

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 130회 소방기술사 문제풀이

강사 : 황모아, 전병호, 김정진, 백준우, 곽영남, 유쾌한, 윤헌주, 남유현 기술사

모아소방전기학원 2012~2023년

매년마다 **현** 수강생의 평균 **1/5** 을 **합격**시킨 **합격신화!**

“합격을 대한민국 1위”

“실제 수강생 합격을 대한민국 1위”

“강의만족도 99% 대한민국 1위”

“평균 강의 재수강률 80%”

“8년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼”

소방기술사 합격자 명단

103회 17명중 8명 합격! 문*량,송*일,이*열,황*영,이*기,장*웅,윤*일,김*백(47%)
104회 5명중 3명 합격! 이*선,임*렬,박*효(60%)
105회 6명 중 4명 합격! 김*석,서*길,이*열,송*수(67%)
106회 5명 중, 5명 합격! 최*기,명*준,박*권,이*화,김*환(100%)
107회 12명중 5명 합격! 임*창,고*민,박*욱,임*훈,장*일(42%)
108회 16명 중 9명 합격! 장*남,임*수,문*주,김*오,유*석,최*영,권*효,김*호,서*영(57%)
109회 최종 23명 중 10명 합격! 이*열,장*남,서*길,김*선,위*경,함*덕, 이*승,임*수,김*웅,임*훈(45%)
110회 최종 12명 중 6명 합격! 김*오,최*숙,문*주,최*재,권*효,전*인(50%)
111회 최종 9명 중 4명 합격! 박*수,김*운,김*영,하*동(45%)
112회 최종 14명 중 5명 합격! 노*택,김*근,배*우,송*남,김**(35%)
113회 최종 8명 중 4명 합격! 전*근, 장*일, 전*진, 김*중(50%)
114회 최종 12명 중 7명 합격! 곽*남, 설*일, 남*현, 이*호, 문*환, 서*영, 권*범(59%)
115회 최종 19명 중 10명 합격!! 김*수, 김*희, 김*규, 박*호, 방*정, 윤*철, 이*수, 이*근, 장*남, 정*미(53%)
116회 최종 18명 중 9명 합격! 김*식, 최*희, 김*호, 염*재, 이*택, 박*남, 김*웅, 양*성, 송*주(50%)
117회 최종 13명 중 2명 합격! 김*섭, 박*아(16%)
118회 최종 11명 중 3명 합격! 이*, 이*용, 정*영(27%)
119회 최종 15명 중 8명 합격! 김*성, 정*중, 양*광, 윤*오, 정*호, 신*섭, 목*봉, 김*자(53%)
120회 최종 7명 중 2명 합격! 이*현, 박*균(29%)
121회 최종 18명 중 7명 합격! 윤*열, 오*경, 이*호, 이*상, 김*수, 김*하, 강*주(39%)
122회 최종 18명 중 2명 합격! 유*영, 정*영(11%)
123회 최종 22명 중 5명 합격! 이*호, 윤*호, 조*선, 박*진, 구*하(23%)
124회 최종 16명 중 5명 합격! 이*상, 박*용, 이*열, 이*범, 백*우(31%)
125회 최종 10명 중 2명 합격! 전*호, 소*준(20%)
126회 최종 8명 중 2명 합격! 윤*주, 김*태(25%)

2023년 소방기술사 개강 일정

| | 강의명 | 교수 | 일정(13주) | 강의수 | 교재 |
|-------------------|----------------|---------|---|----------|---------------------------|
| TO 여 예 반 | 모아 기본반(오전반) | 백준우 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분) | 13강(80H) | 모아기술사 2권 |
| | 모아 기본.심화반(오후반) | 곽영남 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분) | 13강(80H) | 모아기술사 1권 |
| | 금화 기본.심화반(오전반) | 전병호 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분) | 13강(80H) | 금화도감 1권 |
| | 금화도감 심화반(오후반) | 유래한 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오후 3 시 ~ 오후9시 10분(6시간 10분) | 13강(80H) | 금화도감 1권 “저자직강” |
| | 합격요해심화반(오전반) | 김정진 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분) | 13강(80H) | 소방기술사 “요해”2권 “저자직강” |
| | 모아 심화.연구반(오후반) | 전병호 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분) | 13강(80H) | 모아기술사 1,2권,프린트 “저자직강” |
| | SBR 연구반(오전반) | 유래한 기술사 | 2023년 07월 01일 ~ 10월 07일 오전 8시 40분 ~ 오후 2시 50분(6시간 10분) | 13강(80H) | 금화도감 1,2권,기술문제집 “저자직강” |

| | 강의명 | 교수 | 일정(13주) | 강의수 | 교재 |
|------------------|--------------|---------|--|----------|--------------------------------|
| 예 여 예 반 | 모아 기본반(오전반) | 황모아 기술사 | 2023년 06월 25일 ~ 09월 24일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분) | 13강(80H) | 모아기술사 1권 “저자직강” |
| | 모아 기본반(오후반) | 윤헌주 기술사 | 2023년 06월 25일 ~ 09월 24일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분) | 13강(80H) | 금화도감 1권 |
| | 모아 심화반(오전반) | 남유현 기술사 | 2023년 06월 25일 ~ 09월 24일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분) | 13강(80H) | 모아기술사 1권 |
| | 기술문제 풀이(오전반) | 김정진 기술사 | 2023년 06월 25일 ~ 09월 24일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분) | 13강(80H) | 기술문제 풀이(10개년) 104회 부터 ~1,2권 |

| | 강의명 | 교수 | 일정(13주) | 강의수 | 교재 |
|-------------|----------------|---------|---|----------|---------|
| 평 예 반 | 금화 기본.심화반(수 반) | 전병호 기술사 | 2023년 05월 03 일~ 07월 26일 오전 10시 ~ 오후5시(6시간 10분) | 13강(80H) | 금화도감 1권 |

말해바 면접반 최종 실기(면접) 대비반으로 문의 사항은 학원으로 연락해 주세요!

★ 모아소방학원 소방기술사반의 강점 ★

첫 번째 : 대한민국 명실상부 **최고의 강사진!**

▶ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 강의 중!

두 번째 : **충분한 공부시간 확보!**

▶ 기본반/기본.심화반/심화반 : part1/part2로 진행 (총2회차, 160시간 or 120시간 진행)

▶ 연구반 수업 총 6~7시간 수업 중(深到있는 강의 진행)

세 번째 : Class Line-up! **합격까지 끌고 갈 탄탄한 커리큘럼!** 총 13개 Class 개강 중! 원하는 수업으로 골라 듣기!

기본반 : 처음 소방기술사 공부를 시작하는 초시생 /기본개념을 확실하게 다지는 과정

기본.심화반 : 타 기술사 취득자 , 빨리 합격하고 싶으신 분

심화반 : 기본반에서 익힌 개념을 답안화하는 훈련, 50점대로 진입하는 심화학습 과정

심화,연구반 & 연구반 : 다양한 문제풀이를 통한 응용력 향상, NFPA는 물론 최근 이슈까지 다루며,
매 시간 모의고사를 통한 합격 완성 과정

기술문제 풀이반 : 104회 부터 10개년 기술문제 출제빈도와 유형 분석을 통해 문제 유형 파악 및 실전 연습 과정

말해바 면접반 : 면접의 기본 소양, 면접 기술, 실전 모의 면접

네 번째 : **교재 무료제공** + 복습용 인강 할인제공!

수강료 (내일배움카드 사용 가능) 방문접수/전화접수 (내일배움카드, 신분증 지참 必)

내일배움카드 **자비부담금 367,760원** 일반 701,080원

대한민국 소방기술사 **Legend of Moa**

모아소방전기학원

상 담 : 02-2068-2851 www.moate.co.kr

모아시직업전문학교

상 담 : 02-2068-2854 www.ai.moafactory.net

동영상 전문 모아바

상 담 : 02-2068-2852 www.moa-ba.com

제130회 소방기술사 필기문제 (2023년 5월 20일)**[제 1 교 시]**

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 아크의 정의, 아크 차단기의 구성과 동작원리를 설명하시오.
2. 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」에 따른 도로터널의 정의를 쓰고, 터널 연장(L)과 위험도지수(X)에 따른 등급 구분을 설명하시오.
3. 분기배관, 확관형 분기배관, 비확관형 분기배관의 정의와 분기배관 명판에 표시하여야 하는 사항을 설명하시오.
4. Burgess-Wheeler 법칙에 의한 식을 이용하여 프로판의 연소하한계 값을 구하시오. (단, 프로판의 연소열은 $2,220\text{kJ/mol}$, 연소하한계 값은 소수점 1번째에서 반올림 할 것)
5. 조도(Intensity of Illumination)에 대하여 설명하고, 비상조명등과 관련된 화재안전기술기준에서 조도 관련 내용을 설명하시오.
6. 메탄의 고위발열량이 $55,528\text{kJ/kg}$ 일 때, 메탄의 저위발열량을 계산하고, 저위발열량에 대하여 설명하시오. (단, 물의 증발 잠열은 $2,260\text{kJ/kg}$ 이다)
7. 화재안전기술기준에 따라 설치되는 누전경보기 중 변류기(영상변류기)의 작동원리에 대하여 설명하시오.
8. 자동화재탐지설비 중 아날로그식 감지기, 다신호식 감지기, R형 수신기용으로 사용되는 차폐선(Shielded Wire)의 종류와 시공방법에 대하여 설명하시오.
9. 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법령」에서는 성능위주설계 대상을 규정하고 있다. 성능위주설계 표준 가이드라인에서 제시하는 최적화된 경보설비(통신간선 이중화, 적응성감지기)시스템에 대하여 설명하시오.

10. 물류창고 및 창고형 판매시설 등 화재화중이 높은 장소에서 성능위주설계 시 적용할 수 있는 경보설비, 피난설비, 방화시설에 대하여 설명하시오.
11. 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」과 「지하구의 화재안전성능기준」에 명시된 방화벽을 각각 설명하시오.
12. 위험성평가기법 중 작업안전분석(JSA ; Job Safety Analysis)방법에 대하여 설명하시오.
13. NFPA 72에서의 Unwanted Alarm 종류에 대하여 설명하시오.

[제 2 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 성능위주설계 표준 가이드라인에 따른 고층(초고층)건축물의 규모와 특성에 맞는 거실제연설비, 부속실, 승강장, 피난안전구역 제연설비, 지하주차장 제연설비 시스템에 대하여 설명하시오.
2. 감리업무 중 공사비용이 증감되는 설계변경이 발생할 때, 아래의 내용을 설명하시오.
 - (1) 발주자 지시에 의한 설계변경
 - (2) 시공사 제안에 의한 설계변경
 - (3) 설계변경 검토 항목 및 검토내용
3. 아래와 같은 병렬 및 직렬 누설 틈새 식을 유도하시오.
 - (1) 병렬 누설 틈새 식 : $A_T = A_1 + A_2 + \dots + A_k$
 - (2) 직렬 누설 틈새 식 : $\frac{1}{A_t^n} = \frac{1}{A_1^n} + \frac{1}{A_2^n} + \dots + \frac{1}{A_k^n}$
4. [스프링클러헤드의 형식승인 및 제품검사의 기술기준] (소방청고시)이 개정되어 열반응 시험이 반영되었다. 해당 시험의 제·개정이유, 도입배경, 시험기준 및 시험절차 등에 대하여 설명하시오.
5. [화재의 예방 및 안전관리에 관한 법령]에 따른 특수가연물 품명 및 수량, 저장취급기준, 표시설치에 대하여 설명하시오.
6. 건축허가동의 시 분야별 주요 검토사항 중 피난·방재분야의 방화구획 적정성 확보를 위한 확인사항에 대하여 설명하시오.

[제 3 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 화재안전기술기준에서 제시하는 스프링클러설비 설치 유지를 위한 아래 내용에 대하여 설명하시오.
(1) 비상전원 출력용량 기준을 만족하기 위한 정격출력, 출력전압, 과전류 내력의 기준
(2) 스프링클러설비의 음향장치 및 기동장치(펌프 및 밸브)
2. 이산화탄소 소화설비가 최적의 상태로 운전될 수 있는지 여부를 확인하기 위한 성능시험 시
(1)저장용기 (2) 기동장치 (3) 선택밸브 (4) 감지기 점검사항에 대하여 설명하시오.
3. 성능위주설계 대상, 변경신고대상, 건축심의 전 제출도서, 건축허가동의 전 제출도서를 각각 설명하시오.
4. 소방시설공사업법 감리업무 수행내용 중 완공 전 소방시설 등의 성능시험이 있다. 스프링클러 준비작동식의 성능 시운전 점검 시 자동작동시험과 수동작동시험을 각각 설명하시오.
5. 다음 소방설비에 대하여 설명하시오.
(1) 하향식피난구 성능기준
(2) 교차회로방식과 송배전방식
(3) 대형소화기의 소화약제량(물, 강화액, 할로젠화합물, 이산화탄소, 분말, 포소화기)
(4) 고가수조, 압력수조, 가압수조
(5) 미분무 정의와 사용압력에 따른 미분무소화설비 분류
6. 연소생성물의 종류에 대하여 설명하고 화재 시 연소생성물이 인체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.

[제 4 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 대규모 데이터 센터의 화재가 발생할 때
 - (1) 업무중단으로 인한 리스크
 - (2) 데이터 센터의 화재 관련 손실 발생요인에 대하여 설명하시오
2. 소방시설 설치 및 관리에 관한 법령 및 화재안전기술기준에서 정하는
 - (1) 임시소방시설을 설치해야 하는 화재위험작업의 종류
 - (2) 임시소방시설을 설치해야 하는 공사종류와 규모
 - (3) 임시소방시설 성능 및 설치기준
 - (4) 설치면제 기준에 대하여 설명하시오
3. 성능위주설계 시 인명안전성평가를 위한 화재·피난 시뮬레이션 수행방식의 종류를 설명하시오
4. 포그머신 등을 이용하여 Hot Smoke Test를 실시하려 한다. Hot Smoke Test 절차도 작성, Hot Smoke Test 발생에 필요한 장비의 구성, Hot Smoke Test로 얻을 수 있는 효과에 대하여 설명하시오.
5. [초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법령]에 따라 고층(초고층) 건축물에 반드시 갖추어야 하는 소방시설과 그에 따른 스프링클러설비와 인명구조기구 설치기준에 대하여 설명하시오.
6. 화재 플럼(Fire Plume)의 발생 메카니즘을 쓰고, 광전식 공기흡입형감지기(아날로그방식)의 작동 원리와 적응성에 대하여 설명하시오.

제 1 교 시 문제풀이

1-1. 아크의 정의, 아크 차단기의 구성과 동작원리를 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.501, 화재보험협회 자료

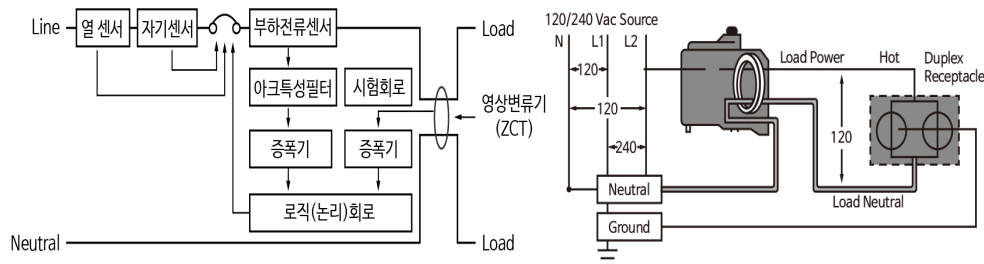
1. 아크의 정의와 분류

- 1) 아크란 전극 간 절연체 사이에서 연속적으로 빛을 발하는 방전현상이다. (2천℃ ~ 2만℃ 이상)
- 2) 병렬아크 : 절연열화, 트래킹 등에 의한 전극간 방전. 아크 에너지가 크다.
직렬아크 : 접촉불량, 반단선 등에 의한 직렬회로 아크. 누설량이 적어 누전차단기 감지 불가.

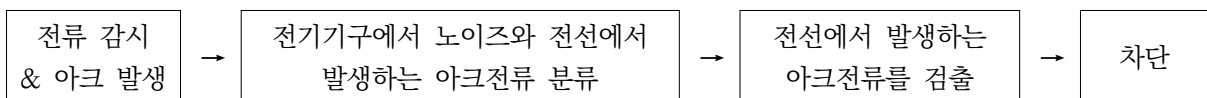
2. 아크 차단기의 구성

누전차단기만으로는 국소 아크에 의한 화재를 막을 수 없으므로 아크차단기 설치가 필요

| 구성 | 역할 |
|------------|--|
| 아크필터 | 아크파형의 주파수만 통과 |
| 증폭기 | 아크필터의 신호를 증폭 |
| 논리회로 | 불안정한 파형 존재 여부가 판단되면 차단기 접점개방을 위한 솔레노이드를 여자시켜 차단기를 트립시킴 |
| 영상변류기 | 누전전류를 감지하여 차단하기 위한 것으로 누전차단기와 동일한 기능 |
| 열 센서, 자기센서 | 과전류가 발생할 경우 열을 감지하는 센서 |



3. 아크 차단기 동작 원리



4. 국내의 적용

- 1) 국내는 아크차단기가 도입되어 적용 중에 있으나, 법적 의무사항은 아니다.
- 2) 미국전기설비기준에서는 2002년부터 주거시설의 침실, 거실 등에 125V 단상 15A와 20A의 모든 분기회로에 아크차단기의 보호를 요구하고 있으므로, 국내도 동일한 기준으로 법제화 필요.

1-2. 「도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침」에 따른 도로터널의 정의를 쓰고, 터널 연장(L)과 위험도지수(X)에 따른 등급 구분을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.609, 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침

1. 도로터널의 정의

- 1) 자동차의 통행을 목적으로 지반을 굴착하여 지하에 건설한 구조물, 개착공법
- 2) 종류 : 지중에 건설한 구조물(BOX형 지하차도), 기타 특수공법(침매공법 등)으로 하저에 건설한 구조물(침매터널 등)과 지상에 건설한 터널형 방음시설(방음터널)

2. 연장등급 및 방재등급별 기준

| 등급 | 터널연장(L) 기준 | 위험도지수(X) 기준(방재등급) |
|----|---|-------------------|
| 1 | 3,000m 이상 ($L \geq 3,000m$) | $X > 29$ |
| 2 | 1,000m 이상 3,000m 미만 ($1,000m \leq L < 3,000m$) | $19 < X \leq 29$ |
| 3 | 500m 이상 1,000m 미만 ($500m \leq L < 1,000m$) | $14 < X \leq 19$ |
| 4 | 연장 500m 미만 ($L < 500m$) | $X \leq 14$ |

3. 방재등급의 적용

1) 위험도지수 영향인자

- (1) 주행거리계 (터널연장×교통량)
- (2) 터널제원 (종단경사, 터널높이, 곡선반경)
- (3) 대형차혼입률
- (4) 정체정도
- (5) 통행방식(대면통행, 일방통행) 등

2) 연장등급, 방재등급별 설치계획

- (1) 터널방재시설은 연장등급에 의해서 설치하는 시설과 방재등급에 의해서 설치하는 시설로 구분
- (2) 소방시설법에 따른 방재시설 및 피난연결통로 (● 표시) : 연장등급에 의해서 설치
- (3) 그 외 방재시설 (○ 표시) : 방재등급에 의해서 설치

| 방재시설 | 1등급 | 2등급 | 3등급 | 4등급 |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| 소화기구 | ● | ● | ● | ● |
| 옥내소화전 | ●○ | ●○ | | |
| 물분무설비 | ○ | | | |
| 자동화재탐지설비 | ● | ● | | |

1-3. 분기배관, 확관형 분기배관, 비확관형 분기배관의 정의와 분기배관 명판에 표시하여야 하는 사항을 설명하시오.

