

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제132회 소방기술사 문제풀이

강사 : 황모아, 유쾌한, 전병호, 백준우, 남유현, 김정진, 윤헌주, 김 샘 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%”

“12년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼”

소방기술사 합격자 명단

103회 17명 중 8명 합격! 문*량, 송*일, 아*열, 황*영, 이*기, 장*웅, 윤*일, 김*백(47 %)
104회 5명 중 3명 합격! 이*선, 임*렬, 박*효(60 %)
105회 6명 중 4명 합격! 김*석, 사*길, 아*열, 송*수(67 %)
106회 5명 중, 5명 합격! 최*기, 명*준, 박*권, 이*화, 김*환(100 %)
107회 12명 중 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*윤, 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, 아*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, 장*중, 양*광, 윤*오, 장*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, 아*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, 아*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 %)
127회 최종 7명 중 4명 합격! 고*의, 권*기, 김*석, 김*현(57 %)
128회 최종 10명 중 1명 합격! 송*애(10 %)
129회 최종 6명 중 2명 합격! 김*미, 이*원(33 %)
130회 최종 4명 중 1명 합격! 강*천(25 %)
131회 최종 13명 중 3명 합격! 정*원, 이*호, 유*범(23 %)

2024년 소방기술사 개강 일정

내 외 강 반	강의명	교 수	일 정(13주)	강의수	교 재
	모아 기본반(오전반)	백준우 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	모아기술사 1권 “저자직강”
	금화 기본.심화반(오전반)	전병호 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	금화도감 2권
	금화도감 심화반(오후반)	유쾌한 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오후 3 시 05분 ~ 오후9시 15분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권 “저자직강”
	합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	소방기술사“요해”1권 “저자직강”
	모아 심화.연구반(오후반)	전병호 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 1,2권,프린트 “저자직강”
	SBR 연구반(오전반)	유쾌한 기술사	2024년 05월 04일 ~ 08월 10일 오전 8시 40분 ~ 오후 2시 50분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 1,2권,기출문제집 “저자직강”
내 외 강 반	강의명	교 수	일 정(13주)	강의수	교 재
	모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	2024년 05월 05일 ~ 08월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	모아기술사 2권 “저자직강”
	금화 기본반(오후반)	윤헌주 기술사	2024년 05월 05일 ~ 08월 11일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권
	요해 기본반(오전반)	김 샘 기술사	2024년 05월 05일 ~ 08월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분)	13강(80H)	소방기술사 “요해”1권
	모아 심화반(오전반)	남유현 기술사	2024년 05월 05일 ~ 08월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권 “저자직강”
평 일 반	요해 기출 심화반(오전반)	김정진 기술사	2024년 05월 05일 ~ 08월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분)	13강(80H)	기출문제 풀이(10개년) 1권(104회~116회)
	강의명	교 수	일 정(13주)	강의수	교 재
	금화 기본.심화반(수반)	전병호 기술사	2024년 3월 20일 ~ 07월 03일 오전10시 ~ 오후5시(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권



최종 실기(면접) 대비반으로 문의 사항은 학원으로 연락해 주세요!

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

내일배움카드 자비부담금 **455,400원** 일반 840,000원

대한민국 소방기술사 **Legend of Moa**

모아소방전기학원

상 담:02-2068-2851 www.moate.co.kr

모아직업기술교육원

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

moa-ba

상 담:02-2068-2852 www.moa-ba.com

제132회 소방기술사 필기문제 (2024년 1월 27일)**[제 1 교 시]**

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 발열량과 관련하여 Hess의 법칙에 대하여 설명하시오.
2. 공기흡입형 연기감지기의 감도 계산식에 대하여 설명하시오.
3. 건축물의 용도에 따른 방화구획의 완화기준에 대하여 설명하시오.
4. 누셀트수 (Nusselt Number)의 의미를 설명하고, 누셀트수를 스탠톤수 (Stanton Number), 프란틀수 (Prandtl Number), 레이놀즈수 (Reynolds Number)로 표현하시오.
5. 다중이용업소의 비상구 추락 등의 방지를 위한 안전시설 설치기준에 대하여 설명하시오.
6. 원자력발전소의 화재 심층방어 (Defense-In-Depth)에 대하여 설명하시오.
7. 화재 · 피난시물레이션의 커플링 (Coupling) 실시가 필요한 이유에 대하여 설명하시오.
8. 전기저장시설의 화재안전성능기준 (NFPC 607)에서 규정하고 있는 스프링클러설비 설치기준에 대하여 설명하시오.
9. 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률, 소방시설공사업법, 위험물안전관리법에 따른 소방산업 업종에 대하여 설명하시오.
10. 위험물안전관리에 관한 세부기준에서 규정하고 있는 위험물탱크의 충수·수압시험방법과 판정기준에 대하여 설명하시오.
11. 가스누설경보기의 즉시경보형, 경보지연형, 반한시경보형 경보방식에 대하여 설명하시오.
12. 수계소화설비의 배관 저항곡선에 대하여 설명하시오.
13. 건식스프링클러설비에서 트립시간(Trip Time)과 이송시간(Transit Time)에 영향을 주는 요인에 대하여 설명하시오.

[제 2 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 무선통신보조설비에 대하여 다음사항을 설명하시오.

- (1) 송신기와 수신기의 구조도
- (2) 누설동축케이블과 내열동축케이블의 구조도
- (3) 전송손실과 결합손실

2. 완강기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 구조와 원리
- (2) 설치기준
- (3) 성능기준
- (4) 사용방법

3. 2023년 12월 개정된 소방청의 소방시설 등 성능위주 평가운영 표준 가이드라인에서 명시한 내용 중 화재시물레이션 시나리오 및 수행결과의 신뢰성 확보에 대하여 설명하시오.

4. 건물 외장재로서 BIPV (건물일체형 태양광 모듈)의 정의, 화재위험성 및 건축 시 기술적 유의사항 (온도, 일사량, 음영)에 대하여 설명하시오.

5. 대규모 화재공간에서 연기이동과 반대방향으로 기류가 공급되는 역기류(Opposed Airflow)에 대하여 설명하시오.

6. 수계소화배관과 관련하여 국내와 NFPA 수압시험방법에 대하여 설명하시오.

[제 3 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 수계소화설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - (1) 고가수조방식, 압력수조방식, 펌프방식, 가압수조방식
 - (2) 고가수조와 옥상수조의 차이점

2. 플랜트 기기에서 반응폭주의 원인에 대하여 설명하시오.

3. 건축물 화재 시 다음 화재단계별 연기의 발연특성에 대하여 설명하시오.
 - (1) 화재초기
 - (2) 플래시오버
 - (3) 최성기

4. 연료전지에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - (1) 구성 및 전기발생원리
 - (2) 종류 및 특징

5. 가스계소화설비와 관련하여 NFPA 2001에서 규정하고 있는 시간지연(Time Delays) 및 차단 스위치(Disconnect Switch)에 대하여 설명하시오.

6. 연기감지기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - (1) 보행거리 30 m마다 1개 이상 설치하는 이유
 - (2) 폭 1.2 m 미만의 복도, 계단, 경사로에서의 배치방법
 - (3) 광전식분리형감지기 설치기준

[제 4 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 스프링클러 헤드의 물리적인 특성 3요소에 대하여 설명하시오.
2. 중성대의 개념 및 중성대와 연돌효과의 관계에 대하여 설명하고, 아래의 중성대 높이 관계식을 유도하시오.

$$\text{중성대 높이 관계식 : } \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 \times \frac{T_i}{T_o}$$

h_1 : 하부로부터 중성대 높이(m), h_2 : 중성대로부터 상부 높이

A_1 : 중성대 하부 개구부 면적(m^2), A_2 : 중성대 상부 개구부 면적(m^2)

T_i : 내부 온도($^{\circ}\text{C}$), T_o : 외부 온도($^{\circ}\text{C}$)

3. 풍력터빈의 화재위험성과 화재 방호설비 (화재감지, 화재진압)의 개선방향에 대하여 설명하시오.
4. 병원화재의 특성과 NFPA 및 IBC (International Building Code)에서 제시하는 병원화재 안전 대책에 대하여 설명하시오.
5. 포소화설비에서 팽창비와 측정방법과 고정포방출구에 대하여 설명하시오.
6. 소방시설의 성능 확인을 위한 계측기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - (1) 참값, 측정값, 오차의 정의
 - (2) 오차의 종류
 - (3) 우연오차의 법칙

제 1 교 시 문제풀이

1-1. 발열량과 관련하여 Hess의 법칙에 대하여 설명하시오.

답)

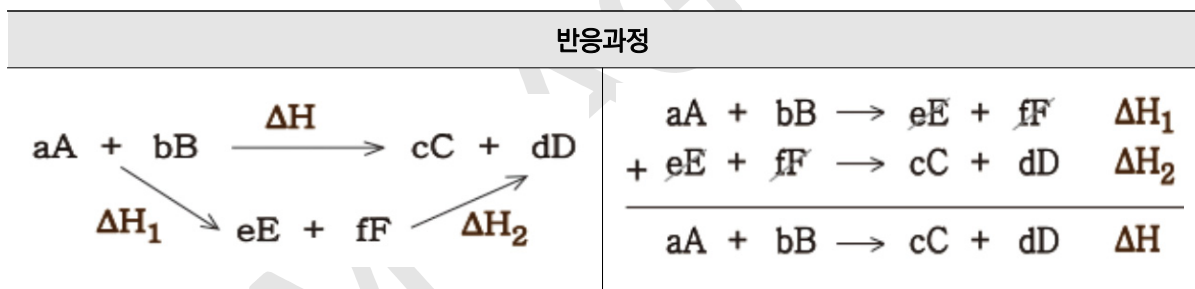
출처 인터넷 출처

1. Hess의 법칙 정의

- 열역학 제1법칙의 일종이며, 모든 화학반응에서 엔탈피 변화량(= 열량)은 반응 경로에 상관없이 항상 일정하다.
- 화학 반응 (즉, 일정한 압력에서의 반응열)에서 엔탈피의 변화는 초기 상태와 최종 상태 사이의 경로와 무관하다.

2. Hess의 법칙 적용

1) 반응과정



2) 조건

- 탄소(C)가 1몰 있고 산소(O₂)가 1몰이 반응
- 최종적으로 이산화탄소(CO₂) 생성

3) 예시

경로	탄소와 산소반응	내용
1	직접적으로 반응	• 이산화탄소가 1몰 생성되었을 때 출입한 열의 양을 ΔH로 표현
2	일산화탄소 생성 후 반응	<ul style="list-style-type: none"> • 일산화탄소가 생성되는 과정에서 출입한 열의 양이 ΔH₁로 표현 • 일산화탄소가 산소와 반응하여 이산화탄소가 생성되는 과정에서 출입한 열의 양을 ΔH₂로 표현

반응 물질이 1몰 탄소 + 1몰 산소이고 생성 물질이 1몰 이산화탄소인 것은 변함이 없으므로 ΔH = ΔH₁ + ΔH₂라는 공식이 성립하게 된다.

4) 응용

실험을 통해서 구하기 어려운 각 반응의 엔탈피의 산출이 가능하다.

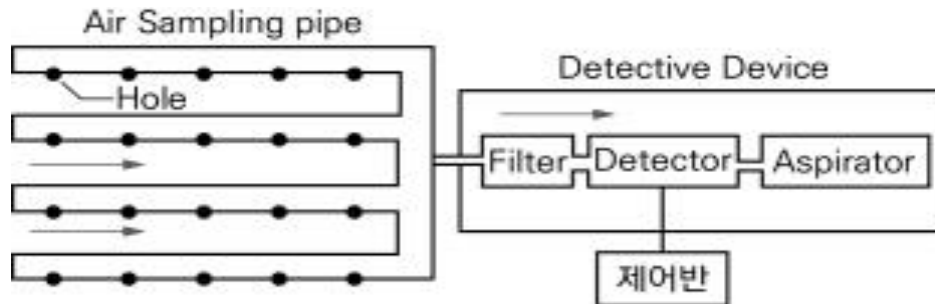
1-2. 공기흡입형 연기감지기의 감도 계산식에 대하여 설명하시오.

