

139회 필기시험 문제풀이

소방기술사

제139회 소방기술사 필기문제 [1교시] (2026년 5월 16일)

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하십시오. (각 10점)

1. 개방형 헤드를 사용하는 연결살수설비에 있어서 하나의 송수구역에 설치하는 살수헤드의 수는 10개 이하가 되도록 해야 하는 이유를 설명하십시오.
2. 가스계소화설비의 설계농도, 소화농도를 설명하고 이산화탄소 소화설비의 화재안전기준에서 소화농도에 “34 %”의 화재공학적 의미를 설명하십시오.
3. 휘도와 조도에 대하여 설명하고, 화재안전기술기준(NFPA)에서 각각 정하고 있는 조도의 규정에 대하여 설명하십시오.
4. 공동주택(아파트) 대피공간 대체시설의 종류별 성능에 대하여 설명하십시오.
5. 「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 건설현장 소방안전관리자의 선임 대상 및 선임 기 한과 수행업무에 대하여 설명하십시오.
6. 가스누설경보기의 연소기 주위 경보기 설치 위치와 수신부의 음향 및 음색에 대하여 설명하십시오.
7. 건축물의 구조안전확인 대상과 적용건축물을 설명하십시오.
8. 고정식 포소화설비의 방출기구 중 하나인 고정포 방출구(Ⅱ형)의 다음 사항에 대하여 설명하십시오.
 - 1) 베이퍼 실(Vapor seal)의 설치목적
 - 2) 베이퍼 실의 재질
 - 3) 고정포 방출구(Ⅱ형)의 점검사항
9. 자동차압기댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준에서 정하는 다음 사항을 설명하십시오.
 - 1) 댐퍼의 재질
 - 2) 댐퍼의 작동성능

10. 다공성 고체물질이 비다공성 고체물질보다 화염확산속도가 빠른 이유에 대하여 설명하시오.

11. 오리피스에서 유량공식($Q = C \times A \sqrt{2g \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)h}{\gamma_2}}$)을 유도하고, 유량공식을 이용하여 제연설비에서 누설량 $Q = 0.827A \sqrt{\Delta P}$ 를 유도하시오. (단, 유동계수는 0.64, 온도는 21 °C 기준)

12. 빗물 침투에 의한 탄화칼슘(CaC_2) 화재의 화학반응식·화재의 위험성·저장 및 소화방법에 대하여 설명하시오.

13. 소방청 「성능위주설계 평가 운영 표준가이드라인」 중 전기자동차 주차구역 또는 충전장소를 지하에 설치할 경우 화재안전 확보를 위해 고려해야 하는 사항을 설명하시오.

제139회 소방기술사 필기문제 [2교시] (2026년 5월 16일)

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

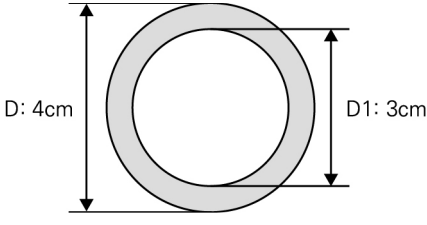
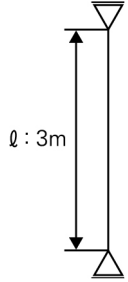
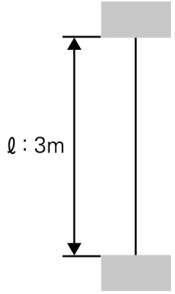
- 생활숙박시설을 오피스텔로 용도변경하려는 경우 「생활숙박시설 복도폭 완화를 위한 화재안전성 검토·인정 가이드라인」에서 정하는 아래의 사항을 설명하시오.
 - 1) 가이드라인의 목적 2) 적용대상 및 요건 3) 모의실험 시나리오 적용기준
- 은(Silver) 이동현상에 의한 발열과 반단선에 의한 화재의 정의 및 특징과 대책에 대하여 설명하시오.
- 가스계 소화설비에서 과압·부압 발생 원인과 영향, 과압 배출장치 및 과압 배출구 설계 시 고려 사항에 대하여 설명하시오.
- 창고시설의 화재안전기준에서 정하는 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 라지드롭형 스프링클러헤드의 정의
 - 2) 라지드롭형 헤드의 특성
 - 3) 라지드롭형 스프링클러헤드를 습식으로 설치해야 하는 이유
 - 4) 높이가 4 m 이상인 창고에는 평상시 최고 주위온도에 관계없이 표시온도 121 °C 이상의 것으로 설치 가능한 이유
- 포 소화설비에서 포 혼합방식인 ILBP(In-line balanced pressure proportioner)의 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) ILBP와 Pressure side proportioner의 비교
 - 2) ILBP의 구조도 및 구성품
 - 3) ILBP의 작동원리 및 특성
- 가연성 기체의 연소와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 연소범위의 영향인자
 - 2) 가연성 기체의 화학론조성비, 연소상한계(UFL), 연소하한계(LFL), 위험도, 최저산소농도(LOC)
 - 3) 부탄을 예시로 하여 2)의 값을 산정하시오. (단, Jones식을 사용한다.)

제139회 소방기술사 필기문제 [3교시] (2026년 5월 16일)

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 특정소방대상물(위험물제조소 등을 제외)과 위험물제조소 등에 대하여 다음을 비교 설명하시오.
 - 1) 옥내소화전설비
 - 2) 옥외소화전설비
2. 아래 항목에 대하여 건축법 시행령 및 소방기본법에서 정하는 내용과 소방청 「성능위주설계 평가 운영 표준가이드라인」의 내용을 설명하시오.
 - 1) 소방자동차 진입(통로)동선 확보
 - 2) 소방자동차 소방활동 전용구역 확보
3. 고체에어로졸 자동소화장치의 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 고체에어로졸 소화과정
 - 2) 고체에어로졸 발생기 설치기준
 - 3) 고체에어로졸 발생기와 인체 또는 가연물과의 최소 열 안전이격거리
 - 4) 고체에어로졸 자동소화장치의 구조 및 설치방법에 따른 종류
4. 화재안전기준에서 정하는 스프링클러 설치기준에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 헤드와 부착면과의 거리를 제한하는 이유
 - 2) 현관 또는 로비 등으로서 바닥으로부터 높이가 20 m 이상인 장소에 헤드설치 제외가 가능한 이유
5. 배선용 차단기, 누전차단기, 아크차단기의 주목적, 동작원리 및 특성에 대하여 각각 설명하시오.
6. 내진설계와 관련된 다음 사항을 설명 및 계산하시오.
 - 1) 세장비
 - 2) 가동중량
 - 3) 내진스토퍼
 - 4) 지진분리장치

5) 아래 그림의 세장비를 각 조건에 따라 각각 계산하시오.

| | | |
|--|--|---|
| <p>[공통 조건]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 원형파이프 외경(D) : 4 cm • 원형파이프 내경(D1) : 3 cm • 원형파이프의 두께 : 0.5 cm  <p>D: 4cm D1: 3cm</p> <ul style="list-style-type: none"> • 버팀대 길이 L = 3 m | <p>① 양단 Pin지지</p> <ul style="list-style-type: none"> • 좌굴길이의 계수 $r = 1$  <p>$l : 3m$</p> | <p>② 양단 고정지지</p> <ul style="list-style-type: none"> • 좌굴길이의 계수 $r = 0.5$  <p>$l : 3m$</p> |
|--|--|---|

제139회 소방기술사 필기문제 [4교시] (2026년 5월 16일)

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. ‘스프링클러헤드 설치제외’에 대하여 화재안전기술기준에서 정하는 바에 따라 분류하고 설명하시오.
2. 초고층 및 지하연계 복합 건축물에 설치하는 종합방재실에 대하여 다음사항을 설명하시오.
 - 1) 종합방재실의 설치위치
 - 2) 면적 및 공간구성 활용
 - 3) 건축물의 구조
 - 4) 종합방재실 설비
3. 소방시설공사업법에 따른 소방공사를 할 때 감리업자에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 감리업자가 수행해야 할 업무
 - 2) 공사감리 결과를 통보할 경우 감리결과 보고서에 첨부해야 할 서류
 - 3) 완공검사제도의 문제점 및 운영실태
4. 소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준에서 정하는 소공간용 소화용구에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 소화용구의 적용범위
 - 2) 소화용구의 표시사항
 - 3) 소화시험 성능기준(A급 및 B급 소화시험)
 - 4) 방사시험 성능기준
5. 거실제연설비의 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 특정소방대상물의 설치대상 및 적용기준
 - 2) 설치면제 적용기준
 - 3) 설치제외 기준

6. 국가건설기준센터 전기설비 설계기준 중 예비전원설비(KDS 32 20 20)에 근거하여 다음을 설명하시오.
- 1) 소방부하 및 비상부하의 정의
 - 2) 예비전원설비 분류
 - 3) 자가발전기 용량 산정 방법
 - 4) 발전기 허용전압계수 산출식을 쓰고, 발전기 용량산출에 적용하는 발전기 허용전압강계수 표를 작성하시오. (단, 발전기 허용전압강하률과 발전기 정수를 이용한다)

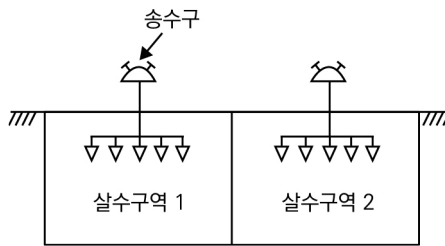
제139회 소방기술사 필기문제 해설

문제 01

개방형 헤드를 사용하는 연결살수설비에 있어서 하나의 송수구역에 설치하는 살수헤드의 수는 10개 이하가 되도록 해야 하는 이유를 설명하시오.

1 연결살수설비 개념

- 1) 연결살수헤드-배관-송수구로 구성된 소화활동설비
- 2) 최근 소방시설법 개정으로 소규모 주차장에 연결살수설비, 단독경보형감지기를 적용



2 하나의 송수구역에 헤드 10개 제한 이유

NFPA 503 2.1.4 개방형 헤드를 사용하는 연결살수설비에 있어서 하나의 송수구역에 설치하는 살수헤드의 수는 10개 이하가 되도록 해야 한다.

- 1) 광범위한 수손피해 방지
 - (1) 연결살수 헤드는 개방형이므로, 연결된 살수구역에 동시에 살수
 - (2) 따라서 살수구역 조닝(Zoning)으로 타 구역의 수손피해 방지
 - (3) 연결살수는 소규모 공간에 적용하므로 소규모 구역화를 고려
- 2) 과도한 수원 사용 및 펌프용량 미달 방지 → 효과적인 화재진압
 - (1) 모든 살수헤드에서 동시 방출 시 수원량 및 펌프용량 미달 우려
 - (2) 소규모 공간에 주로 적용하므로 10개로 제한
 - (3) 필요시 소방대 전략에 따라 동시살수 또는 순차살수

3 고려사항

- 1) 살수구역 일람도를 소방대 사용에 지장이 없도록 비치
- 2) 동과우려가 없는 경우 폐쇄형 헤드에 습식배관 연결 및 시험장치를 설치

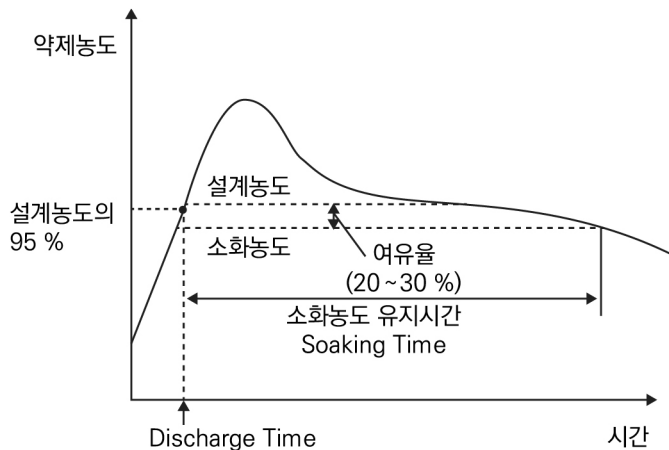
문제 02

가스계소화설비의 설계농도, 소화농도를 설명하고 이산화탄소 소화설비의 화재안전기준에서 소화농도에 “34 %”의 화재공학적 의미를 설명하시오. (합격내비 2권, CHAPTER 5 가스계소화설비, 19번 문제 ‘참고’)

1 설계농도, 소화농도

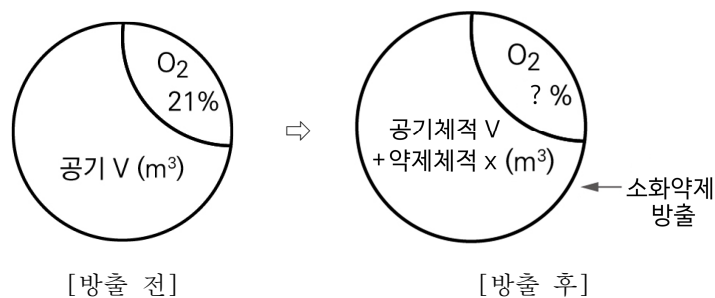
- 1) 소화농도 : 규정된 실험 조건의 화재를 소화하는데 필요한 소화약제의 농도(형식승인대상의 소화약제는 형식승인된 소화농도)
- 2) 설계농도 : 방호대상물 또는 방호구역의 소화약제 저장량을 산출하기 위한 농도로서 소화농도에 안전율을 고려하여 설정한 농도
- 3) 안전계수

| 설계농도 | 소화농도 | 안전계수 |
|------|------|------|
| A급 | A급 | 1.2 |
| B급 | B급 | 1.3 |
| C급 | A급 | 1.35 |



2 소화농도 34 %의 화재공학적 의미

- 1) 의미
 - (1) 28 % : 무유출 조건에서 약제 주입 시 산소농도가 21 %에서 15 %로 감소하는 농도
 - (2) 34 % : 28 %에 1.2배의 안전율을 고려한 표면화재 최소설계농도



2) 계산

(1) 산소농도를 O_2 [%]로 낮추기 위한 최소 필요 약제량 $x [m^3] = \frac{(21 - O_2\%)}{O_2\%} \times V [m^3]$

(2) 이때 약제의 최소 이론농도 $C = \frac{21 - O_2\%}{21} \times 100 \%$

(3) 산소농도를 15 [%] 대입 $C = \frac{21 - 15}{21} \times 100 = 28 \%$

(4) 안전율 20 [%] 가산 : $28 \times 1.2 = 34 \%$

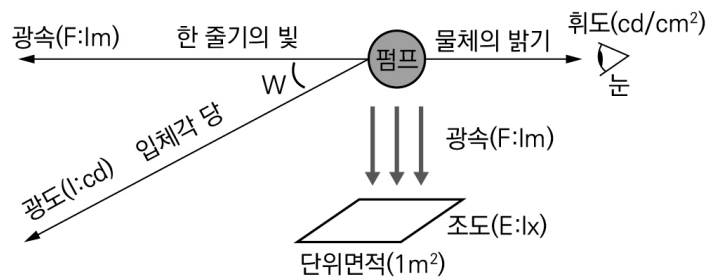
문제 03

휘도와 조도에 대하여 설명하고, 화재안전기술기준(NFTC)에서 각각 정하고 있는 조도의 규정에 대하여 설명하시오. (합격대비 2권, CHAPTER 9 소방전기설비, 7번 문제 '참고')

1 휘도와 조도

- 1) 휘도 : 광도를 바닥면적으로 나눈 값, 반사체의 눈부심 정도를 의미
- 2) 조도 : 광속을 바닥면적으로 나눈 값으로, 바닥면의 밝기를 의미

$$\text{휘도} = \frac{dI}{dA} \text{ [cd/m}^2\text{]} \quad \text{조도} = \frac{dF}{dA} \text{ [lx, lm/m}^2\text{]}$$



2 NFTC의 조도 규정

- 1) 비상조명등 조도 기준

| 장소 | 조도 |
|---------|---|
| 특정소방대상물 | 각 부분의 바닥에서 1 lx 이상 |
| 터널 | <ul style="list-style-type: none"> • 차도, 보도의 바닥면의 조도는 10 lx 이상 • 그 외 모든 지점의 조도는 1 lx 이상 |
| 피난안전구역 | 각 부분의 바닥에서 조도는 10 lx 이상 |

- 2) 현재 문제점, 개선안

- (1) KS 기준 작업장의 최소조도는 3 lx로, NFTC의 조도 기준이 너무 낮음
- (2) 피난안전을 고려, 조도기준 상향 필요

3 2024 NFPA 101, Chapter 7 Means of Egress, 7.9.2

- 1) 비상조명은 최소 90분 이상 동안 제공할 것
- 2) 초기조도 : 출구 경로는 평균 10.8 lx 이상, 어느 곳이든 최소 1.1 lx 이상 확보
- 3) 90분 뒤 : 평균 6.5 lx 이상, 최소 0.65 lx 이상 확보
- 4) 최대-최소 조도비율은 40 : 1을 초과하지 않을 것

👉 문제 04

공동주택(아파트) 대피공간 대체시설의 종류별 성능에 대하여 설명하시오.