답)

출처 : 화재안전기술기준, 분기배관의 성능인증 및 제품검사의 기술기준

1. 분기배관의 정의

| 분기배관 | 배관 측면에 구멍을 뚫어 둘 이상의 관로가 생기도록 가공한 배관 | 확관형 + 비확관형 T 분기 |
|-----------|--|--------------------|
| 확관형 분기배관 | 배관의 측면에 조그만 구멍을 뚫고 소성가공으로 확관시켜 배관 용접이음자리를 만들거나 배관 용접이음자리에 배관이음쇠를 용접 이음한 배관 | 티뿔기, 뿔따기 |
| 비확관형 분기배관 | 배관의 측면에 분기호칭내경 이상의 구멍을 뚫고 배관이음쇠를 용접 이음한 배관 | 아울렛, 메카니컬 티 |



[확관형 분기배관 소성가공
- 소방청 제공]



[Hole Saw 천공, 메커니컬 티
- ㈜대현]



[비확관형 아울렛 - 신테크]

2. 명판에 표시하여야 하는 사항

- 1) 성능인증번호 및 모델명
- 2) 제조자 또는 상호
- 3) 치수 및 호칭(분기관 직근에 치수와 호칭이 별도로 표시되어 있는 때에는 생략할 수 있다)
- 4) 제조년도, 제조번호 또는 로트번호
- 5) 스케줄(Schedule) 번호, 배관재질 또는 KS규격명
- 6) 설치방법
- 7) 품질보증내용 및 취급 시 주의사항 등

3. 시공 시 주의사항

- 1) 확관형 분기배관은 성능인증 제품인지 확인하여야 함 (현장에서 임의로 티뿔기 금지)
- 2) 비확관형은 분기호칭내경 이상의 구멍을 뚫었는지 확인하여야 함
- 3) 용접부의 응력부식에 주의

1-4. Burgess-Wheeler 법칙에 의한 식을 이용하여 프로판의 연소하한계 값을 구하시오. (단, 프로판의 연소열은 2,220kJ/mol, 연소하한계 값은 소수점 1번째에서 반올림 할 것)

답)

출처 금화도감 1권 p.55

1. Burgess-Wheeler 연소하한계 식

- 1) 파라핀계 탄화수소의 폭발하한계와 연소열의 곱은 거의 일정하다.
- 2) $LFL \times \Delta H_c \approx 1,050$ (ΔH_c : 유효연소열(kcal/mol))

2. 연소하한계 계산

1) 조건

- (1) 프로판 연소열이 2,220 kJ/mol
- (2) kcal/mol로 변환 시 $2,220 \text{ kJ/mol} \div 4.19 \text{ kJ/kcal} = 529.83 \text{ kcal/mol}$

2) 계산

$$LFL \times 529.83 \approx 1,050 \text{ 이므로,}$$

$$LFL = 1,050 \div 529.83 = 1.98$$

3) 결론

- (1) 프로판의 연소하한 계산값 = 2% (소수점 첫째자리 반올림)
- (2) 실제 연소범위 : 2.1 ~ 9.5%로 비슷하다.

3. 기타 연소범위 추정 식

| 단일물질 | |
|-------------|---|
| Jone's 식 | $LFL = 0.55 Cst \quad , \quad UFL = 3.5 Cst$ $(Cst = \frac{1}{1 + \frac{O_2 \text{ mol}}{0.21}})$ |
| Zabetakis 식 | $UFL = 6.5 \sqrt{LFL}$ |
| 혼합물질 | |
| 르샤텔리에 식 | $\frac{100}{LFL} = \frac{V_1}{LFL_1} + \frac{V_2}{LFL_2} + \dots + \frac{V_n}{LFL_n}$ $\frac{100}{UFL} = \frac{V_1}{UFL_1} + \frac{V_2}{UFL_2} + \dots + \frac{V_n}{UFL_n}$ |

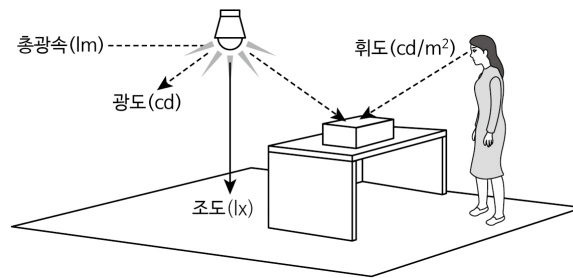
1-5. 조도(Intensity of Illumination)에 대하여 설명하고, 비상조명등과 관련된 화재안전기술기준에서 조도 관련 내용을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.326, p.486

1. 조도의 개념

- 1) 조도는 바닥면이나 작업면 또는 벽면 등에 입사하는 빛의 양을 나타낸다.
- 2) 단위 : lx(룩스) = 1m² 면적에 1lm의 광속이 투사되고 있음
- 3) 작업장에서 조명의 밝기를 나타내는 기준값으로, 피난에선 피난로 식별을 위해 중요하다.



2. 비상조명등 조도 관련 기준

| 화재안전기술기준 | 장소 | 조도 |
|----------|---------|---|
| 비상조명등 | 특정소방대상물 | • 각 부분의 바닥에서 1lx 이상 |
| 도로터널 | 터널 | • 차도, 보도의 바닥면의 조도는 10lx 이상 • 그 외 모든 지점의 조도는 1lx 이상 |
| 고층건축물 | 피난안전구역 | • 각 부분의 바닥에서 조도는 10lx 이상 |

3. 타 기준과 비교

1) NFPA 101

- (1) 초기조도 : 평균 10.8 lx 이상 / 최소조도 : 바닥 어떠한 지점에서도 1.1 lx 이상
- (2) 최대조도 : 최대-최소 조도비율은 40:1을 초과해선 안 된다.

2) KS 표준

- (1) 가장 낮은 조도분류 A(어두운 분위기 중의 시식별 작업장) : 3(최저) - 4(표준) - 5(최고)
- (2) 가장 높은 조도분류 E(시작업이 빈번하지 않은 작업장) : 60 - 100 - 150

4. 개선안

- 1) 화재안전기술기준마다 조도 기준이 상이하므로 통일이 필요하다.
- 2) KS 표준 최저조도가 3lx임을 볼 때, 1lx는 상당히 낮은 값을 알 수 있다.
- 3) NFPA는 최저조도 외에 평균조도, 최대조도, 최대-최소 조도비율을 제시한다.
- 4) 따라서 국내도 보다 체계적인 조도기준 적용이 필요하다.

1-6. 메탄의 고위발열량이 55,528kJ/kg일 때, 메탄의 저위발열량을 계산하고, 저위발열량에 대하여 설명하시오. (단, 물의 증발 잠열은 2,260kJ/kg이다)

답)

출처 모아 소방기술사 요해 1권, p.49

1. 고위/저위발열량의 개념

- 1) 상온 상압(NPT)에서 몰당 방출에너지를 연소열(ΔH_c)이라 한다.
- 2) 연소열은 물체를 연소한 후 NPT까지 냉각시키면서 측정하며, 기체/액체에 따라 달라진다.

| | |
|--------------------|--|
| 고위발열량(표준엔탈피, 총발열량) | • 연료 중에 포함된 수증기의 응축 잠열열량까지 고려한 총 발열량 |
| 저위발열량(진발열량) | <ul style="list-style-type: none"> • 연료 중에 포함되어 있는 수증기의 열량을 고려하지 않는 열량 • 저위발열량 = 총 발열량 - 수증기 잠열×수증기량 |

2. 메탄의 저위발열량 계산

1) 조건

- (1) 메탄 고위발열량 : 55,528 kJ/kg
- (2) 물의 증발 잠열 : 2,260 kJ/kg
- (3) 메탄 완전연소 반응식 : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
따라서, 메탄 연소 시 발생하는 수증기량 mol 비 : 메탄의 2배
- (4) mol 비를 중량비로 환산 시 $\frac{2 [kmol] \times 18 [kg/kmol]}{1 [kmol] \times 16 [kmol/kg]} = 2.25$ 배

2) 계산

- (1) 저위발열량 = 총 발열량 - 수증기 잠열×수증기량 이므로
- (2) $55,528 - (2,260 \times 2.25) = 50,443$ kcal/kg

3) 결론

메탄의 저위발열량 = 50,443 kJ/kg

3. 소방에서의 적용

화학의 기본개념은 고위발열량이지만 연소(화재)와 관련된 경우 연소생성물(H_2O)이 기체 상태 이므로 저위발열량을 적용한다.

1-7. 화재안전기술기준에 따라 설치되는 누전경보기 중 변류기(영상변류기)의 작동원리에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.464

1. 누전경보기의 작동원리

1) 키르히호프 제 1법칙(KCL) : 인입전류와 출력전류의 대수적 합은 0이다. 누설 시 불균형 발생

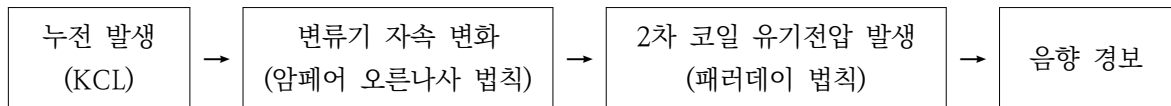
2) 암페어의 오른나사 법칙 : 전류의 자기작용으로 전류변화 → 자속변화 발생

- 정상시 : 누설전류가 없으므로 변류기에 자속변화가 일어나지 않는다.
- 누전시 : 누설전류 발생에 따라 변류기에 자속변화가 일어나 미소전압을 증폭해 음향을 발한다.

3) 패러데이 법칙 : 자속 변화시 유기전압의 크기

$$E = 4.44fN_2\Phi \quad f : \text{주파수} \quad N_2 : \text{2차 코일의 권수} \quad \Phi : \text{누설전류에 의한 자속}$$

4) 누전경보기 동작 메커니즘



2. 누설전류 유도

1) 단상 2선식

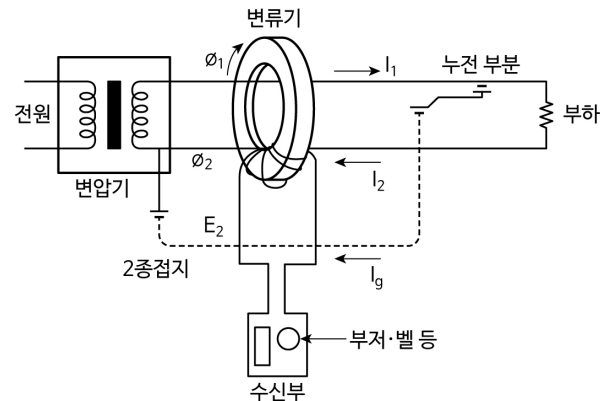
(1) 정상

$$I_1 = I_2 \quad (\phi_1 = \phi_2) \text{으로 자속} = 0$$

(2) 누전(I_g)

$$I_1 \neq I_2, \quad I_2 = I_1 - I_g \text{이 된다.}$$

$\phi_2 = \phi_1 - \phi_g$ 되어 자속(ϕ_g)을 검출하여
경보



[단상 누전경보기 작동 원리]

2) 3상 3선식, 3상 4선식

(1) 정상

$$I_1 + I_a = I_b, \quad I_2 + I_b = I_c, \quad I_3 + I_c = I_a$$

이므로, $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ 이 되어

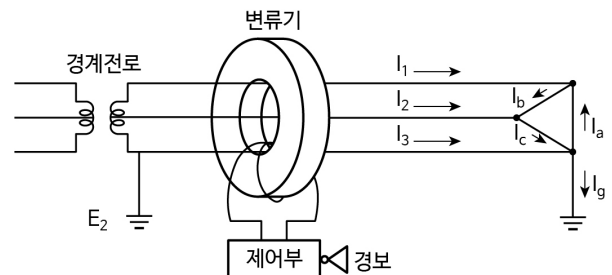
$$\text{자속}(\phi) = 0$$

(2) 누전(I_g)

$$I_1 = I_b - I_a, \quad I_2 = I_c - I_b, \quad I_3 = I_a - I_c + I_g$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_g \text{가 되어 누설전류}(I_g) \text{에 의한}$$

자속(ϕ_g)을 검출하여 경보



[3상 누전경보기 작동 원리]

1-8. 자동화재탐지설비 중 아날로그식 감지기, 다신호식 감지기, R형 수신기용으로 사용되는 차폐선(Shielded Wire)의 종류와 시공방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.452

1. 실드선의 필요성

- 1) 연속적인 정보(Information)를 주고받는 신호선은 유도장애 발생 시 잡음 또는 신호의 왜곡이 생기므로 차폐가 필수적이다.
- 2) 이를 차폐배선이라 하며, 내열배선 이상의 설치기준이 필요하다.

2. 차폐선의 종류

1) 전선의 종류

| 전선 명칭 | 영문기호 | 차폐방식 |
|---------------------------|-----------|------------|
| 저독성 난연 폴리올레핀 차폐 배선 | HF-STP | 알루미늄 테이프차폐 |
| 난연성 비닐절연 비닐시즈 케이블 | FR-CVV-SB | 동선 편조차폐 |
| 내열성 비닐절연 내열성 비닐시즈 제어용 케이블 | H-CVV-SB | 동선 편조차폐 |

2) 차폐방식에 따른 구분

| 구분 | 구조 | 특징 |
|----------|-------------------------------|------------------------------------|
| 호일차폐(SF) | 동 또는 알루미늄테이프 등을 피차폐체 위에 감는 방식 | 가격이 저렴 유연성 굴곡성이 없음 접지가 용이 |
| 편조차폐(SB) | 가느다란 동선 여러 가닥을 직조한 방식 | 구조적으로 매우 안정 굴곡성이 뛰어남 차폐효과 우수 |

3. 차폐배선 시공방법

| 1) 설치기준 | 2) 내열성능 고려사항 |
|---|--|
| (1) 전자파 방해를 받지 않는 실드선 등을 사용 | • 기준에 내열성능 요구사항이 없으나, 아날로그 감지기는 단락 시 화재 정보가 불가하므로 반드시 내열배선으로 시공하여야 함 |
| (2) 광케이블의 경우에는 전자파 방해를 받지 않고 내열성능이 있는 경우 사용할 수 있음 | • 내화전선 이상의 성능이 있는 경우, 케이블 시공방법에 따름 • 내화전선 이상의 성능이 없는 경우, 내열배선으로 시공하여야 함 |

3) 기타전선의 내열배선 시공방법

- (1) 금속관, 금속제 가요전선관, 불연성 금속덕트에 수납하거나 내화 피트/샤프트 내부에 설치
- (2) 내화피트 등에 설치 시 타 전선과 15cm 이상 이격 또는 배선지름의 1.5배 불연성 격벽 설치

1-9. 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법령」에서는 성능위주설계 대상을 규정하고 있다. 성능위주설계 표준 가이드라인에서 제시하는 최적화된 경보설비(통신간선 이중화, 적응성감지기)시스템에 대하여 설명하시오.

답)

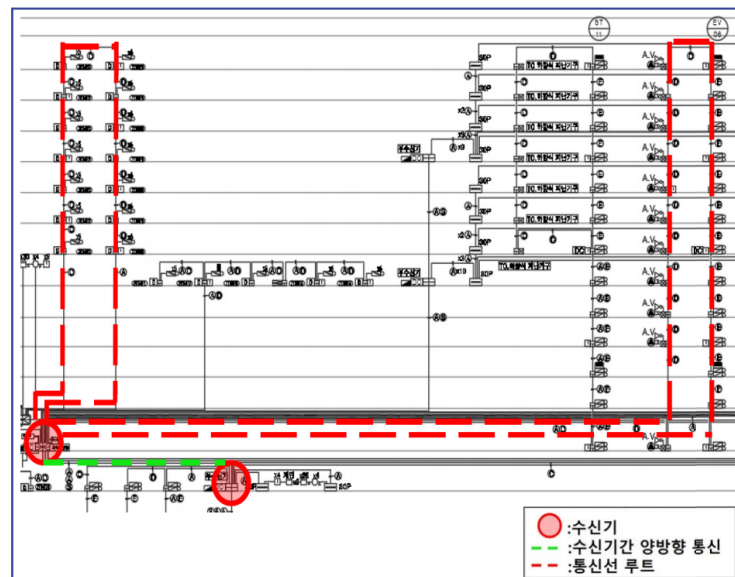
출처 금화도감 2권 p.582

1. 성능위주설계의 정의, 대상

- 1) 정의 : 건축물 등의 재료, 공간, 이용자, 화재 특성 등을 종합적으로 고려하여 공학적 방법으로 화재 위험성을 평가하고 그 결과에 따라 화재안전성능이 확보될 수 있도록 특정소방대상물을 설계하는 것
- 2) 대상 특정소방대상물 : 연면적 20만 m^2 이상(아파트 제외), 지상 50층/200m 이상 아파트, 지하 포함 30층 이상/120m 이상(아파트 제외) 등

2. 통신간선의 이중화

- 1) 자동화재탐지설비의 수신기와 수신기, 중계기와 수신기 또는 중계기와 중계기 간의 배선은 Loop Back System으로 설치하여 통신(신호)간선을 이중화할 것



- 2) 고려사항 : 본선과 별도의 배관으로 분리, 이격해야 하므로 가급적 별도 EPS를 통하는 것이 바람직하다.

3. 감지기의 적응성

- 1) 지하주차장 또는 물류창고 등에 설치되는 화재감지기는 비화재보 방지 및 화재 조기 감시 경보 체계 구축을 위해 특수형 감지기(아날로그방식 · 공기흡입형감지기 등)로 적용할 것.
- 2) 호텔 객실 등에는 사운드 베이스 감지기 적용 권고.
- 3) 고려사항 : 준비작동식 S/P 설치 시 동작 지연이 우려되므로 연기 아날로그형 또는 공기흡입형 적용이 바람직하다.

1-10. 물류창고 및 창고형 판매시설 등 화재화중이 높은 장소에서 성능위주설계 시 적용할 수 있는 경보설비, 피난설비, 방화시설에 대하여 설명하시오.