답)

출처 화재안전기준 해설서

1. ASD의 구성요소

1) 구성도



2) 구성

- (1) Air Sampling Pipe : 배관은 25 mm 적색 ABS 난연재질로, 2 mm 내외의 hole이 설치된 Pipe로 감지부 구성
- (2) Filter : 공기흡입구에서 흡입된 공기 중 먼지 입자 등을 제거하여 오보방지 및 최적의 감도유지
- (3) Detector : 연기입자를 검출하여 화재 여부를 확인하는 부분 (Cloud Chamber, Xenon Lamp, Laser Beam Type)
- (4) Aspirator : 방호구역의 공기를 빨아들이기 위한 흡입장치
- (5) 콘트롤반 및 네트워크 : 전체적 콘트롤 역할, 디스플레이 모듈과 관리컴퓨터와 접속되어 통합 관리

2. 공기흡입형 연기감지기의 감도 계산식

SASD (요구하는 공기흡입형 연기감지기 Sensor의 감도)

$$SASD = (SDP / NDP) \times NDPS$$

- SDP = 화재보호 개념으로 요구되는 것으로서 감지흡입 지점에서의 감도
- NDP = 설치된 감지흡입 배관 중에서 선택된 감지흡입점의 개수
- NDPS = 업계에서 널리 인정된 연기 확산·유동상태에서의 감지흡입점 개수

3. 감도계산식 예시

1) 조건

- (1) 흡입점에서의 화재감도(SDP) : 3 %/m
- (2) 공기흡입 배관의 감시면적 : 800 m²
- (3) 흡입배관의 감지흡입점의 개수(NDP) : 10개
- (4) 화재정보 발령하는 감지흡입점 개수(NDPS) : 3개의 흡입점에서 연기가 도달 시 경보

2) 풀이

$$\text{SASD} = (\text{SDP} / \text{NDP}) \times \text{NDPS} \quad (3/10) \times 3 = 0.9 \text{ \%/m}$$

상기 공식을 적용함으로서 우리가 요구하는 공기흡입형 연기감지 시스템의 감도는 $(3/10) \times 3 = 0.9 \text{ \%/m}$ 으로 계산된다.

1-3. 건축물의 용도에 따른 방화구획의 완화기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2권 건축법 챕터 17, 18

1. 방화구획 완화대상 (건축법 시행령)

방화구획을 적용하지 않거나, 그 사용에 지장이 없는 범위에서 완화하여 적용할 수 있다.

- 1) 문화 및 집회시설 (동·식 제), 종교시설, 운동시설 또는 장례식장의 용도로 쓰는 거실로서 시선 및 활동공간의 확보를 위하여 불가피한 부분
- 2) 물품의 제조·가공·운반 등 (보관 제외)에 필요한 고정식 대형기기 또는 설비의 설치를 위하여 불가피한 부분. 다만, 지하층의 외벽 한쪽 면 (외벽 중 1/4 이상) 전체가 건물 밖으로 개방되어 보행과 자동차 진입진출이 가능한 경우로 한정한다.
- 3) 계단실·복도·승강장·승강로로서 다른 부분과 방화구획으로 구획된 부분. 다만, 설비배관 등이 바닥을 관통하는 부분은 제외한다.
- 4) 건축물의 최상층 또는 피난층으로서 대규모 회의장·강당·스카이라운지·로비 또는 피난안전구역 등의 용도로 쓰는 부분으로서 그 용도로 사용하기 위하여 불가피한 부분
- 5) 복층형 공동주택의 세대별 층간 바닥 부분
- 6) 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 주차장
- 7) 단독주택, 동물 및 식물 관련 시설 또는 교정 및 군사시설로 쓰는 건축물
- 8) 건축물의 1, 2층의 일부를 동일 용도로 사용하며, 다른 부분과 방화구획으로 구획된 부분(바닥면적 합계 500m² 이하)

2. 방화구획 완화대상 (건피방)

- 1) 반도체공장건축물로서 방화구획을 관통하는 풍도의 주위에 스프링클러헤드를 설치 경우
2. 대규모 창고시설에 소방설비 추가설치 (건피방)

방화구획 완화대상 중 물품의 제조·가공·운반에 필요한 고정식 대형기기 또는 설비 설치를 위하여 불가피한 부분이 있는 대규모창고시설

 - (1) 개구부 경우: 수막을 형성하여 화재확산을 방지하는 설비
 - (2) 개구부 외의 부분의 경우: 화재 조기 진화할 수 있는 스프링클러설비

1-4. 누셀트수(Nusselt Number)의 의미를 설명하고, 누셀트수를 스탠톤수(Stanton Number), 프랜틀수(Prandtl Number), 레이놀즈수(Reynolds Number)로 표현 하시오.

답)

출처 모아소방기술사 1권 소방유체 챕터 4

1. 누셀트수(Nusselt Number, Nu)

- 1) 열전달과 관련된 무차원 수로서 화염 주변에서의 대류열과 고체면의 전도열과 차이를 표현하고 유체 내부에서 열이 전달되는 정도를 나타낸다.
- 2) 화염의 주요 열전달 원인이 대류열인지 전도열인지 확인할 수 있음

$$Nu = \frac{\text{대류 열전달}}{\text{전도 열전달}} = \frac{hl}{k}$$

h : 대류 열전달계수
 l : 특성길이
 k : 전도 열전달계수

3) 소방에서의 활용

Nusselt Number	의미
크다	대류 > 전도 : 대류효과가 크다. 주로 기체
작다	대류 < 전도 : 전도효과가 크다. 주로 고체
1	전도와 대류의 영향이 같다.

2. 누셀트수를 스탠톤수, 프랜틀수, 레이놀즈수로 표현

1) 스탠톤수

- (1) 열전달과 관련된 무차원수로, 열전달과 유체의 운동성을 동시에 고려한 값이다.

$$St = \frac{\text{벽과 유체사이의 대류속도}}{\text{유체흐름의 열전달 용량}} = \frac{h}{\rho v C}$$

h : 대류 열전달계수
 ρ : 밀도 v : 유속
 C : 비열

2) 프랜틀수

- (1) 유체의 열전달 특성과 관련된 무차원수로, 유체 내부에서 열전달이 어떻게 일어나는지를 나타낸다.
- (2) 확산 발생 시 분자의 운동 확산율 대비 열확산의 관계를 나타냄

$$Pr = \frac{\text{운동에 의한 분자 확산율}}{\text{열 확산율}} = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\mu C}{k}$$

C : 비열
 μ : 점성계수
 k : 전도 열전달계수

3) 레이놀즈 수

- (1) 레이놀즈수(Re)는 유체의 운동성과 관련된 무차원수로, 난류흐름에서의 운동에 대한 중요한 정보를 제공한다.
- (2) 유체의 관성력과 점성력의 비(比). 층류와 난류의 구분에 이용된다.

$$Re = \frac{\text{관성력}}{\text{점성력}} = \frac{\rho v L}{\mu} = \frac{v L}{\nu}$$

ρ : 밀도 v : 유속
 L : 평판
 μ : 점성계수 ν : 동점성계수

원형관인 경우 d 평판으로 해석하는 경우 L로 해석

4) 연관성

$$N(\text{누셀트수}) = St(\text{스탠튼수}) \times Pr(\text{프랜틀수}) \times Re(\text{레이놀즈수})$$

이 식은 난류흐름에서의 열전달을 차원분석하여 얻어진 것으로, Re, Pr, St가 모두 곱해져서 Nu를 결정하게 된다.

1-5. 다중이용업소의 비상구 추락 등의 방지를 위한 안전시설 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2권 소방관계법령 챕터 29

1. 안전시설 설치기준

- 1) 피난 시에 유효한 발코니·부속실을 설치, 피난기구를 설치할 것

피난기구 설치장소	피난기구 설치장소의 규모 [단위: 이상]
발코니	가로·세로 75×150 cm, 난간높이 100 cm, 면적 1.12 m ² , 활하중(5kN/ m ²) 이상
부속실	가로·세로 75×150 cm, 면적 1.12 m ²

※ 활하중 : 건물의 사용 및 점용에 의해서 발생하는 하중으로 사람, 가구, 이동칸막이, 창고의 저장물, 설비기계 등의 하중을 말한다.

- 2) 부속실 설치 시 입구문과 외부로 나가는 문은 비상구 규격으로 할 것

다만, 120cm 이상의 난간 있는 경우 발판 등을 설치하고, 외부로 나가는 문은 가로·세로 75×100 cm 창호로 설치

- 3) 추락방지 대책

- (1) 발코니·부속실 문 개방 시 경보음 울림 장치설치, 추락위험 표지를 문에 부착
- (2) 부속실에서 외부로 나가는 문 안쪽에는 기둥·바닥·벽 등의 견고한 부분에 탈착 가능한 쇠사슬·안전로프 등을 바닥에서 120 cm 이상 높이에 가로로 설치. 다만, 120 cm 이상 난간 설치 시 설치 제외

1-6. 원자력발전소의 화재 심층방어 (Defense-In-Depth)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2권 건축물방재대책 챕터 29

1. 심층방어

- 1) 심층방어는 이상상태의 발생을 방지, 이상상태 발생 시 확대 억제, 사고로 진전 시 그 영향 최소화 및 주변주민 보호를 위해 사고의 진전 단계마다 적절한 방어체계를 갖추는 것을 말한다.
- 2) 심층방어 전략 : 다단계방호 + 다중방벽

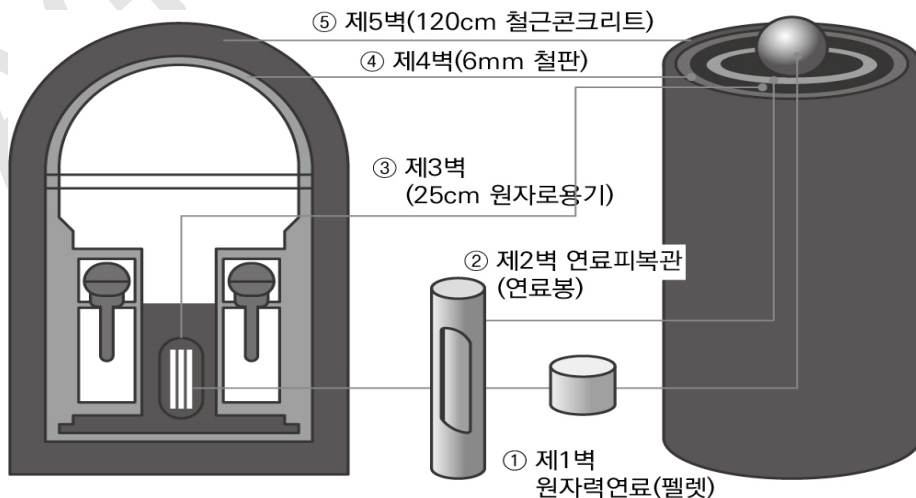
2. 다단계방호

정상상태 유지, 이상상태 조기대응, 사고방지, 사고완화, 소외 대응 조치(5단계)

단계	내용	핵심수단
1단계	이상작동 및 고장 예방	보수적인 설계, 고품질 건설 및 운전
2단계	이상 상태의 제어 및 고장 탐지	제어 및 보호계통, 감시 설비
3단계	설계기준 범위 내에서 사고제어	공학적 안전 설비 및 사고 관리
4단계	사고의 진행 방지 및 완화를 포함한 중대사고 제어	추가적 안전 설비 및 사고 관리
5단계	방사성 물질의 대량 누출로 인한 방사선 영향 완화	소외 비상 조치

3. 원자력발전소의 다중방벽

핵연료로부터 지역주민과 환경을 보호하기 위하여 원자력 발전소에서는 여러 가지 겹의 방사선 방호벽이 설치되어 있다.