(합격내비 1권, CHAPTER 3 인명안전기준, 2번 문제)

1 개요

- 1) 아파트 4층 이상으로서 세대에서 2개 이상의 직통계단을 사용할 수 없는 경우 대피공간을 설치
- 2) 대피공간 면제를 위해 하향식피난구를 설치할 수 있는데, 이 경우 소방법에서 피난기구도 설치가 면제되어 피난/방화 관점에서 위험성이 존재함

2 대피공간 대체시설의 종류별 성능

| 대체시설 | 종류별 성능 |
|--------------------------------------|---|
| 발코니와 인접 세대와의 경계벽이 파괴하기 쉬운 경량구조 등인 경우 | <ul style="list-style-type: none">• 정확한 두께기준은 없음(주로 9 mm 이하)• 인식 가능한 표지 설치• 옆 세대를 통해 계단실로 이동 |
| 발코니의 경계벽에 피난구를 설치한 경우 | <ul style="list-style-type: none">• 정확한 크기기준 없음• 보안을 이유로 실제 적용되진 않음• 옆 세대를 통해 피난 |
| 발코니의 바닥에 하향식 피난구를 설치한 경우 | <ul style="list-style-type: none">• 내화성능 : 비차열 1시간 이상• 차연성능 : 없음• 규격 및 처짐성능 등 세부적으로 규정• 아래세대를 통해 계단실로 이동 |
| 그 외 국토부장관이 고시하는 대체시설을 갖춘 경우 | - |

3 고려사항

- 1) 하향식피난구의 차연성능 기준이 없으므로 세대 간 연기확산 우려, 개정 필요
- 2) 하향식피난구를 이용해 피난층까지 연계될 수 있는 구조로 적용 필요(현재 1개 층만 사용)

문제 05

「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」에 따른 건설현장 소방안전관리자의 선임 대상 및 선임기한과 수행업무에 대하여 설명하시오. (합격내비 1권, CHAPTER 9 건축물 방재대책, 19번 문제)

1 건설현장 소방안전관리자 선임대상

신축·증축·개축·재축·이전·용도변경 또는 대수선을 하려는 부분으로서,

- 1) 연면적의 합계가 15,000 m² 이상인 것
- 2) 연면적이 5,000 m² 이상이고 다음 어느 하나에 해당하는 것
 - (1) 지하층의 층수가 2개 층 이상인 것
 - (2) 지상층의 층수가 11층 이상인 것
 - (3) 냉동창고, 냉장창고 또는 냉동·냉장창고

2 선임기한

- 1) 소방시설공사 착공 신고일부터 건축물 사용승인일까지
- 2) 선임 후 14일 이내 소방서 신고

3 건설현장 소방안전관리자의 업무(화재예방법 시행령)

- 1) 건설현장의 소방계획서의 작성
- 2) 임시소방시설의 설치 및 관리에 대한 감독
- 3) 공사진행 단계별 피난안전구역, 피난로 등의 확보와 관리
- 4) 건설현장의 작업자에 대한 소방안전 교육 및 훈련
- 5) 초기대응체계의 구성·운영 및 교육
- 6) 화기취급의 감독, 화재위험작업의 허가 및 관리
- 7) 그 밖에 건설현장의 소방안전관리와 관련하여 소방청장이 고시하는 업무

4 선임 시 고려사항

- 1) 법적 기준 상 선임은 공사시공자가 선임
- 2) 시공 감시가 필요하므로, 소방 단종회사가 아닌 종합 건설회사에서 선임이 바람직함

문제 06

가스누설경보기의 연소기 주위 경보기 설치 위치와 수신부의 음향 및 음색에 대하여 설명하시오.

(합격내비 2권, CHAPTER 9 소방전기설비, 13번 문제 '참고')

1 가스누설경보장치 개념

- 1) 가스누설경보장치는 가연성 가스 및 연소가스의 누출을 감지, 위험요소를 차단하기 위해 적용
- 2) 기존 가연성 가스만 탐지하던 것에서, 펜션 CO 중독사고 등을 계기로 일산화탄소 감지기도 추가하게 되었음

2 가연성 가스 경보기 설치위치

- 1) 경보기 상태 확인 및 유지 관리에 용이한 위치에 설치
- 2) 탐지부 설치기준
 - (1) 가스연소기의 중심으로부터 직선거리 8 m 이내에 1개 이상 설치
(공기보다 무거운 가스를 사용하는 경우 4 m)
 - (2) 천장으로부터 탐지부 하단까지의 거리가 0.3 m 이하가 되도록 설치
(공기보다 무거운 가스는 바닥으로부터 탐지부 상단까지 0.3 m 이하)
- 3) 탐지부 설치위치 : 다음 각 호의 '외의 장소'에 설치
 - (1) 출입구 부근 등으로 외부의 기류가 통하는 곳
 - (2) 환기구 등 공기가 들어오는 곳으로부터 1.5 m 이내
 - (3) 연소기의 폐가스에 접촉하기 쉬운 곳
 - (4) 가구·보·설비 등에 가려져 누설가스의 유통이 원활하지 못한 곳
 - (5) 수증기, 기름 섞인 연기 등이 직접 접촉될 우려가 있는 곳

3 수신부의 음향 및 음색

다른 기기의 소음 등과 명확히 구별될 것

| 음량과 음색 | 다른 기기의 소음 등과 명확히 구별될 것 |
|----------|---------------------------|
| 음압 | 1 m 떨어진 위치에서 음압이 70 dB 이상 |
| 조각스위치 | +F.L 0.8 ~ 1.5 m 위치에 설치 |
| 비상연락망 비치 | - |

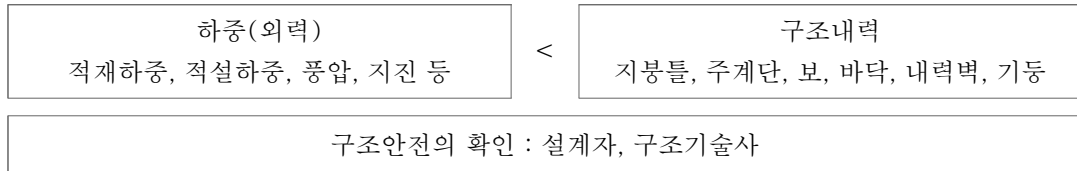
문제 07

건축물의 구조안전 확인 대상과 적용건축물을 설명하시오.

(합격내비 1권 CHAPTER 2 건축방화, 1번 문제)

1 구조안전 확인 개념

여러 가지 하중 응력에 버티는 구조내력의 적정성을 확인하는 것



2 구조안전확인 대상

건축허가 대상(건축 또는 대수선)

3 적용건축물과 확인자

| 설계자가 확인 | 구조기술사의 협력 대상 |
|--|--|
| (1) 층수 2층 이상(목구조 3층) (2) 연면적 200 m ² 이상(목구조 500 m ²) (3) 높이 13 m 이상 (4) 처마높이 9 m 이상 (5) 기둥 사이 거리 10 m 이상 (6) 중요도가 높은 건축물 (7) 국가적 문화유산 (8) 특수구조 건축물 (9) 단독주택, 공동주택 | (1) 6층 이상인 건축물 (2) 특수구조 건축물 (3) 다중이용 건축물 (4) 준다중이용 건축물 (5) 3층 이상의 필로티 건축물 (6) 지진구역 I 지역에 중요도 ‘특’건축물 |

📌 문제 08

고정식 포소화설비의 방출기구 중 하나인 고정포 방출구(Ⅱ형)의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

(모아 소방기술사 제2권, Ch 18)

- 1) 베이퍼 실(Vapor seal)의 설치목적
- 2) 베이퍼 실의 재질
- 3) 고정포 방출구(Ⅱ형)의 점검사항

1 Ⅱ형 방출구

- 1) 탱크 외벽에 폼챔버와 디플렉터를 부착, 주입된 포가 탱크 벽을 따라 흘러 내리도록 설계된 방식
- 2) 상부포 주입방식에 해당

2 Vapor Seal 설치목적

- 1) 평상시 폼챔버 내부를 밀봉
- 2) 탱크 유증기가 배관 내부로 유입되는 것을 방지
- 3) 폼 주입 시 파손되며 방출

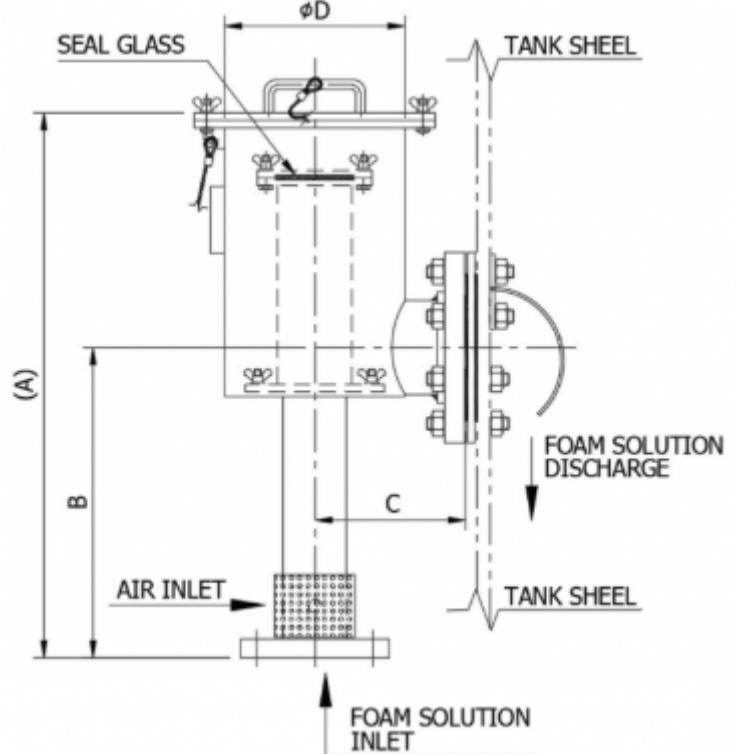
3 재질

유증기에 반응하지 않을 것, 파손 시 완전히 분리될 것

- 1) Seal Glass 방식
- 2) Rupture Disc 방식 등

4 점검사항

- 1) Vapor Seal의 점검 : Seal 파손, 부식, 변형 여부 확인
- 2) Deflector 점검 : 탈락, 부식, 오염 정도 확인
- 3) 여과장치, 발포기 확인 : 이물질, 먼지 등으로 막힘 여부 확인
- 4) 배관, 부속류, 이음장치의 부식, 연결, 정상유무 확인



📌 문제 09

자동차압급기댐퍼의 성능인증 및 제품검사의 기술기준에서 정하는 다음 사항을 설명하시오.

(합격내비 2권, CHAPTER 6 제연설비, 47번 문제)

- 1) 댐퍼의 재질
- 2) 댐퍼의 작동성능

1 자동차압급기댐퍼의 개념

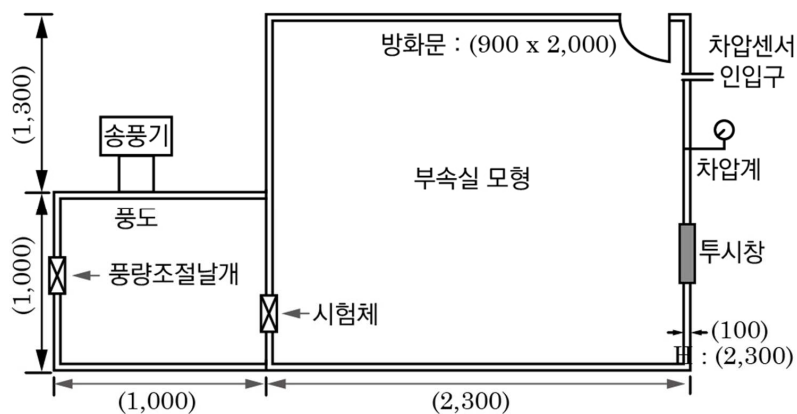
가압하는 부속실, 계단실의 차압을 감지해 자동으로 급기구를 개방/폐쇄하는 장치

2 댐퍼의 재질

- 1) 환경변화에 따른 내구성이 있어야 한다.
- 2) 댐퍼날개 및 후레임은 두께 1.5 mm 이상이어야 하며, 다음 각 목의 재질 또는 이와 동등 이상의 강도가 있는 재질이어야 한다.
 - (1) 열간압연 연강판 및 강대(KS D 3501)
 - (2) 알루미늄 및 알루미늄합금압출형재(KS D 6759) 중 A6N01 T5
- 3) 댐퍼에 사용되는 재료는 부식방지 조치를 하여야 한다. 다만, 내식성이 있는 재료는 그러하지 아니하다.

3 댐퍼의 작동성능

- 1) 부속실 모형의 출입문이 닫힌 시점부터 차압이 작동차압범위 중 최댓값(최댓값이 40 Pa을 초과하는 경우 최댓값과 40 Pa)으로 떨어질 때까지의 평균시간이 10초 미만
- 2) 출입문이 닫힌 시점부터 10초 이후에는 차압범위로 유지되어야 함



[자동차압 급기댐퍼 시험장치]

👉 문제 10

다공성 고체물질이 비다공성 고체물질보다 화염확산속도가 빠른 이유에 대하여 설명하시오.

(합격내비 1권, CHAPTER 1 화재역학, 25번 문제 '참고')

1 용적밀도(벌크밀도, Bulk Density) 개념

1) 배열체적(고체물질과 공기체적을 모두 고려한 값)을 고려한 밀도

$$2) \rho_b = \frac{m}{V_b} = \frac{\rho_l}{\delta_f} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

3) 다공성 용적밀도 < 비다공성 용적밀도

2 다공성물질의 화염확산속도가 빠른 이유

1) 얇은 물질의 화염확산속도 $v = \frac{\dot{q}'' \delta_f}{\rho c l (T_{ig} - T_s)}$

2) 용적밀도 적용 시, $v = \frac{\dot{q}''}{\rho_b c (T_{ig} - T_s)}$

3) 결론 : $v = \frac{C}{\rho_b}$ [m/s] (C : 열유속과 연료 물성치에 대한 상수, 일반적으로 0.06)

→ 용적밀도가 작을수록 화염확산속도는 빠름

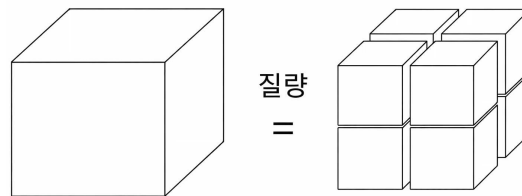
4) Thomas, 다공성 배열을 통한 순풍 화염 확산 식

$$v = \left(\frac{C}{\rho_b} \right) (1 + a v_\infty) \quad (v_\infty : \text{바람의 속도 [m/s], } a : \text{상수, 대략 } 1 \text{ [s/m]})$$

3 표면적 대 질량비와의 관계

1) 비표면적 = $\frac{\text{표면적}}{\text{질량}} = \frac{\phi}{\rho d}$ (ϕ : 형상계수, ρ : 밀도, d : 직경)

2) 비표면적 커질수록 산소, 화염접촉면적 증가 → 열관성 감소, 점화시간 감소 → 화염확산 빨라짐



📌 문제 11

오리피스에서 유량공식($Q = C \times A \sqrt{2g \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)h}{\gamma_2}}$)을 유도하고, 유량공식을 이용하여 제연설비에
서 누설량 $Q = 0.827A \sqrt{\Delta P}$ 를 유도하시오. (단, 유동계수는 0.64, 온도는 21 °C 기준) (합격내비 2권,
CHAPTER 1, 6)

1 오리피스 유량공식 유도

1) 조건

$$\text{베르누이 방정식 } \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \text{ 에서, } Z_1 = Z_2, v_1 \approx 0$$

$$\rightarrow \frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

2) 유도

$$(1) \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} \text{ 이므로, } v_2 = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma}}$$

$$(2) P = \gamma h \text{ 이므로, } P_1 - P_2 = \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 = (\gamma_1 - \gamma_2)h \text{ (}\because \text{액주계에서 } h_1 = h_2\text{)}$$

$$(3) \text{ 기준유체 } \gamma = \gamma_2 \text{ 라면, } v_2 = \sqrt{\frac{2g(\gamma_1 - \gamma_2)h}{\gamma_2}}$$

$$(4) Q = CAv \text{ 이므로, } \therefore Q = C \times A \sqrt{2g \frac{(\gamma_1 - \gamma_2)h}{\gamma_2}}$$

2 제연 누설량 유도

1) 공간 1과 2의 베르누이 정리

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$Z_1 = Z_2, v_1 \approx 0, \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{2g \frac{\Delta P}{\gamma}} = \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}}$$

2) 21 °C의 공기밀도

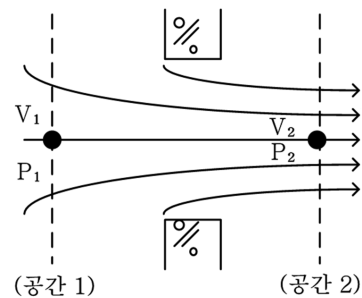
$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{1 \times 28.96}{0.082 \times (21 + 273)} = 1.2053 \approx 1.21 \text{ kg/m}^3$$

$$v_2 = \sqrt{2 \times \frac{\Delta P}{1.21}} \approx 1.29 \sqrt{\Delta P}$$

3) 누설량

$$Q = CAv = CA \times 1.29 \sqrt{\Delta P} \text{ (A : 누설틈새 면적 [m}^2\text{], C : 유량계수)}$$

C는 층류에서는 0.7, 난류에서는 0.6을 적용, 국내는 0.641을 적용하므로



$$\therefore Q = 0.827 \times A \times \sqrt{\Delta P} \text{ (유립은 0.643을 적용해 0.83을 사용)}$$

문제 12

빛물 침투에 의한 탄화칼슘(CaC₂) 화재의 화학반응식·화재의 위험성·저장 및 소화방법에 대하여 설명하시오.

