴레이 R이 동작하는 과정을 설명하시오.



답)

1. 휘스톤 브리지의 작동 흐름도



2. 휘스톤 브리지 동작원리

- 1) $R_1 \times R_4 = R_3 \times R_2$: A와 B점으로 전류 발생 없음
- 2) 위 평행 조건이 되지 않으면 A와 B점으로 전류 발생.

3. 릴레이 R의 동작원리 설명

- 1) 화재 발생 없을 때
 $R_1 \times R_{th} = R_3 \times R_2$ 됨으로 A와 B점으로 전류 이동 없음
- 2) R_{th} (더미스터) 소자의 부 저항 특성)
 온도가 상승하면 저항이 감소되는 특성이 있음

3) 화재 발생 때

$R1 \times RTH = R3 \times R2$ 에서

RTH 값이 감소됨

$$RTH = \frac{R1 \times R2}{R3} (\Omega) \text{ 값 발생}$$

$$RTH = \frac{R1 \times R2}{R3} (\Omega) \text{ 값 발생}$$

위 저항 차이로 A와 B점으로 전류흐름

제4교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

[문제1] 초고층 건축물 화재 시 구조용강재(Steel Structure)의 온도상관관계와 내화대책에 대하여 기술하시오.

답)

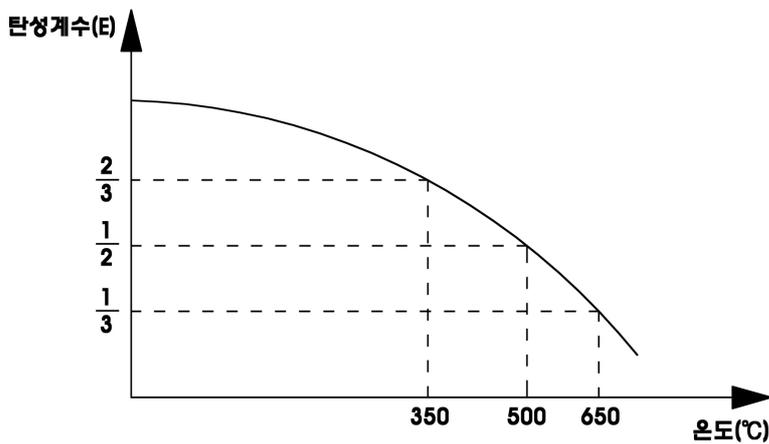
1. 개요

철골조의 주요구성요소인 철골은 온도상승에 따라 그 강도 및 탄성계수가 저하되어 건축물의 붕괴를 초래할 수 가 있다

따라서 철골조의 내화성능을 높이기 위한 다양한 조치를 실시하고 있다

2. 화염이 구조용 강재에 미치는 영향

1) 온도에 따른 탄성계수의 변화

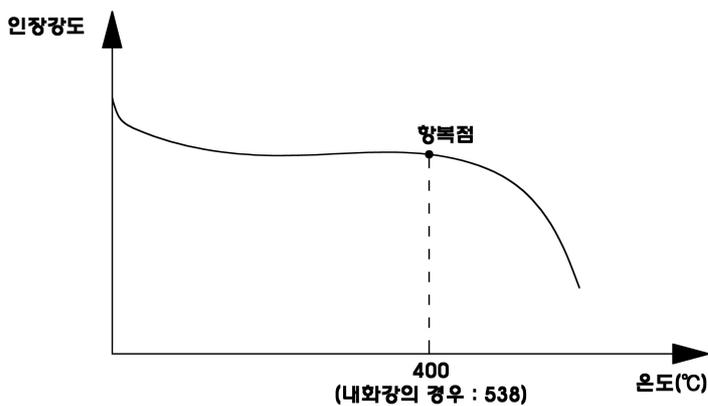


① 온도가 350℃ - 탄성계수는 $\frac{1}{3}$ 감소

② 온도가 500℃ - 탄성계수는 $\frac{1}{2}$ 감소

③ 온도가 650℃ - 탄성계수는 $\frac{2}{3}$ 감소

2) 온도에 따른 인장강도의 변화



- ① 일반탄소강 - 약 400℃ 이후 급격히 감소
- ② 내화강인 경우 - 약 538℃(1000°F) 이후 급격히 감소

3) 열의 영향