[원자로의 심층 다중방벽]

1-7. 화재·피난시뮬레이션의 커플링(Coupling) 실시가 필요한 이유에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2권 건축방화 챕터 11

1. 화재·피난 시뮬레이션 수행방식의 종류

구분	내용
논커플링방식 (Non-Coupling)	화재·피난 시뮬레이션을 각각 독립수행하여 특정지점에서의 ASET과 RSET을 비교하는 방식
세미커플링방식 (Semi-Coupling)	화재·피난 시뮬레이션의 결과값의 화면을 겹쳐보는 방식
커플링방식 (Coupling)	화재 시뮬레이션의 결과인 화재의 영향을 피난 시뮬레이션에서 연동하여 수행하는 방식

2. 커플링 실시가 필요한 이유

1) 해저드와 재실자의 피난 행태 분석

동일한 지오메트리 상에서 발생하는 해저드와 재실자의 피난 행태 분석을 위하여 화재·피난시뮬레이션의 커플링 실시 필요 (Pathfinder, building EXODUS 등에서 기능 제공)

※ 지오메트리 : 시뮬레이션상에 모델링한 바닥 (재실자가 이동할 수 있는 공간)

2) 분석의 신뢰성 확보

구분	내용
논커플링방식 (Non-Coupling)	ASET과 RSET을 수치적으로 비교하기 때문에 피난자의 전체 피난동선상에서 발생하는 중요한 재난들의 반영이 불가능
세미커플링방식 (Semi-Coupling)	특정지점 설정에 대한 타당성을 검증하고 시각적으로 동시에 확인할 수 있다는 것에만 의미를 둠(즉, 화재가 에이전트의 행동에 영향을 주지 못함)
커플링방식 (Coupling)	복사열이나 유독가스, 연기의 농도 등 해저드 환경에 따라 에이전트의 보행속도, 이동방식이 변하 화재 시뮬레이션의 결과인 화재의 영향을 피난 시뮬레이션에서 연동하여 수행하는 방식

논커플링방식과 세미커플링방식보다 커플링방식이 분석의 신뢰성을 확보하는 데 더 우수하다는 것을 알 수 있다

3. 문제점과 개선사항

1) 문제점 : 성능위주설계도서를 전수조사한 결과 모든 설계자들이 논커플링방식으로 수행

2) 개선사항 : 논커플링방식 대신 커플링방식으로 시뮬레이션 수행

1-8. 전기저장시설의 화재안전성능기준(NFPC 607)에서 규정하고 있는 스프링클러설비 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2권 p. 296

1. 제정이유

- 1) 최근 에너지저장장치(ESS)를 활용한 전기저장시설의 화재가 지속적으로 발생함
- 2) 화재사고 예방 및 피해 확산 방지를 위해 전기저장시설의 화재특성과 설치환경을 종합적으로 고려, 관련 소방시설과 안전기준을 규정한 전기저장시설 전용의 화재안전기준을 제정하려는 것임

2. 스프링클러설비 설치기준

구 분	내 용
설비	· 습식 또는 준비작동식(더블인터락 방식 제외)
방수면적	· 바닥면적 (바닥면적이 230 m^2 이상인 경우 230 m^2)
살수밀도	· 1 m^2 에 분당 12.2 L 이상의 수량
방수시간	· 30분 이상
수원	· 방수면적 \times 살수밀도 \times 방수시간
헤드 간격	· 방수로 인해 인접 헤드에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 스프링클러헤드 사이의 간격을 1.8 m 이상 유지
준비작동식	· 감지기 : 공기흡입형 감지기, 아날로그식 연기감지기 또는 중앙소방기술심의위원회의 심의 (적응성 인정 감지기) · 수동기동장치 : 전기저장장치의 출입구 부근에 설치
비상전원	· 30분 이상
송수구	· 스프링클러설비 화재안전기술기준에 따라 설치

1-9. 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률, 소방시설공사업법, 위험물안전관리법에 따른 소방산업 업종에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방산업의 진흥에 관한 법률 제2조 1호, 소방시설공사업법 제2조 1항

1. 소방산업의 정의

“소방산업”이란 다음 각 목의 산업과 이에 필요한 인력 및 장비의 개발 등과 관련된 모든 산업을 말한다.

2. 소방산업의 진흥에 관한 법률(제2조 1호)

- 1) 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 제2조제1항제2호에 따른 소방시설등(이하 “소방시설등”이라 한다)을 제조·판매하는 업(業)
- 2) 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 제29조제1항에 따른 소방시설관리업
- 3) 「소방시설공사업법」 제2조제1항제1호에 따른 소방시설업
- 4) 「위험물안전관리법」 제2조제1항제1호에 따른 위험물을 운반하는 용기를 제작·판매하는 업
- 5) 「위험물안전관리법」 제2조제1항제6호에 따른 제조소등을 설계·시공하는 업
- 6) 「위험물안전관리법」 제8조제1항에 따른 위험물탱크를 제작·판매하는 업

3. 소방시설공사업법(제2조 정의 1항 1호)

구 분	내 용
소방시설설계업	소방시설공사에 기본이 되는 공사계획, 설계도면, 설계 설명서, 기술계산서 및 이와 관련된 서류(이하 “설계도서”라 한다)를 작성(이하 “설계”라 한다)하는 영업
소방시설공사업	설계도서에 따라 소방시설을 신설, 증설, 개설, 이전 및 정비(이하 “시공”이라 한다)하는 영업
소방공사감리업	소방시설공사에 관한 발주자의 권한을 대행하여 소방시설공사가 설계도서와 관계 법령에 따라 적법하게 시공되는지를 확인하고, 품질·시공 관리에 대한 기술지도를 하는(이하 “감리”라 한다) 영업
방염처리업	「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」 제20조제1항에 따른 방염대상물품에 대하여 방염처리(이하 “방염”이라 한다)하는 영업

1-10. 위험물안전관리에 관한 세부기준으로 규정하고 있는 위험물탱크의 충수·수압시험 방법과 판정기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 위험물안전관리에 관한 세부기준 제31조

1. 충수·수압시험의 방법 및 판정기준

- 1) 충수·수압시험은 탱크가 완성된 상태에서 배관 등의 접속이나 내·외부에 대한 도장작업 등을 하기 전에 위험물탱크의 최대사용높이 이상으로 물(물과 비중이 같거나 물보다 비중이 큰 액체로서 위험물이 아닌 것을 포함한다. 이하 이 조에서 같다)을 가득 채워 실시할 것. 다만, 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 목에 규정된 방법으로 대신할 수 있다.
 - (1) 애눌러판 또는 밀판의 교체공사 중 옆판의 중심선으로부터 600 mm 범위 외의 부분에 관련된 것으로서 해당 교체부분이 저부면적(애눌러판 및 밀판의 면적을 말한다)의 2의 1 미만인 경우에는 교체부분의 모든 용접부에 대하여 초충용접 후 침투탐상시험을 하고 용접종료 후 자기탐상시험을 하는 방법
 - (2) 애눌러판 또는 밀판의 교체공사 중 옆판의 중심선으로부터 600 mm 범위 내의 부분에 관련된 것으로서 해당 교체부분이 해당 애눌러판 또는 밀판의 원주길이의 50 % 미만인 경우에는 교체부분의 모든 용접부에 대하여 초충용접 후 침투탐상시험을 하고 용접종료 후 자기탐상시험을 하며 밀판(애눌러판을 포함한다)과 옆판이 용접되는 필렛용접부(완전용입용접의 경우에 한한다)에는 초음파탐상시험을 하는 방법
- 2) 보온재가 부착된 탱크의 변경허가에 따른 충수·수압시험의 경우에는 보온재를 당해 탱크 옆판의 최하단으로부터 20 cm 이상 제거하고 시험을 실시할 것
- 3) 충수시험은 탱크에 물이 채워진 상태에서 1,000 kℓ 미만의 탱크는 12시간, 1,000 kℓ 이상의 탱크는 24시간 이상 경과한 이후에 지반침하가 없고 탱크본체 접속부 및 용접부 등에서 누설 변형 또는 손상 등의 이상이 없을 것
- 4) 수압시험은 탱크의 모든 개구부를 완전히 폐쇄한 이후에 물을 가득 채우고 최대사용압력의 1.5배 이상의 압력을 가하여 10분 이상 경과한 이후에 탱크본체·접속부 및 용접부 등에서 누설 또는 영구변형 등의 이상이 없을 것. 다만, 규칙에서 시험압력을 정하고 있는 탱크의 경우에는 당해 압력을 시험압력으로 한다.
- 5) 탱크용량이 1,000 kℓ 이상인 원통세로형 탱크는 제1호 내지 제4호의 시험 외에 수평도와 수직도를 측정하여 다음 각목의 기준에 적합할 것
 - (1) 옆판 최하단의 바깥쪽을 등간격으로 나눈 8개소에 스케일을 세우고 레벨측정기 등으로 수평도를 측정하였을 때 수평도는 300 mm 이내이면서 직경의 1/100 이내일 것
 - (2) 옆판 바깥쪽을 등간격으로 나눈 8개소의 수직도를 테오드라이트 등으로 측정하였을 때 수직도는 탱크 높이의 1/200 이내일 것. 다만, 변경허가에 따른 시험의 경우에는 127 mm 이내이면서 1/100 이내이어야 한다.

- 6) 탱크용량이 1,000 kℓ 이상인 원통세로형 외의 탱크는 제1호 내지 제4호의 시험 외에 침하량을 측정하기 위하여 모든 기둥의 침하측정의 기준점(수준점)을 측정(기둥이 2개인 경우에는 각 기둥마다 2점을 측정)하여 그 차이를 각각의 기둥사이의 거리로 나눈 수치가 1/200 이내일 것. 다만, 변경허가에 따른 시험의 경우에는 127 mm 이내이면서 1/100 이내이어야 한다.

1-11. 가스누설경보기의 즉시경보형, 경보지연형, 반한시경보형 경보방식에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.646

1. 가스누설경보기 개념

가스누설 경보기는 연료용 가스 또는 자연적으로 발생하는 가연성가스의 누설을 감지하여 관계인 및 거주자에게 경보하기 위한 설비로서, 폭발이나 가스 중독 등을 방지하기 위한 것

2. 가스누설경보기 설치대상

- 1) 판매시설, 운수시설, 노유자시설, 숙박시설, 창고시설 중 물류창고
- 2) 문화 및 집회시설, 종교시설, 의료시설, 수련시설, 운동시설, 장례시설

3. 가스누설경보기의 경보방식

구 분	동작시간 그래프	내 용
즉시경보형		가스농도가 설정 값에 이르면 즉시 경보
경보지연형		가스농도가 설정 값에 달한 후 그 농도 이상으로 계속해서 20~60초 정도 지속 되는 경우에 경보
반즉시 경보형		가스농도가 높을수록 경보지연시간을 짧게 한 것

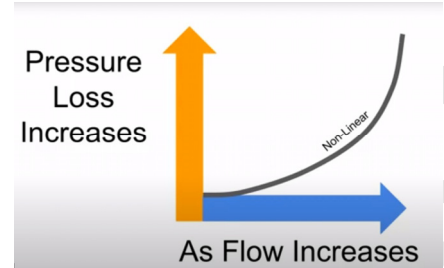
1-12. 수계소화설비의 배관 저항곡선에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.97

1. 수계소화설비의 배관 저항곡선 개념

- 1) 배관 저항곡선은 Pipe System Curve라고 하며, 유량에 따른 실양정과 손실양정의 합계값을 표시한 곡선이다.
- 2) 수계소화설비에서 펌프의 성능곡선과 배관 저항곡선의 교차점이 운전점이 된다.
- 3) 유량이 증가하면 배관 저항곡선도 상승한다.