1 탄화칼슘 화재 화학반응식

- 1) 탄화칼슘(카바이드)은 아세틸렌 제조에 주로 사용되며, 물반응성 물질로 물 접촉을 방지해야 함
- 2) 화학반응식
 - (1) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + Q$
 - (2) 물과 접촉 시 아세틸렌과 수산화칼슘을 생성하며 발열

2 화재위험성

- 1) 아세틸렌의 폭발적 연소
 - (1) 연소범위 : 2.5 ~ 100 %
 - (2) 위험도 39 (가장 높음)
 - (3) 공기중 섞이며 폭발성 혼합기 형성
 - (4) 정전기, 스파크로도 점화
- 2) 제3류 위험물 - 자연발화성 및 금수성 물질
 - (1) 칼슘 또는 알루미늄 탄화물에 해당
 - (2) 위험등급 III, 지정수량 300 kg
 - (3) 습기, 물기 접촉 시 격렬하게 반응

3 저장 및 소화방법

| | |
|------|--|
| 저장방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 스프링클러 설치장소에 저장 금지 • 빛물, 직사광선 침투 금지 • 전용의 밀폐용기에 보관 • 접지, 분당 철저히 • LFL의 25 % 미만 농도로 환기 |
| 소화방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 건조사, 팽창질식, 팽창진주암으로 질식소화 • Dry Powder : Na-X, TEC 분말, G-1 등 • 가스계 소화설비 금지 : 고온에 의한 열분해 반응 |

문제 13

소방청 「성능위주설계 평가 운영 표준가이드라인」 중 전기자동차 주차구역 또는 충전장소를 지하에 설치할 경우 화재안전 확보를 위해 고려해야 하는 사항을 설명하시오. (성능위주설계 평가 운영 표준가이드라인)

1 전기차충전소 지하 설치 시 문제점

- 1) 과충전에 의한 열폭주로 빠른 연소확대 발생
- 2) 밀폐공간 + 낮은 층고로 인해 연기확산 빠름
- 3) 소방대 진입의 어려움
- 4) 지상 설치를 원칙으로 하며, 지하 설치 시 화재안전성 강화기준 수립

2 고려사항

- 1) 원활한 소방활동을 위해 지표면과 가까운 층에 설치
- 2) 한 개층의 바닥면적이 5,000 m² 이상이고 주차램프가 2개 이상인 지하주차장의 경우 습식 스프링클러 설비를 적용. 다만 동파방지가 어려운 대상은 개선된 준비작동식(논인터락 또는 부압식)을 적용하고, 주차램프 위치를 기준으로 구역별 방화구획하거나 1시간 이상 작동할 수 있는 드렌처(수막)설비를 검토할 것
- 3) 차량 출입구(램프) 인근에 배치하고, 건축물 내부와 연결된 출입구로부터 이격하여 피난 등에 지장이 없도록 할 것
- 4) 직상부에 배관, 전선 등이 설치되지 않도록 설계하되, 부득이하게 설치될 경우 배관보온재 등은 건축법령상 ‘난연재료’ 이상의 재료로 설치하거나 마감처리
- 5) 전기차 충전구역은 열화상카메라 또는 24시간 감시할 수 있는 CCTV 설치
- 6) 전용의 연결송수관설비 방수구와 방수기구함 설치할 것
 - (1) 방수기구함에는 ‘전기차 전용주차구역용’을 표시한 표지를 부착할 것
 - (2) 방수구는 쌍구형으로 설치하고 호스 2개 이상 및 관창을 비치할 것
- 7) 질식소화포(약 7 m × 11 m)를 별도 보관함에 비치하고, 이동식 하부주수관창을 비치할 것
 - (1) 식별이 용이한 곳에 비치
 - (2) 사용설명서 및 표지판 부착

3 그 외 적용사항

- 1) 부산 가이드라인의 ‘3면 방화구획’ 및 ‘전용배출설비’는 소방청 공고에 의해 적용 유예되었음
- 2) 서울시 : 바닥면적 5,000 m² 이상인 경우 방화구획 적용

제139회 소방기술사 필기문제 해설

문제 01

생활숙박시설을 오피스텔로 용도변경하려는 경우 「생활숙박시설 복도폭 완화를 위한 화재안전성 검토·인정 가이드라인」에서 정하는 아래의 사항을 설명하시오. (생활숙박시설 복도폭 완화를 위한 화재안전성 검토·인정 가이드라인)

1) 가이드라인의 목적 2) 적용대상 및 요건 3) 모의실험 시나리오 적용기준

1 개요

- 1) 숙박시설을 오피스텔로 용도변경하려고 하나, 건축법에 따른 복도폭 기준을 만족하지 못해, 용도변경이 어려운 건축물이 대상
- 2) 생활숙박시설을 오피스텔로 용도변경(변경허가·신고)을 할 경우, 복도폭이 문제가 되어 용도변경이 어려운 건축물에 대해 복도폭을 완화하여 적용하기 전 화재안전성능이 충분한지 검증하고 지방건축위원회 심의를 거치기 위해 본 가이드라인을 마련

2 적용대상 및 요건

- 1) 생활숙박시설 용도로 건축허가·신고된 건축물 중에서 건축주가 오피스텔로 용도변경을 희망하는 건축물
- 2) 오피스텔로 용도변경 하려는 층에 대하여 양 옆에 거실이 있는 복도의 유효너비가 1.8 m 미만인 건축물
- 3) 2024년 10월 16일 이전 건축허가를 신청한 건물이어야 하며 건축허가를 신청하기 위해 심의를 신청한 경우
- 4) 다만 6층 미만의 건축물로서 용도변경을 희망하는 층의 생활숙박시설의 거실 바닥면적 합계가 300 m² 이하일 경우에는 모의실험 결과서의 제출을 생략할 수 있다.

3 모의실험 시나리오 적용기준

1) 인명안전기준

| 구분 | 성능기준 | | 비고 |
|-------------|-----------------|-----------|---|
| 호흡 한계선 | 바닥으로부터 1.8 m 기준 | | - |
| 열에 의한 영향 | 60 °C 이하 | | - |
| 가시거리에 의한 영향 | 용도 | 허용가시거리 한계 | 단, 고휘도 유도등, 바닥유도등, 축광유도표지 설치 시, 집회시설 판매시설 7 m 적용 가능 |
| | 기타시설 | 5 m | |
| | 집회시설 판매시설 | 10 m(7 m) | |
| 독성에 의한 영향 | 성분 | 독성기준치 | 기타, 독성 가스는 실험결과에 따른 기준치를 적용 가능 |
| | CO | 1400 ppm | |
| | O ₂ | 15 % 이상 | |
| | CO ₂ | 5 % 이하 | |

2) 피난지연시간기준(단위 : 분)

| 용 도 | W_1 | W_2 | W_3 |
|---|-------|-------|-------|
| 기숙사, 중/고층 주택 (거주자는 건물의 내부, 탈출로에 익숙하고, 수면 상태일 가능성 있음) | < 2 | 4 | > 5 |

<비고>

W_1 : 방재센터 등 CCTV설비가 갖춰진 통제실의 방송을 통해 육성 지침을 제공할 수 있는 경우 또는 훈련된 직원에 의하여 해당 공간 내의 모든 거주자가 인지할 수 있는 육성지침을 제공할 수 있는 경우

W_2 : 녹음된 음성 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송 제공할 수 있는 경우

W_3 : 화재경보신호를 이용한 경보설비와 함께 비훈련 직원을 활용할 경우

3) 수용인원 산정기준(단위 : 1인당 면적 m^2)

현행 성능위주설계 평가 운영 표준 가이드라인(소방청)에서 제시하고 있는 다음의 수용인원 산정기준 ($18.6 m^2$)을 적용합니다.

4) 화재·피난 시뮬레이션 적용 입력 데이터

(1) 가연물의 크기(kW) : 오피스텔의 경우 3,000 kW 기준

(2) 화재성장속도(a) : Fast(0.047)

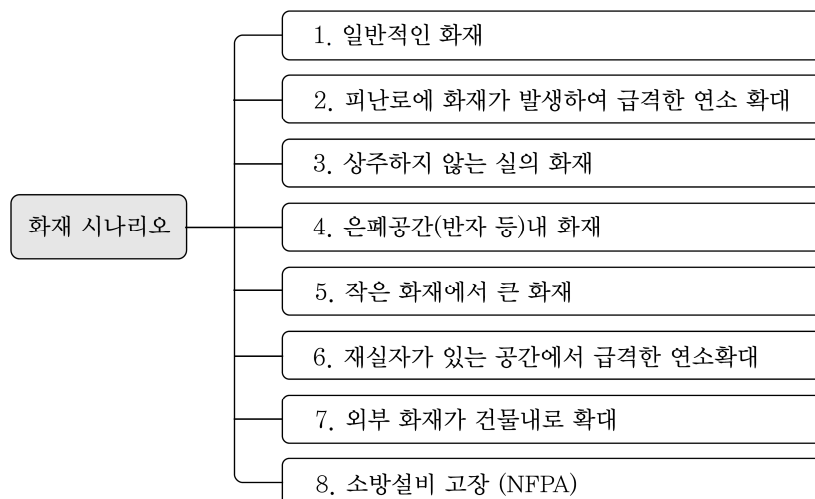
(3) Soot Yield : 연료지배형 화재로 가정하고 0.07을 사용

(4) 연소지속

① 최대 HRR 도달 후 열방출율 지속 조건 준수(환기지배형 화재가 되는 경우 Soot Yield 수정) : 열방출율 그래프 제시

② 화재는 공기가 화재 플룸에 최대한 빨려 들어갈 수 있도록 벽과 모서리에서 떨어지도록 하고, 화재면은 바닥에서 0.5 m 이하 높이로 설정

5) 시나리오 유형



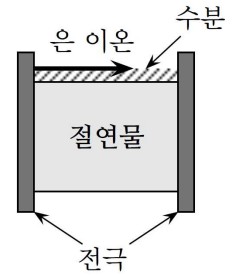
문제 02

은(Silver) 이동현상에 의한 발열과 반단선에 의한 화재의 정의 및 특징과 대책에 대하여 설명하시오.

(요해 2권 P 516)

1 은 이동

- 1) 은 이동이란 직류전압이 인가된 은으로 도금된 이극도체 사이에 절연물이 있을 때, 그 절연물의 표면에 수분이 부착되면 은의 양이온이 절연물의 표면에서 음극 쪽으로 이동하여
- 2) 그곳에 전류가 흘러 전자소자(제어장치)의 정상적인 기능을 방해하여 전기기기의 이상현상을 초래하는 현상



[은 이동현상]

2 위험성 및 특징

1) 위험성

은이온의 이동은 표면에서의 작용으로 발열현상이 발생하며 또한 전극이 용융되기도 하여 은도금을 한 반도체 (제어장치)의 파손이 발생한다.

2) 은 이동현상 발생요인

- (1) 절연물의 흡습성의 유무
- (2) 고온다습인 사용 환경
- (3) 산화 및 환원성 가스의 존재

3 반도체의 파손에 따른 영향

- 1) 은 이동현상에 의한 반도체의 파손으로 반도체의 특성을 이용하여 각종 제어시스템의 기능이 상실되어 과열을 유발할 수 있다.
- 2) 반도체 히터는 정특성의 서미스터를 사용한 것이며 발열체가 온도 조절 기능을 가지고 있다.
- 3) 전기밥솥과 전기오븐 등과 같은 기구는 발열을 이용하는데 일정한 온도 이상이 되면 급격하게 전류를 감소시켜 과열을 방지한다.
- 4) 이때 은 이동현상이 발생하여 반도체의 특성이 제 기능을 수행하지 못하면 발열이 증가하여 발화가 일어날 수 있다.

4 대책

- 1) 반도체의 특성을 변화시키는 은 이동현상은 기기파해의 우려가 있으므로 이러한 현상을 잘 이해함으로써 사고를 방지하여야 한다.
- 2) 은을 첨가하여 사용하는 전기적인 요소에서는 특히 주변 환경에 유의하여 습도 관리와 주변의 가스와의 반응에 대하여 철저한 관리가 필요하다.
- 3) 2중 안전장치(Redundancy)의 적용

5 반단선

1) 정의

전선 내부에는 여러 가닥의 얇은 구리선(소선)이 들어있는데, 이 중 일부가 물리적인 충격이나 노후화로 인해 끊어져 있는 상태

2) 위험성

전선이 반쯤 끊어지면 전기가 흐르는 통로가 좁아짐. 좁아진 통로로 같은 양의 전류가 흐르려다 보니 저항이 급격히 증가

(1) 국부적 발열 : 저항이 높아진 부분에서 수백 도 이상의 열이 발생

(2) 피복의 탄화 : 과도한 열로 인해 전선 피복이 녹거나 검게 타기 시작

(3) 아크 발생 및 발화 : 손상된 피복 사이로 스파크(아크)가 발생하며 주변 먼지나 벽지에 붙어 붙어 대형 화재로 이어짐

3) 반단선 주요 원인

(1) 전선을 꺾거나 꼬아서 사용하는 경우

(2) 무거운 물건에 눌림

(3) 플러그를 뽑을 때 선을 잡아당기는 습관

(4) 반복적인 구부림

문제 03

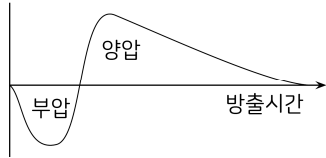
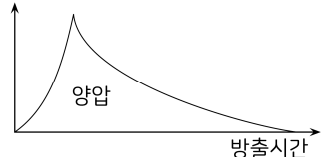
가스계 소화설비에서 과압·부압 발생 원인과 영향, 과압 배출장치 및 과압 배출구 설계 시 고려 사항에 대하여 설명하시오. (요해2권 P 230)

1 개요

- 1) 가스계 소화설비는 일정 기간 농도 유지가 중요한데, 과압에 의해 방호구역 내 취약 부분이 파손 시 소화 실패 위험이 크다.
- 2) 일부 약제는 부압도 고려하여야 한다. (양방향)

2 과압·부압 발생 원인

소화약제 방출 시 방호구역의 압력변화에 따라

| 소화약제 | 방호공간 압력 | 압력변화 |
|-------------------------|---------|--|
| 할로겐화합물 | 부압 후 양압 |  |
| CO ₂ , 불활성기체 | 과압 |  |

3 과압 배출구 목적

- 1) 소화약제의 방출 시 실내압력이 상승하므로 과압/부압을 배출하기 위해 설치
- 2) 천장의 체류하는 가연성 가스의 배출

4 과압 배출구 설계 시 고려 사항

- 1) 방호구역 누설면적
- 2) 방호구역의 최대허용압력
- 3) 소화약제 방출시의 최고압력
 - (1) 약제방출량
 - (2) 방출시간
- 4) 소화농도 유지시간

5 면적(이산화탄소)

$$X(\text{mm}^2) = \frac{239 \cdot Q}{\sqrt{P}}$$

Q : 분당방출량 (kg/min) P : 방호구역 허용강도 (kPa)

| Light building | normal | vault |
|----------------|--------|-------|
| 1.2 | 2.4 | 4.8 |

6 설계 시 주의 사항

- 1) 개구부, 창문 또는 댐퍼에서 개구부와 틈이 있으면 충분히 배출 가능하므로 추가적인 피압구가 필요 없을 수도 있다.
- 2) 피압구 위치
 - (1) 일반적으로 약제가 연소생성물보다 아래에 위치하므로 피압구는 천장 가까이 설치하고 방출 헤드에서 멀리 설치하여야 한다.
 - (2) 피압구가 헤드에 근접한 경우 차폐판을 설치한다.
- 3) 유리 파괴 압력에 이르기 전에 개방되어야 한다.
- 4) 자동문의 자동폐쇄 여부 : 화재 시 감지기와 연동하여
 - (1) 피난측면 : 자동으로 개방되어야 한다.
 - (2) 개구부 자동폐쇄 : 자동으로 폐쇄되어야 한다.

⇒ 기술적 검토가 필요하다.
- 5) 이산화탄소의 경우 2분 내 설계농도 30 %를 기준으로 분당 방출량 계산
- 6) FK 5-1-12의 경우 부압을 고려하여야 한다.

문제 04

창고시설의 화재안전기준에서 정하는 다음 사항에 대하여 설명하시오.

04216

- 1) 라지드롭형 스프링클러헤드의 정의
- 2) 라지드롭형 헤드의 특성
- 3) 라지드롭형 스프링클러헤드를 습식으로 설치해야 하는 이유
- 4) 높이가 4 m 이상인 창고에는 평상시 최고 주위온도에 관계없이 표시온도 121 °C 이상의 것으로 설치 가능한 이유

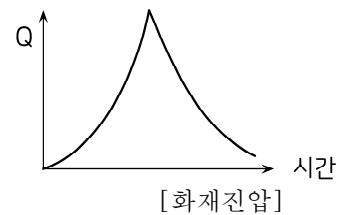
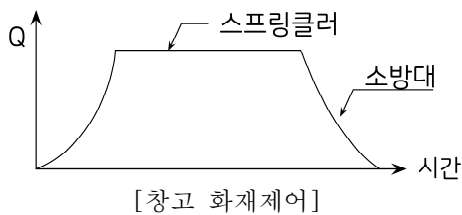
1 라지드롭형 스프링클러헤드의 정의

1) 화재안전기준 : 동일 조건의 수압력에서 큰 물방울을 방출하여 화염의 전파속도가 빠르고 발열량이 큰 저장창고 등에서 발생하는 대형 화재를 진압할 수 있는 헤드

2) NFPA 13

(1) Large Drop 헤드 ⇒ CMSA (Control Mode Specific Application)

(2) 창고에 설치하는 화재 제어용 헤드



2 라지드롭형 헤드의 특성

1) 감지특성 : 기준 없음

2) 방사특성 : 0.1 MPa의 방수압력기준으로 160 L/min 이상의 방수성능

3 CMSA

1) 창고에 설치하는 화재 제어용 헤드

2) 표준형 (Standard) 감지 헤드 & 고온도(High temperature) 헤드

3) 방수압력 제한 : 압력은 높으면 입자크기가 작아져서 소화성능 감소

4) 건식 또는 준비작동식 가능

3 라지드롭형 스프링클러헤드를 습식으로 설치해야 하는 이유

1) 기준

라지드롭형 스프링클러헤드를 습식으로 설치할 것. 다만 아래의 경우 건식 설비 가능

(1) 냉동창고 또는 영하의 온도로 저장하는 냉장창고

(2) 창고시설 내에 상시 근무자가 없어 난방하지 않는 창고시설

(3) 기준 검토 : 건식 설비에 준비작동식 포함 여부

NFPA 13의 경우 건식에 준비작동식 포함

2) 습식으로 설치해야 하는 이유

(1) 건식 문제점

① 신뢰성 및 유지관리 문제

② 화재성장속도가 빠른 화재특성상 일반화재에 비해 시간지연 문제가 화재 제어에 큰 문제 발생

(2) 준비작동식 문제점

① 감지기 신뢰성 문제

② 동파 우려가 있는 물류창고의 경우 준비작동식 설비를 설치할 수도 있는데, 국내에서 적용되는 설비는 평상시 유수검지장치 2차 측 배관을 대기압과 동일한 상태로 비워두기 때문에, 헤드가 손상되거나 배관의 일부가 파손되더라도 이를 확인할 수 없는 문제

⇒ 배관 일부 파손

⇒ 감지기 오동작으로 클래퍼 동작 시 수손 피해 우려

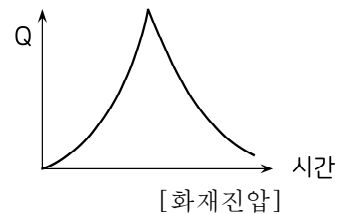
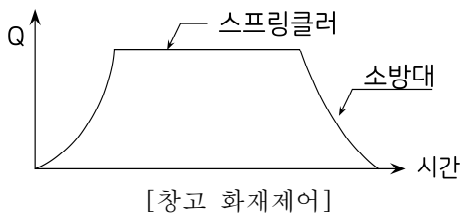
⇒ 설비 관리자가 밸브를 정지

⇒ 소화 실패

③ NFPA 13의 경우 하나의 준비작동식 밸브에 설치되는 헤드 수가 20개 이상이면 배관파손감시를 위해서 2차 측에 공기 또는 물을 배관에 채워야 한다.