답) 출처 성능위주설계 평가 운영 표준 가이드라인, 창고시설의 화재안전성능기준(NFPC 609) 제정안

1. 화재하중 높은 장소의 성능위주설계 고려사항

- 1) ASET > REST : 빠른 감지, 정확한 경보로 감지/경보시간 단축, 확실한 방화구획
- 2) ADD > RDD : 큰 물방울 + 조기반응형 헤드로 초기 화재진압 또는 효과적인 화재제어
- 3) 그 밖의 사항 : 양방향 피난(Fail Safe), 인간본성 고려, Fool Proof와 다중안전구역 설정

2. 경보설비

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| 1) 감지의 신속·정확성 | 아날로그식 또는 공기흡입형 감지기 등 특수감지기 설치 |
| 2) 경보의 신속·정확성 | 비상방송설비 음량 1W → 3W로 강화 |
| 3) 화재하중 고려한 용량 확보 | 60분 감시 30분 경보용량 확보 |

3. 피난설비

| | |
|---------|---|
| 1) 피난인지 | 랙크식창고 랙 부분 축광식 피난유도선 또는 랙부착유도등 설치로 피난설비 인지도 향상 |
| 2) 피난경로 | 양방향 피난경로 확보, Common Path, Dead End 고려 |
| 3) 인간본성 | 옥상 출입문 및 바닥에 축광식 표지 설치 음성 복합식 유도등, 허스 효과 고려 유도등 설치 |

3. 그 밖의 방화시설

- 1) 방화구획 완화 제한, 드렌처 도입 등
- 2) 물류창고 밀집지역 상수도소화용수 확보
- 3) 물류창고 주위 소방활동공간 확보
- 4) 20A 이하의 분기회로에 아크차단기 설치 권고
- 5) 소화약제가 도포된 화재안전콘센트 설치 권고

1-11. 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」과 「지하구의 화재안전성능기준」에 명시된 방화벽을 각각 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 p.227

1. 건축법에 따른 방화벽 기준

1) 설치대상

- (1) 연면적 $1,000\text{m}^2$ 이상인 대규모 건축물
- (2) 예외
 - ① 주요구조부가 내화구조이거나 불연재료인 건축물
 - ② 구조상 방화벽으로 구획할 수 없는 창고시설

2) 설치기준

- (1) 내화구조로서 홀로 설 수 있는 구조
- (2) 방화벽의 양쪽 끝과 윗쪽 끝을 건축물의 외벽면 및 지붕면으로부터 0.5미터 이상 돌출
- (3) 방화벽에 설치하는 출입문의 너비 및 높이는 각각 2.5미터 이하로 하고, 해당 출입문에는 60+ 방화문 또는 60분 방화문을 설치

2. 지하구의 화재안전성능기준에 따른 방화벽

1) 설치대상

지하구 중 분기구 및 국사·변전소 등의 건축물과 지하구가 연결되는 부위에 건축물로부터 20미터 이내에 설치할 것

2) 설치기준

- (1) 내화구조로서 홀로 설 수 있는 구조
- (2) 방화벽의 출입문은 60분+ 방화문 또는 60분 방화문으로 설치하고, 항상 닫힌 상태를 유지하거나 자동폐쇄장치에 의하여 화재 신호를 받으면 자동으로 닫히는 구조로 해야 한다.
- (3) 방화벽을 관통하는 케이블·전선 등에는 내화충전 구조로 마감할 것

3) 특정소방대상물로서의 지하구

- (1) 전력, 통신용의 전선이나 가스, 냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합수용하기 위하여 설치한 지하 인공구조물로서 사람이 점검 또는 보수를 하기 위하여 출입이 가능한 것 중 다음의 어느 하나에 해당하는 것
 - ① 전력 또는 통신사업용 지하 인공구조물로서 전력구 또는 통신구 방식으로 설치된 것
 - ② 그 외의 지하 인공구조물로서 폭이 1.8m 이상이고 높이가 2m 이상이며 길이가 50m 이상인 것
- (2) 공동구

1-12. 위험성평가기법 중 작업안전분석(JSA ; Job Safety Analysis)방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 KOSHA Guide, 작업위험성평가에 관한 기술지침

1. 작업안전분석의 정의

- 1) 작업안전분석 (Job safety analysis, JSA)이라 함은 작업위험성분석(JRA)을 통하여 선정된 중요작업(Critical job)을 주요 단계(Key step)로 구분하여 각 단계별 유해위험요인을 파악하고, 해당 작업을 안전하게 수행할 수 있도록 작업 절차를 마련하는 과정을 말한다.
- 2) 작업위험성분석(JRA) : 사업장에서 수행되는 모든 작업에 대하여 작업위험성(Risk)을 평가하여 중요작업(Critical job)을 선정하는 과정을 말한다.
- 3) 작업위험성평가 (Job risk assessment)라 함은 모든 작업에 대하여 유해위험요인(Hazards)을 파악하고 안전한 작업절차를 마련하기 위한 과정으로서 작업 위험성분석(Job risk analysis, JRA), 작업안전분석(Job safety analysis, JSA), 또는 절차서실행분석(Procedure implementation analysis, PIA), 사전작업위험분석(Pre-task hazard analysis, PTA) 등 작업의 유해위험요인을 분석하는 모든 방법을 총칭하여 말한다.

2. 평가팀 구성, 평가시기

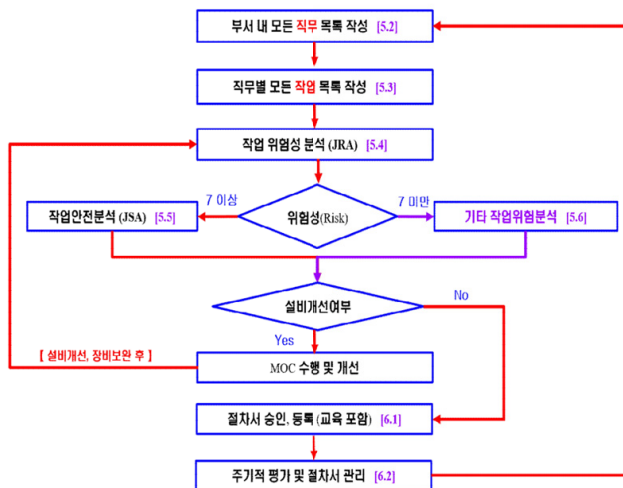
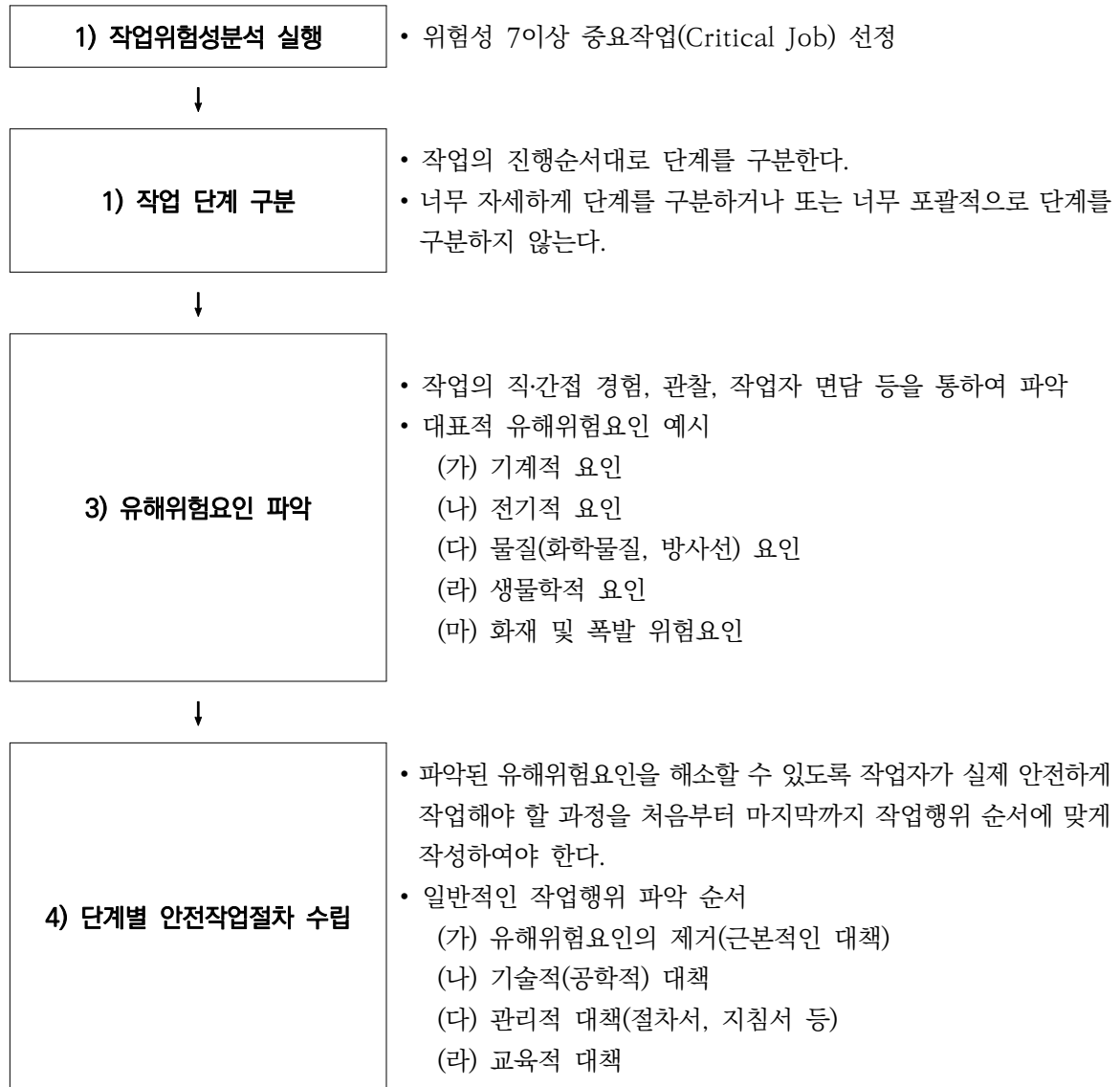
| 평가팀 구성 | 평가시기 |
|---|---|
| 1) 팀장(대상공정 또는 작업의 관리감독자) 2) 대상공정을 운전한 경험이 있는 작업자 3) 대상공정 설비를 정비한 경험이 있는 작업자(필요시) 4) 안전전문가(필요시) 5) 협력업체 대표 및 작업자(필요시) 6) 평가 성격에 따라 팀장이 필요하다고 선정한 자(필요시) | 1) 작업을 수행하기 전에 작업절차서가 필요하여 최초로 제정할 경우 2) 사고발생 시 원인규명을 위하여 필요한 경우 3) 새로운 물질 사용 및 설비 등을 도입한 경우 4) 공정 또는 작업방법을 변경한 경우 5) 이해당사자에게 사용하는 설비의 안전성을 쉽게 설명하고자 할 경우 |

3. 작업안전분석

1) 평가대상

작업안전분석(JSA)은 작업위험성분석(JRA) 결과 중요작업으로 선정된 작업에 대하여 실시한다.

2) 분석 절차



<표 7> 작업안전분석 일반적인 양식 (예 1)

| | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| 작업명(Job title) : | 작업지역(Job location): | 평가자(Analyst) : | 검토일(Date) : |
| 작업단계(Job #) | 작업 서술(Job description) : | | |
| 유해위험요인 형태(Hazard type) | 유해위험요인 서술(Hazard Description) : | | |
| 결과(Consequence) : | 유해위험요인 통제(Hazard Controls) : | | |
| 논리적 근거 또는 의견(Rational or comment) : | | | |

[그림 1] 작업위험성평가 수행 흐름도

1-13. NFPA 72에서의 Unwanted Alarm 종류에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.449

1. 비화재보의 정의

- 1) 화재 시 발생하는 열, 연기, 불꽃 등 연소생성물 이외의 요인으로 인해 화재가 아닌 경우 화재로 인식하여 경보되는 현상을 비화재보라 한다.
- 2) NFPA 72에서는 비화재보를 Malicious, Nuisance, Unintentional, Unknown Alarm 4가지로 분류하고 있다.

2. 비화재보의 분류 (NFPA 72. 10.21 Unwanted Alarms)

1) Malicious Alarm : 악의적(의도적) 요인

- (1) 악의를 가지고 의도적으로 발생시킨 경보
- (2) 예 : 혼란을 일으키기 위해 고의적으로 발신기의 수동스위치를 누른 경우

2) Nuisance Alarm : 설치적, 기능적, 환경적 요인

- (1) 기계적 결함 (Mechanical Failure)
- (2) 기능적 결함 (Malfunction)
- (3) 부적절한 설치 (Improper Installation)
 - ① 예 : 소독 장비 근처에 연기감지기가 설치되어 문이 열릴 때마다 감지기가 작동하여 경보
- (4) 적절한 유지관리 부족 (Lack Of Proper Maintenance)
 - ① 예 : 담배연기로 인한 연기감지기가 작동하여 경보
 - ② 예 : 누군가가 부주의로 헤어드라이기로 열감지기를 자극해 경보
- (5) 원인을 알 수 없이 발생한 경보
(Any Alarm Activated By a Cause That Cannot Be Determined)

3) Unintentional Alarm : 인위적 요인

- (1) 악의 없이 의도적이지 않게 발생한 경보
 - ① 예 : 아이들이 결과를 모르고 발신기의 수동스위치를 누른 경우
 - ② 예 : 소방기술자가 소방펌프 시험 중 서지가 발생하여 유수검지장치가 작동되어 경보

4) Unknown Alarm : 원인을 모르는 출력신호를 주어 발생한 경보

3. 비화재보 원인과 대책

1) 설치적 요인

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| (1) 고압선 부근에 설치 | (2) 공기 유입구 이격거리 부족 |
| (3) 설치 높이별 감지기 선정 부적절 | (4) 기타 설치기준 불이행 |

2) 기능적 요인

- | | |
|------------------|---------------------------|
| (1) 분진(공사, 청소 등) | (2) 감도변화 |
| (3) 감지기 접점의 부식 | (4) 주방, 보일러실 등으로부터 유출한 증기 |
| (5) 결로 | |

3) 환경적 요인

- | | |
|----------------|--------------------|
| (1) 설치 후의 환경변화 | (2) 온도, 습도, 기압의 변화 |
| (3) 벌레, 곤충의 침입 | (4) 청소 불량 |

4) 인위적 요인

- | | |
|------------------|---------------|
| (1) 조리에 의한 열, 연기 | (2) 흡연에 의한 연기 |
| (3) 자동차 등의 배기가스 | (4) 공사 중의 분진 |
| (5) 공조기의 바람 등 | |

4. 비화재보 피해

- 1) 신뢰도 저하 : 화재 경보 무시로 화재 시 경보효과 감소
- 2) 거주자, 작업자 등 피난으로 인한 시간 및 비용 발생
- 3) 건물의 원활한 운영 장애 및 장치 손상
- 4) 생산성 감소 및 손실

5. 대책

- 1) 설치장소에 적합한 감지기를 선택해야 하고, 감지기에 벌레 침입 방지, 습기 방지 등 감지기 구조적인 비화재보에 대한 대책을 강구해야 한다.
- 2) 일과성 비화재보가 예상되는 장소는 감지기를 축적형, 복합식, 다신호식 등의 특수감지기를 적용하고, 축적방식의 수신기를 설치한다.



제 2교시 문제풀이

2-1. 성능위주설계 표준 가이드라인에 따른 고층(초고층)건축물의 규모와 특성에 맞는 거실제연설비, 부속실, 승강장, 피난안전구역 제연설비, 지하주차장 제연설비 시스템에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 P681

1. 거실제연설비

- ① 거실제연설비의 SMD는 누설등급 CLASS-II 이상을 적용하고, 누설량을 반영할 것
- ② 공조설비와 제연설비를 겸용하여 설치하는 경우에는 공조 TAB결과 댐퍼 개구율이 조정된 경우에도 제연 운전 시 개폐 스케줄에 따라 제연 풍량이 적절하게 배분될 수 있도록 제연 시 개방되는 댐퍼의 개도치를 공조댐퍼의 개구율 조정과 별도로 조정할 수 있도록 할 것
- ③ 거실제연설비 (공조겸용 포함) 설치 시 댐퍼 개폐와 송풍기의 작동상태 확인을 위한 전용 디스플레이방식의 감시제어반으로 구성할 것
- ④ 판매시설의 복도는 제연구역으로 선정하고 지상층 부분이 유창층일 경우에도 제연설비 설치 규모에 해당되면 설치할 것

- 1) 제연설비에 댐퍼설치 적정성 검토
- 2) 공조와 겸용인 경우 공조에서 제연으로 전환시간 확인

2. 부속실 및 승강장 제연설비

- ① 제연설비 풍량은 법적기준 출입문 (20층 초과인 경우 2개소) + 1층 또는 피난층 (1개소) 출입문이 개방되는 것을 기준으로 풍량을 산정할 것
- ② 제연 송풍기의 송풍량은 연결된 덕트의 누설량 및 댐퍼는 누설등급에 따른 누설량을 반영하여 산정하고 설계도서에 명기할 것

- 1) 계단실 가압 방식 고려 : 굴뚝효과 감소

3. 지하주차장 연기배출설비

- ① 지하 주차장에는 환기설비를 이용하여 연기배출을 하고, 필요 환기량은 27CMH/m² 이상으로 할 것
- ② 환기설비에는 비상전원 및 배기팬의 내열성을 확보하고, DA에 층간 연기 전파를 막을 수 있는 댐퍼를 설치할 것
- ③ 환기팬에 대한 원격제어가 가능한 수동기동스위치를 종합방재실내에 설치할 것
- ④ 환기설비는 화재발생시 감지기에 의해 연동되는 구조로 설치할 것
- ⑤ 주차장 팬룸에 연기배출용으로 설치된 급기 루버는 하부에, 배기 루버는 상부에 설치하고, 주차장 유인팬의 가동 여부를 결정하기 위하여 시뮬레이션 또는 Hot Smoke Test를 통하여 성능을 검증할 것

1) 지하주차장 제연설비 목적 확인

지하주차장 내 인명보호인지(거실제연), 건물 내 인연보호인지

4. 지상층 피난안전구역의 제연설비

- ① 피난안전구역의 외기취입구 설치기준은 하부층의 화재로 인해 발생된 연기가 유입되지 않도록 덕트 전용 연기감지기를 덕트 내에 설치하여 연기유입 시 자동으로 폐쇄할 수 있는 구조로 설치할 것
- ② 연기유입 시 자동 폐쇄되는 경우를 대비하여 외기취입구 위치를 이중화하고 이격하여 설치할 것

5. 제연설비 공통기준

- ① 제연설비의 덕트 단열재는 불연재료로 설치할 것
- ② 제연설비 성능시험 T.A.B는 전문성을 갖춘 기관 또는 업체에 성능시험을 의뢰하되 소방감리자의 책임하에 실시하도록 시방서 (T.A.B 수행절차서 포함), 도면, 내역서에 반영할 것
- ③ 소방시설 착공신고 후 3개월 이내에 T.A.B 사전 검토보고서를 책임감리원에게 제출하고, 준공 시 최종 T.A.B를 실시하여 시공 중 덕트경로 및 크기 변경등에 따른 정압계산 등을 반영하여 T.A.B검토보고서를 제출할 것
- ④ 제연설비용 송풍기의 정압계산은 System Effect, 덕트, 부속저항, 댐퍼 및 루버 저항 등을 반영하여 상세 계산서를 제출할 것

6. 기타

- ① 차압감지관은 최소 2개 세대 이상 평균값으로 적용될 수 있도록 할 것
- ② 부속실 제연설비 가동 시 어느 층의 출입문을 개방하여도 부속실의 과압이 발생하지 않도록 대책을 제시할 것
- ③ 유입공기 배출 시 복도에 부압이 발생하지 않도록 대책을 제시할 것
- ④ 부속실 제연설비 급기풍도는 지상층 피난안전구역의 계단분리에 따라 급기풍도를 분리할 것
- ⑤ 피난층 출입문 개방 및 외기 온도조건에 따른 제연성능 영향여부를 시뮬레이션을 통하여 확인하고 보완대책을 설계도서에 반영할 것
- ⑥ 샌드위치 가압방식 제연설비를 적용하는 화재층 상·하층의 차압을 확인할 수 있도록 하고, 풍량, 차압 등의 설계와 관련된 사항은 성능위주설계 심의에서 적합 여부를 판단 받을 것

2-2. 감리업무 중 공사비용이 증감되는 설계변경이 발생할 때, 아래의 내용을 설명하시오.