[배관 저항곡선 개념 그래프]

2. 배관 저항곡선 종류

- 1) 개방형 시스템: 수계소화설비와 같이 유체를 이송시키는 시스템 (실양정+부차적 손실)
- 2) 폐쇄형 시스템: 냉난방기와 같은 순환시스템 (부차적 손실만 고려)

3. 수계소화설비 급수방향 따른 배관 저항곡선

구 분	건물 위로 가압하는 경우	건물 아래로 가압하는 경우
개념도	<p>A schematic diagram showing a pump (V1) drawing water from a '저수 탱크' (Reservoir Tank) and pushing it up through a pipe with a valve (V2) to a higher elevation. The vertical distance is labeled 'h' and the head loss is labeled 'H_f'.</p>	<p>A schematic diagram showing a pump (V1) drawing water from a '저수 탱크' (Reservoir Tank) and pushing it down through a pipe with a valve (V2) to a lower elevation. The vertical distance is labeled 'h' and the head loss is labeled 'H_f'.</p>
성능곡선	<p>A graph of Head (H) vs. Flow (Q). A green curve represents the pump's performance (H-Q). A red curve represents the system resistance (R). They intersect at point 'A', labeled '운전점' (Operating Point). The total head at this point is H_A, and the flow is Q_A. The static head is 'h'.</p>	<p>A graph of Head (H) vs. Flow (Q). A green curve represents the pump's performance (H-Q). A red curve represents the system resistance (R). They intersect at point 'A', labeled 'A 운전점'. The total head at this point is H_A, and the flow is Q_A. The static head is 'h'.</p>
내 용	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 위로 가압하는 경우 배관저항곡선은 실양정만큼 위로 이동 • 유량이 증가하며 배관저항곡선 상승 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물 아래로 가압하는 경우 배관저항곡선은 낙차압수두만큼 아래로 이동 • 유량이 증가하며 배관저항곡선 상승

1-13. 건식스프링클러설비에서 트립시간(Trip Time)과 이송시간(Transit Time)에 영향을 주는 요인에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.181

1. 방수지연시간의 개념

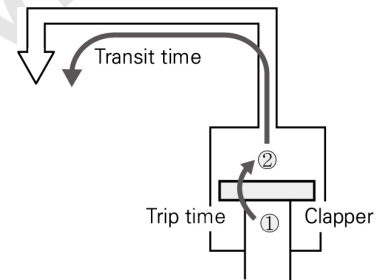
- 1) 화재에 의해 헤드가 감열되어 개방된 시점으로부터 소화수가 방출되기까지의 시간

$$\text{방수지연시간} = \text{트립시간 (Trip time)} + \text{소화수 이송시간 (Transit time)}$$

- 2) 건식스프링클러는 헤드 개방 시, 즉시 물이 방출되지 않는 방수시간 지연이 단점이다.
이를 저압건식 밸브, 익저스터, 엑셀레이터, 2차 측 내용적 제한 등으로 보완하고 있다.

2. 트립시간 (Trip time)

- (1) 헤드가 감열에 의해 개방된 후 공기가 빠져나가 클래퍼가 열리면
서 2차측 배관으로 물이 유입되기까지의 시간이다.
(2) 즉, 헤드개방부터 밸브 2차 측 물 유입 시간이다.



3. 이송시간(Transit time)에 영향을 주는 요인

- 1) 트립시간 계산식

$$t = 0.0352 \times \frac{V}{A\sqrt{T}} \times \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$

t : 트립시간 [sec]

V : 밸브 2차 측 배관 체적 [ft^3]

A : 개방된 헤드 살수면적 [ft^2]

T : 공기온도 [$^{\circ}R$]

P_1 : 밸브 1차 측 압력 (절대압력)

P_2 : 밸브 2차 측 압력 (절대압력)

- 3) 이송시간에 영향을 주는 인자

- (1) 2차 측 배관 내용적 : 클수록 이송시간이 길어진다.
(2) 2차 측 공기압력 : 높게 설정될수록 이송시간이 길어진다.
(3) 1차 측 압력: 높게 설정될수록 이송시간이 단축된다.
(4) 설치된 헤드의 오리피스 구경 (K-factor) : 작을수록 이송시간이 길어진다.
(5) 이그조스터 설치 시 배관 내 압축공기를 빠르게 배출할 수 있어 이송시간이 단축된다.
(6) 개방된 헤드 개수가 많은 경우, 압축공기가 빨리 배출되어 이송시간이 단축된다.

제 2교시 문제풀이

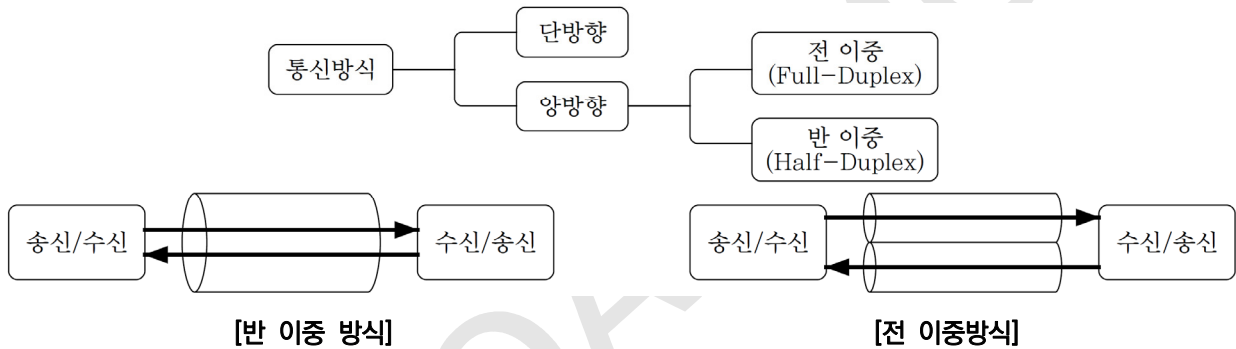
2-1. 무선통신보조설비에 대하여 다음사항을 설명하시오.

- (1) 송신기와 수신기의 구조도
- (2) 누설동축케이블과 내열동축케이블의 구조도
- (3) 전송손실과 결합손실

답)

출처 소방기술사 요해 2권 p.540, 화재안전기준해설서

1. 정보를 교환하는 정보흐름의 방향에 따른 분류



반이중 통신(Half-duplex)은 양측 모두 송수신이 가능하지만, 한 쪽이 송신중이라면 반대쪽은 수신만 가능한 방식입니다.

2. 송수신기와 수신기의 구조도

1) 송신기

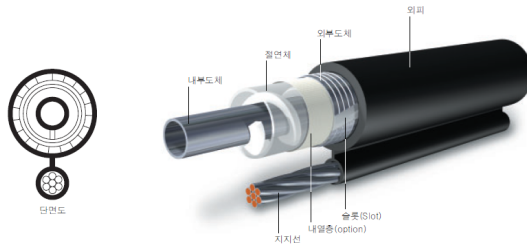
정보원으로부터의 정보를 전기적인 신호형태로 변환한 후 이를 원거리 전송에 적합하도록 신호처리하거나 변환하여 송신하는 설비이다.

2) 수신기

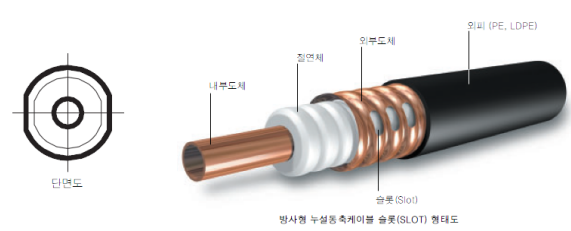
원거리로 전송된 전기적 신호를 수신한 후 이를 처리하여 사람이 이해할 수 있는 형태로 정보를 가공, 처리하는 전기적 설비이다. 무선통신 보조설비에서의 수신기는 같은 주파수 채널을 가진 소방대의 모든 무전기를 말한다.

3. 누설동축케이블과 내열누설동축케이블의 구조도

1) 누설동축케이블



누설동축케이블(LCX Cable)



누설동축케이블(Radiax Cable)

2) 내열누설동축케이블

누설동축케이블 절연체의 외부에 내열층을 두고 최외층에 난연성의 시스를 감은 케이블

4. 전송손실과 결합손실

1) 전송손실

- (1) 도체에 전류가 흐르면, 임피던스에 의해 도체 내에서 손실이 발생
- (2) 전송손실 : 도체손실 + 절연체손실 + 복사손실
- (3) 길이가 증가할수록 전송손실은 증가한다.

2) 결합손실

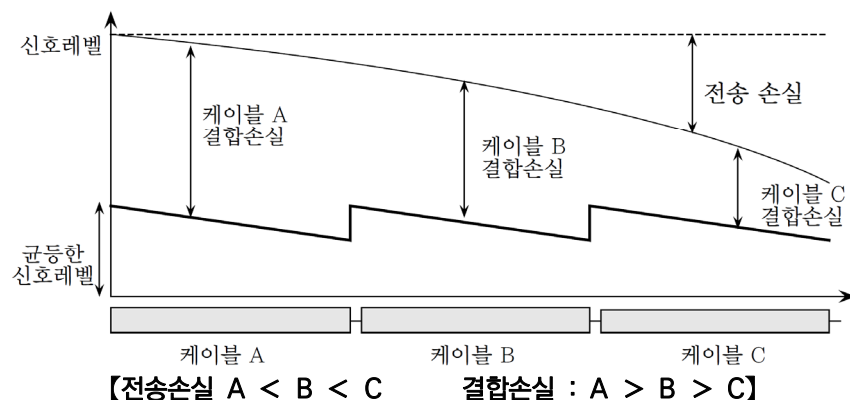
- (1) 결합손실은 무선통신케이블에 기기 등을 추가하여 발생하는 손실이다.
- (2) 케이블 내부의 전송전력과 일정거리 떨어진 지점에서 수신되는 수신 전력의 비율이다.

$$L_C = 10 \log \left(\frac{P_T}{P_R} \right) \quad L_C : \text{결합손실}, P_R : \text{입력된 전력}, P_T : \text{수신된 전력}$$

- (3) 결합손실은 Slot의 형상, 길이, 각도에 따라 달라지며, 길이가 길수록 축에 대한 각도가 커질수록 작아진다.

3) 전송손실과 결합손실 간의 관계

- (1) 전송손실이 적은 곳 : 결합손실이 크게
- (2) 전송손실이 큰 곳 : 결합손실이 작게



2-2. 완강기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 구조와 원리
- (2) 설치기준
- (3) 성능기준
- (4) 사용방법

답)

출처 소방기술사 요해 1권 p. 620, 완강기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준

1. 완강기 개요

사용자의 몸무게에 따라 자동적으로 내려올 수 있는 기구 중 사용자가 교대하여 연속적으로 사용할 수 있는 것

2. 구조와 원리

- 1) 속도조절기·속도조절기의 연결부·로프·연결금속구 및 벨트로 구성되어야 한다.
- 2) 강하시 사용자를 심하게 선회시키지 아니하여야 한다.
- 3) 완강기는 안전하고 쉽게 사용할 수 있어야 하며 사용자가 타인의 도움 없이 자기의 몸무게에 의하여 자동적으로 연속하여 교대로 강하할 수 있는 기구이어야 한다.
- 4) 로프의 양끝은 이탈되지 아니하도록 벨트의 연결장치 등에 연결되어야 한다.
- 5) 벨트는 로프에 고정되어 있거나 또는 분리식인 경우 쉽고 견고하게 로프에 연결할 수 있는 구조이어야 한다.