⇒ 배관파손감지 장치를 설치하면 위와 같은 위험은 감소된다.

4 높이가 4 m 이상인 창고에는 평상시 최고 주위온도에 관계없이 표시온도 121 °C 이상의 것으로 설치 가능한 이유



(1) 창고의 경우 소화가 어려우므로 일반건축물의 스프링클러 소화와는 다른 개념이다.

(2) 창고용 스프링클러는 화재크기가 증가하지 못하도록 제어하고, 최종진압은 소방대가 행한다.

(3) 그러므로 소방대 도착까지 계속 방수되어야 한다. ⇒ 동작 헤드 수 제한 ⇒ 표준형(Standard) 감지 헤드 & 고온도(High temperature) 헤드

(4) 소화수조 및 저수조

$$\text{저수량(m}^3\text{)} = \frac{\text{연면적}}{5000} \times 20$$

📌 문제 05

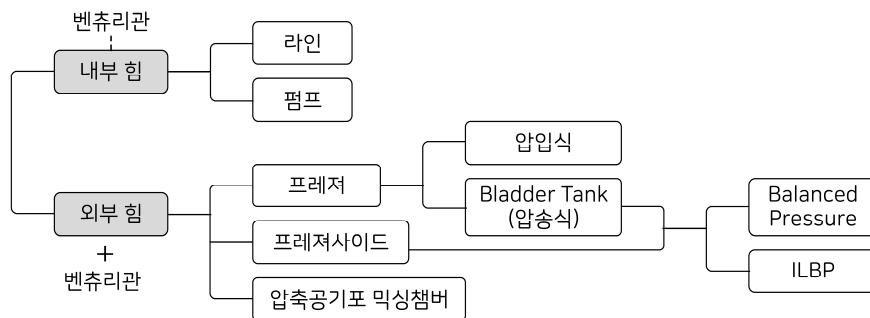
포 소화설비에서 포 혼합방식인 ILBP(In-line balanced pressure proportioner)의 다음 사항을 설명하시오
(요해 2권 P 112)

- 1) ILBP와 Pressure side proportioner의 비교
- 2) ILBP의 구조도 및 구성품
- 3) ILBP의 작동원리 및 특성

1 ILBP(In Line Balanced Pressure Proportioners)

- 1) 외부 힘을 이용한 방식은 소화수 양이 변하더라도 약제량을 변화시켜 정확한 비율로 혼합이 가능하지만 (Balanced Pressure), 방호대상물이 여러 개로 유량이 서로 다른 경우 정확한 비율로 혼합하는 것이 곤란하다.
- 2) 배관 내 ILBP를 설치하여 하나의 포약제 펌프에 의해 여러 개의 소방대상물 방호 가능하다.

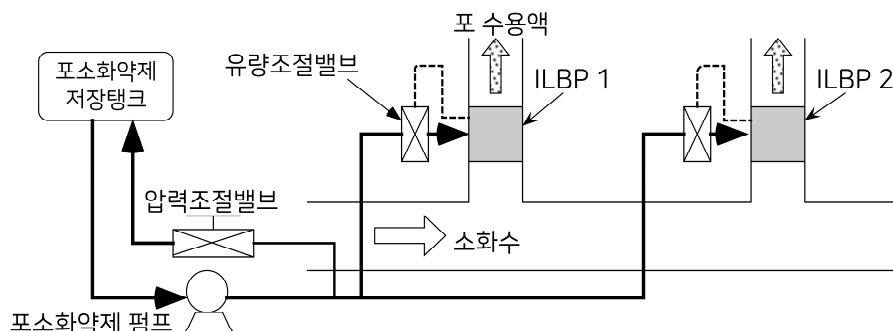
2 혼합장치



3 ILBP와 Pressure side proportioner의 비교

| 구분 | Pressure Side Proportioner | ILBP |
|-----|--|--|
| 공통점 | 1) 외부힘(약제 펌프)에 의해 약제 혼합 2) 소화수 유동량에 비례하여 정확한 혼합 | |
| 차이점 | - | 배관 내 ILBP를 설치하여 하나의 포약제 펌프에 의해 여러 개의 소방대상물 방호 가능 |

4 ILBP의 구조도 및 구성품



- 1) 포약제 펌프
- 2) 압력조절밸브 : 포약제 공급배관의 압력을 일정하게 조절
- 3) ILBP : 배관 내에 설치된 혼합기
- 4) 유량조절밸브 : ILBP에 공급되는 유량 조절

5 ILBP의 작동원리

- 1) 외부 힘을 이용한 방식은 소화수 양이 변하더라도 약제량을 변화시켜 정확한 비율로 혼합이 가능하지만 (Balanced Pressure), 방호대상물이 여러 개로 유량이 서로 다른 경우 정확한 비율로 혼합하는 것이 곤란하다.
- 2) 배관내부로 약제를 공급하는 유량조절밸브와 압력조절밸브를 이용하여 각각의 대상물의 유량과 약제 농도에 맞게 약제 유량 조절
- 3) 배관 내 ILBP를 설치하여 하나의 포약제 펌프에 의해 여러 개의 소방대상물 방호 가능하다.

6 장/단점

- 1) 장점
 - (1) 포약제펌프는 혼합기에서 먼 곳에 설치 가능
포약제펌프는 주로 용적형(Positive Displacement)을 사용한다.
(∵ 용적형 펌프는 점성의 영향이 적어서)
 - (2) 설비 작동 중 포약제탱크에 포약제 보충 가능
 - (3) 소화수 양에 비례하여 포소화약제 혼합 가능(정확한 혼합비)
 - (4) 하나의 포약제펌프에 의해 여러 개의 소방대상물 방호 가능
- 2) 단점
 - (1) 비상전원 필요
 - (2) 비용 및 유지·관리 비용이 많다.
 - (3) 설치공간이 크다.

문제 06

가연성기체의 연소와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.

☞ **해답**

- 1) 연소범위의 영향인자
- 2) 가연성 기체의 화학론조성비, 연소상한계(UFL), 연소하한계(LFL), 위험도, 최저산소농도(LOC)
- 3) 부탄을 예시로 하여 2)의 값을 산정하시오. (단, Jones식을 사용한다)

1 연소범위 개요

- 1) 연소하기 위해서는 가연물, 산소, 에너지의 3요소가 필요한데 가연물이 기체일 때는 공기와 혼합하여 일정 농도범위 내에 있는 경우에만 연소가 된다. 이 혼합범위를 연소범위 또는 폭발범위라 한다.
- 2) 연소상한 (UFL) 이상인 경우 폭발성 분위기가 아니지만, 폭발성 분위기로 될 수 있으므로 폭발위험 장소 구분 목적상 폭발 분위기로 간주하는 것이 바람직하다.

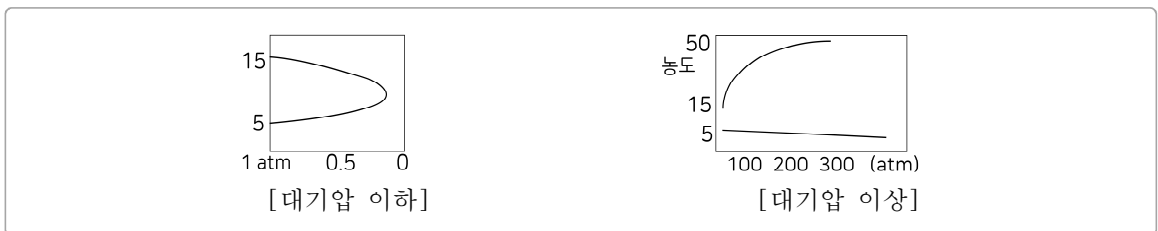
2 연소범위 영향인자

1) 온도

- (1) 100 °C 증가 시 연소범위는 8 % 씩 증가
- (2) $LFL_T = LFL_{25} \times [1 - 7.8 \times 10^{-4} (T - 25)]$ (유도식)
 $LFL_T = LFL_{25} \times [1 - 7.21 \times 10^{-4} (T - 25)]$ (실험식)
- (3) 구획실 화재의 경우 온도가 높으므로 연소하한은 감소한다.

2) 압력

- (1) 압력은 연소하한 (LFL)에 거의 영향을 주지 않으며, 절대압력 50 mmHg 이하에서는 화염이 전파되지 않는다.
- (2) UFL도 대기압 이하에서는 압력에 대한 영향이 거의 없지만, 압력이 대기압을 초과해 증가함에 따라 함께 증가하게 된다.



3) 산소농도

(1) LFL

- ① LFL은 비교적 일정하게 유지된다.
- ② 왜냐하면 과잉 산소는 질소와 같은 Heat Sink로 작용하기 때문이다.

(2) UFL : 증가

4) 첨가제(억제제)

- (1) 연쇄반응에서 $H + O_2 \Rightarrow OH + O$ 가 중요한 (분기) 반응이므로 (분기) 반응이 일어나지 않도록 하면, 화염은 소멸된다.

- (2) 불활성 가스 첨가 : 질소 또는 이산화탄소 같은 불활성 가스를 첨가하면 화염온도가 낮아져서 발화(화염전파)가 발생하지 않는다.
- (3) 메탄에 대한 질소의 피크농도(Peak Concentration)는 약 40 %이다.
- (4) 할로젠족의 경우 라디칼(H, OH)을 제거하여 발화(화염전파)가 발생하지 않는다.

3 가연성 기체의 화학론조성비 등

1) 화학론조성비 = $\frac{\text{가연물}}{\text{공기} + \text{가연물}}$

2) 연소하한계(LFL)

- (1) 발화 또는 화염전파가 발생할 수 있는 최저 농도
- (2) $LFL = 0.55 C_{st}$

3) 연소상한계(UFL)

- (1) 발화 또는 화염전파가 발생할 수 있는 최고 농도
- (2) $UFL = 3.5 C_{st}$

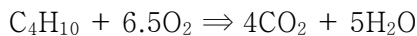
4) 위험도 = $\frac{UFL - LFL}{LFL}$

5) 최저산소농도(LOC)

- (1) 가연성 혼합가스의 산소가 일정 농도 이하가 되면 화염의 전파가 일어나지 않는데 이때의 산소의 농도를 한계산소농도(LOC, Limit Oxygen Concentration)라 한다.
- (2) $LOC (\%) = \text{산소몰수} \times LFL$

| 구분 | LOC | | |
|-----|------|-------|----------------------|
| | 질소 | 이산화탄소 | |
| 프로판 | 11.5 | 14.5 | 질소의 열용량 < 이산화탄소의 열용량 |
| 에틸렌 | 10 | 11.5 | |
| 수소 | 5 | 5.2 | |

4 부탄 계산(Jone식)



1) 화학론조성비 = $\frac{\text{가연물}}{\text{공기} + \text{가연물}} \times 100 = \frac{1}{\frac{6.5}{0.21} + 1} \times 100 = 3.13 \%$

2) 연소하한계(LFL) = $0.55 \times 3.13 = 1.72 \%$

3) 연소상한계(UFL) = $3.5 \times 3.13 = 10.96 \%$

4) 위험도 = $\frac{UFL - LFL}{LFL} = \frac{10.96 - 1.72}{1.72} = 5.37$

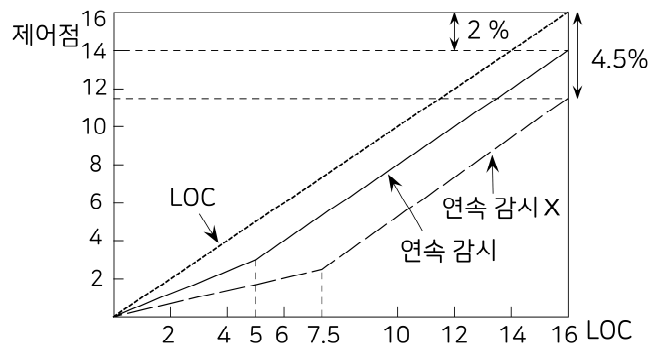
5) 최저산소농도(LOC) = 산소몰수 \times LFL = $6.5 \times 1.72 = 11.2 \%$

6) 실제부탄의 연소범위 : 1.8 ~ 8.4

※ NFPA 69 기준(KOSHA GUIDE P-80-2022)

| 조건 | 최소산소농도 (LOC) | 권장 제어농도 |
|---------------|--------------|----------------|
| 연속적인 감시 | 5 % 이상 | LOC보다 2 % 낮게 |
| | 5 % 미만 | LOC의 60 % 미만 |
| 연속적인 감시가 아닐 때 | 7.5 % 이상 | LOC보다 4.5 % 낮게 |
| | 7.5 % 미만 | LOC의 40 % 미만 |

연속적인 감시가 아닐 때 시 산소농도를 정기적으로 감시



제139회 소방기술사 필기문제 해설

문제 01

특정소방대상물(위험물제조소 등을 제외)과 위험물제조소 등에 대하여 다음을 비교설명하시오.

(NFTC 102, 「위험물안전관리법 시행규칙」 별표 17(제조소등의 소화설비기준)

- 1) 옥내소화전설비
- 2) 옥외소화전설비

1 특정소방대상물과 위험물제조소 등의 화재 위험성

1) 특정소방대상물 소화전 설비 관점 화재 위험성

주로 목재, 종이, 플라스틱 등 일반가연물(A급 화재) 위주이며, 건물 내 거주자 등 비전문가가 초기 소화에 사용하는 것을 전제로 방수압과 방수량 설계

2) 위험물제조소 등의 소화전 설비 관점 화재 위험성

(1) 대량의 인화성 액체·가스(B급 화재) 등을 취급하므로 화재 시 연소확대가 매우 빠르고 폭발위험까지 상존함

(2) 특정소방대상물보다 화재강도와 화재가속도가 훨씬 높기 때문에, 소화전설비는 더 강력한 방수압과 대용량 방수량 필수적 요구됨

2 옥내소화전설비 비교

1) 설치 목적

| 구분 | 특정소방대상물 | 위험물제조소 등 |
|-------|-------------------------|------------------------|
| 사용 목적 | 재실자 초기소화 및 소방대 화재 진압 지원 | 위험물 화재의 신속한 냉각 및 확대 방지 |
| 사용 주체 | 관계인, 자위소방대 | 전문 소방대 중심 |
| 방호 대상 | 실내 거주·업무공간 | 공정시설·탱크·배관 |

2) 설치기준

| 구분 | 특정소방대상물 | 위험물제조소 등 |
|------|---|---|
| 방수압 | 0.17 ~ 0.7 MPa | 0.35 ~ 0.7 MPa |
| 방수량 | 130 L/min 이상 | 260 L/min 이상 |
| 수평거리 | 40 m 이하 | 40 m 이하 |
| 수원 | 가장 많이 설치된 층 기준 개수 (최대 2개, 50층 이상 고층 5개) × 2.6 m ³ (20분 기준) | 기준 개수(최대 5개) × 7.8 m ³ (30분 기준) |
| 비상전원 | 20분 이상 | 45분 이상(수원 공급 기준보다 길게 규정) |

3 옥외소화전설비 비교

1) 설치목적

| 구분 | 특정소방대상물 | 위험물제조소 등 |
|-------|-------------------|-------------------|
| 사용 목적 | 소방차량 급수 및 외부 화재진압 | 대량방수·탱크냉각·연소확대 방지 |
| 운용 형태 | 소방대 보조 | 주된 소화설비 역할 가능 |
| 방호 범위 | 건축물 외곽 | 탱크·공정시설·이송배관 전체 |

2) 설치기준

| 구분 | 특정소방대상물 | 위험물제조소 등 |
|------|---|--|
| 방수압 | 0.25 ~ 0.7 MPa | 0.35 MPa 이상 |
| 방수량 | 350 L/min 이상 | 450 L/min 이상 |
| 수평거리 | 40 m 이하 | 40 m 이하 |
| 수원 | 가장 많이 설치된 층 기준 개수(최대 2개) × 7 m ³ (20분 기준) | 기준 개수(최대 4개) × 13.5 m ³ (30분 기준) |
| 비상전원 | 20분 이상 | 45분 이상(수원 공급 기준보다 길게 규정) |

4 NFPA기준 대비 국내기준 고려사항

1) 규약 위주의 국내 법령 체계

(1) 국내는 옥내소화전용, 옥외소화전용 유량(130 L/min 또는 260 L/min)과 압력을 정해두고, 기준 개수(N)를 곱해 직관적으로 수원 산정하는 규약 배관 방식

→ 과대설계 또는 과소설계 우려

(2) 위험물 시설은 일반 대상물보다 방수량, 압력, 시간(수원 30분, 비상전원 45분)을 일괄 강화하는 형태

2) 성능 위주의 NFPA기준

NFPA는 고정된 소화전 개수(N) 개념 대신 수리계산을 통해 시스템 전체 마찰손실 계산하고, 가장 불리한 소화전(Most Remote, 수력학적으로 가장 먼)에서 요구하는 고압(0.69 MPa)과 대유량을 만족할 수 있도록 펌프와 배관 관경을 엔지니어가 직접 최적화하는 방식

3) 수리계산 방식 설계 확대 및 화재가혹도 세분화

NFPA의 건물 화재 위험도(경급, 중급 1, 2, 상급 1, 2)에 따라 요구되는 살수밀도와 설계 면적을 산정하고, 하젠-윌리엄스 공식 등을 활용해 공학적으로 배관경과 펌프 용량을 산출하는 수리계산 방식 전면적으로 확대 및 정착

문제 02

아래 항목에 대하여 건축법 시행령 및 소방기본법에서 정하는 내용과 소방청 「성능위주설계 평가 운영 표준가이드 라인」의 내용을 설명하시오.