- 1) 발주자 지시에 의한 설계변경
- 2) 시공사 제안에 의한 설계변경
- 3) 설계변경 검토 항목 및 검토내용

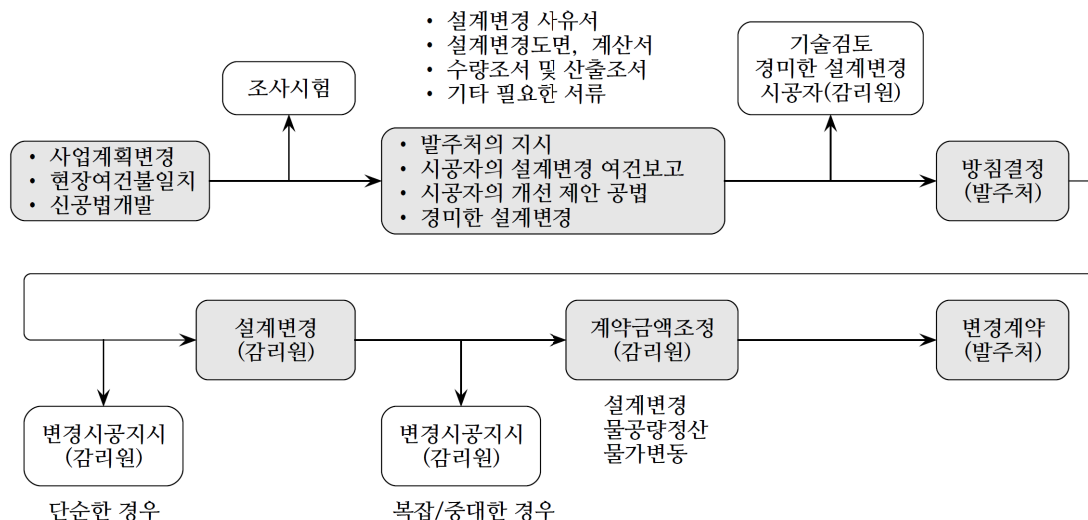
답)

출처 소방기술사 요해 2권 P 836

1. 설계변경으로 인한 계약 금액 조정 사유

- 1) 설계서의 내용이 불명확하거나 누락, 오류 또는 상호 모순되는 점이 있을 경우
- 2) 공사 현장의 상태가 설계서와 다른 경우
- 3) 새로운 기술 공법 사용으로 공사비의 절감 및 시공기간의 단축 등의 효과가 현저한 경우
- 4) 기타 발주기관이 설계서를 변경할 필요가 있다고 인정할 경우

2. 설계변경 및 계약금액조정 업무흐름도



3. 발주처의 설계변경 지시

- 1) 감리원은 지체 없이 시공사에게 동 내용을 통보하여야 한다. 이 경우 발주처의 요구로 만들어지는 설계변경도서 작성비용은 원칙적으로 발주처가 부담하여야 한다.
- 2) 서류와 설계변경이 가능한 서류를 작성하여, 공사감독관에게 보고 후 감리전문회사 대표자 명의로 발주처에 제출하여야 한다. 이때 비상주감리원은 현지여건 등을 확인하여 현장에서 감리원에게 기술검토서를 작성 제출하여야 한다.
- 3) 작성 서류
 - (1) 설계변경 개요서
 - (2) 설계변경 도면, 시방서, 계산서 등
 - (3) 수량 산출서
 - (4) 기타 필요한 서류

4. 시공자 제안에 의한 설계변경

- 1) 시공자가 현지여건과 설계도서가 부합되지 않거나 공사비의 절감과 건설공사의 품질향상을 위한 개선사항 등 설계변경이 필요하다고 요청할 경우
- 2) 작성 서류
 - (1) 설계변경 사유서
 - (2) 설계변경도면,
 - (3) 개략적인 수량증감내역 및 공사비 증감내역
- 3) 서류를 첨부하여 제출하면 이를 검토하여 기술검토 의견서를 첨부하여 공사감독관에게 보고하고, 발주청의 방침을 득한 후 시공하도록 조치하여야 한다.
- 4) 감리원은 시공자로부터 현장실정 보고를 접수 후 기술검토 등을 요하지 않는 단순한 사항은 7일 이내, 그 외의 사항을 14일 이내에 검토처리 하여야 하며, 만일 기일 내 처리가 곤란 하거나 기술적 검토가 미비한 경우에는 그 사유와 처리계획을 공사감독관에게 보고하고 시공자에게도 통보하여야 한다.

4. 감리 업무

- 1) 감리원은 공사 시행과정에서 당초설계의 기본적인 사항인 중심선, 구조물의 구조 및 공법 등의 변경 없이 현지여건에 따른 위치변경과 연장 증감 등으로 인한 수량증감이나 단순 구조물의 추가 또는 삭제 등의 경미한 설계변경 사항이 발생한 경우에는 설계변경도면, 수량증감 및 증감공사비 내역을 시공자로부터 제출 받아 검토하고 공사감독관에게 보고하여야 한다.
- 2) 시공자는 구조물의 기초공사 또는 주공정에 중대한 영향을 미치는 설계변경으로 방침 확정이 긴급히 요구되는 사항이 발생하는 경우에는 위의 절차에 따르지 않고 감리원에게 긴급 현장 실정보고를 할 수 있으며, 감리원은 공사감독관에게 지체 없이 유선 또는 Fax 등으로 보고하여야 한다.
- 3) 감리원은 설계변경 등으로 인한 계약금액의 조정을 위한 각종 서류를 시공자로부터 제출 받아 검토한 후 설계서를 대표자 명의로 공사감독관에게 제출하여야 한다. 다만, 대규모 통합감리의 경우, 검토자는 실제 검토 담당 감리원과 감리원이 연명으로 날인토록 하고 변경설계서의 표지 양식은 사전에 발주청과 협의하여 정하여야 한다.
- 4) 감리원은 설계검토 등으로 인한 계약금액 조정 업무처리를 지체함으로써 시공자가 지급자재 수급 및 기성부분을 인정받지 못하여 공사추진에 지장을 초래하지 않도록 적기에 계약변경이 이루어 질 수 있도록 조치하여야 한다. 최종 계약금액의 조정은 예비 준공검사기간 등을 고려하여 늦어도 준공 예정일 45일 전까지 발주청에 제출되어야 한다.

2-3. 아래와 같은 병렬 및 직렬 누설 틈새 식을 유도하시오.

1) 병렬 누설 틈새 식 : $A_T = A_1 + A_2 + \cdots + A_k$

2) 직렬 누설 틈새 식 : $\frac{1}{A_t^n} = \frac{1}{A_1^n} + \frac{1}{A_2^n} + \cdots + \frac{1}{A_k^n}$

답)

출처 : 소방기술사 요해

1. 각각의 개구부 누설량

$$m_1 = CA_1(2\rho\Delta P_1)^{\frac{1}{n}} \quad m_2 = CA_2(2\rho\Delta P_2)^{\frac{1}{n}} \quad m_3 = CA_3(2\rho\Delta P_3)^{\frac{1}{n}} \quad m_N = CA_N(2\rho\Delta P_N)^{\frac{1}{n}}$$

2. 병렬 누설 틈새 식 : $A_T = A_1 + A_2 + \cdots + A_k$

1) 질량보존법칙에 의하여 각 개구부의 누설질량 (kg/s)의 합은 전체 누설질량과 같다.

$$m = m_1 + m_2 + m_3 \cdots + m_N$$

2) 각 개구부의 압력차는 같으므로

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = \Delta P_3 = \cdots = \Delta P_N = \Delta P$$

3) 누설기체의 밀도는 같다고 가정

4) 누설면적 유도

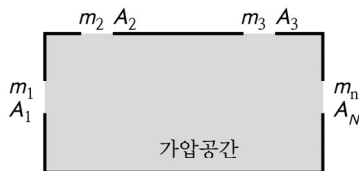
$$\Delta P_1 = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_1}{CA_1} \right)^n, \quad \Delta P_2 = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_2}{CA_2} \right)^n, \quad \Delta P_3 = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_3}{CA_3} \right)^n, \quad \Delta P_N = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_N}{CA_N} \right)^n$$

$$\Delta P = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m}{CA_T} \right)^n$$

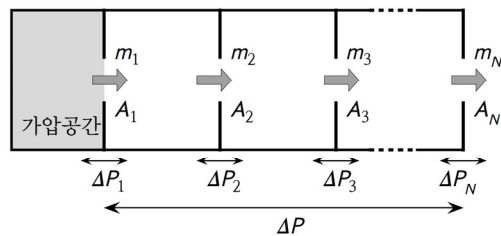
$$m = m_1 + m_2 + m_3 \cdots + m_N$$

$$CA_T(\Delta P 2\rho)^{\frac{1}{n}} = CA_1(\Delta P 2\rho)^{\frac{1}{n}} + CA_2(\Delta P 2\rho)^{\frac{1}{n}} + \cdots + CA_n(\Delta P 2\rho)^{\frac{1}{n}}$$

$$A_T = A_1 + A_2 + \cdots + A_k$$



[병렬]



[직렬]

3. 직렬 누설 틈새 식 : $\frac{1}{A_t^n} = \frac{1}{A_1^n} + \frac{1}{A_2^n} + \dots + \frac{1}{A_k^n}$

1) 질량보존법칙에 의하여 각 개구부의 누설질량 (kg/s)은 같으므로

$$m_1 = m_2 = m_3 \cdots = m_N = m$$

2) 각 개구부의 압력차 합은 전체 압력차와 같으므로

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \cdots + \Delta P_N = \Delta P$$

3) 누설기체의 밀도는 같다고 가정

4) 누설면적 유도

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \cdots + \Delta P_N = \Delta P$$

$$\frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_1}{CA_1} \right)^n + \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_2}{CA_2} \right)^n + \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_3}{CA_3} \right)^n + \cdots + \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m_N}{CA_N} \right)^n = \frac{1}{2\rho} \left(\frac{m}{CA_t} \right)^n$$

$$\left(\frac{m}{CA_1} \right)^n + \left(\frac{m}{CA_2} \right)^n + \left(\frac{m}{CA_3} \right)^n + \cdots + \left(\frac{m}{CA_N} \right)^n = \left(\frac{m}{CA_t} \right)^n$$

$$\frac{1}{A_t^n} = \frac{1}{A_1^n} + \frac{1}{A_2^n} + \frac{1}{A_3^n} + \cdots + \frac{1}{A_N^n}$$

2-4. [스프링클러헤드의 형식승인 및 제품검사의 기술기준] (소방청고시)이 개정되어 열 반응 시험이 반영되었다. 해당 시험의 제·개정이유, 도입배경, 시험기준 및 시험절차 등에 대하여 설명하시오

답)

출처 소방기술사 요해 스프링클러P35 헤드의 형식승인 및 제품검사의 기술기준

1. 개 요

- 1) 화재 시 헤드 동작에 필요한 열을 얼마나 빨리 흡수하는가 하는 것은 헤드 동작시간의 중요한 영향 인자이다.
- 2) 헤드 동작에 필요한 열을 주위로부터 얼마나 빠른 시간 내에 흡수할 수 있는지를 나타내는 특성 지수로서 현재 시간상수 (τ), RTI (Response Time Index) 및 Virtual RTI가 개발되었다.

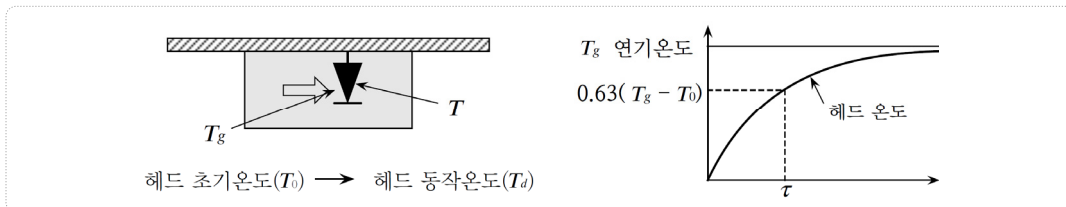
2. 화재에 의한 헤드 열전달 메커니즘

- 1) 플럼의 상승과 Ceiling jet에 의해 열전달
- 2) 이때 (화재 초기) 대류가 중요한 열전달 요소로서 대류 열전달계수 (h)는 Ceiling jet 속도 (v)의 영향을 받는다.

$$h \propto \sqrt{v}$$

3. 시간상수 (Time Constant τ)

헤드 감열부의 온도가 고온가스 온도의 약 63 %에 이르는 시간



1) 시간상수 유도

(1) 고온가스 (T_g)가 헤드 (T)에 전달하는 대류열 : $q = h \cdot A \cdot (T_g - T)$

(2) 헤드가 받은 열 : $q = m \cdot c \cdot \frac{dT}{dt}$

(3) 고온가스 (T_g)가 헤드 (T)에 전달하는 열 = 헤드가 받은 열

$$\frac{dT}{dt} = \frac{h \cdot A \cdot (T_g - T)}{m \cdot c} \quad \tau = \frac{m \cdot c}{h \cdot A} \text{ (sec)}$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{(T_g - T)}{\tau}$$

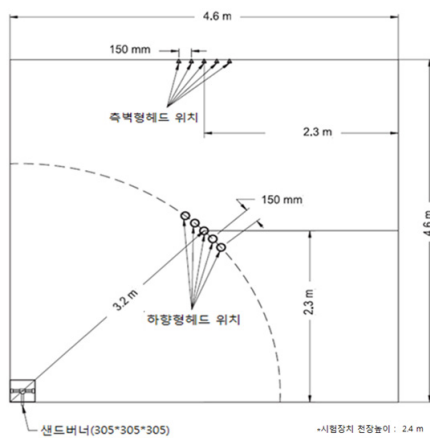
- 2) 이때 대류 열전달계수 (h)는 연기 유동 속도의 함수이므로 시간상수는 고온 열기류 속도에 따라 변하므로 지수 (Index)로서 부적합하다.

4. RTI (Response Time Index)

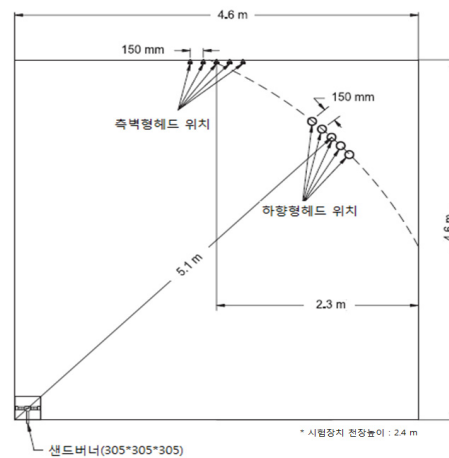
- 1) 헤드의 동작에 필요한 충분한 양의 열을 주위로부터 얼마나 빠른 시간내에 흡수할 수 있는지를 나타내는 특성값이다.
- 2) 헤드 감열체의 대류 열전달계수 (h)는 기류속도의 제곱근에 비례한다.

$$RTI = \tau \sqrt{v} : \text{상수 (constant)}$$
- 3) RTI가 작을수록 헤드가 조기에 동작한다.

5. 감도 시험방법



표준반응헤드 열반응시험장치 평면도



조기반응헤드 열반응시험장치 평면도

1) 감도시험

- (1) 표준반응의 반응시간지수는 80 초과~350 이하이어야 한다.
- (2) 특수반응의 반응시간지수는 51 초과~80 이하이어야 한다.
- (3) 조기반응의 반응시간지수는 50 이하이어야 한다.

| 표시온도 구 분 | 표 준 반 응 | | 특 수 반 응 | | 조 기 반 응 | |
|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| | 기류온도 (℃) | 기류속도 (m/s) | 기류온도 (℃) | 기류속도 (m/s) | 기류온도 (℃) | 기류속도 (m/s) |
| 57 ~ 77 | 191 ~ 203 | 2.4 ~ 2.6 | 129 ~ 141 | 2.4 ~ 2.6 | 129 ~ 141 | 1.65 ~ 1.85 |
| 79 ~ 107 | 282 ~ 300 | 2.4 ~ 2.6 | 191 ~ 203 | 2.4 ~ 2.6 | 191 ~ 203 | 1.65 ~ 1.85 |
| 121 ~ 149 | 382 ~ 432 | 2.4 ~ 2.6 | 282 ~ 300 | 2.4 ~ 2.6 | 282 ~ 300 | 1.65 ~ 1.85 |
| 163 ~ 191 | 382 ~ 432 | 3.4 ~ 3.6 | 382 ~ 432 | 2.4 ~ 2.6 | 382 ~ 432 | 1.65 ~ 1.85 |

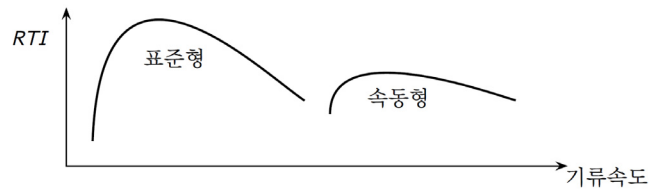
비고 : 1. 기류온도의 공차는 (129 ~ 141) ℃까지는 ± 1 ℃를 적용하고, 141 ℃를 초과할 경우
± 2 ℃로 한다.

2. 기류속도의 공차는 ± 0.1 m/s로 한다.

2) 열반응시험

| 표시온도 구분 | | 작동시간 |
|---------|--------|---------|
| 표준반응 | 57~77 | 231초 이하 |
| | 79~107 | 189초 이하 |
| 조기반응 | | 75초 이하 |

3) 시험 시 주의 사항 : 이론적으로는 RTI 값은 기류속도와 관계없이 일정하지만, 실제 시험 시는 속도에 따라 포물선의 형태를 띤다.



2-5. [화재의 예방 및 안전관리에 관한 법령] 에 따른 특수가연물 품명 및 수량, 저장취급 기준, 표지설치에 대하여 설명하시오

답)

출처 소방기술사 요해 1권 P330

1. 개 요

- 1) 특수가연물은 화재가 발생하면 연소속도가 크며, 소화하기가 곤란한 가연성 물질이다.
- 2) 평상시에는 위험물보다 위험도가 낮으나 일단 화재가 발생하면 높은 열로 인하여 연소 확대가 지속적으로 진전되기 때문에 소화 작업이 매우 곤란하다.
- 3) 소방법에서는 특수가연물을 『화재가 발생하면 그 확대가 빠른 물품』이라 하여 특수가연물의 연소특성과 종류까지 정하고 있다. 이는 위험물과는 성상과 위험성이 다르지만 별도로 화재의 연소특성에 의거 소방시설 및 취급방법 등을 규정함으로써 화재를 예방·소화하고자 함이다.

2. 품명 및 수량

| 품 명 | | 수 량 |
|----------------|--------|----------------------|
| 면화류 | | 200 kg 이상 |
| 나무껍질 및 대팻밥 | | 400 kg 이상 |
| 넙마 및 종이부스러기 | | 1,000 kg 이상 |
| 사류(絲類) | | 1,000 kg 이상 |
| 벚짚류 | | 1,000 kg 이상 |
| 가연성고체류 | | 3,000 kg 이상 |
| 석탄·목탄류 | | 10,000 kg 이상 |
| 가연성액체류 | | 2 m ³ 이상 |
| 목재가공품 및 나무부스러기 | | 10 m ³ 이상 |
| 합성수지류 | 발포시킨 것 | 20 m ³ 이상 |
| | 그 밖의 것 | 3,000 kg 이상 |

3. 특수가연물의 소방시설

| 소방 설비 | | | 대 상 |
|-------------|----|-------------|----------|
| 소화기 | 소형 | 능력단의 1단의 이상 | 50배 이상마다 |
| | 대형 | 1개 이상 | 500배 이상 |
| 자동화재탐지설비 | | | 500배 이상 |
| 옥내소화전·옥외소화전 | | | 750배 이상 |
| 스프링클러설비 | | | 1000배 이상 |
| 물분무 등 | | | 기준 없음 |

4. 특수가연물의 저장 및 취급의 기준

- 1) 특수가연물을 저장·취급하는 장소에는 품명·최대수량 및 화기취급의 금지표지를 설치할 것
- 2) 특수가연물은 다음 각 목의 기준에 따라 쌓아 저장해야 한다. 다만, 석탄·목탄류를 발전(發電)용으로 저장하는 경우에는 그렇지 않다.