화염에 의해 구조강재의 온도가 상승하면 탄성계수 및 강도가 저하되어 파손될 우려가 커진다

3. 내화피복의 개념

1) 온도상승을 지연

내화피복을 통하여 요구되는 내화시간 이상동안 온도상승을 지연시키는 것

<참고> con'c와 Steel의 열전도율, 열팽창율(SFPE 1-177)

종 류	열전도도[w/m.k]	열팽창율[$m.m^{-1}℃$]
Con'c	1.0	6.16×10^{-6}
Steel	45.8	$10.8 \sim 18 \times 10^{-6}$

2) Steel의 강도저하 온도를 높이는것

일반 탄소강 대신 내화강 등을 사용하는것

4. 내화피복의 종류

1) 습식공법

① Con'c 타설공법

- 철골주위에 Con'c 타설
- 열전도율이 낮은 Con'c로 강재의 온도상승 지연
- 장점 : 기후 변화, 충격, 부식등에 대한 내구성이 강하다
- 단점 : 공사비 증대, 공기증가, 건물자체의 하중 증가

② 미장공법

- 철골주위에 설치된 철망위에 몰탈이나 프라스터를 바르는 공법이다
- 건물하중에 대한 영향이 적다
- 인력이 많이 소모된다

③ 뽐칠공법

- 암면등을 철골 또는 철골위에 설치한 철망등에 뽐칠하는 공법
- 두께가 일정하지 않고 필요한 내화성능 이상의 두께로 시공되었는지의 여부를 판단하기 어렵다

④ 도장공법

- 철골위에 내화도료를 바르는 것

2) 건식공법

① 석고보드등의 경량 내화피복판을 철골주위에 내화접착제등으로 붙이는 공법이다

② 장점

- 외관이 좋으며 시공이 용이하다
- 건식 시공이어서 타 작업이나 설비등에 대한 영향이 적다
- 두께에 따른 내화성능을 제조사에서 보증한다

③ 단점

- 비용이 많이 들고 인력이 많이 소요된다
- 복잡함 형태의 경우 시공이 어렵다

3) 복합공법

습식공법과 건식공법을 조합하여 시공하는 방법

5. 내화강

강도의 급격저하되는 온도를 1000°F(538℃) 정도로 높게 만들어진 내화강을 이용할 경우 탄소강에 비해 강도저하까지의 시간을 연장 시킬수 있다

6. 결론

철골구조체에 대한 주요 구조부는 온도 상승에 의해 탄성이나 강도가 저하되므로 붕괴의 우려가 있어 이에 대한 대책으로 내화피복이나 내화강등을 적용하여 구조체 붕괴를 막아야 한다

[문제2] 위험물 탱크에 설치되는 포소화설비는 외국에 비해 그 기술이 매우 열악한 실정이다.