(소방기술사 요해 1권 건축방재, 2권 성능위주설계)

- 1) 소방자동차 진입(통로)동선 확보
- 2) 소방자동차 소방활동 전용구역 확보

1 소방활동 접근성 확보의 중요성

- 1) 골든타임 내 신속한 소방력 투입 및 연소확대 방지

화재 초기 5분 내의 골든타임은 화재 최성기 도달(플래시오버)을 막고 재난 규모 결정짓는 가장 중요한 시기

→ 고가사다리차, 화학차 등 지체 없이 진입 및 전개할 수 있는 최소한 공간 확보 필수
- 2) 소방대원의 안전한 내부 진입(진압·구조) 및 원활한 소화 용수 공급

소방활동접근성 확보는 건축물 내부 소방시설(수동식 설비)과 외부 소방력(소방대·차량) 유기적으로 결합하여 화재 진압 및 구조 효율 극대화하기 위한 필수조건

2 소방자동차 관련 건축법, 소방법 내용

- 1) 소방자동차 진입(통로) 동선 확보 관련

| 구분 | 기준 내용 |
|---------|--|
| 건축법 시행령 | 제41조 대지 안의 피난 및 소화에 필요한 통로 설치 <소방차의 접근이 가능한 통로 설치> 1) 설치대상 (1) 다중이용 건축물, 준다중이용 건축물 (2) 층수가 11층 이상인 건축물 2) 내용 : 소방차 진입 가능한 도로 확보, 접근 가능한 공간확보, 건축물 주변공지 및 이격거리 확보, 대형 소방차 회전가능 공간 고려 3) 예외 : 소방차의 접근이 가능한 도로 또는 공지에 직접 접하여 건축되는 경우로서 소방차가 도로 또는 공지에서 직접 소방활동이 가능한 경우에는 그러하지 아니하다. |
| 소방기본법 | 제21조 소방자동차의 우선통행 등 1) 내용 : 소방자동차 통행 방해 금지, 주정차 적치물 제한, 긴급자동차 우선통행 보장, 긴급 시 강제이동 가능 |

2) 소방자동차 소방활동 전용구역 확보 관련

| 구분 | 기준 내용 |
|-------|--|
| 소방기본법 | 제7조의12 및 제7조의13 소방자동차 전용구역의 설치 등 1) 설치 대상 세대수가 100세대 이상인 아파트 및 3층 이상의 기숙사 2) 설치기준 (1) 소방차량의 하중을 견딜 수 있는 구조 (2) 운전자가 식별하기 쉽도록 황색과 백색을 사용하여 노면에 도색 • 규격 : 가로 6 m 이상, 세로 15 m 이상 • 색상 및 문자 : 테두리선은 황색으로 도색 (두께 15 cm) 빗금은 황색으로 도색 (두께 30 cm, 간격 50 cm) 내부 문자는 백색 “소방자동차 전용구역” 표기 3) 예외 사항 : 하나의 대지에 하나의 동으로 구성되고, 주정차가 금지된 편도 2차선 이상의 도로에 직접 접하여 소방자동차가 도로에서 직접 소방활동이 가능한 공동주택은 제외됨 |

→ 소방자동차 전용구역에 관한 법적 근거는 과거에는 건축법에 일부 명시되어 있었으나, 현재는 소방기본법(제21조의2) 및 소방기본법 시행령(제7조의12)에서 일원화하여 구체적인 설치 대상과 기준 규정

3 소방활동 접근성 확보를 위한 성능위주설계 표준운영가이드라인 내용

1) 소방자동차 진입(통로) 동선 확보 관련

| 구분 | 기준 내용 |
|------------|---|
| 다중 진입로 확보 | - 동별 최소 2개 면에 소방자동차 접근이 가능한 진입(통로)로 확보 - 진입로에는 경계석 등 장애물 설치를 금지(불가피할 경우 경사로 설치 또는 높이 최소화) |
| 회전반경 및 유효폭 | - 진입로 회전반경 : 차량 중심에서 최소 10 m 이상을 고려하여 회차가 가능하도록 해야 함 - 주차차단기 등을 설치할 경우 진입로 유효폭은 최소 3 m 이상 확보 |
| 공동주택 도로 기준 | - 단지 내에 폭 1.5 m 이상의 보도를 포함한 폭 7 m 이상의 도로를 설치 - 단, 100세대 미만 및 길이 35 m 미만의 막다른 도로는 4 m 이상 가능 |
| 높이 및 경사도 | - 진입로의 문주 및 필로티 유효 높이는 5 m 이상 확보 - 경사 구간의 시작 각도는 3° 이하로 하여 완만한 구조로 설계 |
| 시인성 확보 | - 외부에서 주·야간 식별이 가능하도록 공동주택 외벽 양쪽 측면 상단과 하단에 동 번호를 표시 |

2) 소방자동차 소방활동 전용구역 확보 관련

| 구분 | 기준 내용 |
|----------------|--|
| 설치 위치 및 이격거리 | - 동별 전면 또는 후면에 1개소 이상 확보하되 건축물 외벽으로부터 차량 턴테이블 중심까지 6m에서 15m 이내에 시·도별 보유 소방자동차 제원에 맞춰 설치 |
| 동선 일치 및 구급차 구역 | - 소방자동차 전용구역은 소방관진입창 또는 대피공간 등 피난시설이 설치된 장소와 동선이 일치해야 함 • 문화 및 집회시설 등 다중이용시설은 동별 출입로에 구급차 전용구역(E-1, E-2 등)을 별도 확보하고 표지판을 부착 |
| 구조적 안전성 | - 바닥은 고가사다리차 등 소방자동차의 중량 고려하여 40 ton 이상의 하중을 견딜 수 있는 구조 - 아웃트리거 조정각도를 고려하여 경사도는 5° 이하로 |
| 장애물 배제 | - 조경 및 블라드 설치로 인한 장애가 없어야 하며, 공기안전매트 전개 장소와 중첩되지 않도록 설계 |

4 소방활동 접근성 확보를 위한 개선 제언사항

1) 가이드라인의 법제화 및 확대 적용

현재의 진입로 및 전용구역 확보 기준은 성능위주설계 대상 건축물에만 강제력 있음

→ 다중이용건축물 등 일정 규모 이상의 비(非)성능위주설계 대상 건축물 건축 심의 시에도 해당 기준 준수하도록 의무화 또는 강력한 권고 필요

2) 스마트 진입로 확보 시스템 도입

불법 주정차나 기존 장애물로 인한 진입 지연을 막기 위해, 인근 CCTV 및 지자체 통합운영센터와 연계한 스마트 진입로 확보 시스템 구축 확대(방해 차량 강제 이동 요청, 경고 문자 발송 등)

3) 주변 인프라 장애요소 적극 개선

전신주, 전통시장 가림막, 노점 좌판 등 외부 인위적 장애물 개선을 위해 지자체와 한전 등 유관기관의 의무적인 예산 편성과 협의체를 통한 주변 환경 정비 사업 병행

문제 03

고체에어로졸 자동소화장치의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

(소방기술사 요해 2권 가스계 - 고체아어로졸)

- 1) 고체에어로졸 소화과정
- 2) 고체에어로졸 발생기 설치기준
- 3) 고체에어로졸 발생기와 인체 또는 가연물과의 최소 열 안전이격거리
- 4) 고체에어로졸 자동소화장치의 구조 및 설치방법에 따른 종류

1 고체에어로졸 소화과정

1) 1단계 (연쇄반응)

화재 시 연소 과정에서 O, H, OH 등 활성 라디칼 물질 발생, 산소(O₂)와의 연쇄반응을 통해 화재 성장

2) 2단계 (에어로졸 방출)

(1) 화재를 감지(감지기 연동 등)하면 작동장치에 의해 내부의 소화약제(폭발성 물질)가 연소 및 폭발

(2) 이때 400 °C 이하의 고열이 발생하며 고농도의 칼륨 화합물이 에어로졸 형태로 방출

3) 3단계 (부촉매 효과)

방출된 고체에어로졸의 칼륨 라디칼(K)이온이 연소 과정의 O, H, OH 활성 라디칼과 반응하여 연소 연쇄반응 차단 및 화재 진압

2 고체에어로졸 발생기 설치기준

| 구분 | 설치기준 내용 | 근거 |
|---------|--|-----------------------|
| 밀폐성 확보 | 밀폐성이 보장된 방호구역 내 설치하거나, 밀폐성능 인정할 수 있는 별도 조치를 취할 것 | 소화농도 유지 약제 유실 방지 |
| 설치위치 | 천장이나 벽면 상부에 설치하되 고체에어로졸 화합물이 균일하게 방출되도록 설치할 것 | 균일한 침강 및 사각지대 해소 |
| 환경조건 | 직사광선 및 빗물 침투할 우려가 없는 곳에 설치할 것 | 약제 변질 방지 |
| 발생기 통일 | 하나의 방호구역에는 동일 제품군 및 동일한 크기의 고체에어로졸 발생기 설치할 것 | 가스계 소화는 균등, 신속방출중요 |
| 설치높이 제한 | 방호구역의 높이는 해당 고체에어로졸 발생기가 형식승인 받은 최대 설치높이 이하로 적용 | 유효 방사거리 및 농도도달 고려 |

3 고체에어로졸 발생기와 인체 또는 가연물과의 최소 열 안전이격거리

1) 열 안전 이격거리

| 구분 | 한계온도 |
|-----|--------|
| 인체 | 75 °C |
| 가연물 | 200 °C |

2) 열 안전 이격거리 확보 이유

- (1) 인체 : 작동 시 고온 분사로 인해 화상 위험 있으므로 직접 분사영역 회피, 화상방지 거리 확보, 직접 열영향 배제
- (2) 가연물 : 가연물 착화방지 거리 확보, 케이블 열열화 방지, 플라스틱 변형온도 고려, 전기기기 열손상 방지, 배터리 열폭주 영향 검토

4 고체에어로졸 자동소화장치의 구조 및 설치방법에 따른 종류

<KFI 「고체에어로졸자동소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」>

1) 설비용 자동 소화장치

- (1) 승인된 설계매뉴얼에 따라 다수의 고체에어로졸 발생기를 연동으로 설치하는 것으로, 고체에어로졸 발생기, 감지부, 제어부 등으로 구성된 대규모 설비형
- (2) 형식승인 시험 시 최대 연동 조건에서 모든 발생기가 정상적으로 동시 작동하는지 검토하는 최대 연동 작동시험을 엄격하게 적용받음

2) 패키지용 자동소화장치

- (1) 단독형 : 1개의 고체에어로졸 발생기만을 독립적으로 사용하는 장치
- (2) 일체형 : 2개 이상의 동일한 발생기가 연동되어 있으며, 용기와 용기 간 및 방출구 간의 거리가 고정되어 있는 구조
- (3) 분리형 : 2개 이상의 동일한 발생기가 연동되어 있으나, 승인범위 내에서 용기와 용기 간 및 방출구 간의 거리를 조정할 수 있는 구조

3) 등급용 자동소화장치

- (1) 패키지용 자동소화장치와 동일한 형태이나, 소화시험을 통해 등급(예 : A급, B급 화재용)으로 구분하여 인정을 받은 소화장치
- (2) 고체에어로졸은 특히 전기화재(C급)와 유류화재(B급)에 탁월한 소화성능을 나타내므로, 형식승인서 서두에 해당 모델이 어떤 화재 등급용으로 승인받았는지가 명시되어 설계 시 방호체적 계산의 기준이 됨
- (3) 일반적인 소규모 공간(배전반, 분전반 등)에 적용됨

문제 04

화재안전기준에서 정하는 스프링클러 설치기준에 대한 다음 사항을 설명하시오.

(소방기술사 요해 2권 수계 스프링클러헤드 감지특성)

- 1) 헤드와 부착면과의 거리를 제한하는 이유
- 2) 현관 또는 로비 등으로서 바닥으로부터 높이가 20 m 이상인 장소에 헤드설치 제외가 가능한 이유

1 스프링클러헤드 감지 특성 이해

- 1) 화재 발생 시 열과 연기는 상승하여 천장면을 따라 수평 확산됨(Ceiling jet flow)

$$Q = mc\Delta T$$

- 2) 상승열류에 의해 천장 부근에 고온층 형성, 스프링클러 헤드는 이 열을 감지하여 작동
- 3) 헤드 설치기준은 화재열을 얼마나 신속·정확하게 감지할 수 있는가 중심으로 결정
- 4) 스프링클러 헤드의 설치기준은 단순 배치기준이 아니라 화재 시 열감지와 살수효율 확보를 위한 핵심 기술기준

| 구분 | 감지특성 지표 | 세부 내용 및 특징 |
|-----|------------------|--|
| 민감도 | 반응시간지수 (RTI) | - 기류의 온도 및 속도에 대해 감열체가 얼마나 빠르게 반응하는지를 나타내는 지수 $RTI = \tau \sqrt{v}$: 상수 (Constant) (τ : 시간상수, v : 기류속도) - RTI 값이 작을수록 열에 민감하여 화재 초기에 신속하게 헤드가 개방됨 - 대류열전달계수 (h)는 Ceiling Jet 속도(v) 영향 $h \propto \sqrt{v}$ |
| 작동점 | 표시온도 (공칭작동온도) | - 헤드 내부의 감열체(유리벨브, 퓨즈블링크 등)가 파괴 또는 용융되어 살수가 시작되는 온도 - 평상시 설치장소의 최고 주위온도에 따라 오작동을 방지하기 위해 적정 표시온도 산정하여 적용 (예 : 주위온도 39 °C 미만 시 79 °C 미만) |
| 열손실 | 전도열전달계수 (C) | - 화재 열기류로부터 흡수한 열이 헤드의 프레임이나 배관 및 소화수로 빼앗기는 전도 열손실 정도 - C값이 클수록 열손실이 많아져 헤드의 실제 개방 시간 지연됨 |

2 헤드와 부착면과의 거리를 제한하는 이유

- 1) 국내 및 NFPA거리 부착면과 거리 제한 기준

(1) 화재안전 기준(NFTC 103)

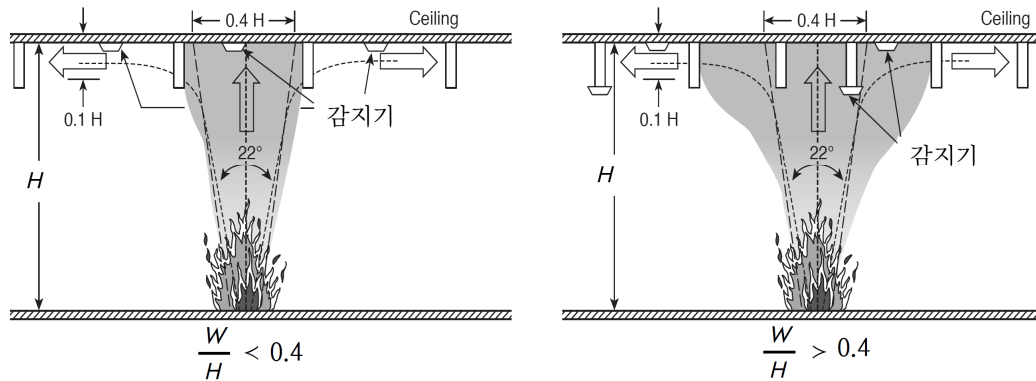
- ① 부착면(천장 등)과의 거리를 30 cm 이하로 제한
- ② 벽에서 10 cm 이상 이격

(2) NFPA 13 기준

- ① 평평한 천장 : 반사판은 천장 면으로부터 최소 25 mm ~ 최대 300 mm 사이에 위치
- ② 보가 있는 천장 : 최대 550 mm까지 이격 허용(보하단과 수평거리 기준 준수 시)
- ③ 벽에서 100 mm 이상 이격

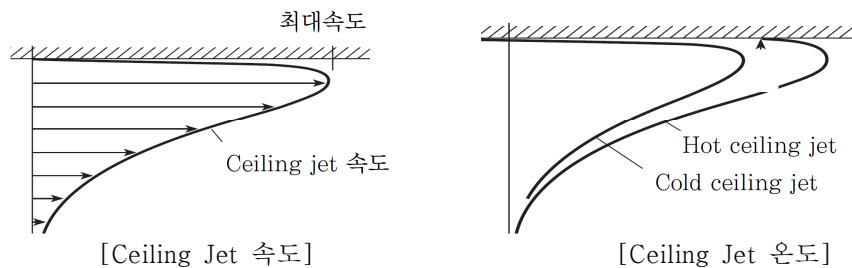
2) 헤드와 부착면과의 거리를 제한하는 이유

(1) 플럼의 형성 : 플럼 폭 0.4 H, Ceiling Jet의 두께 0.1 H → 화재감지 가능영역



(2) 일반적인 거실 높이(약 3 m) 기준 시 최고 온도를 지닌 열기류 층(Ceiling Jet Flow) 내에 헤드의 감열부를 위치시키기 위해 30 cm 이내로 이격

(3) 만약 헤드가 실 높이의 12% 범위를 벗어나(너무 낮게) 설치되면 감열부가 고온의 열기류와 접촉하지 못해 응답시간(작동)이 크게 지연되어 화재 초기 진압에 실패



(4) NFPA 13의 경우 천장면 바로 아래에는 Ceiling jet 속도가 감소되는 Dead Air Space 형성될 수 있어 헤드가 너무 밀착되지 않도록 최소 25 mm 이격 제시