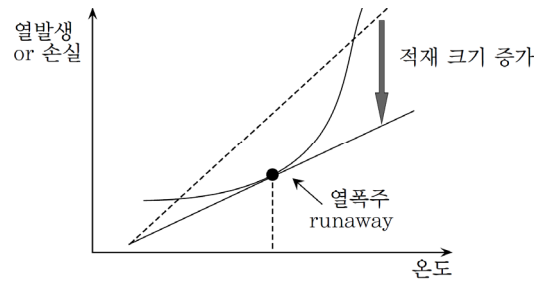
- (1) 품명별로 구분하여 쌓을 것
- (2) 다음의 기준에 맞게 쌓을 것

| 구분 | 살수설비를 설치하거나 방사능력 범위에 해당 특수가연물이 포함되도록 대형수동식소화기를 설치하는 경우 | 그 밖의 경우 |
|----------------|--|--|
| 높이 | 15 m 이하 | 10 m 이하 |
| 쌓는 부분의 바닥면적 | 200 m ² 이하 (석탄·목탄류의 경우에는 300 m ²) | 50 m ² 이하 (석탄·목탄류의 경우에는 200 m ²) |

- (3) 실외에 쌓아 저장하는 경우 쌓는 부분과 대지경계선, 도로 및 인접 건축물과 최소 6 m 이상 간격을 두되, 쌓는 높이보다 0.9 m 이상 높은 내화구조 벽체 설치 시 그렇지 않다.
 - (4) 실내에 쌓아 저장하는 경우 주요구조부는 내화구조이면서 불연재료이어야 하고, 다른 종류의 특수가연물과 동일 공간 내에서 보관하지 않는다. 다만, 내화구조의 벽으로 분리하는 경우 그렇지 않다.
 - (5) 쌓는 부분의 사이는 실내의 경우 1.2 m 또는 쌓는 높이의 1/2 중 큰 값 이상으로 간격을 두어야 하며, 실외의 경우 3 m 또는 쌓는 높이 중 큰 값 이상으로 간격을 두어야 한다.
- 3) 특수가연물의 표지
- (1) 특수가연물을 저장 / 취급하는 장소에는 품명, 최대저장수량, 단위부피당 질량 또는 단위체적당 질량, 관리책임자 성명·직책, 연락처 및 화기취급의 금지표시가 포함된 특수가연물 표지를 설치해야 한다.
 - (2) 표지의 규격
 - ① 표지는 한변의 길이가 0.3 m 이상, 다른 한변의 길이가 0.6 m 이상인 직사각형으로 할 것
 - ② 표지의 바탕은 백색으로, 문자는 흑색으로 할 것(다만, “화기엄금” 표시부분은 제외)
 - ③ 표지 중 화기엄금 표시부분의 바탕은 붉은색으로, 문자는 백색으로 할 것
 - (3) 표지는 특수가연물을 저장 또는 취급하는 장소 중 보기 쉬운 곳에 설치해야 한다.

5. 적재물 크기와 손실

- 1) 적재물의 크기가 증가할수록 손실률이 감소하여 자연발화 위험이 증가하다.



【적재 크기와 열손실률】

2) 열관류 (전도+대류)에 의한 손실 : 뉴턴(Newton)의 냉각법칙

$$Q_{net} = h_k \cdot A \cdot \Delta T$$

h_k : 열전달계수 ($W/m^2 \cdot K$)

A : 면적 ΔT : 온도차

$$\text{열전달계수 } (h_k) = \frac{1}{\frac{1}{h} + \frac{L}{K}}$$

2-6. 건축허가동의 시 분야별 주요 검토사항 중 피난.방재분야의 방화구획 적정성 확보를 위한 확인사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 P686

1. 방화구획 시 확인사항

- 1) 건축물의 연면적 확인
- 2) 층별 방화구획 확인
- 3) 방화구획 면적 확인
- 4) 방화구획 재료 확인 - 내화구조에 적합한 구조
- 5) 방화셔터 설치위치 및 구조 확인
- 6) 방화문 종류 및 구조 확인
- 7) 건축물 관통부 구획 확인
- 8) 내화채움구조 재료 / 충전방법 확인
- 9) 방화댐퍼

2. 확인사항 검토

1) 방화구획 면적 확인

| 구 분 | 기 준 | 비 고 |
|--------|--|-------------------------|
| 10층 이하 | 바닥면적 1,000 m ² 이내마다 | 자동식 소화설비 설치 시 면적의 3배 |
| 11층 이상 | 바닥면적 200 m ² 이내마다. 단, 내장재가 불연재료인 경우 500 m ² | |

2) 방화문 설치 위치

(1) 60분+ 방화문

공동주택 발코니 대피공간 출입문

(2) 60분 방화문

- ① 옥내로부터 특별피난계단으로의 노대 또는 부속실로 통하는 출입구
- ② 옥내로부터 피난 계단실로 통하는 출입구
- ③ 방화벽에 설치하는 개구부
- ④ 방화구획의 개구부
- ⑤ 피난용 / 비상용 승강장 출입문

(3) 30분 방화문

- ① 특별피난계단의 노대 또는 부속실로부터 계단실로 통하는 출입구
- ② 위험물 제조소 등의 출입문

3) 방화셔터 설치위치 및 구조 확인

- (1) 피난이 가능한 60분+ 방화문 또는 60분 방화문으로부터 3m 이내에 별도로 설치할 것
- (2) 불꽃이나 연기를 감지한 경우 일부 폐쇄되는 구조일 것
- (3) 열을 감지한 경우 완전 폐쇄되는 구조일 것

4) 건축물 관통부 구획 확인

- (1) 승강기 승강로 구획
- (2) 설비 샤프트, EPS실, TPS실 등(벽 또는 바닥구획)
- (3) 층을 관통하는 덕트 및 배관 등

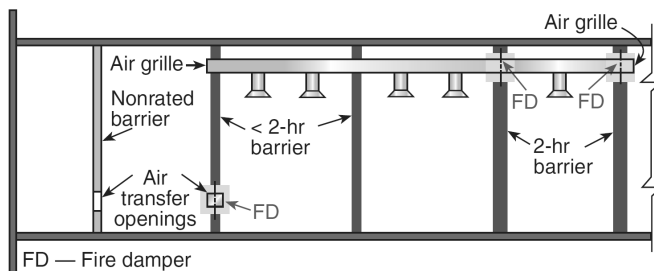
5) 방화댐퍼

(1) 국내 기준

- ① 방화댐퍼는 환기·난방·냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통할 때 설치하도록 ‘건축물방화구조규칙’에서 정하고 있으나 제연 덕트에 방화댐퍼 설치하는 포함하지 않고 있으며
- ② 국토교통부 질의회신에서도 제연 덕트는 “건축물방화구조규칙 제14조 제3항”에서 규정하고 있지 않기 때문에 방화댐퍼를 적용하지 않아도 되는 것으로 회신하고 있다.

(2) NFPA 90 기준

| 구 분 | 설치장소 | 비 고 |
|--------------|-----------------|--|
| Fire Damper | Fire wall | • fire resistance ratings 3시간 이하 : 1시간 30분 • fire resistance ratings 3시간 이상 : 3시간 |
| | 덕트 내 | • fire resistance ratings 2시간 이상에 설치 |
| Smoke Damper | smoke wall 및 덕트 | • smoke wall에서 0.6m 이내 설치 • 누설등급 (Leakage rating) CLASS II, 온도상승 등급(Elevated temperature rating) 121℃ 이하 • 제연설비에는 설치하지 않음 |



- ① Fire Damper 과 Smoke Damper로 구분하여 규정
- ② 방화구획과 방연구획을 구분하여 댐퍼 설치

6) 기 타

- (1) 방화구획용 방화문이 쌍여닫이 방화문일 경우 순차적인 폐쇄가 되도록 순위조절기 설치할 것
- (2) 수직·수평 방화구획 관통부에는 내화충진재를 적용하고 해당 내용을 도면 및 내역에 표기할 것
- (3) 제연구역과 면하는 피트공간(A/V, EPS, TPS 등) 및 세대별 샤프트는 방화구획 할 것
- (4) 평상시 개방운영이 예상되는 방화문에는 수신기와 연동하여 작동하는 자동폐쇄장치를 설치할 것

- (5) 물류창고의 경우 물품의 제조·가공·보관 및 운반 등에 필요한 고정식 대형 기기설비의 설치를 위하여 불가피한 부분과 그 이외의 부분을 각각 방화구획 할 것
- (6) 매립형방화문(포켓도어) 등에는 고리형 손잡이가 설치되지 않도록 할 것



제 3교시 문제풀이

3-1. 화재안전기술기준에서 제시하는 스프링클러설비 설치 유지를 위한 아래 내용에 대하여 설명하시오.

- 1) 비상전원 출력용량 기준을 만족하기 위한 정격출력, 출력전압, 과전류 내력의 기준
- 2) 스프링클러설비의 음향장치 및 기동장치 (펌프 및 밸브)

답)

출처 스프링클러설비의 화재안전기술기준(NFTC 103), 모아1권 p.657

1. 비상전원 출력용량 기준

| 구 분 | 내 용 |
|--------|---|
| 정격출력 | <ul style="list-style-type: none"> 비상전원 설비에 설치되어 동시에 운전될 수 있는 모든 부하의 합계 입력용량을 기준으로 정격출력을 선정할 것 다만, 소방전원 보존형발전기를 사용할 경우에는 그러하지 아니하다. |
| 출력전압 | <ul style="list-style-type: none"> 기동전류가 가장 큰 부하가 기동될 때에도 부하의 허용 최저입력전압이상의 출력전압을 유지할 것 |
| 과전류 내력 | <ul style="list-style-type: none"> 단시간 과전류에 견디는 내력은 입력용량이 가장 큰 부하가 최종 기동할 경우에도 견딜 수 있을 것 |

2. 스프링클러설비의 음향장치 및 기동장치

1) 음향장치

| 구 분 | 내 용 |
|--------------------|--|
| 습식 또는 건식 | <ul style="list-style-type: none"> 헤드가 개방되면 유수검지장치가 화재신호를 발신하고 그에 따라 음향장치가 경보되도록 할 것 |
| 준비작동식 또는 일제개방 | <ul style="list-style-type: none"> 화재감지기의 감지에 따라 음향장치가 경보되도록 할 것 화재감지기회로를 교차회로방식으로 하는 때에는 하나의 화재감지기회로가 화재를 감지하는 때에도 음향장치가 경보되도록 해야 한다. |
| 설치장소 | <ul style="list-style-type: none"> 유수검지장치 및 일제개방밸브 등의 담당구역마다 설치 |
| 수평거리 | <ul style="list-style-type: none"> 하나의 음향장치까지의 수평거리는 25m 이하 |
| 음향장치 종류 | <ul style="list-style-type: none"> 경종 또는 사이렌 (전자식 사이렌을 포함한다) 경종 또는 사이렌은 자동화재탐지설비·비상벨설비 또는 자동식사이렌설비의 음향장치와 겸용할 수 있다. |
| 음색 | <ul style="list-style-type: none"> 주위의 소음 및 다른 용도의 경보와 구별이 가능한 음색으로 할 것 |
| 주 음향장치 | <ul style="list-style-type: none"> 수신기의 내부 또는 그 직근에 설치할 것 |
| 경보 | <ul style="list-style-type: none"> 2층 이상 발화 : 발화층 및 그 직상 4개층 경보 1층 발화 : 발화층, 그 직상 4개층, 지하층 경보 지하층 발화시 : 발화층, 그 직상층 및 기타 지하층 |
| (11층, 공동주택 16층 이상) | <ul style="list-style-type: none"> 정격전압의 80% 전압에서 음향을 발할 수 있는 것 |
| 구조 및 성능 | <ul style="list-style-type: none"> 음향의 크기는 부착된 음향장치의 중심으로부터 1m 떨어진 위치에서 90dB 이상이 되는 것으로 할 것 |

2) 기동장치

(1) 펌프

| 구 분 | 내 용 |
|---------------|---|
| 습식 또는 건식 | <ul style="list-style-type: none"> 유수검지장치의 발신 기동용수압개폐장치에 의하여 작동 위의 두 가지의 혼용에 따라 작동 |
| 준비작동식 또는 일제개방 | <ul style="list-style-type: none"> 화재감지기의 화재감지 기동용수압개폐장치에 따라 작동 위의 두 가지의 혼용에 따라 작동 |

(2) 밸브 (준비작동식)

- ① 담당구역 내의 화재감지기의 동작에 따라 개방 및 작동될 것
- ② 화재감지회로는 교차회로방식으로 할 것 (다만, 다음의 어느 하나에 해당 시 예외)
 - 스프링클러설비의 배관 또는 헤드에 누설경보용 물 또는 압축공기가 채워지거나 부압식 스프링클러설비의 경우
 - 화재감지기를 특수감지기(불정분복광아다측) 설치한 때
- ③ 준비작동식유수검지장치 또는 일제개방밸브의 인근에서 수동기동(전기식 및 배수식)에 따라서도 개방 및 작동될 수 있도록 할 것
- ④ 화재감지기의 설치기준에 관하여는 「자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기술기준을 준용
- ⑤ 화재감지기 회로에는 다음의 기준에 따른 발신기를 설치
 - 조작이 쉬운 장소에 설치
 - 스위치는 바닥으로부터 0.8m 이상 1.5m 이하의 높이에 설치
 - 수평거리가 25m 이하가 되도록 할 것 (보행거리 40m 이하)
 - 발신기의 위치를 표시하는 표시등은 함의 상부에 설치
 - 그 불빛은 부착 면으로부터 15° 이상의 범위 안에서 부착지점으로부터 10m 이내의 어느 곳에서도 쉽게 식별할 수 있는 적색등으로 할 것

3-2. 이산화탄소 소화설비가 최적의 상태로 운전될 수 있는지 여부를 확인하기 위한 성능 시험 시 (1)저장용기 (2) 기동장치 (3) 선택밸브 (4) 감지기 점검사항에 대하여 설명 하시오.

답)

출처 별지5 소방시설 성능시험조사표(소방시설 자체점검사항 등에 관한 고시)

1. 저장용기 점검사항

1) 공통

- (1) 설치장소 적정(방호구역 외 또는 내부 피난구 부근, 온도 40도 이하 및 온도변화 적은 곳, 직사광선 및 빗물 침투) 여부
- (2) 표지 설치 여부 및 저장용기실 방화문 구획 여부
- (3) 저장용기 설치장소 표지 설치 여부
- (4) 저장용기 간격 이격(3cm이상) 여부
- (5) 저장용기와 집합관 연결배관 상 체크밸브 설치 여부
- (6) 저장용기 충전비 적정 여부
- (7) 저장용기 내압시험압력 합격 여부
- (8) 저장용기 개방밸브 자동·수동 개방 및 안전장치 부착 여부
- (9) 저장용기와 선택밸브 또는 개폐밸브 사이 안전장치 설치 여부

2) 저압식

- (1) 안전밸브 및 봉판 설치 적정(작동 압력) 여부
- (2) 액면계·압력계 설치 여부 및 압력강하경보장치 작동 압력 적정 여부
- (3) 자동냉동장치의 설치 여부

2. 기동장치 점검사항

1) 공통

방호구역별 출입구 부근 소화약제 방출표시등 설치 및 작동 여부

2) 수동식 기동장치

- (1) 약제방출 지연 비상스위치 설치 여부
- (2) 방호구역별(전역방출) 또는 방호대상별(국소방출) 기동장치 설치 여부
- (3) 해당 방호구역 출입구부분 등 조작자 쉽게 피난할 수 있는 장소 설치 여부
- (4) 기동장치 조작부 바닥으로부터 설치 높이 적정 여부
- (5) “이산화탄소소화설비 기동장치” 표지 설치 여부
- (6) 전기사용 기동장치 전원표시등 설치 여부
- (7) 기동장치 방출용스위치 음향경보장치와 연동 여부

3) 자동식 기동장치

- (1) 감지기 작동과의 연동 여부
- (2) 수동식으로 전환하여 기동가능 여부
- (3) 저장용기 수량에 따른 전자개방밸브 적정 설치 및 작동 여부
- (4) 기동용 가스용기의 내압 성능(밸브), 용적, 충전압력 적정 여부 (가스압력식 기동장치)
- (5) 기동용 가스용기의 안전장치, 압력게이지 설치 여부(가스압력식 기동장치)
- (6) 저장용기 개방구조 적정 여부(기계식 기동장치)

3. 선택밸브 점검사항

- (1) 방호구역, 방호대상물 마다 선택밸브 설치 여부
- (2) 선택밸브 담당하는 방호구역, 방호대상물 표시여부

4. 감지기 점검사항

- (1) 방호구역별 화재감지기 감지에 의한 기동장치 작동 여부
- (2) 교차회로 설치 여부
- (3) NFSC 203 제7조제1항 단서 감지기 설치 여부(교차회로 설치 제외)
- (4) 화재감지기별 유효 바닥면적 적정 여부

3-3. 성능위주설계 대상, 변경신고대상, 건축심의 전 제출도서, 건축허가동의 전 제출도서를 각각 설명하시오

답)

출처 모아소방기술사 2권 p.327

1. 성능위주 소방설계의 대상

- 1) 연면적 20만 m^2 이상인 특정소방대상물(아파트 제외)
- 2) 50층 이상(지하층은 제외한다)이거나 지상으로부터 높이가 200미터 이상인 아파트 등
- 3) 30층 이상(지하층을 포함한다)이거나 지상으로부터 높이가 120미터 이상인 특정소방대상물(아파트 등은 제외한다)
- 4) 연면적 3만 m^2 이상인 철도 및 도시철도 시설, 공항시설
- 5) 창고시설 중 연면적 10만 m^2 이상인 것 또는 지하층의 층수가 2개 층 이상이고 지하층의 바닥면적의 합계가 3만 m^2 이상인 것
- 6) 하나의 건축물에 영화상영관이 10개 이상인 특정소방대상물
- 7) 지하연계 복합건축물에 해당하는 특정소방대상물
- 8) 터널 중 수저터널 또는 길이가 5천m 이상인 것

2. 성능위주설계 변경신고대상

- 1) 특정소방대상물의 연면적 · 높이 · 층수의 변경이 있는 경우
- 2) 다만, 「건축법」 제16조제1항 단서 및 같은 조 제2항에 따른 경우는 제외한다.

3. 건축심의 전 제출도서 (사전검토단계)

성능위주설계 사전검토 신청서

- 1) 건축물의 개요 (위치, 구조, 규모, 용도)
- 2) 부지 및 도로의 설치 계획 (소방차량 진입 동선을 포함)
- 3) 화재안전성능의 확보 계획
- 4) 화재 및 피난 모의실험 결과
- 5) 다음 각 목의 건축물 설계도면
 - (1) 주단면도 및 입면도
 - (2) 층별 평면도 및 창호도
 - (3) 실내 · 실외 마감재료표
 - (4) 방화구획도 (화재 확대 방지계획을 포함한다)
 - (5) 건축물의 구조 설계에 따른 피난계획 및 피난 동선도
- 6) 소방시설 설치계획 및 설계 설명서 (소방시설 기계 · 전기 분야의 기본계통도를 포함)
- 7) 성능위주설계를 할 수 있는 자의 자격 · 기술인력을 확인할 수 있는 서류
- 8) 성능위주설계 계약서 사본

4. 건축허가동의 전 제출도서

1) 다음 각 목의 사항이 포함된 설계도서

- (1) 건축물의 개요 (위치, 구조, 규모, 용도)
- (2) 부지 및 도로의 설치 계획 (소방차량 진입 동선을 포함한다)
- (3) 화재안전성능의 확보 계획
- (4) 성능위주설계 요소에 대한 성능평가 (화재 및 피난 모의실험 결과를 포함한다)
- (5) 성능위주설계 적용으로 인한 화재안전성능 비교표
- (6) 다음의 건축물 설계도면
 - ① 주단면도 및 입면도
 - ② 층별 평면도 및 창호도
 - ③ 실내·실외 마감재료표
 - ④ 방화구획도 (화재 확대 방지계획을 포함한다)
 - ⑤ 건축물의 구조 설계에 따른 피난계획 및 피난 동선도
- (7) 소방시설의 설치계획 및 설계 설명서
- (8) 다음의 소방시설 설계도면
 - ① 소방시설 계통도 및 층별 평면도
 - ② 소화용수설비 및 연결송수구 설치 위치 평면도
 - ③ 종합방재실 설치 및 운영계획
 - ④ 상용전원 및 비상전원의 설치계획
 - ⑤ 소방시설의 내진설계 계통도 및 기준층 평면도 (내진 시방서 및 계산서 등 세부 내용이 포함된 상세 설계도면은 제외한다)
- (9) 소방시설에 대한 전기부하 및 소화펌프 등 용량계산서

2) 성능위주설계를 할 수 있는 자의 자격·기술인력을 확인할 수 있는 서류

3) 성능위주설계 계약서 사본

3-4. 소방시설공사업법 감리업무 수행내용 중 완공 전 소방시설 등의 성능시험이 있다. 스프링클러 준비작동식의 성능 시운전 점검 시 자동작동시험과 수동작동시험을 각각 설명하시오.