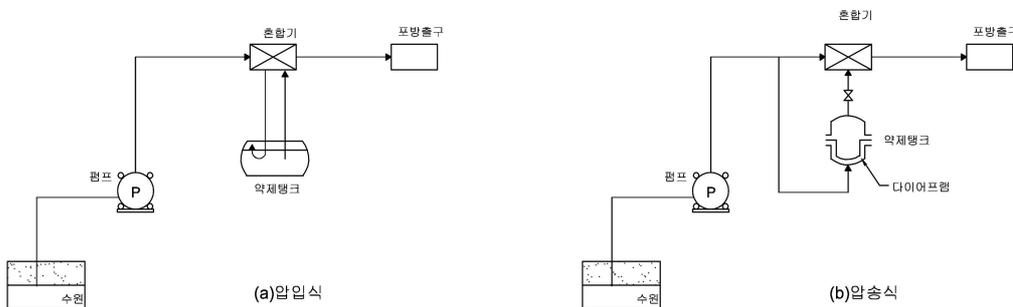
다음항목에 대하여 설명하시오

- 1) 포소화설비 혼합방식중 Pressure Proportioner의 2가지 방식을 계통도를 작성하여 설명하시오
- 2) 위험물탱크에서 채택되고 있는 포소화설비 시스템구성을 외국사례와 비교하여 설명하시오
- 3) 위험물시설에 적용되는 포소화설비의 성능향상을 위한 제도적인 보완대책을 설명하시오

답)

1. Pressure Proportioner의 계통도 및 작동방법

1) 계통도



2) 작동방법

① 압입식

약제탱크의 상부에 소화펌프로부터의 가압수가 공급되어 압력이 상승하면 약제탱크의 하단

부분에 연결된 약제 송출관을 통하여 약제가 혼합하는 방식으로 약제 탱크의 상부는 공간이 있어야 한다

② 압송식

약제탱크의 다이어후렘 내부에 있는 약제를 외부의 압력으로 가하게 되면 다이어후렘은 줄어들어 들어 되어 약제가 공급되는 방식이다.

2. 포소화설비 시스템구성

1) 국내기준

① 고정포 방출구 : I형, II형, III형, IV형

② 주입방식 : 표면주입식, 표면하 주입식, 반표면하주입식

2) 외국기준(NFPA)

① 고정포 방출구 : I형, II형, III형, IV형

② 주입방식 : 표면주입식, 표면하 주입식(III형), 반표면하주입식(IV형)

③ 압축공기포, 자동팽창포 방식을 사용

3) 기타

① ILBP

소화수펌프는 1개로 하고 각각의 방호 구역별로 프로포셔너를 각각 설치하여 개별 배관하는 방식이며 설치비용의 증가와 시설이 복잡하게 되지만 화재발생 위험물탱크로의 직접적인 이송이 신속히 이루어지는 장점이 있다.

② 이동식

포와 프로포셔너를 탑재한 진압용 차량을 이용하여 화재 지역에서의 간단한 조작으로 진압할 수 있는 장치가 있으며 다수의 프로포셔너를 설치하지 않아도 되는 장점이 있으며 소화용수는 1개소에서 고정적으로 공급되는 장치이다

3. 포소화설비의 제도적인 보완대책

1) 설계의 저변확대

① 기술자료 및 데이터 부족

② 담당자 교육

2) 경제성

① 타 설비와 비교에 따른 경제성 검토

3) 화재위험성 평가

① 포를 이용한 화재 시뮬레이션 구축

4) 정책적

① 정책적인 제도 개선

② 정책적인 지원

③ 홍보 및 교육

[문제3] 소방자재의 가격상승으로 인하여 관련업체가 매우 어려운 처지에 놓여있다. 이에 대한 대처방안으로 소방용합성수지배관(CPVC)의 사용이 적극도입되고 있는 실정이다. 이에 대하여 기존배관과의 상이점, CPVC의 구조, 장단점, 적용가능개소 및 활성화방법에 대하여 설명하시오.

답)

1. 개요

C-PVC는 염소와 염화비닐이 혼합된 파이프로서 부식성이 적고 반 영구적이며 또한 자기소화성(LOI=60)이 있으므로 불에 타지는 않으나 고열에 견디지 못하고 고 충격에 약한것이 단점이다. 현재 건축설비 자재로 바닷가 근처의 해수에 영향을 미치는 배관등에는 부식의 영향이 없으므로 C-PVC 배관재를 사용하고 있다