3 높이가 20 m 이상인 장소에 헤드설치 제외가 가능한 이유

1) 화재안전기준

- (1) 화재안전기준에서는 바닥으로부터 높이가 20 m 이상인 현관 또는 로비 등은 스프링클러헤드를 설치하여도 효율성이 적은 장소로 분류되어 설치 제외 가능
- (2) 화재특성과 스프링클러 작동효율을 고려한 기준

2) 설치 제외 가능 이유

| 구분 | 설치 제외 가능 이유 |
|---------------|--|
| 층고 높은 천장의 열특성 | - 천장이 매우 높은 공간에서는 상승열류가 천장까지 도달하는 과정에서 냉각·희석(열기류 냉각) - 상승거리 증가로 열손실 증가, 공기혼합 증가로 온도 저하 - 열층 형성 지연으로 감지시간 증가, 기류확산으로 열집중 감소 |
| 조기 작동 곤란 | - 열 도달시간 증가로 작동 지연 - 비유효 방수 증가, 낙하 중 물입자 증발로 증발손실 - 살수 분산으로 방수밀도 부족 |
| 현관 등 로비 공간 특성 | - 가연물 적음(화재하중 낮음), 개방공간으로 연기축적 제한됨 - 상시근무로 조기발견 가능, 피난대비성 우수 |

3) 헤드 제외 시 대체 안전대책 적용

제연설비(연기제어), 고층 적응성 있는 특수감지기, 방화구획으로 연소확대 방지, 수계소화설비 보완으로 인접구역 보호

4 NFPA와 비교한 국내 헤드 설치 고려사항

장애물이 있는 경우의 헤드 설치와 관련하여, 획일적인 이격거리를 규정하는 국내 기준(NFTC)과 성능 및 수리학적 설계를 기반으로 하는 NFPA 13 기준에는 차이가 있어 검토가 필요함

- 1) 30 cm 이내 원칙(감지장애 방지)과 장애물 아래 설치(살수장애 방지)가 상충할 때 명확한 우선순위 철학 부재
 - 살수패턴 장애를 상쇄하기 위한 무분별한 헤드 추가보다는, 살수패턴 장애를 최소화하는 방향으로 설계 성능목표 명문화
- 2) 장애물 폭의 3배 이상 이격하거나 살수장애 있을 경우 무조건 장애물 아래에 설치하도록 규정 1.2 m 초과 시 장애물 아래 추가 설치(단순화된 기준)
 - 장애물의 폭, 깊이, 천장 이격거리에 따른 세분화된 배치 기준(Beam rule 등)을 도입하여 설계 유연성을 확보
- 3) 1.8 m 이내 인접 헤드 배치 제한 등 표준형 헤드에 대한 Cold Soldering 방지 구체적 방안(차폐장치) 미흡
 - 좁은 간격에 헤드 설치가 불가피한 경우, 주변 헤드 동작을 방해하는 스키핑 현상을 막기 위한 물리적 차폐장치(Baffle) 기준을 법제화 필요

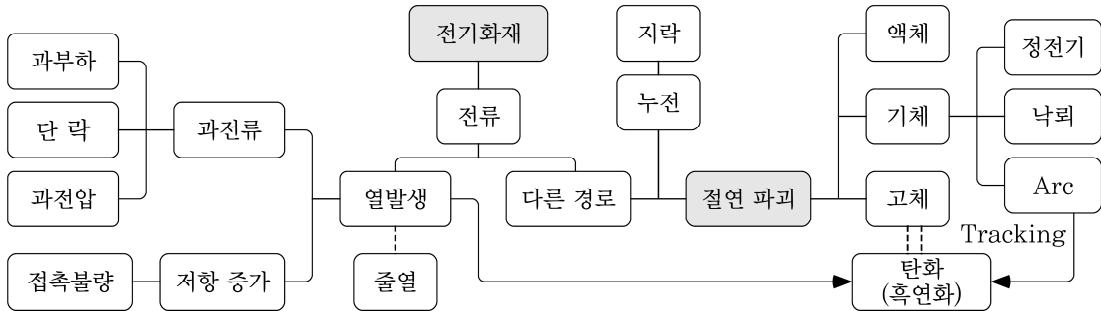
문제 05

배선용차단기, 누전차단기, 아크차단기의 주목적, 동작원리 및 특성에 대하여 각각 설명하시오.

(소방기술사 요해 2권 일반전기 - AFCI)

1 전기화재 예방을 위한 차단기 이해

1) 전기화재란 전기(전류의 이동)에 의한 발열체가 접화원이 되는 화재



2) 전기화재 주요 원인과 관련 차단기

| 구분 | 발생 원인 | 관련 차단기 |
|--------|--|---------|
| 과부하 | 전선의 허용 전류 초과 과전류 사용 | 배선용 차단기 |
| 단락(합선) | 전선의 피복 손상 등으로 두 도체 맞닿는 단락시 급격한 전류 증가로 큰 줄열 발생, 피복 용융발화 | 배선용 차단기 |
| 누전 | 전선의 절연이 열화되어 누설전류 발생, 누설전류 발열이 누적되어 발화 | 누전 차단기 |
| 지락 | 대지전류 발생 | 누전 차단기 |
| 전기 아크 | 접속불량 및 반단선, 절연파괴 등으로 지속적 방전(아크) 발생 시 고온으로 주변가연물 착화 | 아크 차단기 |
| 스파크 발열 | 노후 배선 | 아크 차단기 |

2 배선용 차단기 주목적, 동작원리 및 특성

1) 주목적

- (1) 회로의 과부하 및 단락(합선) 발생 시 이를 감지하여 통전 상태의 전로를 자동 또는 수동으로 차단함으로써 전선 및 부하 기기를 보호하는 것
- (2) 과부하 보호(전선 과열 방지), 단락 보호(대전류 차단), 설비보호(기기 손상 방지)

2) 동작원리

(1) 열동작(과부하 보호)

- ① 과전류 발생 시 도체 발열 증가($Q = I^2Rt$, 줄열 법칙)
- ② 발열열에 의해 바이메탈(Bimetal) (열팽창으로) 휘어지면서 차단기 동작

(2) 전자동작(단락보호)

단락 시 순간적 큰 전류 발생하면 전자석이 즉시 작동하여 회로 차단

3) 특성

- (1) 개폐 기구, 트립 장치 등을 절연물 용기(Molded Case) 내에 일체로 조립한 구조로, 소형이며 조작성이 안전
- (2) 종래의 나이프 스위치와 퓨즈를 결합한 장치를 대체하여 널리 사용되나, 미소한 누설전류(누전)나 아크 과형은 감지하지 못하는 한계
- (3) 단락 시 매우 빠르게 차단가능, 일반 동력이나 배선회로에 적용

3 누전차단기 주목적, 동작원리 및 특성

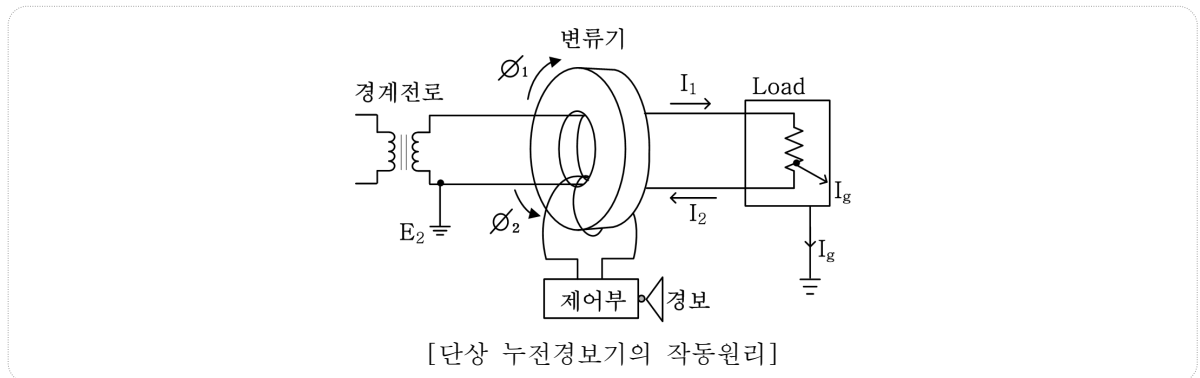
1) 주목적

- (1) 사람이 접촉할 우려가 있는 기기에서 누전 발생 시 이를 차단하여 감전 사고를 예방하고, 지락 및 누전에 의한 스파크 발화를 방지하는 것
- (2) 인체 감지 방지, 누전화재 예방, 대지전류 차단으로 지락 보호, 습기장소 전기안전확보

2) 동작원리

- (1) 영상변류기(ZCT)를 이용하여, 각 전선 간에 흐르는 전류의 차를 검출
- (2) 전류의 누설이 없는 정상시는 자속 (ϕ)이 상쇄되어 검출이 없고, 전류의 누설이 있을 때만 자속의 차가 발생하여 검출하는 원리

| 구분 | 전류 | 합성 자속 |
|-------------------|------------------------------------|--|
| 정상 시 | $I_1 = I_2$ ($\phi_1 = \phi_2$) | 0 |
| 전류 누설 시 (I_g) | $I_1 \neq I_2$, $I_2 = I_1 - I_g$ | $\phi_2 = \phi_1 - \phi_g$ 되어, 자속 (ϕ_g)을 검출 |



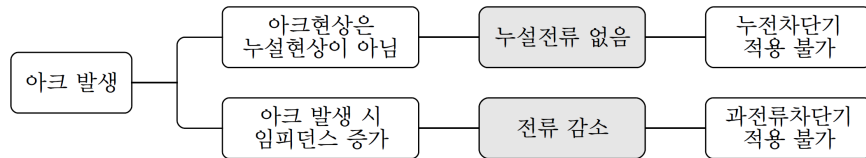
3) 특성

- (1) 일반적으로 과전류 트립 장치를 포함하고 있어 과부하와 단락 차단 기능도 함께 수행
- (2) 감전사고 예방에는 매우 효과적이지만, 선로 간 아크가 발생할 때 임피던스 증가로 전류가 오히려 감소하거나 누설 전류가 대지로 빠져나가지 않는 ‘직렬 아크’ 등은 원리상 전혀 감지 및 차단할 수 없음
- (3) 고감도형(인체 감전보호용), 저감도형(화재예방용), 과전류겸용형(MCCB 기능포함) 습윤장소에 적합하여 감전사고 예방 우수

4 아크차단기 주목적, 동작원리 및 특성

1) 주목적

- (1) 전기화재 중 대부분이 과부하나 단락이 아닌 아크로, 전기화재 원인 중 80% 이상
- (2) 기존의 누전차단기나 과전류차단기는 누설전류나 전기에 의한 인체의 감전 등을 제어하기 위한 목적으로 설계되어 아크차단이 안 됨
- (3) 기존의 차단기가 아크를 감지 못하는 이유



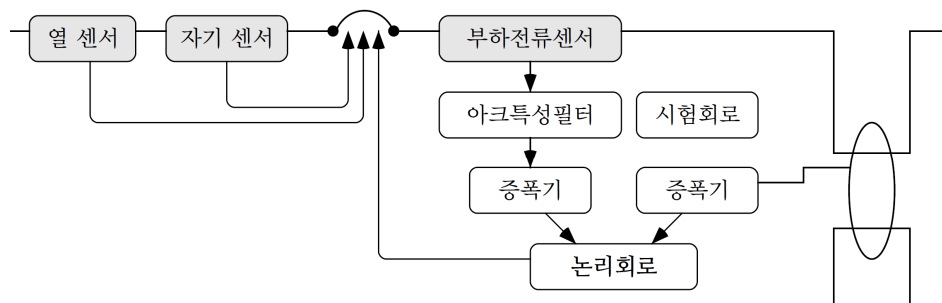
2) 동작원리

(1) 열 센서(Thermal Sensor)와 자기 센서(Magnetic Sensor)

- ① 열센서 : 과전류 차단기와 동일
- ② 자기센서 : 지락전류감지하여 차단하기 위한 것으로 누전차단기에 내장된 것과 동일

(2) 부하전류 센서(Load Current Sensor)

아크 파형의 주파수만을 통과시키는 아크 필터로 보내지고, 아크 필터의 출력은 증폭기를 거쳐 논리 회로로 보내짐



(3) 논리회로

- ① 불안정한 파형의 존재 여부를 판단하여 회로를 차단해야 한다고 판단되면 차단기 접점을 개방하기 위한 솔레노이드를 여자시킴
- ② 아크차단기는 전압·전류 신호를 분석해 발생한 유해 아크를 차단하고, 정상 아크는 차단하지 않아야 한다. 유해 아크는 전기화재를 유발할 수 있는 아크를, 정상 아크는 스위치 개폐와 전기드릴 등에서 정상적으로 발생하는 아크를 말함

3) 특성

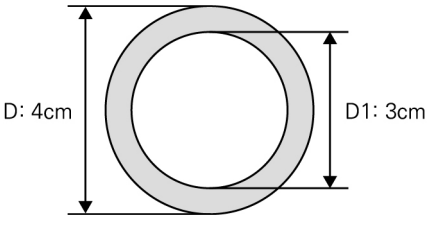
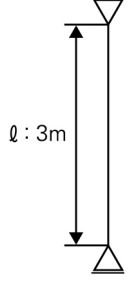
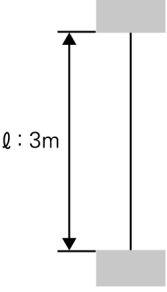
- (1) 누전차단기나 과전류차단기가 감지하지 못하는 아크 현상(전류 감소현상 등)을 전압·전류 신호 분석 알고리즘을 통해 파악하고 정밀하게 차단
- (2) 보통 기기 내부에 열 센서(과전류 보호), 자기 센서 및 영상변류기(누전 보호)를 모두 포함할 수 있어, 과전류, 단락, 누전, 아크를 종합적으로 방어가능
- (3) 미국 국립소방협회(NFPA) 등에서는 화재 예방 효과를 인정받아 주거시설 침실 등에 설치가 이미 의무화되어 있으며, 국내에서도 도입이 적극 권장되고 있음

문제 06

내진설계와 관련된 다음 사항을 설명 및 계산하시오.

(선형축사요해된 내진설계)

- 1) 세장비 2) 가동중량 3) 내진스토퍼 4) 지진분리장치
- 5) 아래 그림의 세장비를 각 조건에 따라 각각 계산하시오.

| | | |
|---|---|--|
| <p>[공통 조건]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 원형파이프 외경(D) : 4 cm • 원형파이프 내경(D1) : 3 cm • 원형파이프의 두께 : 0.5 cm <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> • 버팀대 길이 L = 3m | <p>① 양단 Pin지지</p> <ul style="list-style-type: none"> • 좌굴길이의 계수 r = 1 <div style="text-align: center;">  </div> | <p>② 양단 고정지지</p> <ul style="list-style-type: none"> • 좌굴길이의 계수 r = 0.5 <div style="text-align: center;">  </div> |
|---|---|--|

1 건축물의 구조안전성을 확보하기 위한 내진설계

- 1) 소방시설의 피해는 주요 설비의 파손 등 직접적인 피해뿐만 아니라, 지진 후 발생할 수 있는 화재에 신속히 대응하지 못할 경우 2, 3차적 피해를 발생시킬 수 있음
- 2) 그러므로 지진 발생 시 소방시설이 정상 작동될 수 있도록 주요 구성 요소에 대한 내진 안전성 확보가 요구됨 (All or nothing)
- 3) 적용대상
 - (1) 옥내소화전 : 가압송수장치, 입상배관, 주배관
 - (2) 스프링클러 : 가압송수장치, 입상배관, 수평주행배관, 교차배관, 65 mm 이상 가지배관 (횡방향버팀대)
 - (3) 물분무 등 소화설비 : 물분무 등 소화설비 중 가스계소화설비 저장용기의 고정
 - (4) 제어반

2 좌굴현상 방지를 위한 세장비

- 1) 세장비 : 지진 시 흔들림방지 버팀대의 길이 (L)와 최소단면 2차 반경 (r)의 비

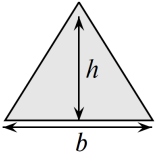
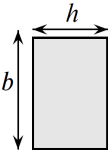
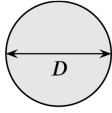
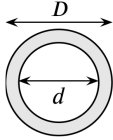
| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| $\text{세장비}(\lambda) = \frac{L}{r}$ | L : 버팀대 길이 r : 최소단면 2차 반경 |
|-------------------------------------|------------------------------|

- 2) 최소단면 2차 반경 영향인자

회전하는 물체의 모멘트와 그 물체의 전 질량이 어떤 점에 모였다고 가정하고 관성 모멘트가 일정할 때 회전 축심과 그 점과의 거리

| | |
|---|--------------------------|
| $\text{최소단면 2차 반경 } (r) = \sqrt{\frac{I}{A}}$ | I : 단면 2차 모멘트 A : 단면적 |
|---|--------------------------|

- (1) 물체 단면적
- (2) 단면 2차 모멘트

| 구분 | 정삼각형 | 직사각형 | 원형 | 중공원형 |
|-----------|---|---|---|---|
| 단면 |  |  |  |  |
| 단면 2차 모멘트 | $\frac{bh^3}{36}$ | $\frac{bh^3}{12}$ | $\frac{\pi D^4}{64}$ | $\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$ |
| 단면적 | $\frac{bh}{2}$ | bh | $\frac{\pi D^2}{4}$ | $\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ |

3) 좌굴현상(Buckling)

- (1) 좌굴현상은 버팀대의 길이가 그 횡단면 치수에 비해 클 때, 버팀대의 양단에 압축력이 가해졌을 경우 하중이 일정 크기에 이르면 버팀대가 갑자기 휘는 현상
- (2) 좌굴현상은 세장비가 클수록 발생하기 쉽다.
- (3) 동일 단면적의 최소단면 2차 반경 : 정삼각형 > 원형 > 정사각형
동일 단면적의 경우 최소단면 2차 반경이 가장 큰 것은 정삼각형이므로 좌굴에 대한 안전성 측면에서 삼각형 형태의 단면적이 우수하다.
- 4) 세장비 적용기준 : 300 미만의 버팀대 사용
가지배관 고정하는 환봉타입 고정장치 세장비는 400을 초과하지 않아야 함