답)

스프링클러설비의 화재안전기준 해설서, 한국소방안전원 자료

1. 작동 전 고려사항

- 1) 점검 전 연동설비, 음향장치 연동 또는 정지 여부
- 2) 2차 측 개폐밸브 개폐여부

2. 자동작동시험

1) 감지기 작동

- (1) 해당 방호구역의 감지기 2개 회로(교차회로)를 작동
(1개회로 경보, 2개회로 솔레노이드 밸브 작동)
- (2) 중간챔버 감압 (챔버 내 소화수 배출)
- (3) 클래퍼 개방
- (4) 1차 측의 소화수가 2차 측으로 이동
- (5) 2차 측으로 소화수가 이동하면서 압력스위치 작동

3. 수동작동시험

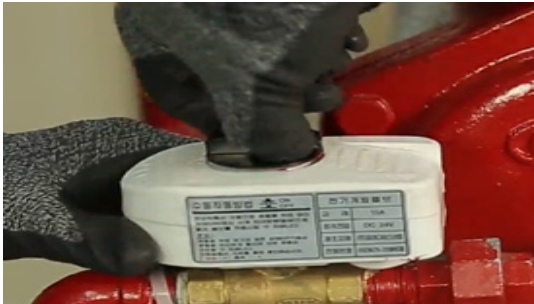
- 1) 감지기 작동에 따른 자동식설비에도 사람이 먼저 화재를 발견한 경우 작동할 수 있도록 수동식기동장치를 병설한다.

2) 작동시험

| 구 분 | 내 용 |
|-------------------|---|
| (SVP)의 수동조작스위치 작동 | • 버튼을 조작하여 원격으로 솔레노이드밸브를 동작시켜 준비작동식유수검지장치를 개방한다. |
| 수동기동밸브 개방 | • 밸브 자체에 부착된 수동 기동밸브를 직접 조작하여 밸브를 개방시키는 기계적인 방식을 말한다. |
| 감시제어반의 수동기동스위치 작동 | • 감시제어반의 준비작동식 유수검지장치 수동기동스위치를 작동 |
| 감시제어반에서 동작시험 | • 동작시험스위치 및 회로선택 스위치 작동 |

- (1) 중간챔버 감압 (챔버 내 소화수 배출)
- (2) 클래퍼 개방
- (3) 1차 측의 소화수가 2차 측으로 이동
- (4) 2차 측으로 소화수가 이동하면서 압력스위치 작동

3) 조작

| 감시제어반 수동기동스위치 조작 | 수동기동밸브 조작 |
|---|--|
|  |  |

3. 확인

- 1) 2차 측 배관 누수 여부 재확인 (2차 측 밸브 개방하여 테스트 하는 경우)
- 2) 수신반 확인 사항
 - (1) 수신기 주 음향장치 경보
 - (2) 준비작동식밸브 개방표시등 점등 여부
 - (3) 자동작동방식인 경우 해당구역 감지기 동작표시등 점등 여부
- 3) 해당 방호구역 경보 확인
- 4) 소화펌프 자동으로 동작 여부

3-5. 다음 소방설비에 대하여 설명하시오.

- 1) 하향식피난구 성능기준
- 2) 교차회로방식과 송배전방식
- 3) 대형소화기의 소화약제량 (물, 강화액, 할로겐화합물, 이산화탄소, 분말, 포소화기)
- 4) 고가수조, 압력수조, 가압수조
- 5) 미분무 정의와 사용압력에 따른 미분무소화설비 분류

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.103, p.291, p.448, p.552, 금화도감 1권 p.442, p.453, 자동화재탐지설비 화재안전기준 해설서

1. 하향식피난구 성능기준 (건축자재등 품질인증 및 관리기준)

- 1) KS F 2257-1(건축부재의 내화시험방법-일반요구사항)에 적합한 수평가열로에서 시험한 결과 KS F 2268-1(방화문의 내화시험방법)에서 정한 비차열 1시간 이상의 내화성능이 있을 것. (일체형인 경우에는 모두를 하나로 보아 성능을 확보)
- 2) 사다리는 ‘피난사다리의 형식승인 및 제품검사의 기술기준’의 재료기준 및 작동시험기준에 적합할 것
- 3) 덮개는 장변 중앙부에 637N/0.2㎡의 등분포하중을 가했을 때 중앙부 처짐량이 15mm 이하일 것

2. 교차회로방식과 송배전방식

1) 교차회로 방식

(1) 개념

교차회로 방식은 감지기와 연동시키는 설비의 오작동을 방지하기 위하여 2개 이상의 회로를 교차되도록 설치하여 각 회로의 AND시 설비가 작동되도록 하는 방식이다.

(2) 교차회로 방식의 구성

- ① A, B 2회로를 구성하여 1개 회로만이 동작된 경우에는 설비가 연동되지 않는다.
- ② 감지기가 회로별로 1개 이상 동작되어야 설비가 동작

(3) 교차회로 방식의 감지기 수량

- ① 교차회로로 구성할 경우에는 설치기준상 필요한 감지기 수량의 2배가 설치되어야 한다.
- ② 교차회로 방식에서는 1개의 감지기가 담당하는 감지구역 내에 A, B의 2회로 감지기가 모두 설치되어야 한다.
- ③ 만일, 그렇지 않은 경우에는 화재가 발생하여 1개 회로의 감지기가 작동되어도 멀리 떨어져 있는 타 회로의 감지기 동작 시까지 많은 시간이 소요되어 화재가 확대된다.

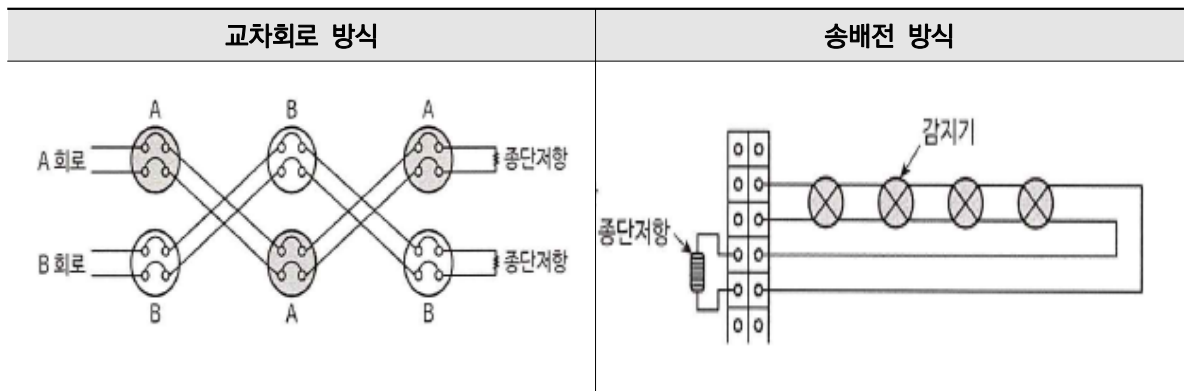
2) 송배전방식

(1) 개념

- ① 송배전 방식의 목적은 도통시험을 확실하게 하기 위한 배선 방식으로 일명 보내기 배선이라고도 한다.
- ② 송배전방식의 감지기 배선은 감지기 1극에 2개씩 총 4개의 단자를 이용하여 배선을 하며, 배선의 도중에서 분기하지 않도록 그림과 같이 시공하는 배선 방식을 말한다.

(2) 고려사항

- ① 또한 감지기 회로 말단에 있는 발신기내에 종단저항을 설치하여 도통시험이 용이하도록 한다.
- ② 아날로그 방식의 감지기를 사용하는 경우에는 송배선식으로 하지 않아도 된다.
- ③ 아날로그 방식의 감지기를 사용하는 경우에는 감지기의 배선을 도중에서 분기하여도 가능하다.



3. 대형소화기의 소화약제량(물, 강화액, 할로겐화합물, 이산화탄소, 분말, 포소화기)

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) 포 소화기 : 20 ℓ 이상 | 2) 강화액 소화기 : 60 ℓ 이상 |
| 3) 물 소화기 : 80 ℓ 이상 | 4) 분말소화기 : 20 kg 이상 |
| 5) 할로겐화물 소화기 : 30 kg 이상 | 6) 이산화탄소 소화기 : 50 kg 이상 |

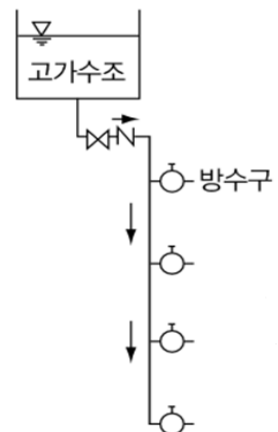
4. 고가수조, 압력수조, 가압수조

1) 고가수조 방식

- (1) 개념 : 초고층 건물의 옥상이나 기타 다른 높은 장소에 수조를 설치하여 그 높이차(낙차)를 이용하여 물을 가압, 송수하는 방식이다.

(2) 특징

- ① 부대시설이 적어 설비가 단순하다.
- ② 작동에 대한 신뢰성이 높다.
- ③ 고층부에서는 규정압력이 나오기 어렵다.
- ④ 설치장소에의 제약이 많다.

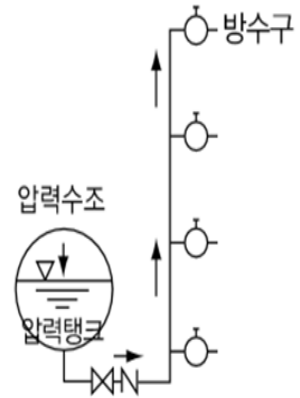


2) 압력수조 방식

(1) 개 념 : 물을 저장하고 있는 수조에 공기압축기로 압축공기를 주입해 둔 상태로 유지하여 이 압축공기압력으로 물을 가압송수하는 방식이다.

(2) 특 징

- ① 작동에 대한 신뢰성이 펌프방식보다는 높다.
- ② 고가수조방식에 비해 설치장소에 제약이 없다.
- ③ 물을 방출하면서 시간이 지남에 따라 수압이 감소된다.
- ④ 고가수조 방식과 함께 사용할 경우, Air Lock현상의 우려가 있다.

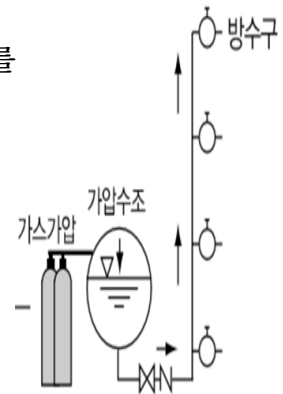


3) 가압수조

(1) 개 념 : 가압원인 압축공기 또는 불연성 고압기체에 따라 소방용수를 가압시킨 수조

(2) 장 점

- ① 별도 비상전원, 공기 압축기, 펌프 불필요
- ② 질소가스에 의한 제 2의 소화 기능 발휘
- ③ 소규모시설 적용에 제한적이다.



5. 미분무 정의와 사용압력에 따른 미분무소화설비 분류

1) 미분무의 정의

물만을 사용하여 소화하는 방식으로 최소설계압력에서 헤드로부터 방출되는 물입자 중 99 %의 누적체적분포가 400 μm 이하로 분무되고 A,B,C급 화재에 적응성을 갖는 것을 말한다.

2) 사용압력에 따른 소화설비 분류

- (1) 저압 미분무 소화설비 : 최고사용압력이 1.2 MPa 이하
- (2) 중압 미분무 소화설비 : 사용압력이 1.2 MPa 초과하고 3.5 MPa 이하
- (3) 고압 미분무 소화설비 : 최저사용압력이 3.5 MPa 초과

3-6. 연소생성물의 종류에 대하여 설명하고 화재 시 연소생성물이 인체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.65, p.72, 금화도감 1권 p.116

1. 연소생성물의 종류

- 1) 화재 시 생성되는 열분해 생성물은 열, 연기, 연소가스이다 .
- 2) 열분해 생성물은 인명피해의 주요인으로 이에 대한 이해 및 대책이 필요하다 .
- 3) 화재 시 발생되는 주요 연소가스

| 구 분 | | 내 용 |
|---------|--|--|
| 완전연소 | • 완전연소(연료(F)=공기(A)) | • CO_2 , H_2O , N_2 , Cl_2 , F_2 , Br_2 , |
| 급기과잉 | • 충분한 양의 공기 존재 | • CO_2 , H_2O , 약간의 CO , 그을음, HCN , HCl , HF , HBr |
| 급기부족 | • 밀폐공간 화재 시 공기 중 산소가 소모되거나 연료가 너무 많을 때 | • 급기과잉 생성물 + 더 많은 CO , 그을음, HC 혼합물 |
| 혼소 | • 아주 적은 공기 필요 | • 급기 부족 생성물 + CO 가 지배적임 |
| 증발, 열분해 | • 열이 연료로 유입 | • 혼소 + 더 많은 HC 혼합물 |

2. 열적 손상

- 1) 화재는 높은 온도의 대류와 복사전열을 통해 인체에 손상을 초래한다.
- 2) 고온에 의한 열적 손상에는 비교적 장시간 동안의 노출에 의한 열응력과 즉각적으로 발생하는 화상 및 고온흡입에 의한 호흡기관 손상을 들 수 있다.

(1) 열응력

- ① 체온이 $41^{\circ}C$ 이상으로 상승되면 열응력이 발생되며, 땀·호흡 등의 방열량보다 열흡수가 커서 생긴다.
- ② 지속적으로 체온이 상승되어 의식을 잃고 사망하게 된다.

(2) 화 상

- ① 비교적 단시간 내의 화상 : $4 kW/m^2$ 이상
- ② 태양열과 같은 $1 kW/m^2$ 이하의 열에는 장시간 노출 시 약한 화상이 발생한다.
- ③ 피부는 $45^{\circ}C$ 에 도달하면 통증을 느끼게 되며, 이러한 통증을 일으키는 주위 온도는 $200^{\circ}C$ 이상 이 된다. (한계온도 : $200^{\circ}C$)
- ④ 피부에 대한 복사열의 영향 평가는 피부에 수포 화상이 발생하는 때까지의 시간으로 표현된다. ($445^{\circ}C$)

| 1도 화상 | 2도 화상 | 3도 화상 | 4도 화상 |
|--------|--------|--------|-------|
| 홍반성 화상 | 수포성 화상 | 괴사성 화상 | 흑색 화상 |

3. 비열적 손상

1) 마취성 가스

- (1) 수면 상태와 같은 마취 상태로 피난 능력을 감퇴시키고, 결국에는 사망에 이르게 하는 가스
- (2) CO, HCN, 고농도의 CO₂, 저농도의 O₂에 의해 마취 상태가 초래된다.

| 구 분 | CO | CO ₂ | HCN |
|------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 허용농도 | 100 ppm | 5000 ppm | 10 ppm |
| 유해성 | 혈액 내 헤모글로빈과 결합해서 산소결핍을 유발 | 산소농도 저하 | 인체 내 세포조직에서 산소 사용을 방해 |
| 특 징 | 불완전 연소 시 다량발생 모든 화재에서 발생 | 생리적으로 비독성가스로 분류 호 흡속도를 증가 → 흡입을 높임 | 질소함유 물질 연소시 발생 CO에 비해 빠르게 작용 |

2) 자극성 가스

- (1) HF, HCl, HBr, 아크로레인, 포름알데히드 등
- (2) 감각기관인 눈, 기도, 폐 등에 자극을 주어 통증을 유발시키고, 무의식화를 초래한다.
- (3) 자극성 가스의 무의식화 작용은 노출시간과 노출기간 이후로 구분되어 작용한다.

| 구 분 | 허용농도 | 자 극 | 특 징 |
|-----------------------------|---------|---------|---|
| 아크로레인 (Acrolein) | 0.5 ppm | 감각기관, 폐 | <ul style="list-style-type: none"> 석유제품, 유지류 등 연소할 때 발생 강한 자극성으로 감각기관과 폐를 자극 10 ppm 이상일 경우 즉사 |
| 염화수소 (HCl) | 5 ppm | 눈, 기관지 | <ul style="list-style-type: none"> PVC 등에서 발생, 행동장애 유발 열분해시 염화수소 이탈로 발생 눈, 기관지 등을 자극하여 행동 장애를 유발 |
| 아황산가스 (SO ₂) | 5 ppm | 호흡기 | <ul style="list-style-type: none"> 유황함유 물질 연소 시 발생, 금속 부식도 초래 흡입시 점막액과 황산을 형성하여 염증유발 |
| 황화수소 (H ₂ S) | 20 ppm | 호흡기 | <ul style="list-style-type: none"> 유황함유 물질이 불완전 연소할 때 발생 눈물이 많이 나게 하며, 썩은 달걀냄새가 난다 흡입시 세포호흡이 중지되어 질식위험 |
| 포스젠 (COCl ₂) | 1 ppm | 학살용 | <ul style="list-style-type: none"> PVC 연소시 발생한다 유태인 학살용에 이용된 가스이다. |
| 포름알데히드 | - | 자극성 | <ul style="list-style-type: none"> 가구류 접착 성분으로 연소시 발생 저농도에서 자극성 |

3) 연기에 의한 가시도 악화

- (1) 빛이 연기중의 점땀 같은 입자나 타르성의 응축성분에 의해 감소되어 가시도가 저하된다.
- (2) 연기의 가시도 악화는 화재의 첫 번째 영향으로서, 열적 손상이 문제되기 이전에 발생된다.
- (3) 가시도는 물체의 조명도 계수(Cv)와 감광계수(Cs)의 비로 표시되는 가시거리(Lv)로 표시된다.
(Lv = Cv / Cs)

제 4교시 문제풀이

4-1. 대규모 데이터 센터의 화재가 발생할 때

1) 업무중단으로 인한 리스크

2) 데이터 센터의 화재 관련 손실 발생요인에 대하여 설명하시오

답)

출처 소방기술사 2권

1. 개 요

- 1) 데이터센터는 정부 및 기업의 방대한 정보저장을 위한 서버, 네트워크 회선 등을 제공하여 데이터를 안정적으로 통합 및 관리하는 인프라를 구축하여, 24시간 365일 무중단으로 운영하는 시설이며, 최근 대규모 데이터 센터가 지속적으로 증가하는 추세이다.
- 2) 2022년 10월에 발생한 판교 SK C&C 데이터 센터로 인해 고가 전산장비 손실, 업무의 마비, 기록의 손실이 발생하였고 특히 카카오 관련 서비스 중단으로 막대한 피해가 발생했다.
- 3) 국내에서도 기업체의 업무연속성 및 국민의 정보서비스의 유지를 위해 NFPA 75의 정보기술장비의 방호 시스템 기준 등을 활용하여 데이터 센터에 대한 철저한 방호대책 수립이 요구된다.

2. 업무중단으로 인한 리스크

1) 정부 관리 데이터센터 화재

- (1) 국가 중요정보 손실로 인한 재난 및 전시 위기대응 마비
- (2) 생활밀착형 공공데이터 서비스 공급 중단

2) 기업체의 대국민 서비스

- (1) 정상적인 경제활동 중단
 - ① 매장 결제가 되지 않아 정상적인 상거래가 되지않음
 - ② 카카오 택시가 콜을 받지 못해 정상적 영업이 되지 않아 보상금 요구
- (2) 국민들의 일상 업무의 불편함
 - ① 모바일과 PC버전 접속이 원활하지 못함
 - ② 각종 전자메일 및 트위터로 주고받던 정보 중단으로 인한 불편함

3. 데이터 센터의 화재 관련 손실 발생요인

1) 24시간 가동에 의한 장비과열

- (1) 전기실 및 UPS실의 배터리에서 화재 발생한다.
- (2) 전산장비가 24시간 가동되어 장비 과열에 의한 화재위험성이 존재한다.
시설로는 서버, 스토리지, 네트워크 장비와 같은 ICT 장비, UPS, 발전기 등의 전력시설, 항온항습기, 냉각탑 등의 공조시설로 구성되어 있다.