3. 설치기준

- 1) 층마다 설치
- 2) 설치수량 면적기준

구 분	바닥면적
숙박·노유자 및 의료시설	500 m ²
위락·문화집회 및 운동시설·판매시설	800 m ²
계단실형 아파트	각 세대
그 밖의 용도	1000 m ²

- 3) 숙박시설(휴양콘도미니엄을 제외한다)의 경우에는 추가로 객실마다
- 4) 계단·피난구 기타 피난시설로부터 적당한 거리에 있는 안전한 구조로 된 피난 또는 소화 활동상 유효한 개구부에 고정하여 설치하거나 필요한 때에 신속하고 유효하게 설치할 수 있는 상태에 둘 것

5) 완강기를 설치하는 개구부

- (1) 서로 동일직선상이 아닌 위치에 있을 것.
- (2) 가로 0.5 m 이상 세로 1 m 이상
- (3) 개구부 하단이 바닥에서 1.2 m 이상이면 발판 등을 설치
- (4) 밀폐된 창문은 쉽게 파괴할 수 있는 파괴장치를 비치해야 한다
- 6) 특정소방대상물의 기둥·바닥·보 기타 구조상 견고한 부분에 볼트조임·매입·용접 기타의 방법으로 견고하게 부착할 것
- 7) 완강기는 강하 시 로프가 건축물 또는 구조물 등과 접촉하여 손상되지 않도록 하고, 로프의 길이는 부착위치에서 지면 또는 기타 피난상 유효한 착지 면까지의 길이로 할 것

4. 성능기준

- | | | |
|-----------|-----------|--------------|
| 1) 강도시험 | 2) 내식시험 | 3) 충격강도시험 |
| 4) 낙하시험 | 5) 강하속도시험 | 6) 저·고온 강도시험 |
| 7) 침수기능시험 | 8) 내후성시험 | 9) 표시내구성시험 |

5. 사용방법

- 1) 완강이함에서 완강기를 꺼낸다.
- 2) 완강기 후크를 지지대에 연결한다. 이때 완강기 후크는 반드시 돌려서 잠가준다.
- 3) 안전벨트를 가슴에 착용한 후 고정 링을 가슴 쪽으로 꼭 당겨준다.
- 4) 아래를 확인한 후 줄을 바닥으로 떨어뜨린다.
- 5) 안쪽에 있던 지지대를 밖으로 향하게 한다.
- 6) 벨트가 풀리지 않도록 양팔을 벌린 후 얼굴이 벽에 부딪히지 않도록 손으로 벽을 가볍게 밀며 하강합니다.
- 7) 내은 후, 다음 사람을 위해 벨트를 아래쪽으로 끝까지 당겨준다

2-3. 2023년 12월 개정된 소방청의 소방시설 등 성능위주 평가운영 표준 가이드라인에서 명시한 내용 중 화재시뮬레이션 시나리오 및 수행결과의 신뢰성 확보에 대하여 설명하시오.

답)

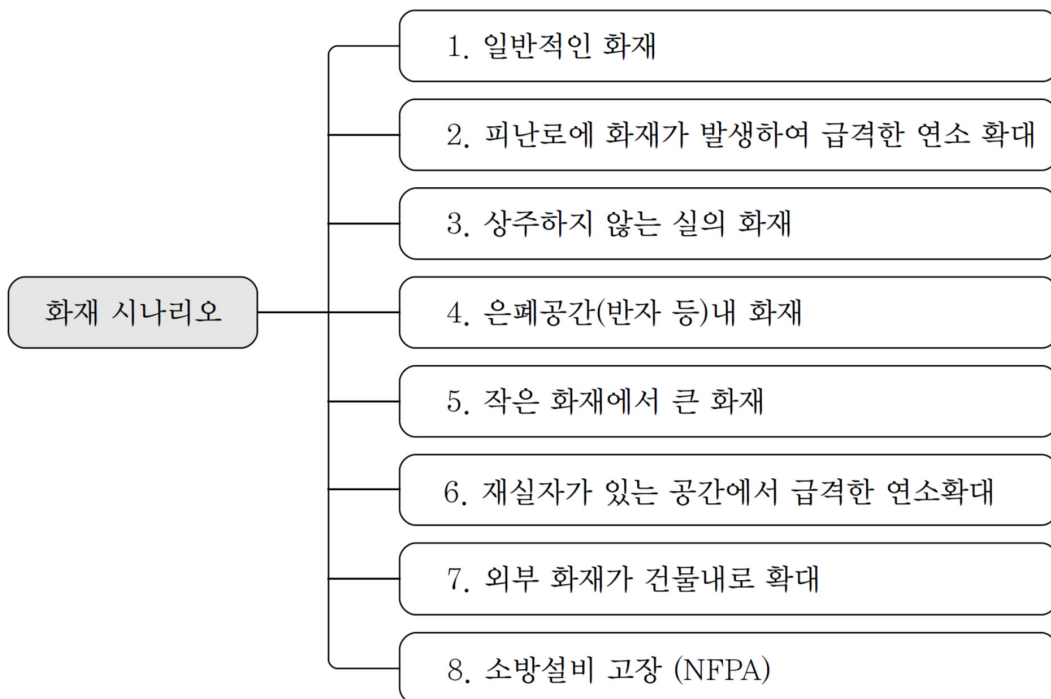
출처 소방기술사 요해 2권 p.653, 성능위주 평가운영 표준 가이드라인

1. 개요

화재시뮬레이션 수행 결과의 정확성을 담보하기 위해서는 설계자가 객관적인 데이터와 근거를 바탕으로 시나리오를 작성해야 함.

2. 시뮬레이션 수행 시 기본 화재시나리오 및 인명안전기준

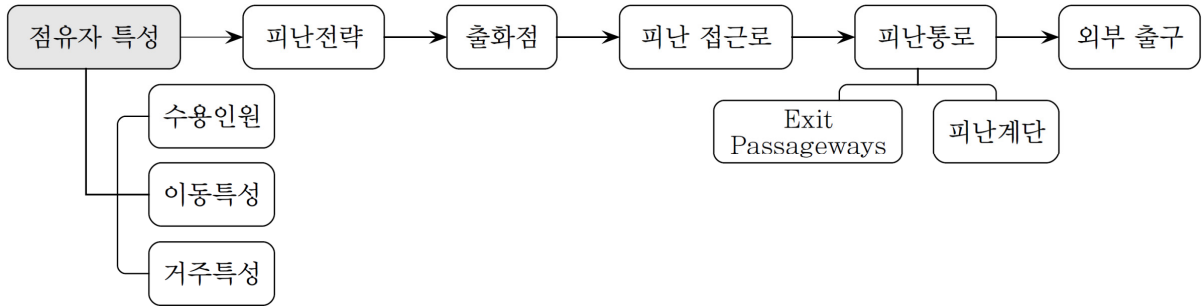
1) 가장 위험한 시나리오 외에 실제 자주 발생하는 화재와 관련해서는 화재 통계에 따른 시나리오를 반영



2) 하나의 건축물에 여러 용도가 복합적인 경우, 용도별로 화재 및 피난 시뮬레이션을 수행하여 안전성을 검증할 것

3) 주상복합아파트, 생활형 숙박시설, 오피스텔, 호텔 및 이와 유사한 특정소방 대상물은 가목에서 언급한 동 고시 별표1 중 시나리오1은 단위세대나 객실이 있는 기준층, 시나리오2는 근린생활시설이나 상가가 있는 기준층, 시나리오3은 지하 주차장을 대상으로 시뮬레이션을 수행할 것

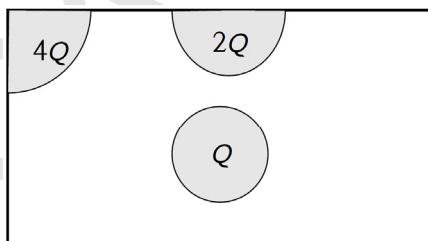
3. 화재·피난시뮬레이션 수행 시 제시할 사항



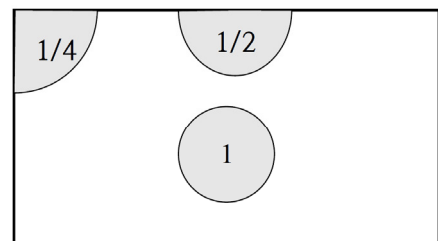
【피난계획 수립절차】

- 1) 건물 내 용도별 사용자 특성 (해당지역 인구통계, 장애인 비율 등 활용)
 - 2) 사용자의 수와 발화장소 (용도별 재실자 밀도, 최대수용인원 표기)
 - 3) 실 크기 (시뮬레이션 수행 도면 내 치수 및 스케일 표시 요망)
 - 4) 가구와 실내 내용물, 자동차 등은 지오메트리에 반드시 반영하여 피난할 수 없는 장애공간 또는 보행할 수 없는 공간으로 설정할 것
 - 5) 연소 가능한 물질들과 그 특성 및 발화원.
 - 6) 주차장 연기배출 (급·배기설비 설계안에 대한 평가·검증 필요)
 - 7) 최초 발화물의 위치
 - 거주밀도가 높은 다중이용시설(공연장, 문화 및 집회, 판매시설 등)의 경우 화재 시 피난계단실로의 진입에 방해가 되는 곳을 화재실로 우선 설정 필요.
- ※ 출화점 (대상층) 선정기준 : 피난이 가장 불리한 층
- (1) 재실자가 가장 많은 층
 - (2) 불특정 다수가 모이는 층
 - (3) 자력으로 행동할 수 없는 사람들이 있는 곳
 - (4) 피난인원수는 많지만 피난계단이 적은 층
 - (5) 피난로의 위치가 편중되어 피난안전성의 검증이 필요한 층

4. 화원의 크기와 특성 설정 시 반드시 객관적 근거자료를 명시할 것



[화재위치에 따른 열방출률]



[화재위치에 따른 연기발생량]

5. 소방청 R&D 연구과제의 실물 화재실험에 근거한 모델화원DB, 단일가연물DB, 공간용도별DB, 장치물성DB를 토대로 화재 시뮬레이션을 수행할 것
6. 격자크기는 NUREG-1824(미국 원자력 규제위원회)의 민감도 권장범위를 참고하여 격자크기를 선정할 것

2-4. 건물 외장재로서 BIPV (건물일체형 태양광 모듈)의 정의, 화재위험성 및 건축 시 기술적 유의사항(온도, 일사량, 음영)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 화재와 보험 186호

1. BIPV (건물일체형 태양광 모듈)의 정의

- 1) BIPV (building integrated photovoltaic)는 전력을 발생시키기 위해 건물 외벽에 설치되는 통합시스템
- 2) 지붕에 수평으로 부착되는 BAPV와는 달리 외장재 요소로서 건물 수직 방향으로 설치되고 있는 건물부재인 건물일체형 태양광 모듈이다

2. 기술적 유의사항

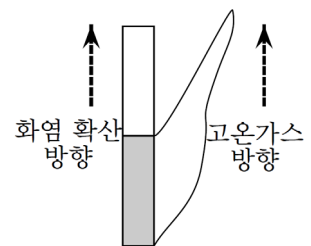
- 1) 온도
 - (1) 모듈의 온도 상승 → 전력생산 기능 저하 → 출력 감소
 - (2) 모듈과 외피 사이의 공기층
 - ① 온도 감소로 출력 증가
 - ② 수직 연소확산 주요 원인
- 2) 일사량
 - (1) 일사량감소 → 단락전류감소 및 개방전압감소 → 출력저하
 - (2) 지리적, 공간적 특성 및 기상조건에 영향받는다.
 - (3) 우리나라의 경우 적절 방사각은 30~35° 정도이다
- 3) 음영

음영발생 → 일사량감소 → 발전량감소

3. 화재위험성

- 1) BIPV 광패널의 화재 발생 위험성

BIPV 광패널은 BAPV와 구별됨에도 불구하고 BAPV에 적용하던 평가기술을 그대로 적용
- 2) 수직방향 화염확산속도 증가
 - (1) 에너지 효율을 높이기 위해 존재하는 공기층
 - ① 가연물에 공기를 공급
 - ② 부력효과
 - (2) 순풍으로 고온가스의 방향과 화염확산 방향이 같다
- 3) 화재 시 안접 건물로의 열복사에 의한 화재 확산 위험



【순풍】

4. 결론

BIPV가 산업계에 조화롭게 도입하기 위해서는 화재 안전적 기술 검토가 선행되어, 건축자재로서 건축법과 부합되는 화재안전성능이 확보된 건축자재 기술개발이 이루어져야 한다.