2. C-PVC 설치대상

1) 국내 설치 제한 사항

- ① 지하매립배관
- ② 내화구조로 계획된 피트 또는 샤프트
- ③ 반자가 불연재료 또는 준 불연재료로 된 습식소화설비로 사용되는 배관

2) NFPA 설치 제한 사항

- ① 천정에 설치시 디프렉터가 설치된 속동형 주택형 스프링클러의 배관
- ② 천정이 수평일 때는 노출하여 설치
- ③ 배관내의 수압시험은 기압시험이 아니라 정수 수압시험으로 400Pa에서 2시간 실시
- ④ 습식 배관에 사용
- ⑤ 부동액은 그리세린을 사용
- ⑥ 외부에 설치시 가연성 물질 근처에 설치 못함

3. 기존배관과 차이점

구분	C-PVC	백강관
주요성분	염소화염화비닐	
부식성	없다	
가연성	난연성(LOI = 60)	
수명	약 50년	약 15년
접합	용접	전기 아크용접
시공성	공사기간이 짧다, 편리하다	용접 및 나사가공으로 비용과다
사용가능온도(℃)	200 ~ 300	650
환경영향	없다	녹물에 의한 영향

4. C-PVC의 구조

- 1) 염소와 염화비닐로 구성
- 2) 배관 파이프, 소켓트, 티이등 부속

5. 장,단점

1) 장점

- ① 시공성이 좋다
- ② 공사기간이 짧으므로 경제적이다
- ③ 자기소화성 물질이므로 연소의 우려가 없다
- ④ 부식이 없다
- ⑤ 조도가 높다

2) 단점

- ① 고온의 열에 변형되고 열에 약하다
- ② 강도가 철에 비해 약하다
- ③ 관경이 적은 배관은 처짐으로 인하여 행거를 많이 하므로 번거롭다

6. 적용가능개소

- 1) 옥내소화전 및 스프링클러배관, 물분무 배관등 습식의 경우 노출을 제외한 모든 배관
- 2) 해수에 영향이 많은 장소의 소방설비 배관
- 3) 지하수를 소화수로 이용하는 모든 배관 및 지하 매립배관
- 4) 선박의 미분무수소화설비 배관
- 5) 기타 부식의 우려가 있는 장소의 소화배관

7. 활성화 방법

- 1) 아파트의 습식 스프링클러 및 옥내소화전 배관에 이용을 의무화
- 2) 가스계소화설비에서의 활용방안을 강구
- 3) C-PVC 제품의 우수성을 홍보

8. 결론

C-PVC는 기존의 강관에 비해 시공이 편리하고 부식의 우려가 없고 내구성도 높을 뿐만 아니라 경제적인 측면에서도 사용을 권장하여야 함에도 우수성의 홍보 부족으로 사용하지 않고 있는 실정이다. 또한 습식소화배관에는 전체를 C-PVC사용토록 하여야 하는데 노출부분은 제외토록 되어 있어 사용을 기피하고 있으므로 화재안전기준의 완화로 해결되어야 할 것이다.

[문제4] 물류창고 방화기준 중 저장물품의 적재절차 및 예방대책, 이격거리, 통로 기준에 대하여 설명하시오.

답)

-답안은 생략합니다

화재보험협회에서 물류창고 방화기준 KSF-630을 확인바랍니다

[문제5] 통로유도등의 설치기준(복도, 거실, 계단)과 자동화재탐지설비의 음향장치 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

제6조(통로유도등 설치기준)

①통로유도등은 소방대상물의 각 거실과 그로부터 지상에 이르는 복도 또는 계단의 통로에 다음 각호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 복도통로유도등은 다음 각목의 기준에 따라 설치할 것

가. 복도에 설치할 것

나. 구부러진 모퉁이 및 보행거리 20m마다 설치할 것

다. 바닥으로부터 높이 1m 이하의 위치에 설치할 것. 다만, 지하층 또는 무창층의 용도가 도매시장·소매시장·여객자동차터미널·지하역사 또는 지하상가인 경우에는 복도·통로 중앙부분의 바닥에 설치하여야 한다

라. 바닥에 설치하는 통로유도등은 하중에 따라 파괴되지 아니하는 강도의 것으로 할

2. 거실통로유도등은 다음 각목의 기준에 따라 설치할 것

가. 거실의 통로에 설치할 것. 다만, 거실의 통로가 벽체 등으로 구획된 경우에는 복도통로유도등을 설치하여야 한다.