2) 데이터 센터 외부로의 연소확대

화재통계에 의하면 많은 화재가 데이터 센터 외부로부터 발생되어 확대된다.

3) Access Floor 하부공간

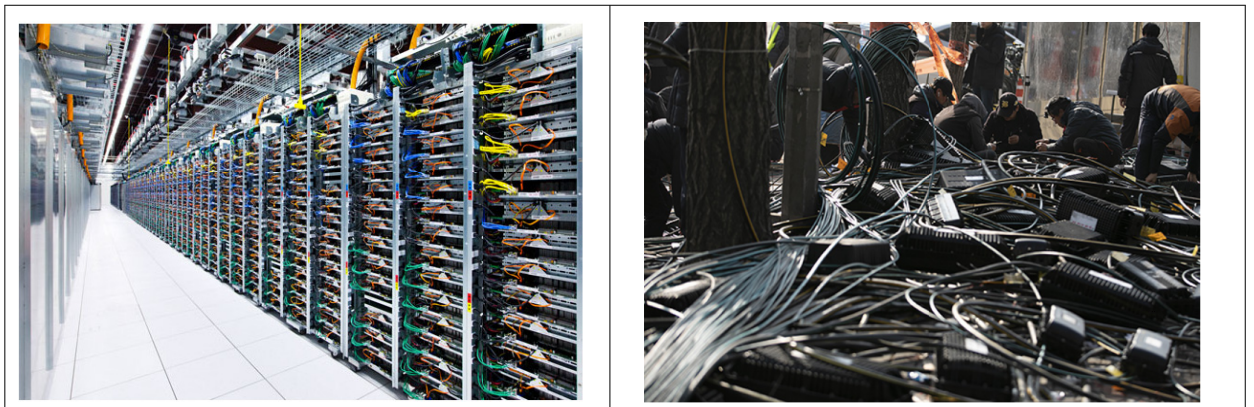
- (1) Access Floor는 IT 장비에 대한 전원 등의 유틸리티 공급과 데이터 센터의 온습도 유지를 위한 공기순환을 위한 것이다.
- (2) 실제 현장에서는 이 공간에 각종 쓰레기와 가연물이 누적되며 근무자들의 물품 보관 장소가 되기도 한다.
- (3) 사용하지 않는 케이블들이 방치되는 경우 다음과 같은 문제를 일으킨다.
 - ① 공기순환의 방해로 인한 IT 장비의 온도상승
 - ② 화재 시 케이블 피복에서의 부식성 매연이 발생한다.
 - ③ 많은 양의 케이블이 집적되어 심부화재로 발전할 수 있다.
 - ④ 소화설비의 분사패턴 형성의 방해

4) 강한 기류

데이터 센터의 온습도 유지를 위한 기류로 화재의 조기 감지와 헤드 조기작동 실패로 화재가 확대될 위험성도 가지고 있다.

4. 데이터 센터의 화재 시 물질적 피해

- 1) 열 피해 : 열에 노출된 IT 장비는 복구가 불가능하여 막대한 피해를 일으킨다.
- 2) 연기피해 : 화재에 의해 발생하는 연기에는 전자회로를 부식시킬 수 있는 염화물과 황 등이 포함되어 있어서 장시간 동안 막대한 피해를 일으킨다.
- 3) 수손피해 : 수계 소화설비로 진압될 경우 물로 인한 공기 중의 습도가 영향을 미칠 수 있다.



5. 데이터 센터의 방화대책

1) 데이터센터 화재 진압 매뉴얼 및 복구계획 수립

- (1) 전기차화재 대응매뉴얼(2020년)과 같이 데이터 센터에도 화재진압매뉴얼을 제정해야 한다.
- (2) 업무의 연속성 유지를 위해 데이터의 백업관리, 화재예방 및 대응계획, 복구계획 등을 수립해야 한다.

2) 화재예방

(1) 물질조건

- ① Access Floor 하부의 정리정도 및 케이블 정리
- ② 불필요한 가연물을 제거

(2) 에너지 조건

- ① 장비의 과부하 방지
- ② 전기시설 등의 주기적인 안전점검 실시

(3) 수동적 방화대책

- ① 다른 부분과의 철저한 방화구획 실시
- ② 부대시설인 테이프 저장실, 지원사무실 등도 내화구조의 벽체로 방호
- ③ 건축물 내장재를 불연화

3) 능동적 방화대책

(1) 소화설비

- ① 데이터 센터에는 일반적인 가스계 소화설비가 적용되고 있으나 방호구역의 기밀유지가 어려워 실질적으로 Soaking time을 유지하여 소화하기 어려운 경우가 많다.
- ② 준비작동식 스프링클러설비를 가스계 소화설비와 함께 설치할 경우 가스계 설비의 소화 실패에도 막대한 피해를 줄일 수 있도록 소화설비의 신뢰성을 높일 수 있다.
- ③ Access Floor 하부공간에도 적절한 소화설비가 설치되어야 한다.

(2) 경보설비

화재감지기는 IT 공간뿐만 아니라 화재 발생이 가능한 부분인 Access Floor 하부공간과 반자 상부의 공간에도 설치되어야 한다.

※ 가스계 + 준비작동식 스프링클러 조합방식의 개념

- 1) 화재가 발생하면 IT Center 내의 화재감지기가 작동한다.
- 2) 가스계 소화설비가 작동하여 화재를 진압하고, 이때 수계설비는 헤드까지 물이 투입되어 있고 헤드가 개방되지 않아 방수는 되지 않는다.
- 3) 가스계 소화설비의 화재진압 실패시 발화원 부근에 헤드가 개방된다.
- 4) 개방된 1~2개 헤드에서 방수가 이루어져 화재를 진압한다.

※ NFPA 75 화재 방지 3단계 Level

| 예방 수준 | 보호 범위 | 소방설비 | 특징 |
|----------|-------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Level -1 | 작업자와 건물자체 | 스프링클러설비, 소화기 | 가장 일반적 건물 수준 |
| Level -2 | 데이터센터 실내화재 | 습식 및 준비작동식 스프링클러설비, 가스계소화설비(수손피해 방지) | 데이터센터를 손상시키지 않고 화재 진압 |
| Level -3 | 특정 장비를 보호하고 손상 제한 | 사전 설계된 자동화재진압시스템(화재감지기 및 스프링클러) | 민감한 장비가 파괴 전 화재 조기 감지 및 진압 |

4-2. 소방시설 설치 및 관리에 관한 법령 및 화재안전기술기준에서 정하는

- 1) 임시소방시설을 설치해야 하는 화재위험작업의 종류
- 2) 임시소방시설을 설치해야 하는 공사종류와 규모
- 3) 임시소방시설 성능 및 설치기준
- 4) 설치면제 기준에 대하여 설명하시오

답)

출처 국가화재법령정보

1. 개요

- 1) 공사현장의 화재안전을 위하여 임시소방시설을 설치해야 하지만 여전히 설치 및 관리가 미흡한 현실이다.
- 2) 임시소방시설은 2023년 7월 1일에 가스누설경보기, 비상조명등 및 방화포를 추가 설치해야한다.
- 3) 임시소방시설을 설치하는 시기와 현장에서 철거하는 시기에 대하여는 논란의 여지가 있다.

2. 임시소방시설을 설치해야 하는 화재위험작업의 종류

- 1) 인화성·가연성·폭발성 물질을 취급하거나 가연성 가스를 발생시키는 작업
- 2) 용접·용단(금속·유리·플라스틱 따위를 녹여서 절단하는 일을 말한다) 등 불꽃을 발생시키거나 화기(火氣)를 취급하는 작업
- 3) 전열기구, 가열전선 등 열을 발생시키는 기구를 취급하는 작업
- 4) 알루미늄, 마그네슘 등을 취급하여 폭발성 부유분진(공기 중에 떠다니는 미세한 입자를 말한다)을 발생시킬 수 있는 작업

3. 임시소방시설을 설치해야 하는 공사종류와 규모**1) 소화기**

소방본부장 또는 소방서장의 동의를 받아야 하는 특정소방대상물의 신축·증축·개축·재축·이전·용도변경 또는 대수선 등을 위한 공사 중 화재위험작업 현장

2) 간이소화장치 : 다음의 어느 하나에 해당하는 공사의 화재위험작업현장에 설치

- (1) 연면적 3천㎡ 이상
- (2) 지하층, 무창층 또는 4층 이상의 층. 이 경우 해당 층의 바닥면적이 600㎡ 이상

3) 비상경보장치 : 다음의 어느 하나에 해당하는 공사의 화재위험작업현장에 설치

- (1) 연면적 400㎡ 이상
- (2) 지하층 또는 무창층. 이 경우 해당 층의 바닥면적이 150㎡ 이상인 경우만 해당

4) 가스누설경보기 : 바닥면적이 150㎡ 이상인 지하층 또는 무창층의 화재위험작업현장에 설치**5) 간이피난유도선 : 바닥면적이 150㎡ 이상인 지하층 또는 무창층의 화재위험작업현장에 설치**

6) 비상조명등 : 바닥면적이 150㎡ 이상인 지하층 또는 무창층의 화재위험작업현장에 설치

7) 방화포 : 용접·용단 작업이 진행되는 화재위험작업현장에 설치

4. 임시소방시설 성능 및 설치기준

| 구분 | 임시소방시설 성능 및 설치기준 |
|---------|---|
| 소화기 | <ul style="list-style-type: none"> 적응성이 있는 것을 설치 각 층마다 능력단위 3단위 이상인 소화기 2개 이상 설치하고, 작업종료 시까지 작업 지점으로부터 5m 이내 쉽게 보이는 장소에 능력단위 3단위 이상인 소화기 2개 이상과 대형소화기 1개를 추가 배치 |
| 간이소화장치 | <ul style="list-style-type: none"> 수원은 20분 이상의 소화수를 공급할 수 있는 양을 확보하고 소화수의 방수 압력은 최소 0.1MPa 이상, 방수량은 65L/min 이상 작업종료 시까지 작업지점으로부터 25m 이내에 설치 또는 배치하여 상시 사용이 가능하여야 하며 동결방지 조치를 하여야 함 넘어질 우려가 없어야 하고 손쉽게 사용할 수 있어야 하며, 식별이 용이하도록 "간이소화장치" 표시를 하여야 함 |
| 비상경보장치 | <ul style="list-style-type: none"> 작업종료 시까지 작업지점으로부터 5m 이내에 설치 또는 배치하여 상시 사용이 가능하여야 함 비상경보장치는 화재사실 통보 및 대피를 해당 작업장의 모든 사람이 알 수 있을 정도의 음량을 확보하여야 함 |
| 간이피난유도선 | <ul style="list-style-type: none"> 간이피난유도선은 광원점등방식으로 공사장의 출입구까지 설치하고 공사의 작업 중에는 상시 점등되어야 함 설치위치는 바닥으로부터 높이 1m 이하로 하며, 작업장의 어느 위치에서도 출입구로의 피난방향을 알 수 있는 표시를 하여야 함 |

5. 임시소방시설 설치 면제기준

임시소방시설과 기능 및 성능이 유사한 소방시설로서 임시소방시설을 설치한 것으로 보는 소방시설

1) 간이소화장치를 설치한 것으로 보는 소방시설

- (1) 대형소화기를 작업지점으로부터 25m 이내의 쉽게 보이는 장소에 6개 이상을 배치한 경우 (연결송수관설비의 방수구 인근에 설치한 경우로 한정)
- (2) 옥내소화전설비

2) 비상경보장치를 설치한 것으로 보는 소방시설 : 비상방송설비 또는 자동화재탐지설비

3) 간이피난유도선을 설치한 것으로 보는 소방시설 : 피난유도선, 피난구유도등, 통로유도등 또는 비상조명등

6. 결론

1. 공사 초기 토목공사 중에도 화재 위험이 있다. 각종 건설 장비 사용에 따른 장비 연료 적재 및 용접 작업 등이 존재하므로 임시소방시설이 필요한 시기이다.
2. 공사가 완공단계에 이르면 인테리어 및 도장작업이 진행되고 있어 임시소방시설은 공사 중 방해 요소로 인식되어 정상적인 관리가 이루어지지 않고 있다.
3. 소방시설관리자가 현장에서 전반적인 화재안전교육 및 임시소방시설 관리를 해야 임시소방시설을 정상적으로 운용함으로써 화재로부터 안전할 수 있다.
4. 임시소방시설이 23년 7월 1일에 가스누설경보기 등이 추가 시행됨에 따라 사전에 설치계획을 수립하고 설계단계에서부터 설계도서에 반영하여야 한다.

4-3. 성능위주설계 시 인명안전성평가를 위한 화재·피난 시뮬레이션 수행방식의 종류를 설명하시오

답)

출처 : 한국소방학회 논문 소방기술모아 2권

1. 개요

- 1) 성능위주 소방설계(PBD; Performance Based Design)란, 기존의 법규기준을 적용하는 설계(CBD, Code Based Design)에 대비되는 개념으로서, 실제 화재안전 목표에 맞춰 공학적 분석 기법을 활용하여 방재시스템을 구축하는 설계기법이다.
- 2) 성능위주설계는 화재 및 피난시뮬레이션을 통해 특정 건물의 연료하중, 환기조건 등에 의한 스프링클러 작동 전의 화재성장, 거주자의 안전한 대피를 위한 거주 가능조건 등을 고려하여 설계한다.
- 3) 인명안전성평가 방식에는 3가지 종류가 있다.
 - (1) 논커플링방식(Non-Coupling) : 화재·피난시뮬레이션을 각각 독립수행하여 특정지점에서의 ASET과 RSET을 비교하는 방식
 - (2) 세미커플링방식(Semi-Coupling) : 화재·피난시뮬레이션의 결과값의 화면을 겹쳐보는 방식
 - (3) 커플링수행방식(Coupling) : 화재시뮬레이션의 결과인 화재의 영향을 피난시뮬레이션에서 연동하여 수행하는 방식
- 4) 국내 시뮬레이션은 논커플링 방식을 주로 적용해 ASET이 RSET 보다 크도록 검증함에 있어 설계자가 특정지점에서만 비교하기 때문에 전체 동선 상에서 발생하는 상황을 반영하지 못하는 단점이 있다.

2. 인명안전성평가를 위한 화재·피난시뮬레이션 수행방식의 종류

1) 논커플링방식

- (1) 국내 대부분 설계자가 사용하는 논커플링방식에서는 설계자가 특정 지점을 지정한 후, 화재 및 피난시뮬레이션을 독립적으로 수행한다.
- (2) 화재 시뮬레이션의 결과값이라 할 수 있는 ASET과 피난 시뮬레이션의 결과값이라 할 수 있는 RSET을 각각 도출한다. 이후 도출된 ASET과 RSET을 설계자가 직접 비교, 판단하여 인명안전성평가를 수행한다.
- (3) 설계자가 자신의 지식과 경험을 기반으로 설정한 특정 지점에서만 ASET과 RSET을 비교하기 때문에 피난자의 전체 피난동선 상에서 발생하는 중요한 재난(Critical Events)들의 반영이 불가능하다.
- (4) 논커플링방식에서는 주로 대표적 화재시뮬레이션 툴인 FDS를 기반으로 한 Pyrosim이나 Smartfire를 이용하여 ASET을 도출하고, Simulex, Pathfinder 또는 buildingEXODUS 등의 피난시뮬레이션 툴을 이용하여 RSET을 도출하는 것이 일반적이다.
- (5) 국내 성능위주설계도서를 전수조사한 결과 모든 설계자들이 논커플링방식의 화재 및 피난시뮬레이션을 수행하여 인명안전성평가를 수행한 것으로 조사됨

2) 세미커플링방식

- (1) 화재발생 이후 동일한 경과시간 상에서 같은 지오메트리 위에 화재시뮬레이션과 피난 시뮬레이션의 결과를 동시에 확인하며 인명안전성평가를 진행할 수 있다
- (2) 이는 특정 지점에서 ASET과 RSET을 설계자가 단순히 수치적으로 비교하는 논커플링 방식과는 대조적이다.
- (3) 그러나 세미커플링방식에서는 중첩된 시뮬레이션 결과 레이어를 결국 설계자가 시각적으로 검토하여 에이전트의 생사여부를 판단, 결정하므로 논커플링방식에 비해 특정지점 설정에 대한 타당성을 검증하고 시각적으로 동시에 확인할 수 있다는 것에만 그 의의를 가진다.
- (4) 지오메트리상의 에이전트가 화원을 그대로 통과하거나 국내 인명안전기준상 사망할 수 있는 60℃ 이상의 복사열 측정영역 또는 5m 미만의 가시거리 미확보 영역을 자유보행으로 무사통과할 수 있다는 것은 여전히 한계로 나타난다.

3) 커플링방식

- (1) 커플링의 의미와 같이 화재시뮬레이션과 피난시뮬레이션을 물리적, 화학적으로 결합하여 인명안전성평가를 수행하는 방식이다.
- (2) 커플링 방식은 연기의 농도, 연소생성물, 복사열 등 화재로 인한 해저드가 에이전트 피난에 영향을 미치는 것이 특징이며 타 분석방식에 비해 현실성이 높다고 할 수 있다.
- (3) 복사열이나 유독가스, 연기의 농도 등 해저드 환경에 따라 에이전트의 보행 속도 이동방식 등이 변하여 보행속도가 변하고, 특히 buildingEXODUS에서는 Purser의 FED모델이나 RMV (Respiratory Minute Volume, 분당 호흡량 L/min)을 고려하여 독성의 흡입량이나 노출온도에 따라 에이전트가 사망하기도 한다.
- (4) 대표적인 커플링 시뮬레이션 툴로는 핀란드에서 개발한 FDS + EVAC이나 영국에서 개발한 Smartfire와 buildingEXODUS 등이 있다. 특히, buildingEXODUS는 NIST가 개발한 존 모델 화재시뮬레이션인 CFAST와도 커플링이 가능하다.

3. 결론

- 1) 3가지 방식의 화재·피난 시뮬레이션을 수행한 결과 특정 포인트 설정위치 및 화원이나 해저드 구간 통과 여부에 따라 사망자수가 다르게 나타난다.
- 2) 이는 감광계수에 따른 가시거리 미확보가 곧 사망이라는 결과가 나오는데 이는 소방청 고시 제 2017-1호에서 정하는 화재 및 피난시뮬레이션 수행기준이 FDS기반의 논커플링방식만을 반영하고 있고 커플링방식을 반영하고 있지 못해 발생한 결과라 할 수 있다.
- 3) 따라서, 소방청이 주도적으로 화재조사나 연소실험 등을 통해 주요 화원물질에 대한 화학적 구성이나 물성 데이터 등에 관한 정보를 지속적으로 구축하여 설계자들에게 제공해야 한다.
- 4) 소방청에서는 다양한 화재 및 피난시뮬레이션 툴의 특성을 골고루 파악, 반영한 이후 성능위주설계를 위한 시뮬레이션 수행기준을 새로이 보완하여 성능위주설계기준을 고시해야 한다.