2-5. 대규모 화재공간에서 연기이동과 반대방향으로 기류가 공급되는 역기류(Opposed Airflow)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 p.321

1. 개요

- 1) 구획이 곤란한 대규모 공간의 경우 연기유동 방지(smoke control)는 연기 유동 방향과 반대되는 방향으로의 역기류(화재방향)로 제어한다
- 2) 화재구역으로의 역기류는 화재구역의 압력을 상승시키므로 일반적으로 배출과 병행하여 제어한다.
- 3) 대표적인 대규모 건축물은 아트리움, 터널 및 선큰(Sunken)이다.

2. 아트리움

- 1) 기류와 배출을 이용하여 연기 유동 방지
- 2) 기류속도

내부공간(거실) 화재	아트리움 화재
<p>【내부공간(거실) 화재】</p>	<p>【아트리움 화재】</p>
$v = 2 \sqrt{\frac{T_f - T_0}{T_f} h}$	$Z < 3 : v = 2 \sqrt{\frac{T_f - T_0}{T_f} h}$ $Z \geq 3 : v = 0.057 \left(\frac{Q}{Z} \right)^{1/3}$
	<p> T_f : 연기 온도(K) T_0 : 공기온도(K) h : 개구부 높이 </p>

3. 터널 (종류식)

1) 종류식 (정의)

터널입구 또는 수직갱, 사갱 등으로부터 신선공기를 유입하여 종방향 기류를 형성하여 터널 출구 등으로 오염된 공기 또는 화재 연기를 배출

2) 임계속도

- (1) 연기가 피난자의 대피 방향으로 역류 (Back layering)하지 않도록 하는 속도
- (2) 화재 시 열기류의 역류현상을 억제하기 위한 최소풍속
- (3) 터널의 경사도를 고려하여야 한다 (K_g : grade factor)

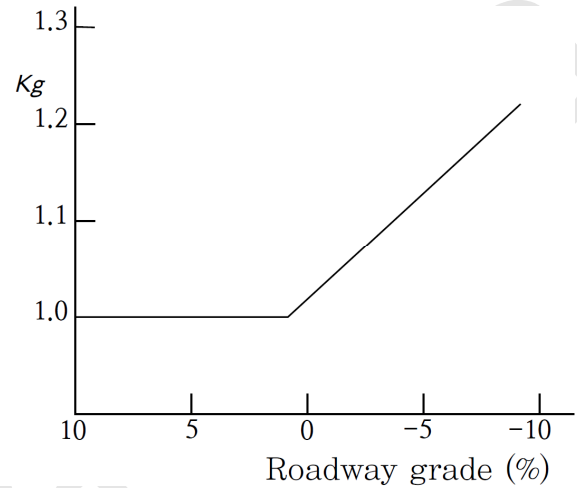
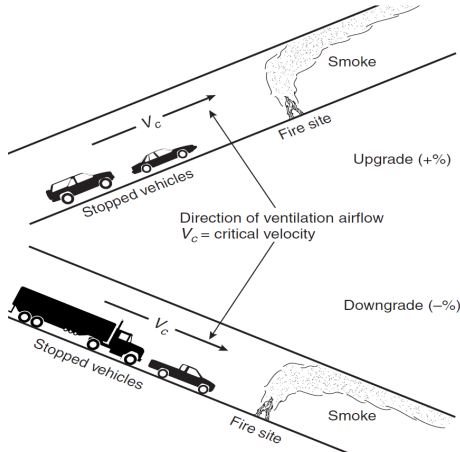
(4) 열방출률, 터널 길이, 폭 등을 고려하여 계산

$$v_c = K_1 \cdot K_g \left(\frac{g \cdot H \cdot Q}{\rho \cdot C_p \cdot A \cdot T_f} \right)^{\frac{1}{3}}$$

A : 터널 단면적 C_p : 비열 ρ : 공기밀도
 H : 터널 높이 K_1 : 0.606 T_f : 연기 온도(K)
 K_g : grade factor Q : 열방출률(MW)

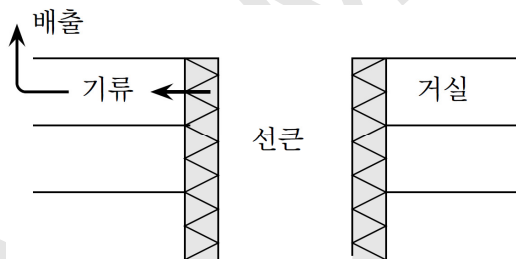
$$v = 0.292 K_g \left(\frac{Q}{w} \right)^{\frac{1}{3}}$$

v : 임계속도 Q : 열방출률(kW)
 w : 터널 폭 K_g : grade factor

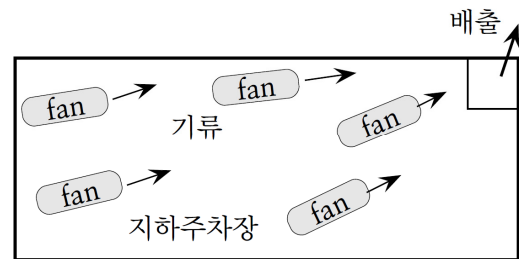


4. 선큰 (Sunken)

- 1) 선큰에 연기가 유입되면 선큰의 피난로 기능을 상실한다.
- 2) 선큰에서 기류와 거실에서의 배출로 연기 유입 방지



【선큰 (Sunken)】



【지하주차장】

5. 지하주차장

- 1) 제연의 목적은 주차장 인명보호보다는 건축물 상부로의 연기 유동을 방지하여 화재실 외부 인명 보호
- 2) 방법 : 유인펜을 이용한 역기류와 배출

2-6. 수계소화배관과 관련하여 국내와 NFPA 수압시험방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 1권 p.803

1. 개요

- 1) 배관작업이 완료되면 기밀성을 확인해야 한다.
- 2) 설비별 기밀시험 방법
 - (1) 습식 : 수압시험
 - (2) 건식 : 수압시험 및 공기압시험
 - (3) 가스계 : 공기압 시험

2. 국내 수압시험

- 1) 가압송수장치 및 부속장치의 접속상태에서 수압시험 실시
- 2) 옥외연결송수구 연결배관의 수압시험
- 3) 수압시험은 1.4 MPa의 압력으로 2시간 이상 시험하고자 하는 배관의 가장 낮은 부분에서 가압하되, 배관과 배관·배관부속류·밸브류·각종장치 및 기구의 접속부분에서 누수현상이 없어야 한다. 이 경우 상용수압이 1.05 MPa 이상인 부분에 있어서의 압력은 그 상용수압에 0.35 MPa를 더한 값

3. NFPA 수압시험 방법

- 1) 시험방법 및 주의사항
 - (1) 0.5 MPa 단위로 단계적 압력 상승
 - (2) 시험 전 24시간 동안 천천히 물을 채워서 잔류 공기 제거한다.
 - (3) 건식밸브 같은 차압식 밸브에는 밸브 손상방지를 위해서 클리퍼를 시트에서 떼어낼 것
 - (4) 동절기 등 수압시험이 불가능한 경우 건식밸브의 공기시험으로 대체
 - (5) 누수방지제를 첨가하지 말 것
 - (6) 압력측정은 설비의 최저부에서 할 것
- 2) 일반 수계
 - (1) 시험기준
 - ① 사용압력 150 psi 이하 : 최소 200 psi (1.4 MPa) 이상
 - ② 사용압력 150 psi 이상 : 정격압력 + 50 psi (0.35 MPa) 이상
 - (2) 판정 : 2시간 동안 압력강하가 없을 것

3) 미분무수

- (1) 저압 : 일반 수계와 동일
- (2) 중고압
 - ① 작동압력 $\times 1.5$ 에서 10분 동안 시험 후
 - ② 작동압력에서 110분 시험

4) 기타

- (1) 연결송수관의 송수구 인입배관에 있는 체크밸브 사이의 배관은 설비와 같은 방법으로 정수압 시험을 실시해야 한다.
- (2) 일제살수식의 경우 폐쇄 후 시험
- (3) 설비 변경
 - ① 20개 이하 제외
 - ② 20개 이상의 헤드 : 200 psi 압력으로 2시간 동안 시험

5) 건식, 준비작동식 스프링클러 설비에서 공기압 시험

- (1) 수압 시험과 공기압시험을 모두 실시한다.
- (2) 0℃ 미만의 장소에서는 최저온도의 시간대에 실시
- (3) 40 psi : 압력으로 24시간동안 1.5 psi 이하의 압력강하이면 합격

6) 가스계 소화설비에서의 공기압 시험 (할로젠화합물 및 불활성 기체 소화약제 소화설비 기준)

40 psi 공기압으로 10분간 시험하여 20 % 이상 누설되면 안 된다.

제 3교시 문제풀이

3-1. 수계소화설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 고가수조방식, 압력수조방식, 펌프방식, 가압수조방식
- (2) 고가수조와 옥상수조의 차이점

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.74

1. 수계소화설비 가압송수장치 개요

- 1) 가압송수장치는 수계소화설비의 중요 구성요소로서 물에 압력을 가해 물을 원하는 지점으로 송수하기 위한 장치
- 2) 화재제어를 위한 소화설비에서 필요로 하는 압력과 유량을 제공하는 설비
- 3) 고가수조방식, 압력수조방식, 펌프방식, 가압수조 방식이 있으며 신뢰도 측면에서는 고가수조의 자연낙차를 이용한 고가수조 방식이 좋으나 경제성, 장소 호환성 측면에서는 펌프방식이 좋아 현재 펌프 방식을 가장 많이 사용하고 있음

2. 가압송수 장치별 특징

1) 고가수조 방식

(1) 개요

- 고가수조(옥상 등에 설치되는 수원)의 자연낙차 압력으로 급수하는 수조
- 구성 : 급수관, 배수관, 수위계, 맨홀, 오버플로우관
- 고가수조의 내용량 : 유효수량보다 20 %정도 크게 확보

나. 계산식(옥내소화전 경우)

$$- H = h_1 + h_2 + h_3$$

(H: 필요한 낙차 [m], h1: 소방용 호스 마찰손실수두 [m], h2: 배관 마찰손실수두 [m])

h3: 방사압수두, 옥내소화전 17 m, 스프링클러 10 m)

2) 압력수조 방식

(1) 개요

- 압력수조에 소화용수와 공기를 채우고 일정 압력 이상으로 가압하여 그 압력으로 급수
- 구성 : 급수관, 배수관, 수위계, 급기관, 맨홀, 압력계, 안전장치, 자동식 공기압축기
- 압력수조의 유효수량 : 압력수조 내용적의 2/3 이하로

(2) 계산식 (옥내소화전 경우)