나. 구부러진 모퉁이 및 보행거리 20m마다 설치할 것

다. 바닥으로부터 높이 1.5m 이상의 위치에 설치할 것

1. 3. 계단통로유도등은 다음 각목의 기준에 따라 설치할

2. 가. 각층의 경사로참 또는 계단참마다(1개층에 경사로참 또는 계단참이 2 이상 있는 경우에는 2개의 계단참마다)설치할 것

가. 나. 바닥으로부터 높이 1m 이하의 위치에 설치할 것

3. 4. 통행에 지장이 없도록 설치할 것

4. 5. 주위에 이와 유사한 등화광고물·게시물 등을 설치하지 아니할 것

5. ②조도는 통로유도등의 바로 밑의 바닥으로부터 수평으로 0.5m 떨어진 지점에서 측정하여 1lx 이상(바닥에 매설한 것에 있어서는 통로유도등의 직상부 1m의 높이에서 측정하여 1lx 이상)이어야 한다.③통로유도등은 백색바탕에 녹색으로 피난방향을 표시한 등으로 하여야 한다. 다만, 계단에 설치하는 것에 있어서는 피난의 방향을 표시하지 아니할 수 있다.

제8조(음향장치 및 시각경보장치)

①자동화재탐지설비의 음향장치는 다음 각호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 주음향장치는 수신기의 내부 또는 그 직근에 설치할 것

2. 5층(지하층을 제외한다)이상으로서 연면적이 3,000㎡를 초과하는 소방대상물 또는 그 부분에 있어서는 2층 이상의 층에서 발화한 때에는 발화층 및 그 직상층에 한하여, 1층에서 발화한 때에는 발화층·그 직상층 및 지하층에 한하여, 지하층에서 발화한 때에는 발화층·그 직상층 및 기타의 지하층에 한하여 경보를 발할 수 있도록 할 것

3. 지구음향장치는 소방대상물의 층마다 설치하되, 당해소방대상물의 각 부분으로부터 하나의 음향장치까지의 수평거리가 25m 이하(지하가중 터널의 경우에는 주행방향의 측벽 길이 50m

- 이내)가 되도록 하고, 당해층의 각부분에 유효하게 경보를 발할 수 있도록 설치할 것. 다만, 비상방송설비의 화재안전기준(NFSC202) 규정에 적합한 방송설비를 자동화재탐지설비의 감지기와 연동하여 작동하도록 설치한 경우에는 지구음향장치를 설치하지 아니할 수 있다.
4. 음향장치는 다음 각목의 기준에 따른 구조 및 성능의 것으로 하여야 한다.
- 가. 정격전압의 80% 전압에서 음향을 발할 수 있는 것으로 할 것
- 나. 음량은 부착된 음향장치의 중심으로부터 1m 떨어진 위치에서 90폰 이상이 되는 것으로 할 것
- 다. 감지기 및 발신기의 작동과 연동하여 작동할 수 있는 것으로 할 것
5. 제3호의 규정에도 불구하고 제3호의 기준을 초과하는 경우로서 기둥 또는 벽이 설치되지 아니한 대형공간의 경우 지구음향장치는 설치 대상 장소의 가장 가까운 장소의 벽 또는 기둥 등에 설치 할 것
- ③하나의 소방대상물에 2 이상의 수신기가 설치된 경우 어느 수신기에서도 지구음향장치 및 시각경보장치를 작동할 수 있도록 할 것

[문제6] 1000m가 넘는 장대터널이 설치되고 있다. 터널화재발생시 제연용 닥트를 이용하여 연기를 제어하는 시스템에 대한 다음 항목을 설명하시오.