※ 화재 모델링

1. 화재 모델링 종류

1) 확률론적 모델

- (1) 통계학적인 입장에서 화재 위험에 대한 영향을 평가하여 위험성 평가 목적을 위해 연구
- (2) 위험의 발생빈도와 크기 산정하여 수치적으로 표현하는 방법이다.
- (3) 화학공장 등 산업계화재에서 사용

2) 결정론적 모델

- (1) 구획화재에서 관련 수학적 표현을 이용하여 화재 위험에 대한 영향을 평가
- (2) 사고 발생 빈도에 대한 고려 없이 8가지 화재 시나리오를 고려하여 화재 영향 평가
- (3) 일반건축물 화재에서 사용
- (4) 화재공간 규정방법에 따라 Zone모델과 Field 모델로 구분

2. 결정론적 모델의 Zone 모델과 Field 모델

| 구 분 | Zone 모델 | Field 모델 |
|---------|--|---|
| 개 념 | 화재실을 상부경계층과 하부경계층 두 개의 검사체적으로 분할하여 화재진행 현상을 예측하는 방법 | 화재실을 다수의 검사체적으로 분할하여 전산유체를 사용하여 화재진행 현상을 예측하는 방법 |
| 검사체적 | 두개의 검사체적으로 분할 | 다수의 검사체적으로 분할 |
| 적용 공간 | 간단한 크기, 구획된 건물 | 대공간, 야외공간, 산업계 화재 |
| 지배방정식 | 1차 상미분 방정식 | 2차 편미분 방정식 |
| 물질이동 해석 | 질량보존, 에너지보존 | 질량, 에너지, 운동량 보존 |
| 특 징 | <ul style="list-style-type: none"> · 화재 위험성 예측이 용이 · 소요시간이 짧고, 간단하다. · 신뢰도가 낮다. | <ul style="list-style-type: none"> · 신뢰도가 높다. · 난류 해석, 독성에 대한 고려 · 계산과정이 복잡하다. |
| 프로그램 | FIRST, FAST, ASET, CFAST 등 | FDS, STAR-CD, JASMIN 등 |

4-4. 포그머신 등을 이용하여 Hot Smoke Test를 실시하려 한다. Hot Smoke Test 절차도 작성, Hot Smoke Test 발생에 필요한 장비의 구성, Hot Smoke Test로 얻을 수 있는 효과에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감1권

1. 개요

- 1) 구획된 건물에 화재가 발생하면 화열에 의한 피해보다는 연기와 유독가스에 의한 피해가 더 크다.
- 2) 연기의 유동특성을 파악하기 위해 가장 정확한 방법은 실험이지만 이는 경제적 이유 및 환경적 이유로 실시하기에는 한계가 있고, 시뮬레이션 기법도 실제 화재 시와 유사 여부에 대해 확인할 필요가 있다.
- 3) Hot Smoke Test는 무해한 연기를 인위적으로 발생시켜 열을 가해 실제 연기와 같이 부력을 갖게 하여 연기의 유동특성을 파악하는 성능평가방법이다.

2. Hot Smoke Test 실시절차



3. Hot Smoke Test 에 필요한 장비의 구성

- 1) 연기발생기(Fog Machine) : Heat Exchanger, Smoke Fluids Oil Based(FDA 승인)
- 2) Fire Tray
- 3) 연기가열용 연료 : 에틸알코올, 액화석유가스(LPG)
- 4) 데이터로거, 열전대



4. Hot Smoke Test 실시 기대효과

- 1) 천장 연기층의 온도분포(중심부가 가장 높고 가장자리로 갈수록 온도가 낮아짐)를 알 수 있다.
- 2) Ceiling Jet Flow, Fire Plume 등 연기의 이동 특성을 파악할 수 있다.
- 3) 연기의 청결층 도달시간(ASET>RSET)을 파악할 수 있다.

4) 소방시설의 성능 확인 가능

(1) 제연설비

- ① 제연설비가 얼마나 효과적으로 연기를 제어하는지 성능확인 가능
- ② Hot Smoke Test를 통해서 제연설비의 성능 평가
- ③ 누설틈새 확인, 설비의 부족한 부분을 보완할 수 있음

(2) 스프링클러헤드, 화재감지기의 작동시간을 예측하여 적절한 배치가 가능

5) 화재 시뮬레이션 프로그램의 결과를 비교·분석 할 수 있다.

5. Hot Smoke Test의 한계점

- 1) 초고층 건물이나 대형건물의 경우 건물의 일부분에서 실시한 Hot Smoke Test의 결과를 일반화하여 건물전체에 어떻게 적용할 것인가에 대한 한계가 있다.
- 2) Hot Smoke Test를 통해 얻어진 결과가 실제 화재 시와 얼마나 유사한지 확인이 필요하다.

6. 결론

- 1) 건물에 화재가 발생하면 연기를 제연한다는 것은 매우 어려운 일이며, 연기는 피난 시 가시거리 확보를 방해하고 유독성 등으로 재실자의 피난안전성을 확보할 수 없게 하여, 소방관의 소화활동을 방해한다.
- 2) 현재 거실제연설비와 특별피난계단 부속실 제연을 실시하고 있지만 얼마나 효율적으로 연기를 제어하고 있는지에 대한 성능평가가 제대로 이루어지지 않고 있다.
- 3) 이런 한계를 극복하기 위해 Hot Smoke Test와 같은 제연설비 성능평가시험 등에 대한 제도적 기준 마련이 필요하다.
- 4) 지하주차장에서 실질적인 Hot Smoke Test를 하려면 최근 추세에 따라 환기팬을 배연설비로 가동한 상태에서 시행하여야 하고 유인팬은 자동으로 정지한 상태에서 시험할 때 양호한 성능을 구현할 수 있다.

4-5. [초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법령]에 따라 고층(초고층) 건축물에 반드시 갖추어야 하는 소방시설과 그에 따른 스프링클러설비와 인명구조기구 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 : 소방기술모아 2권, 국가법령정보센터

1. 개요

- 1) 현대 건축물은 인적, 물적, 집적화 및 토지의 효율 증대를 위해 고층화 및 심층화 되는 경향이 매우 크다.
- 2) 건축법상 고층건축물은 30층 이상 또는 높이 120m 이상의 건축물로 규정하며, 초고층 건축물은 50층 이상 또는 200m 이상의 건축물이다.
- 3) 고층건축물은 소방대가 외부에서 직접 구조활동을 할 수 없는 높이를 가진 건축물로서 소방시설도 일반 건축물보다 성능을 상향 조정하여 시행하고 있다.

2. 초고층 건축물의 특성

1) 연돌효과(Stack effect)의 발생

- (1) 연돌효과는 수직공간의 내부와 외부의 온도차에 의한 압력차이로 상승기류가 발생하는 현상을 말하며 연돌효과가 발생하면 상층으로 연기확대의 위험성이 증가한다.
- (2) 초고층건물은 층고가 높아서 중성대에서 건물 상부까지의 높이가 매우 높아 연돌효과의 압력차가 증가한다.

2) 바람효과로 인한 배연창 설치곤란

- (1) 지면에서 높아질수록 대기는 불안정하여 강한 기류가 발생된다.
- (2) 초고층 건물 밖에서 내부로 강한 바람이 불어 배연창의 개방이 어렵고, 배연창이 개방될 경우 연기확산을 촉진 시킬 수 있다.

3) 저층부 화재가 상층부로 연소확대

- (1) 고층건물의 화재발생빈도를 분석하면 대부부의 화재는 1~4층의 저층부에서 발생한다.
- (2) 저층부 화재가 외부 분출화염의 형태로 상층으로 확대되거나 바닥이나 수직 관통부로의 틈새를 통하여 연소확대 될 위험이 있다.

4) 콘크리트 폭렬 등에 의한 건물 붕괴 위험

- (1) 초고층 건물은 고강도 콘크리트나 경량 철골재 등으로 시공하는 경우가 많다.
- (2) 고강도 콘크리트는 조직이 치밀해서 화재 시 수분 증발에 따른 폭렬 가능성이 크고, 경량 철골재에 대한 내화피복 불량으로 철골의 강도저하가 우려된다.
- (3) 폭렬이나 철골의 강도저하는 건물의 붕괴를 초래할 수 있다.

3. 고층건축물에 반드시 갖추어야 하는 소방시설

1) 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법령에 따른 피난안전구역의 소방시설

- (1) 소화설비 : 소화기구, 옥내소화전설비, 스프링클러설비
- (2) 경보설비 : 자동화재탐지설비
- (3) 피난설비 : 방열복, 공기호흡기(보조마스크 포함), 인공소생기, 피난유도선(피난안전구역으로 통하는 직통계단 및 특별피난계단 포함), 피난안전구역으로 피난을 유도하기 위한 유도등, 유도표지, 비상조명등 및 휴대용비상조명등
- (5) 소화활동설비 : 제연설비, 무선통신보조설비

2) 화재안전기준 상 고층(초고층)건축물에 설치하는 소방시설

- (1) 옥내소화전설비
- (2) 스프링클러설비
- (3) 비상방송설비
- (4) 자동화재탐지설비
- (5) 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비
- (6) 연결송수관설비

3) 위 기준에서 규정하지 않은 기준은 개별 기술기준에 따라야 함

4. 스프링클러설비 설치기준

| 설비 | 준초고층 건축물 | 초고층 건축물 |
|-----------|--|---|
| 수원 | 스프링클러헤드 기준개수 × 3.2m ³ | 스프링클러헤드 기준개수 × 4.8m ³ |
| | 유효수량의 3분의 1 이상을 옥상(옥내소화전설비가 설치된 건축물의 주된 옥상)에 설치 | |
| 가압송수장치 | 스프링클러설비 전용으로 설치 주펌프와 동등 이상의 성능이 있는 별도의 펌프로써 내연기관의 기동과 연동하여 작동되거나 비상전원을 연결한 예비펌프를 추가로 설치 | |
| 내연기관의 연료량 | 펌프를 40분 이상 운전할 수 있는 용량 | 펌프를 60분 이상 운전할 수 있는 용량 |
| 급수배관 | 급수배관은 전용으로 설치 | |
| 음향장치 | 발화층 및 직상 4개층 우선 경보방식 | |
| 비상전원 | 자가발전설비, 축전지설비 또는 전기저장장치로서 스프링클러설비를 유효하게 40분 이상 작동 | 자가발전설비, 축전지설비 또는 전기저장장치로서 스프링클러설비를 유효하게 60분 이상 작동 |
| 배관 | 화재안전기술기준에 따라 적합하게 설치 | <ul style="list-style-type: none"> 스프링클러설비 주배관 중 수직배관은 2개 이상 설치하고, 소화수가 서로 공급되도록 구성 하며, 각각의 수직배관에 유수검지장치를 설치 스프링클러 헤드에는 2개 이상의 가지 배관으로부터 양방향에서 소화수가 공급되도록 하고, 수리계산에 의한 설계 |

5. 인명구조기구 설치기준

피난안전구역에 설치하는 소방시설

- 1) 방열복, 인공소생기를 각 2개 이상 비치
- 2) 45분 이상 사용할 수 있는 성능의 공기호흡기(보조마스크 포함)설치하고 단, 피난안전구역이 50층 이상에 설치되어 있을 경우에는 동일한 성능의 예비용기를 10개 이상 비치
- 3) 화재 시 쉽게 반출할 수 있는 곳에 비치
- 4) 인명구조기구가 설치된 장소의 보기 쉬운 곳에 “인명구조기구”라는 표지판 등을 설치할 것

6. 결론

- 1) 초고층건축물은 저층부에서 화재가 발생하였을 때 상층부로 빠른 시간에 화재가 확산되고 소화용수가 고갈될 우려가 있어 수원의 양을 3배 가량 더 확보하고 있다.
- 2) 또한 수직배관을 이중화하고 유수검지장치를 추가로 설치함으로써 Fail Safe를 실현하고 있다.
- 3) 피난안전구역은 1차적으로 가까운 층으로 피난을 한 후 특별피난계단이나 피난용승강기를 이용하여 피난층까지 안전하게 이동하도록 하며 인명구조기구를 설치하여 소화활동을 하거나 화재로 인한 피해를 입을 우려가 있을 경우에 대비하고 있다.
- 4) 소방시설의 이중화와 피난안전구역의 설치만큼 중요한 것은 평소에 교육 및 훈련 등 예방활동을 통해 재난상황에 사용할 수 있도록 하는 것이다.

4-6. 화재 플럼(Fire Plume)의 발생 메커니즘을 쓰고, 광전식 공기흡입형감지기(아날로그방식)의 작동원리와 적응성에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사모아1, 2권

1. 개요

- 1) 화재 플럼(Fire Plume)은 부력에 의해 발생하는 화염기둥이며, 고온의 연소 생성물이 위로 상승하고 있는 것이다.
- 2) 상승되던 더운 플럼 가스가 냉각되면, 부력은 0이 되고 플럼의 상승도 정지되며, 특히 층고가 높은 실의 화재는 상승기류가 일반감지기를 설치할 경우 실보로 이어져 화재가 더욱 성장할 우려가 있다.
- 3) 위와 같은 장소에 설치하는 공기흡입형 감지기는 실내공기를 직접 흡입하여 능동적으로 분석하는 방법으로 화재 초기에 연기를 감지할 수 있다.
- 4) 초미립자($0.02[\mu m]$ 이하)인 열분해 생성물을 감지하여 화재초기에 연기를 신뢰성 있게 검출하며 아날로그 방식으로서 경보레벨을 조절하는 등 신뢰성이 높은 감지기이다.

2. 화재 플럼의 발생메커니즘

1) 화재에 의한 부력 발생 (상승기류의 형성)

화재로 인하여 고온의 가스가 생성되어 밀도차에 의한 부력으로 상승기류를 형성한다.

2) 공기의 인입(Entrainment)

더운 플럼 가스가 속도를 가지고 상승함에 따라 주위의 찬 공기가 화재 플럼 내로 유입된다.

3) 연기의 발생

- (1) 인입된 공기가 연소생성물과 혼합, 희석되어 온도가 저하된다.
- (2) 상승기류 내의 연소가스와 공기의 혼합기체가 연기를 형성한다.

4) 와류의 형성

부력 플럼이 유체를 상승시키고, 이것의 차가운 끝부분이 아래로 내려와 와류를 형성한다.

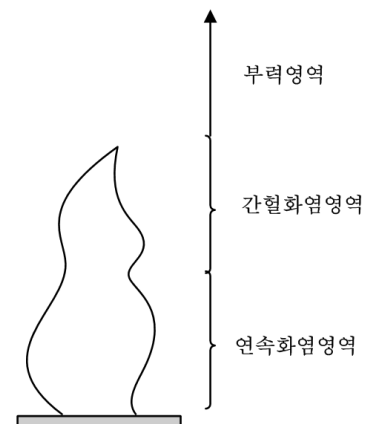
5) 난류 확산화염 형성

- (1) 와류에 의한 난류 효과로 난류확산화염을 형성하게 된다.
- (2) 난류확산화염 : 일정 높이의 일정한 교란영역이 있는 화염

3. 화재 플럼의 구조

1) 연속화염영역

- (1) 연료표면 바로 위의 영역이며, 지속적인 화염이 존재한다.
- (2) 연소가스의 흐름을 가속시킨다.



2) 간헐화염영역

- (1) 간헐적으로 화염이 존재, 소멸되는 영역
- (2) 연소면의 크기에 반비례하는 주기를 가지고, 이러한 진동이 난류성을 증대시킨다.

$$(\text{주기} : f = \frac{1.5}{\sqrt{D}})$$

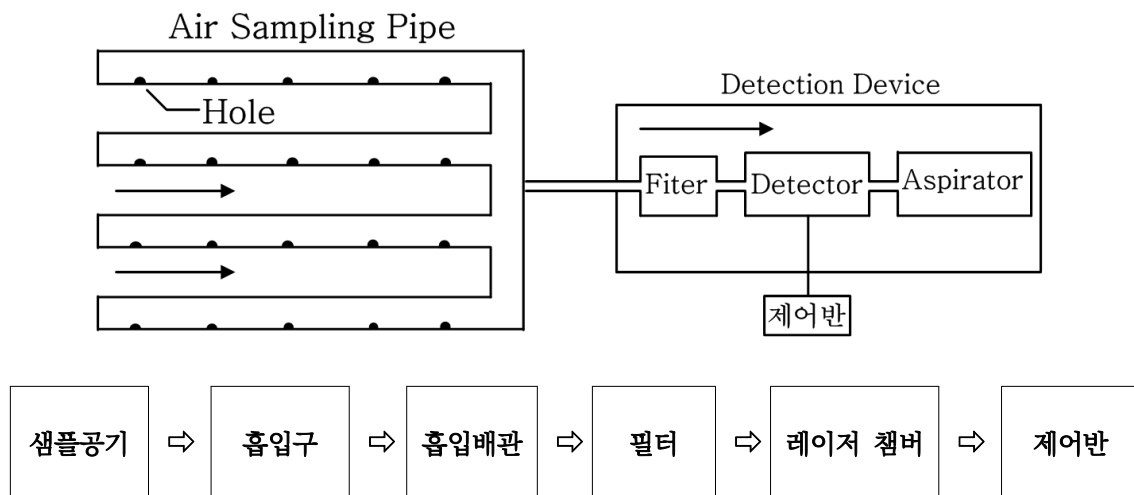
3) 부력영역

- (1) 화염상부의 대류열 기류영역
- (2) 화재감지기, 스프링클러 등의 설계에 있어 중요한 부분

4. 광전식 공기흡입형감지기

1) 작동원리

- (1) 공기가 흡입구로 흡입되어 배관으로 이동한다.
- (2) 흡입된 공기는 흡입기를 거쳐 레이저 챔버로 보내진다.
- (3) 필터를 사용하여 샘플공기로부터 먼지 등을 제거한다.
- (4) 흡입공기는 레이저 챔버로 보내지고, 3.5mm 직경의 레이저 광선 광원에 노출된다.
- (5) 연기입자는 이 광선을 산란시키고, 센서는 이러한 산란을 감지한다.
- (6) 연기 수준을 나타내는 그래프 생성을 위해서 프로세서로 신호를 보낸다.



2) ASD의 종류별 감지원리(검출방식)

(1) Cloud Chamber Type

- ① 가습장치로 흡입된 연기에 수분이 흡착되고, 진공펌프로 감압시켜 수분을 응축시키고 팽창실을 통과하면, 가시범위 크기로 급격히 성장한다.
- ② 가시범위 크기로 커진 물방울구름(Cloud)을 광량변화를 통해서 화재를 검출하는 방식.
- ③ 내부에 높은 습도로 인하여 유지관리가 불편하여 근래는 거의 사용하지 않는 방식이다.

(2) Xenon Lamp Type

- ① Cloud를 형성하는 챔버 없이 고감도의 크세논 광원을 이용하여 연기의 초미립자를 검출
- ② 고감도의 광원과 민감한 수신장치를 이용하는 산란광 방식이다.

(3) Laser Beam Type

- ① 연기입자가 Laser Beam이 통과되는 챔버 내부로 들어오면, 이에 따른 산란광에 의해 화재여부를 검출한다.
- ② 오보방지를 위한 장치로 Filter가 아닌 Electronic Signal Processing을 이용한다.
- ③ 미소파장으로 미세연기 검출 용이하고, 오동작이 적어 현재 가장 많이 사용하고 있다.

3) 광전식 공기흡입형 감지기 적응성

(1) 업무에 중단이 있어서는 안 되는 중요한 시설

전산실, 통신시설, 중앙제어반 등

(2) 연기감지가 어려운 장소

- ① 빠른 공기흐름으로 연기의 희석 및 냉각 또는 천정이 매우 높은 공간에서의 연기의 희석 및 단층화 우려가 있는 장소
- ② 전산실, 극장, 아트리움, 덕트 내부 등

(3) 유지·보수 작업 시 감지기 접근이 어려운 장소

천장 속이나 바닥하부의 공간, 엘리베이터 통로, 높은 천장 등

(4) 감지기가 노출되지 않아야 하는 시설

문화재, 박물관, 미술관, 교도소 등

(5) 피난에 시간이 걸리거나 어려운 시설

- ① 많은 사람들이 한정된 공간에 모여 있는 곳
- ② 비상대피 경로가 협소하거나 제한적인 공간
- ③ 대피에 도움이 필요한 재실자 거주 시설

(6) 열악한 환경 조건을 가진 시설

(7) 자동소화설비가 있는 시설

- ① 자동소화설비가 동작할 경우 고가의 소화약제가 방출되는 장소
- ② 수손 피해가 우려되는 장소