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + p_4$$

(P: 필요한 압력 [MPa], p1: 소방용호스 마찰손실압력 [MPa],

p2: 배관 마찰손실압력 [MPa], p3: 낙차의 환산수두압 [MPa]

p4: 방사압, 옥내소화전 0.17 [MPa], 스프링클러 0.1 [MPa])

3) 펌프 방식

(1) 개요

- 전동기 또는 내연기관에 의한 원심력을 이용하여 펌프의 토출압력을 이용한 가압방식

- 구성 : 압력계, 진공계/연성계, 흡입배관, 토출배관, 주펌프, 증압펌프, 압력챔버

- 동작방식 : 자동기동(기동용수압개폐장치 이용), 수동기동(원격기동, On-Off방식)

(2) 계산식 (옥내소화전 경우)

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

(H: 펌프 전양정 [m], h1: 호스 마찰손실수두 [m], h2: 배관 마찰손실수두 [m]

h3: 낙차수두 [m], h4: 방사압수두 옥내소화전 17 m, 스프링클러 10 m)

- 펌프 전동기 용량

$$P[kW] = 0.163 \frac{QH}{\eta} * K$$

(Q: 토출량 [m³/min], H: 전양정, η : 펌프효율, K: 전동기 계수)

4) 가압수조 방식

(1) 개요

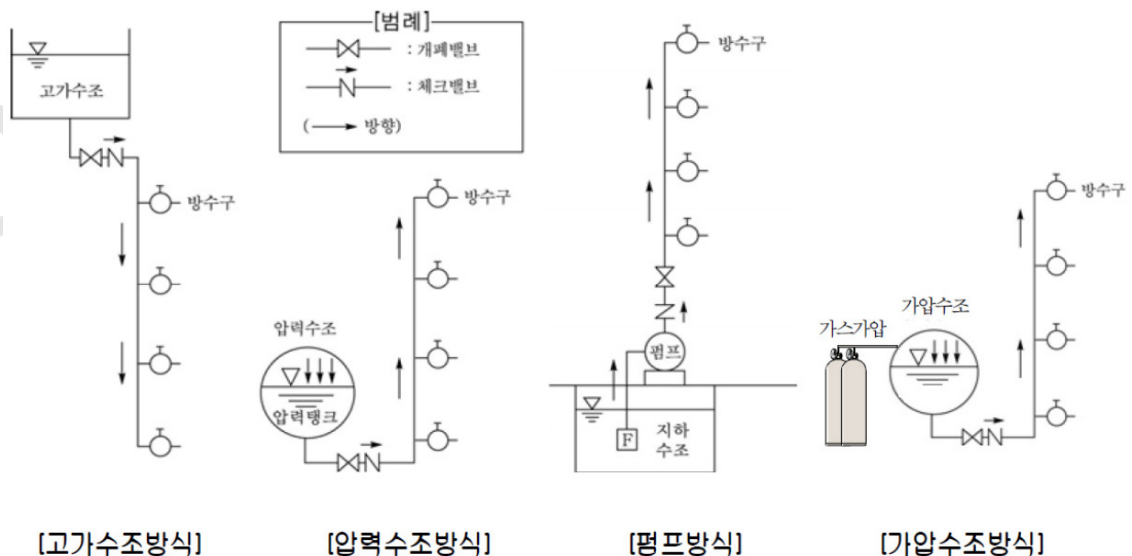
- 가압원이 되는 불연성가스 및 압축공기의 가압에 의해 소화수를 가압하는 방식(무전원)

- 구성 : 수위계, 급수관, 배수관, 급기관, 압력계, 안전장치, 수조의 소화수와 압력보충장치

(2) 설치기준

- 기준 : 기준개수 헤드에서 0.1 Mpa 방수압력 기준으로 80 lpm이상의 방수성능의 방수량 및 방수압 제공 (20분간 유지)

- 가압수조 및 가압원은 방화구획된 장소에 설치



5) 각 방식별 장단점 비교

구분	고가수조 방식	압력수조 방식	펌프 방식	가압수조 방식
개념	수조의 자연낙차 압력으로 가압	상시 축압된 공기에 의한 가압	전동기 또는 내연기관에 따른 펌프가압	화재 시 개방되는 가압용기에 의한 가압
장점	별도 전원장치 불필요 신뢰성 가장 좋음	설치면적이 적게 필요	유량, 양정 제한 없음 가장 많이 사용	설치면적이 적게 필요
단점	옥상 하중 고려 필요	별도 공기압축기 필요하고 구성복잡, Air lock현상 발생	정전, 펌프고장 시 소화계통 불능	다양한 유량, 양정조건을 충족할 수 없음

3. 고가수조와 옥상수조 차이점

구분	고가수조	옥상수조
목적	화재발생 시 수원공급	정전 등 비상시 수원공급
수원	주 수원	보조 수원
역할	가압송수장치	펌프 방식의 Fail-Safe 개념
적용	소방시설 전체가 물탱크 자연 낙차압만 이용	일부 설비(펌프 등)에 비상시 물공급
설치기준	노즐/헤드에서 해당 설비의 규정 방수압력 및 방수량 제공	유효수량 외에 유효수량의 3분의 1이상을 옥상에 설치해야 함

- 공통점 : 자연 낙차압 이용, 옥상에 설치, 수원공급

3-2. 플랜트 기기에서 반응폭주의 원인에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 1권 p.404

1. 플랜트 기기의 반응 폭주(Runaway Reaction) 개요

- 1) 반응폭주는 발열반응이 일어나는 반응기에서 냉각실패로 인해 반응속도가 급격히 증대되어 용기 내부의 온도 및 압력이 비정상적으로 상승하는 이상 반응
- 2) 제어가 되지 않은 냉각수 투입 불가 또는 운전조건의 이탈에 의한 비정상적으로 발열 반응
- 3) 반응폭주 결과로 반응기 온도, 압력은 급격히 증가되면서 통제범위 벗어나 위험성 확대

2. 반응폭주 발생 원인

- 1) 플랜트 공정 Utility 등의 이상 또는 정지
 - 공정 Utility : 동력원(전력, 스팀), 냉각원(냉각용수, 냉매), 계장용(Air)
 - Utility 등에 이상 발생 또는 비정상 가동 중지 시 반응기가 비정상 상태로 전이되어 반응폭주 발생
- 2) 계장시스템의 오작동
 - 공정 계장시스템은 공정의 생산성, 안정성 유지장치로 오류 발생 시 각종 변수가 통제 범위 이탈됨
 - 통제 범위 이탈 : 반응물질 과투입, 반응온도 제어실패, 촉매물질 과투입
- 3) 원재료 배합비율의 부적정
 - 반응물질 간의 혼합비율이 적정하지 않아 반응속도가 증가할 수 있으며
 - 아주 정확한 물질의 제어가 요구되는 공정에 혼합비율이 적정하지 않을 경우 산화반응을 위해 공급되는 공기의 경우에도 산화반응을 촉진시켜 반응폭주를 일으킬 수 있음
- 4) 미량 불순물의 농축
 - 증류, 분리, 정제 등 각종 단위조작의 과정에서 부반응에 의한 미량의 불순물이 생성되면 점차 농축되어 반응 폭주로 연결될 수 있음
- 5) 기기의 고장 및 파손
 - 발열반응기에 냉각수를 공급하는 펌프나 교반을 시키는 교반기가 고장 난 경우 급속한 발열로 인해 반응폭주 발생될 수 있음
- 6) 혼합에 의한 발열
 - 두 종류 이상 물질이 어떤 사고로 의해 혼합되었을 때 혼합열, 반응열이 발생해서 용기 내의 기체 또는 액체가 폭발적으로 팽창되어 탱크가 파열되는 반응폭주 발생할 수 있음

7) 조작실수에 의한 반응폭주

- 화학설비 근무자의 불안정한 행동에 기인한 것으로 밸브 개폐 등의 조작 실수 또는 반응기 속에 넣는 원재료 종류와 계량을 잘못해서 반응폭주로 연결
- 정비 및 검사 누락 등으로 기기의 파손, 누설, 오동작에 의해 반응폭주 발생

3. 반응폭주 현상 설명이론

1) Semenov 열발화 이론

- 물질이 반응을 하여 방출하는 열방출률과 대기 중으로 열을 빼앗기는 열손실률 간의 관계를 발열반응으로 설명
- 발열반응 : Arrhenius식 (열방출률은 온도에 지수적으로 변함)

$$\dot{Q}_c = \Delta H_c \cdot V \cdot C \cdot A \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}}$$

ΔH_c : 연소열 (kJ/mol)

V : 체적 (m^3)

C : 농도 (mol/m^3)

A : 빈도계수

E_a : 활성화에너지 (kJ/mol)

R : 기체상수 ($kJ/mol \cdot K$)

T : 온도(K)

- 열손실 : Newton냉각법칙 (열손실은 온도에 선형적으로 변함)

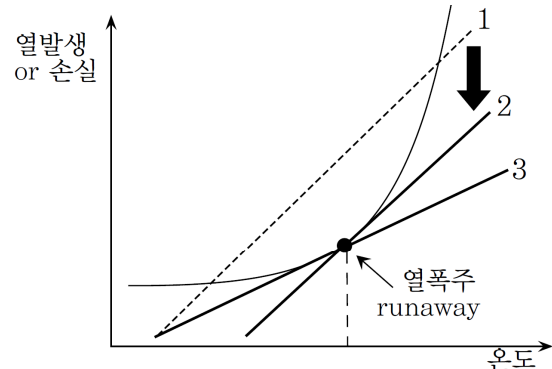
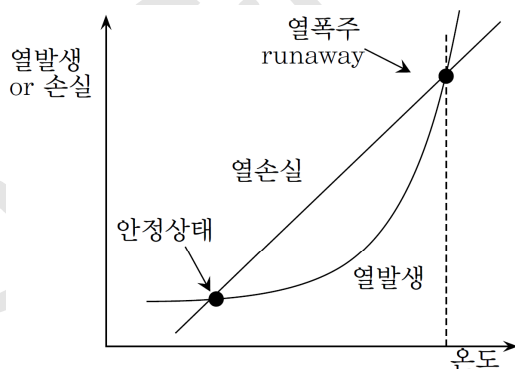
$$Q_{net} = h_k \cdot S \cdot \Delta T$$

h_k : 열전달계수 ($W/m^2 \cdot K$)

S : 면적 ΔT : 온도차

2) 반응기 반응폭주(Runaway) 해석

- 열발생과 열손실의 균형이 깨지는 경우 (발생열 \gg 반응열) 열이 과도하게 축적되어 비정상적 반응 증가
- 아래 오른쪽 그래프에서 주위 온도가 올라가면 1 \rightarrow 2로, 열전달계수 감소하면 1 \rightarrow 3으로 열손실 그래프가 변경되어 폭주상태로 변함



4. 반응폭주 제거 및 예방조치

1) 반응폭주 제거조치

(1) 안전한 공정의 설계 원리에 따라 방출되는 에너지를 감소

- ① 대체 : 물질 및 공정을 유해 / 위험성이 없는 것으로 교체
- ② 완화 : 취급 또는 저장 조건을 위험성이 적은 조건 또는 형태로 변경
- ③ 최소화 : 위험성 있는 물질의 양 감소

(2) 희석에 의해서 단열온도상승을 감소

반회분식 반응기 (Semi-batch reactor)의 경우에 전환된 반응물의 축적량을 제한할 수 있도록

2) 예방조치

(1) 반회분식이나 연속운전에서 원료공급속도를 제어

- ① 축적량을 제한하는 부분 공급(첨가)을 한다.
- ② 제어밸브 등으로 원료를 공급한다.
- ③ 공급탱크와 계량펌프를 이용하여 원료를 공급한다.