- 1) 장대터널의 화재특성 및 위험성
- 2) 닥트설계방법 중 등속법, 등압법, 정압재취득법의 특징 및 적용방법

답)

1. 개요

터널의 제연설비에서 화재의 강도는 20Mw기준으로 하고 연기발생율은 80m³/sec로 하며 발생한 연기와 혼합된 공기가 충분히 배출할 수 있는 용량을 확보해야 하며 설계방법은 횡류식과 반 횡류식이 있다

2. 장대터널의 화재특성

1) 공간특성

- ① 밀폐공간
- ② 인공환경
- ③ 축열 공간
- ④ 지하실과 다른 것은 양방향에 뚫려 있고 자연풍으로 인한 화재의 확산이 용이하다.

2) 연소특성

① 발화위험성

충돌사고 및 전기적 누전, 방화에 의한 발화위험성이 크다

② 연소확대 및 화재 위험성

유류탱크, LPG, 차량 내부에는 자체적인 화재 위험성이 크고 연소의 확대도 빠르다

3) 피난 및 소화활동

① 피난

화재시 유독가스의 발생량이 많고 어두우며 수평피난이 곤란하다

② 소화 활동

차량의 폭발가능성, 농연에 의한 시야확보가 어렵고 소방대와는 원거리이다

3. 덕트 설계방법 중 등속법, 등압법, 정압재취득법

1) 등속법

① 개념

덕트내부의 풍속을 일정하다고 가정하여 설계하는 방법

② 특징

덕트의 전 구간을 일정한 풍속으로 흐르게 하여 덕트의 규격을 결정하며 풍속에 따라서 덕트의 크기는 결정된다.

③ 적용

보통 산업현장에서 분체 이송용으로 많이 사용

2) 등압법

① 개념

덕트의 전 구간을 압력을 일정하게 하여 설계

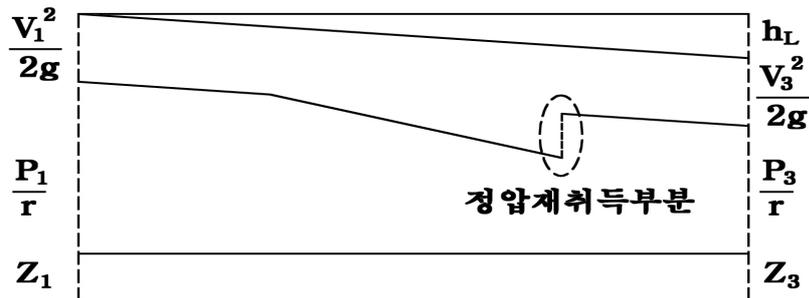
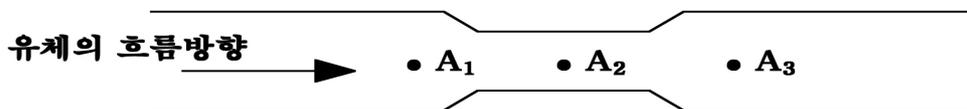
② 특징

전트의 전 구간을 마찰손실을 일정하게 하고 보통 급기는 0.1mmAq, 배기는 0.08mmAq로 하며 저속덕트는 15m/sec이하, 고속덕트는 15m/sec이상으로 설계

③ 적용

현재 사용되는 소방의 제연시스템의 덕트설계와 건축물의 공조덕트에서 사용

3) 정압 재 취득법



① 개념

덕트에서 공급되는 전체압력은 전압(Pt)이며 덕트내에 공기공급이 처음에는 동압(Pv)이 크나 흐름이 계속되면 정압(Ps)가 커진다. 이러한 커진 정압을 이용하는것이 정압 재 취득법이라 한다.

② 특징

덕의 관로에 공기가 흐르면 동압은 줄어들고 정압이 커지므로 남은 정압을 이용하는 방법

전압 : $P_t = P_s + P_v$, 초기 : $P_s < P_v$, 중간 : $P_v < P_s$

③ 적용

정압 재 취득법은 현재 실무에서는 사용되고 있지 않으나 정밀이 요구되는 장소의 덕트설계에 이용되며 급기가압 제연설계에 이용하는 것이 바람직하다