3 실질적 지진하중(수평지진력) 산정을 위한 가동중량 (W_p)

- 1) 수조, 가압송수장치(펌프), 제어반, 소화설비 저장용기, 비상전원, 배관 등이 실제 화재 및 지진 시 작동하는 상태(용수 충전 등)를 고려한 전체 무게
- 2) 단순 설비의 자중이 아니라 운전중 포함되는 모든 중량 고려 (작동상태를 고려한 무게)
- 3) 가동중량 산정 중요성
 - (1) 내진 설계에서 지진력은 질량에 비례($F = ma$)
 - (2) 가동중량 증가할수록 작용 지진력도 증가
- 4) 가동중량 산정방법

| 구분 | 적용 |
|-----------------------|---|
| 배관 | <ul style="list-style-type: none"> • 배관 및 기타 부속품의 무게를 포함하기 위한 중량 • 용수가 충전된 배관무게의 1.15배 |
| 수조, 가압송수장치, 합류, 제어반 등 | <ul style="list-style-type: none"> • 설비의 유효중량에 안전율을 고려하여 적용 (1) 장비류 : 1.2 (2) 수조 : 1 |

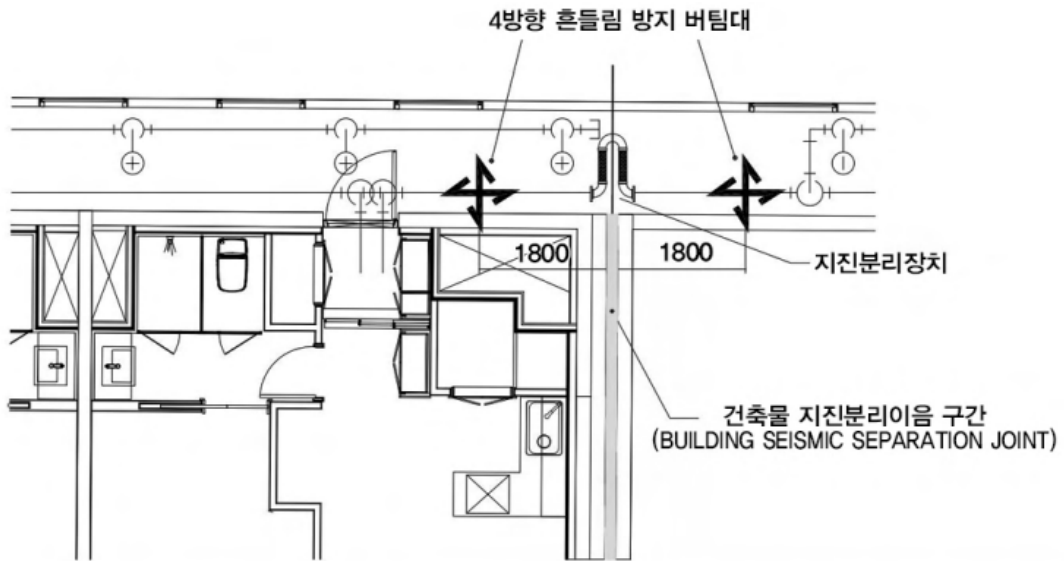
4 설비의 과도한 이탈방지를 위한 내진스토퍼

- 1) 지진하중에 의해 펌프 등 설비에 과도한 변위나 전도가 발생하지 않도록 움직임 제한장치
- 2) 정상 상태에서는 자유변위를 허용하지만 지진 발생 시 허용범위 이상의 이동은 제한
- 3) 주로 가압송수장치에 방진장치(스프링 댐퍼 등)가 설치되어 있어 앵커볼트만으로는 바닥에 지지 및 고정할 수 없는 경우에 필수적으로 설치됨
- 4) 내진스토퍼 설치기준
 - (1) 이격거리 산정 : 정상 운전애 지장이 없도록 본체와 내진스토퍼 사이를 최소 3 mm 이상 6 mm 이하로 이격하여 설치
 - (2) 허용하중 계산
 - ① 지진하중은 “건축물 내진설계기준” 중 비구조요소의 설계 지진력 산정방법을 따름
 - ② 허용응력설계법을 적용하는 경우에는 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계 지진력에 0.7을 곱한 값을 지진하중으로 적용
 - ③ 단, 내진스토퍼와 본체 사이의 이격거리가 6 mm를 초과한 경우에는 수평지진하중의 2배 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치
- 5) 내진스토퍼 주요 적용위치
 - (1) 가압송수장치 고정(과도 변위 및 전도 발생 방지)
 - (2) 면진장치 주변(과대 변위 제한)
 - (3) 배관 지지부(이탈방지)
 - (4) 천장 설비(낙하방지)

5 배관의 유연성 확보를 통한 파손방지, 지진분리장치

1) 지진분리이음/지진분리 장치

| 구분 | 설치위치 / 정의 |
|---------|--|
| 지진분리 이음 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진으로 인한 진동이 배관에 손상을 주지 않고 배관의 축방향 변위, 회전, 1° 이상의 각도 변위를 허용하는 이음 |
| 지진분리 장치 | <ul style="list-style-type: none"> • 지진 발생 시 건축물 지진분리이음 설치위치 및 지상에 노출된 건축물과 건축물 사이 등에서 발생하는 상대변위 발생에 대응 • 모든 방향에서의 변위를 허용하는 커플링, 플렉시블 조인트, 관부속품 등의 집합체 |



2) 지진분리장치 설치기준

- (1) 배관의 구경과 관계없이 지상층에 설치된 배관으로 건축물 지진분리이음과 소화배관이 교차하는 부분 및 건축물 간의 연결배관 중 지상 노출배관이 건축물로 인입되는 위치에 설치
- (2) 건축물 지진분리이음의 변위량을 흡수할 수 있도록 전후좌우 방향의 변위를 수용할 수 있도록 설치
- (3) 지진분리장치의 전단과 후단의 1.8 m 이내에는 4방향 흔들림 방지버팀대를 설치
- (4) 지진분리장치 자체에는 흔들림 방지버팀대를 설치할 수 없다.

3) 지진분리장치 적용위치

- (1) 건물 연결배관(상대변위 흡수)
- (2) 층간 배관(진동차이 대응)
- (3) 면진구조 연결부(변위흡수)
- (4) 신축이음부(파손방지)

6 각 조건에 따라 세장비 계산

1) 문제제시 조건

| 중공원형 파이프 | | 좌굴길이 계수 |
|---|--|---|
| 원형파이프 외경 D : 4 cm 원형파이프 내경 d : 3 cm 원형파이프 두께 : 0.5 cm 버팀대 길이 l : 3 m | | 1) 양단 Pin지지 좌굴길이계수(K) = 1 2) 양단 고정지지 좌굴길이계수(K) = 0.5 |

- (1) 유효길이(Lk) = 유효길이 계수(K) × 실제길이 (유효길이계수 = 좌굴길이계수)
- (2) 유효길이계수(K) : 양단 경계조건에 따라 결정되는 계수

2) 중공원형 세장비 계산

(1) 양단 Pin지지(K = 1)

| 구분 | 계산식 | 계산과정 |
|---------------------|-----------------------------|---|
| 단면적(A) | $\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ | $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4}(4^2 - 3^2) \approx 5.4978 \text{ cm}^2$ |
| 단면 2차 모멘트(I) | $\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$ | $I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64}(4^4 - 3^4) \approx 8.5903 \text{ cm}^4$ |
| 단면 2차 반경(i) | $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ | $i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{\sqrt{4^2 + 3^2}}{4} = 1.25 \text{ cm}$ |
| 세장비(λ) 계산 | $(\lambda) = \frac{L}{r}$ | $\lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{K \times l}{i} = \frac{300 \text{ cm}}{1.25 \text{ cm}} = 240$ |

(2) 양단 고정지지(K = 0.5)

| 구분 | 계산식 | 계산과정 |
|---------------------|-----------------------------|---|
| 단면적(A) | $\frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ | $A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{\pi}{4}(4^2 - 3^2) \approx 5.4978 \text{ cm}^2$ |
| 단면 2차 모멘트(I) | $\frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$ | $I = \frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) = \frac{\pi}{64}(4^4 - 3^4) \approx 8.5903 \text{ cm}^4$ |
| 단면 2차 반경(i) | $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ | $i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{\sqrt{4^2 + 3^2}}{4} = 1.25 \text{ cm}$ |
| 세장비(λ) 계산 | $(\lambda) = \frac{L}{r}$ | $\lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{K \times l}{i} = \frac{0.5 \times 300 \text{ cm}}{1.25 \text{ cm}} = \frac{150 \text{ cm}}{1.25 \text{ cm}} = 120$ |

(3) 세장비 계산 결과

- ① 두케이스 모두 세장비 300 이하로 본 버팀대 배관은 좌굴에 대해 법적 기준치 내에서 정상적으로 설계되었음
- ② 양단 Pin지지 시 세장비(240)보다 양단 고정지지 시 세장비(120)가 절반으로 감소
→ 양단 고정지지의 경우 양끝단이 회전하지 못하도록 강력하게 붙잡아주기 때문에, 부재가 실제로 휘어지려고 하는 유효길이(Lk)가 절반으로 줄어들음
- ③ 세장비 작을수록 좌굴저항능력(허용 압력 하중)은 훨씬 커져 구조적으로 안전한 상태

제139회 소방기술사 필기문제 해설

문제 01

‘스프링클러헤드 설치제외’에 대하여 화재안전기술기준에서 정하는 바에 따라 분류하고 설명하시오.

(화재안전기술기준 자료)

1 개요

SP설비 헤드는 건물용도, 수평거리, 표시온도, 보와의 거리에 따른 설치기준을 만족하고, 2차 피해 및 소화 효과가 없는 경우에는 설치제외 조건을 고려하여야 한다.

2 스프링클러 헤드 설치기준(NFPC/TC 103)

| 구분 | 설치기준 |
|---------|---|
| 특정소방대상물 | 1) 천장, 반자, 천장과 반자사이, 덕트, 선반 등에 설치 |
| 랙크식창고 | 1) 특수가연물 저장 및 취급장소 ⇒ 4 m 이하 2) 기타 부분 ⇒ 6 m 이하 |
| 헤드 수평거리 | 1) 무대부, 특수가연물 저장/취급 창고 : 1.7 m 2) 비내화구조(2.1 m 이하), 내화구조(2.3 m 이하) 3) 랙크식 창고 : 2.5 m 이하 4) 공동주택 : 세대 내 거실(2.6 m 이내) |
| 연소우려개구부 | 1) 개방형 헤드 설치 |
| 조기반응형헤드 | 1) 공동주택, 노유자시설 거실 2) 오피스텔, 숙박시설 침실, 병원입원실 |

3 스프링클러 헤드 설치 제외기준(NFPC/TC 103)

| 구분 | 설치 제외기준 |
|----------------|--|
| 헤드 설치가 불필요한 장소 | 1) 불연 재료가 적용된 특정소방대상물 2) 정수장, 오물처리장 등 기타 유사장소 3) 펌프공장 작업장, 음료수공장 등 기타 유사장소 4) 가연성물질이 존재하지 않는 장소 5) 테니스장, 정구장 등 기타 유사장소 |

| 구분 | 설치 제외기준 |
|---------------------|---|
| 헤드설치 시 효율성이 적은장소 | 1) 천장과 반자 사이 관계 <div style="text-align: center;"> <p>[천장과 반자 양쪽이 불연재료로 되어 있는 경우]</p> </div> 4) 기타장소 <ul style="list-style-type: none"> ① 계단실, 경사로, 목욕실, 수영장, 화장실 등 ② 현관, 로비 등 바닥으로부터 20 m 이상 장소 |
| 헤드설치 시 문제가 되는 장소 | 1) 병원 수술실, 응급 처치실 등 기타 유사장소 2) 고온의 노가 설치된 장소 3) 물과 격렬하게 반응하는 물품 저장 및 취급 장소 |
| 기타 장소 | 1) 통신기기실, 전산실 등 기타 유사장소 2) 발전실, 변압기실, 기타 유사장소 3) 펌프실, 물탱크실, 엘리베이터 권상기실 등 유사장소 4) 냉장창고, 냉장실, 냉동창고 냉동실 5) 연소우려가 있는 개구부에 드렌처 설비 설치 시 |

4 천장과 반자 사이 공간 안정성을 위한 확인사항

| | |
|----------|---|
| 전선 및 기기류 | 1) 히팅 케이블 과열 및 시공 불량 시 발화위험 2) 노후된 전선 및 기기 유지관리 철저 3) 폐전선 등 살수반경 저해 요소 제거 |
| 배관설비 | 1) 전선류 노출 시 금속관 내부에 배선 2) 전선 등 겹치지 않도록 시공 ⇒ 열축적 방지 |
| 소방시설 | 1) 적응성 있는 감지기 설치 2) 반자 내 헤드 및 자동소화장치 설치 3) 건물 최상층에 금속재질 배관 설치 |

5 결론

- 1) SP설비는 화재를 자동 감지하여 소화수를 방사하는 설비로 헤드 설치기준에 의거 설계 및 설치하여야 한다.
- 2) SP설비 헤드설치 제외는 설치장소, 효율성, 문제점 발생 등을 종합적으로 고려하여 적용하여야 한다.

문제 02

초고층 및 지하연계 복합 건축물에 설치하는 종합방재실에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

(초고층 및 지하연계 복합건축물, 성능위주설계가이드라인 자료)

- 1) 종합방재실의 설치위치
- 2) 면적 및 공간구성 활용
- 3) 건축물의 구조
- 4) 종합방재실 설비

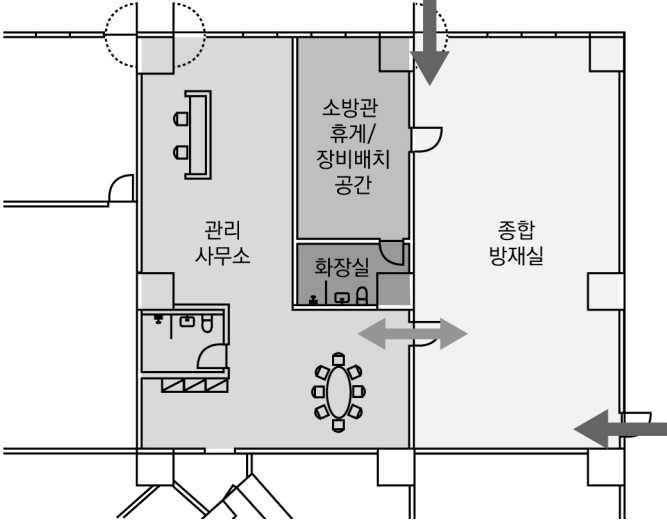
1 개념

- 1) 방재센터 ⇒ 화재 및 비상시 상황을 조기 파악, 정보 제공 ⇒ 대응하는 시설
- 2) 적용대상 ⇒ 초고층 건축물(50층 이상, 높이 200m 이상 건축물)
- 3) 지하연계복합건축물(11층 이상, 1일 수용 5,000명 이상 - 지하역사/상가 연결건물)
 - ↳ 건축물에 문화/집회시설, 판매시설, 운수시설, 숙박시설, 위락시설 등 건축물

2 종합방재실 설치기준

| 구분 | 내용 |
|---------|--|
| 설치개수 | 1) 100층 이상의 초고층건축물(공동주택 제외) 2) 기능상실대비 추가 설치 ⇒ 보조 재난관리체계 구축(관리실 등) |
| 설치위치 | 1) 1층, 피난층 설치 2) 특별피난계단에서 5m 이내인 경우 ⇒ 2층 또는 지하 1층 가능 (공동주택인 경우 관리사무소 내 설치 가능) 3) 비상/피난용승강장 특별피난계단으로 이동하기 쉬운 장소 4) 재난정보 수집 및 제공, 방재활동 거점 역할 수행 장소 5) 소방대가 쉽게 도달 가능한 장소 6) 화재 및 침수 등 피해 우려가 없는 장소 |
| 구조 및 면적 | 1) 방화구획으로 구획 2) 별도 부속실 설치 3) 면적 : 20 m ² 이상 4) 재난 발생 시 소방대원의 지휘활동에 지장이 없도록 설치 5) 출입문은 출입제한 및 통제장치 설치 |
| 구성설비 | 1) 조명설비, 급배수 설비 2) 상용전원과 예비전원 공급 ⇒ 자동, 수동 전환설비 3) 급배기 설비, 냉난방 설비 4) 전력 공급 상황 확인 시스템 5) 공기조화, 냉난방, 소방, 승강기설비 감시 및 제어시스템 6) 자료저장 시스템 7) 지진계, 풍향/풍속계 8) 소화장비 보관함, 무정전 전원공급장치 9) 각종 감시 및 방법, CCTV 설비 |

3 성능위주설계 가이드라인

| 구분 | 내용 |
|------|--|
| 설치목적 | 건축물의 건축, 소방, 전기 등 안전관리 및 방법, 보안 등 포함 재난을 관리하고, 효율적으로 감시 및 지휘통제 공간 확보하기 위함 |
| 적용시설 | <ol style="list-style-type: none"> 1) CCTV 설치 ⇒ 상시 모니터링 구조, 보완요원 상시 근무 장소 2) 소방대가 쉽게 적용가능 ⇒ 피난층, 지상 1층에 설치 <ol style="list-style-type: none"> ① 전용출입구 확보 시 지하 1층, 지상 2층 설치 가능 ② 소방자동차 진입로 동선과 일치, 출입문은 최소 2개소 이상 설치 3) 소방대가 지휘통제/재난 정보수집 ⇒ 충분한 확보 할 것 4) 용도별 관리권원 분리 ⇒ 상호 재난관리 상황 및 제어 가능 시스템 구축 5) 종합방재실(감시제어반실)과 관리사무실은 상호 인접하여 설치할 것  |

4 결론

- 1) 종합방재실 관리주체는 건축, 소방, 전기, 가스 등 안전관리와 방법, 보안, 테러 등 포함하여 종합적으로 설치 및 운영하여야 한다.
- 2) 종합방재실은 소방서 등 종합상황실과 정보를 공유할 수 있도록 정보망을 구축하고, 설치된 설비가 상시 가동동작 될 수 있도록 유지관리 하여야 한다.

문제 03

소방시설공사업법에 따른 소방공사를 할 때 감리업자에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

(소방시설공사업법, 시행령, 시행규칙 자료)

- 1) 감리업자가 수행해야 할 업무
- 2) 공사감리 결과를 통보할 경우 감리결과 보고서에 첨부해야 할 서류
- 3) 완공검사제도의 문제점 및 운영실태

1 개요

감리자는 소방시설공사에 대한 발주자의 권한을 대행하여 설계도서 및 관계법령에 따라 적법하게 시공되는 지 여부를 확인하고 품질, 안전관리 등 업무를 수행하여야 한다.

2 감리업자가 수행해야 할 업무

1) 업무수행내용

| 구분 | 내용 |
|--------|---|
| 적법성 검토 | 1) 소방시설등의 설치계획표 검토 2) 피난시설, 방화시설의 검토 3) 실내장식물 불연화, 방연물품 검토 |
| 적합성 검토 | 1) 소상비설 등 설계도서 검토 2) 소방시설 등 설계변경사항 적합성 검토 3) 소방용품의 위치, 규격, 사용자재 검토 4) 공사업자가 작성한 시공 상세도면 검토 |
| 성능시험 | 1) 완공된 소방시설 등의 성능시험 |
| 지도, 감독 | 1) 소방시설 등이 설계도서 및 화재안전기준에 맞는지 지도, 감독 |

2) 업무수행절차

| 구분 | 내용 |
|------------------|---|
| 착수단계 | 1) 감리자 지정신고, 배치신고서 2) 설계도서 검토 : 적합성, 적법성, 시공가능성, 내역서 이상여부 등 |
| 공사시행단계 | 1) 일반업무 : 감리업무일지 작성, 각종 보고서 등 2) 시공계획 : 시공계획서 검토 및 승인 3) 시공확인 : 시공자의 검측 요청시 검측확인 및 결과 통보 4) 기술검토 : 기술검토의견서 작성 등 5) 자재관리 : 주요기자재 공급원 검토 및 승인, 자재검수 및 관리 등 6) 공정관리 : 공사 진도 관리, 부진공정 만회대책 등 7) 품질/안전관리 : 품질/안전계획 검토 및 승인 8) 성능시험 : 완공된 소방시설 실시, TAB |
| 설계변경/ 계약금액 조정 | 1) 설계변경 및 물가 변동에 의한 계약금액 조정 |
| 기성/준공검사 | 1) 검사자 임명, 검사실시 및 결과 보고 |
| 시설물인수/인계 | 1) 시설물 관련사항 인수/인계서 작성, 유지관리, 하자보수 등 |

3 감리결과보고서에 첨부하여야 할 서류(소방시설공사업법 시행규칙 제19조)

↳ 공사완료 후 7일 이내 관련서류 제출

| 구분 | 첨부 서류 | 비고 |
|---------|------------------------------|-----------------|
| 성능시험조사표 | 소방시설 성능시험결과 1부 | 소방청 고시양식 |
| 변경 설계도면 | 착공 후 변경된 소방시설 설계도면 1부 | 설계업자 작성도면(준공도면) |
| 감리일지 | 소방공사 감리일지 1부 | 소방본부장, 소방서장 보고용 |
| 사용승인 증빙 | 건축법, 주택법, 학교시설 사업법에 따른 승인신청서 | 사용승인 접수확인 |

4 완공검사제도의 문제점 및 운영실태

1) 완공검사를 위한 현장확인 대상(소방시설공사업법 시행령 제5조)

- (1) 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 숙박시설, 창고시설, 지하상가 및 다중이용업소
- (2) 스프링클러설비 등, 물분무등 소화설비가 설치되는 특정소방대상물
- (3) 연면적 1만 제곱미터 이상이거나 11층 이상인 특정소방대상물(아파트는 제외)
- (4) 가연성가스를 제조·저장 또는 취급하는 시설 중 지상에 노출된 가연성가스탱크의 저장용량 합계가 1천 톤 이상인 시설

2) 관계법령

- (1) 소방공사업법 : 완공검사 증명서 신청서류 ⇒ 완공검사신청서, 감리결과보고서
- (2) 소방시설법 : 건축물 사용승인 동의 ⇒ 소방시설공사 완공검사증명서 교부로 같음

3) 문제점 및 운영실태

| 문제점 | 운영실태 |
|--|---|
| 1) 무리한 공사요구에 의한 소방시설이 완전하지 않는 상태에서 완공검사 신청 | 1) 건축법 사용승인절차와 소방시설 완공 검사 증명서 발급 시점 불일치 ⇒ 감리기간 연장 조치 |
| 2) 건축주로부터 성능미흡상태에서 감리결과보고서 제출 강요 | 2) 완공검사 이후 건축물 사용승인 전까지 발생하는 소방시설 훼손 책임주체 불명확 ⇒ 건축물 사용승인 후 감리 철수 |
| 3) 완공검사 후 사용승인일까지 기간에 인테리어 공사로 소방시설 훼손 우려 | 3) 건축법, 주택법 등 타 법령과 소방시설공사업법과 절차상 이 ⇒ 각종 발급증명서 발급시점 개선 |
| 4) 건축물에 대한 사용승인 절차와 소방시설 완공검사 증명서 발급 시점이 불일치 등 | |

문제 04

소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준에서 정하는 소공간용 소화용구에 대하여 다음 사항을 설명하시오. (소공간용 소화용구의 형식승인 및 제품검사의 기술기준 자료)

- 1) 소화용구의 적용범위
- 2) 소화용구의 표시사항
- 3) 소화시험 성능기준(A급 및 B급 소화시험)
- 4) 방사시험 성능기준

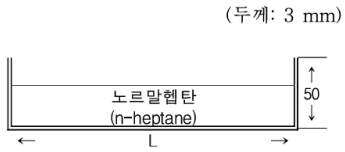
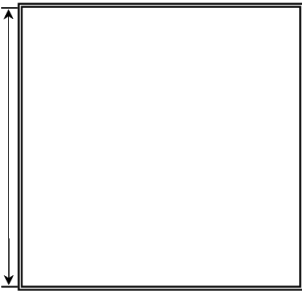
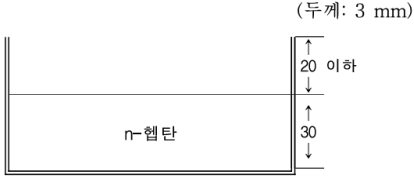
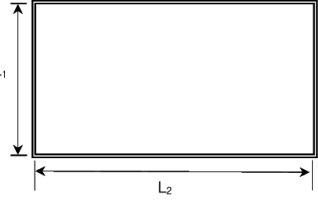
1 소화용구의 적용범위

- 1) 소공간의 화재를 자동 감지하여 소화하는 간이 소화용구로 교체, 기체의 소화 약제를 이용한 소화설비
- 2) 적용 : 분전반, 배전반 등 소공간(0.36 m² 미만)
- 3) 일반구조
 - (1) 작동확실, 취급 및 점검, 정비 용이하고, 내구성이 있을 것
 - (2) 부착 또는 지지 장치는 쉽게 떨어지지 않고 견고하게 고정 가능할 것
 - (3) 최소 사용온도범위 : 0 ~ 30 ℃ 설계
 - (4) 총중량 : 설계값의 -2중량퍼센트 ~ 5중량퍼센트
 - (5) 부속장치 추가 시 기능에 영향을 미치지 않고, 쉽게 이탈되거나 풀리지 않을 것

2 소화용구의 표시사항

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1) 품명 | 8) 최대설치높이 및 설치위치의 제한사항 |
| 2) 형식 | 9) 소화용구의 중량 |
| 3) 형식승인번호 | 10) 사용온도범위 |
| 4) 제조 업체명 및 수입 업체명 | 11) 소화약제 등의 주성분 |
| 5) 제조년월 및 제조번호(로트번호) | 12) 사용방법 및 취급상의 주의사항 |
| 6) 예상 사용 수명(가속노화시험 적용대상) | 13) 품질보증에 관한 사항 |
| 7) 설계방회체적 및 개구부 최대허용면적 | (보증기간, 보증내용, A/S방법 등) |
| | 14) 소화용구에 주의사항 표시 |

3 소화시험 성능기준(A급 및 B급 소화약제)

| 구분 | 소화시험 | 시험방법 |
|-----------------------------|---|--|
| <p>A급 소화시험 (목재소화시험)</p> | <p>연소종료 후 600초 이내 소화되고, 잔염 없고, 재발화되지 않을 것</p> | <p>1) 목재 수분함유율 : 9 wt% ~ 13 wt% (소나무, 가문비나무) 2) 한단에 3개씩 균등하게 배열, 4단 교차배치, 바닥에서 70 mm 이상 이격, 소화시험실 중앙위치 3) 점화용 연소대는 탁자형으로 제작되고, 목재화재 모형을 올려놓을 수 있는 구조 4) 연소 후에 소화용구가 자동 감지되어 작동시험 5) 소화시험 예비 연소편</p> <hr/> <p>측면</p>  <p>평면</p>  |
| <p>B급 소화시험 (유류소화시험)</p> | <p>연소종료 후 90초 이내 소화되고, 재발화되지 않을 것</p> | <p>1) B급 소화시험모형 세로(L_1), 가로(L_2), 높이(50 mm), 두께(3 mm)</p> <hr/> <p>측면</p>  <p>평면</p>  <hr/> <p>2) 노르말 헵탄에 점화하여 30초간 예비 연소 후 문을 닫고 소화용구가 자동으로 작동하도록 시험</p> |

4 방사시험 성능기준

- 1) 20 ± 2 °C에서 24시간 보존 후 다음 시험 조건을 만족할 것
- 2) 소화용구의 방사시간 : 설계값의 ±30퍼센트 이내
- 3) 소화약제 방출량 : 방사 전 약제량의 90중량퍼센트 이상
- 4) 소화용구화합물 및 고체에어로졸화합물 방출량 : 방사효율 설계값의 ±10퍼센트 이내

문제 05

거실제연설비의 다음 사항에 대하여 설명하시오.

(소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령, 별표4, 5, 화재안전기준 501 자료)

- 1) 특정소방대상물의 설치대상 및 적용기준
- 2) 설치면제 적용기준
- 3) 설치 제외기준

1 개요

제연설비는 화재 시 거실 및 부속실 제연설비를 통해 인명 및 재산 보호하는 설비

- 1) 거실제연설비 : 청결층 확보 ⇒ 거주자의 수평 피난로 확보
- 2) 부속실제연설비 : 차압, 방연풍속 확보 ⇒ 연기 유입 방지

2 설치대상 및 적용기준(소방시설 설치 및 관리에 관한법률 시행령, 별표4 5호)

| 구분 | | 적용기준 |
|----------------------|---|--|
| 문화/집회시설, 종교시설, 운동시설 | | 1) 무대부 : 바닥면적 200 m ² 이상 2) 영화상영관 : 수용인원 100명 이상 |
| 지하층/ 무창층 | 근린생활시설, 판매시설, 위락시설, 숙박시설, 운수시설, 의료시설, 노유자시설, 창고시설, 시외버스정류장, 철도 및 도시철도시설, 공항시설, 항만시설 등 | 1) 바닥면적 합계 1,000 m ² 이상 |
| 지하가(터널 제외) | | 1) 연면적 1,000 m ² 이상 |
| 터널(방재등급) | | 1) 행정안전부령 위험등급 이상 |
| 특정소방대상물(갯복도형 아파트 제외) | | 1) 특별피난계단 2) 비상용승강기 승강장, 피난용승강기 승강장 |

3 설치면제 적용기준(소방시설 설치 및 관리에 관한법률 시행령 별표 5 17항)

- 1) 공기조화설비를 화재안전기준의 제연설비 기준에 적합하게 설치하고, 공기조화설비가 화재 시 제연설비 기능으로 자동전환되는 구조일 경우
- 2) 직접외부 공기와 통하는 배출구의 면적합계가 해당 제연구역 바닥면적의 1/100 이상이고, 배출구부터 각 부분 수평거리가 30 m 이내이며, 공기유입구가 화재안전기준에 적합하게 설치된 경우
- 3) 제연설비를 설치해야 하는 특정소방대상물 중 노대와 연결된 특별피난계단, 노대가 설치된 비상용승강의 승강장, 배연설비가 설치된 피난용승강의 승강장

4 설치 제외기준(NFPC 501 제12조)

- 1) 제연설비를 설치해야 할 특정소방대상물 중 화장실, 목욕실, 주차장, 발코니를 설치한 숙박시설
- 2) 객실과 사람이 상주하지 않는 기계실, 전기실, 공조실, 50 m² 미만의 창고 등
⇒ 배출구와 공기유입구의 설치 및 배출량 산정에서 제외 가능

문제 06

국가건설기준센터 전기설비 설계기준 중 예비전원설비(KDS 32 20 20)에 근거하여 다음을 설명하시오
(국가건설기준센터 전기설비 설계기준 자료)

- 1) 소방부하 및 비상부하의 정의
- 2) 예비전원설비 분류
- 3) 자가발전기 용량 산정 방법
- 4) 발전기 허용전압계수 산출식을 쓰고, 발전기 용량산출에 적용하는 발전기 허용전압강계수 표를 작성하시오.
(단, 발전기 허용전압강하률과 발전기 정수를 이용한다)

1 개요

비상전원 → 상용전원 공급 중단 또는 정전 시 → 소방설비에 비상전원을 공급하는 설비
 ↳ 소방설비 원활한 작동 대책 ⇒ 설비별 비상전원을 관련기준에 의거 설치 필요
 ↳ 종류 : 자가발전설비, 축전지설비, 전기저장장치, 비상전원수전설비

2 소방부하 및 비상부하의 정의

| 구분 | 소방부하 | 비상부하 |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 정의 | 화재안전기준(NFSC 등)에서 예비전원 공급을 정한 부하 | 소방부하 외에 타 법령에서 예비전원 공급이 요구되는 부하 |
| 주요설비 | 스프링클러 펌프, 소화전 펌프, 비상방송, 화재감지기, 제연설비 | 비상조명, 엘리베이터, 환기팬, OA기기, 냉방설비 등 |
| 고려사항 | 반드시 소방부하 용량 이상 확보 | 수용률 적용 산정 |

3 예비전원설비 분류 : 상용전원 정전 시 소방부하, 비상부하 등 전기를 공급하는 설비

| 구분 | 내용 |
|-----|---|
| 소방법 | 화재안전기준 1) 비상전원으로 표현 2) 감시제어반, 중계기, 비상조명 → 예비전원으로 표현 |
| | 형식승인 및 제품검사 기술기준 1) 외장형 : 비상전원 2) 내장형 : 예비전원 |
| 건축법 | 1) 예비전원으로 표현 2) 비상용승강기, 특별피난계단 부속실, 조명, 배연설비 등 |

- 1) 자가발전설비 : 디젤엔진, 가스엔진, 가스터빈방식 ⇒ 부하 운전조건, 특성, 현장고려 선정
- 2) 축전지설비 : 축전지 특성, 유비보수, 수명, 경제성 ⇒ 설치 장소와 조건고려 선정
- 3) 무정전전원장치 : 백업 전원으로 축전지방식, 관성에너지 저장장치 등 고려 선정
- 4) 전기저장장치 : 일반요건, 제어 및 보호 장치, 계측장치, 특정기술 등 고려 선정

4 자가발전기 용량 산정방법

$$1) GP \geq [\sum P + (\sum P_m + P_L) \times a + (P_L \times a \times c)] \times k$$

2) 산정 시 고려사항

| 구분 | 고려사항 | |
|------------|--|--|
| $\sum P$ | 1) 전동기 이외 부하의 입력 용량 합계(kVA) | |
| | 입력용량 (고조파발생부하 제외) | 고조파 발생부하 입력용량 합계 |
| | $P = \frac{\text{부하용량}(W)}{\text{부하효율} \times \text{역률}}$ | 1) UPS 입력용량 $P = \left(\frac{\text{UPS출력}}{\text{UPS효율}} \times \lambda \right) + \text{축전지용량}(6 \sim 13\%)$ 2) 입력용량(UPS제외) $P = \frac{\text{부하용량}(W)}{\text{부하효율} \times \text{역률}} \times \lambda (\text{THD가중치})$ |
| $\sum P_m$ | 전동기 부하용량 합계(kW) | |
| P_L | 전동기 부하 중 기동용량이 가장 큰 전동기 부하용량(kW) | |
| a | 전동기 kW당 입력용량 계수 | |
| c | 전동기 기동계수 \Rightarrow 직입기동(6), Y- Δ 기동(2), VVVF기동(1.5) | |
| k | 발전기 허용전압강하 계수 \Rightarrow 1.07 ~ 1.13 | |

5 발전기 허용전압계수 산출식, 발전기 허용전압강하계수 표 작성

1) 발전기 허용전압강하계수

(1) 일반적으로(20 ~ 30 % 적용), 발전기정수와 전압 강하율이 불분명할 경우(1.07 ~ 1.13)

(2) 허용전압계수 산출식 : $\frac{1 - \text{허용전압강하율}}{\text{허용전압강하율}} \times \text{발전기정수}$

2) 발전기 허용전압강하계수 표

| 구분 | | 발전기 정수 x_d'' (%) | | | | | |
|-----------------------|----|--------------------|------|------|------|------|------|
| | | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 발전기 허용전압강하율 (%) | 15 | 1.13 | 1.19 | 1.25 | 1.30 | 1.36 | 1.42 |
| | 16 | 1.05 | 1.10 | 1.16 | 1.20 | 1.26 | 1.31 |
| | 17 | 0.98 | 1.03 | 1.07 | 1.12 | 1.17 | 1.22 |
| | 18 | 0.91 | 0.96 | 1.00 | 1.05 | 1.09 | 1.14 |
| | 19 | 0.95 | 0.99 | 0.94 | 0.98 | 1.02 | 1.07 |
| | 20 | 0.80 | 0.84 | 0.88 | 0.92 | 0.96 | 1.00 |