(2) 비상 시 냉각 (Quenching system)

- ① 기능실패(특히 냉각실패 원인이 전력이상인 경우)의 경우에도 냉각매체가 흐를 수 있어야 한다
- ② 비상 시 냉각을 위해 온도를 반응물질의 응고점 아래로 떨어지지 않도록 해야 한다.

(3) 급냉과 범람

- ① 촉매반응의 경우는 촉매 킬러 (Catalyst killer)의 첨가에 의해서 멈출 수 있다.
- ② 범람은 농도를 낮추거나 반응을 늦추거나 멈추기 위해 온도 내리는 희석과 냉각의 두 가지 효과를 가질 수 있도록 압력완화 시스템을 설계한다.

4) 투입 (Dumping)

- (1) 덤핑은 냉각물질이나 부촉매물질의 투입 (Dumping)에 의해 반응속도를 감소시키는 방법
- (2) 폭주에 대응하는 예방조치로서 덤핑의 적합성 평가는 급냉의 경우와 같다.
- (3) 만일 유틸리티가 고장이 있다 하여도 비상시 투입되도록 설계해야 한다.

5) 감압화

6) 경보시스템

3-3. 건축물 화재 시 다음 단계별 연기의 발연특성에 대하여 설명하시오.

(1) 화재초기 (2) 플래시오버 (3) 최성기

답)

출처 소방기술사 요해 1권 p.195

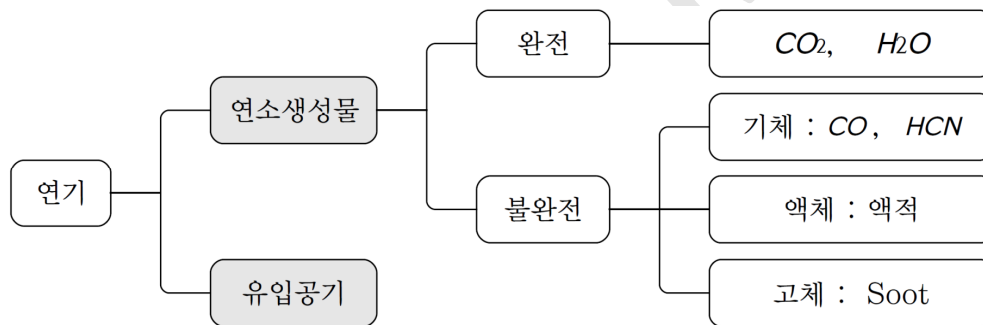
1. 연기의 발생(발연) 개요

1) 연기의 구성

(1) 연소생성물

- ① 완전 연소생성물 : CO_2 , H_2O
- ② 불완전 연소생성물
 - ㉠ 기체 : CO , HCN
 - ㉡ 액체 : 액적 (훈소 시 주로 발생하는 흰 연기)
 - ㉢ 고체 [검댕이(Soot)] : 가시거리, 복사율 (흡수율)

(2) 유입공기 (Entrainment) : 연기발생량



2) 연기 발생 메커니즘

- (1) 유기질 재료가 열을 받아 열분해 발생
- (2) 열분해생성물이 공기와 혼합되어 기체상태와 입자상태로 가스/증기 발생
- (3) 가연성 가스들이 계속 공급되면 화재 열에 의해 가연성 가스와 공기와 결합하여 연소
- (4) 화학반응(연소)으로 발생한 연소생성물과 공기가 합쳐져 연기 발생

2. 화재 초기 연기의 발연특성

1) 화재 초기 연소특성

- (1) 발화원 및 최초 발화물품이 화재 성장에 많은 영향
- (2) 환기 충분한 상태로 연료지배형 화재(당량비 < 1)에 해당
- (3) 실내 온도 상승 및 산소농도 저하가 완만하게 이루어짐

2) 화재 초기 발연 특성

(1) 발연량 : 다량의 연기가 실내에 충만

① 연기발생량 및 발생속도는 공급되는 공기의 양에 따라 결정되며 가연물의 종류와 표면적 또는 위치에 따라 상당히 다름

- 연기발생량 : 열방출률과 청결층(수직거리)의 함수

$$\textcircled{㉠} \text{ 토마스식 : } 0.188 p_f \cdot y^{\frac{3}{2}}$$

$$\textcircled{㉡} \text{ NFPA 204 (거실제연) : } K \cdot Q^{\frac{1}{3}} \cdot y^{\frac{5}{3}}$$

② 유입공기량에 비례하므로 화재초기 발연량은 화재 성숙기 발연량보다 많다

(2) 연기 색

- 재료 중에 수분이 많이 있어 백색 또는 회색, 플라스틱류와 유지류는 검은색

(3) 제연설비보다 스프링클러가 먼저 동작하면 발생한 연기가 젖어 스모크로깅 현상

(4) 연기발생 영향 요소

① 연기의 질적 측면 : 연소생성물

- 환원 반응 영역

㉠ 가연물 구성요소

㉡ 열적 특성 (탄화 등)

- 산화 반응 영역

㉠ 농도 : 화재의 경우 이용할 수 있는 공기량에 비해서 분해되는 가연물 양의 과다한 경우 (환기지배형) 불완전 연소생성물이 많이 발생

㉡ 온도 : 화학반응 (연소)는 온도에 비례한다. (아레니우스)

② 연기의 양적 측면 : 유입공기량

- 초기 화재의 열방출률

- 구획실의 층고, 청결층 높이 (수직거리)

3. 플래시오버 단계 연기의 발연특성

1) 플래시오버 단계 연소특성

(1) 구획실 열 축적으로 인한 급격한 화재 성장 (열방출률 최대)

(2) 연료지배 화재로부터 환기지배 화재로의 전이

(3) 구획실내 모든 가연성 물질이 거의 동시에 발화됨

(4) 창문과 문으로 화염이 분출될 정도로 실내에 화염이 가득 찬 상태

2) 플래시오버 단계 발연 특성

(1) 발연량 급증

급격한 온도상승에 따라 화재가 발생한 실내의 가스 등이 팽창하여 다량의 연기가 발생하고 일시에 실외로 분출

(2) 고온의 연기 발생

Ceiling jet flow 복사열이 구획실 아래 가연물로 열/연기 재방출 피드백

(3) 산소공급이 충분하지 않으면 미처 연소되지 않은 탄소입자 다량함유한 농도 짙은 검은 연기 분출

(4) 두텁고 뜨겁고 진한 연기가 구획실 아래로 쌓임

(5) 단일구획공간(ISO-9705)에서는 연기발생량이 80m²/s 이상이 되면 F.O. 발생

4. 최성기 연기의 발연특성

1) 최성기 연소특성

(1) 열방출률이 유입공기량에 의해 제한받는 화재 (환기 지배형)

개구부를 통한 유입공기량은 정해져 있어 시간에 따라 열방출률 변하지 않는 정상화재

(2) 화재지속시간은 가연물의 양(화재하중) 및 환기변수에 영향 받음

2) 최성기 발연 특성

(1) 연기의 분출 속도는 빠르고 화재 초기보다 발연량은 적음

(2) 산소가 부족하여 불완전연소생성물(CO, HCN, soot, 액적 등)이 함유된 연기 발생

(3) 최성기에는 가연물들이 수분 등이 다 날아가고 순수한 가연물들만 연소하고 있으며 지속적인 연소로 인해 전체 가연물 화재하중은 감소된 상태로 연소생성물은 많지만 연기발생량은 감소

(4) 최성기 이후에는 독성가스가 많이 생성되므로 인접구역으로의 연기유동에 주의 필요

연기 유동 영향인자 : 연돌효과(Stack effect), Wind effect, Piston effect 등

5. 건축물 화재 성장단계별 연기 발생 고려사항

단계	예방 측면	Passive/Active	피난 측면
화재 초기	- 내장재 등 방염성능 확보 (발연량 400 이하) - 화재하중 감소	방연구획(제연경계 등) 거실제연(청결층 확보)	- 조기화재감지(연기감지기) - 비화재보 예방 위한 장소별 적응성 있는 감지기 - 발연에 따른 가시거리감소
플래시오버 /최성기	- 내화구조 설계 (방화문/댐퍼 방연성능)	부속실 제연 (피난로 연기유입 방지)	(감광계수×가시거리=일정) - 요구 피난시간 동안 가시거리 충분히 확보

3-4. 연료전지에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 구성 및 전기발생 원리
- (2) 종류 및 특징

답)

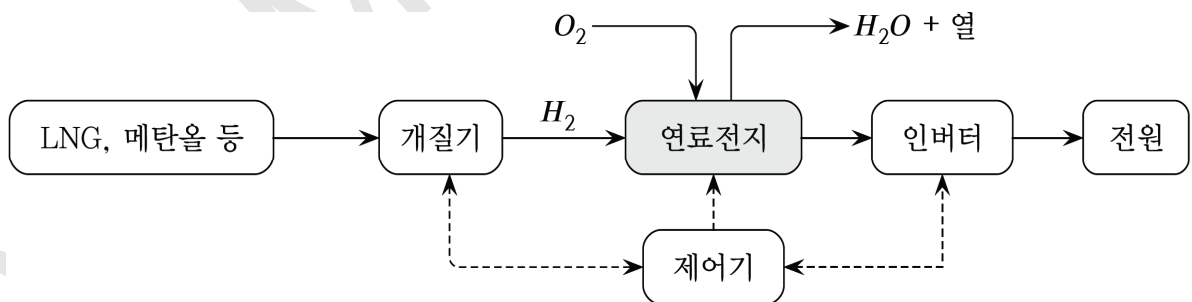
출처 소방기술사 요해 2권 p.507

1. 연료전지 개요

- 1) 수소와 산소가 갖고 있는 화학에너지를 전기화학 반응에 의해 전기에너지로 변환시켜 발전하는 방식
- 2) 연료전지는 크게 연료극(음극, Cathode), 공기극(양극, Anode) 및 전해질로 나누어지는데 공기극(양극, Anode)에는 산소가 연료극(음극, Cathode)에는 수소가 공급됨
- 3) 물의 전기분해 역반응(발열반응)으로 전기화학 반응이 진행되면서 전기, 열, 물이 발생
- 4) 연료전지 특징
 - (1) 발전효율이 30~40 %이며, 열병합발전 시 80 % 이상 가능(날씨/계절 무관)
 - (2) 도시가스, LPG, 바이오가스 등 다양한 연료사용이 가능
 - (3) 종래의 발전소에서 송전 받는 방식(열 손실, 송전 손실 발생)에 비해 친환경적, 에너지 효율 높음
 - (4) 가정용 이외에 노트북, 자동차, 대규모 발전 등 다양한 분야에 적용 가능

2. 연료전지 구성 및 전기발생 원리

1) 연료전지 구성

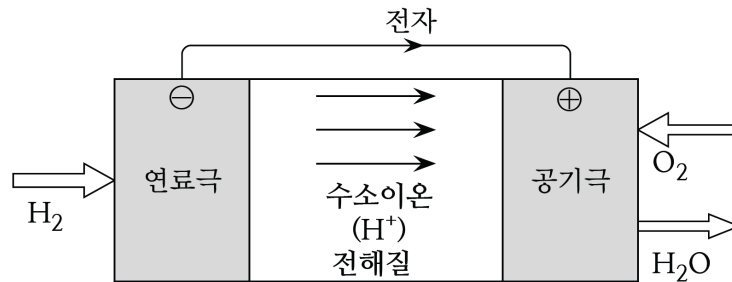


- (1) 개질기(Reformer) : 화석연료(천연가스, 메탄올, 석유 등)로부터 수소를 발생시키는 장치
- (2) 연료전지스택(Stack) : 원하는 전기출력을 얻기 위해 단위전지를 수십장, 수백장 직렬로 쌓아 올린 본체
- (3) 인버터(Inverter) : 연료전지에서 나오는 직류를 교류로 변환시키는 장치
- (4) 주변보조기기(BOP : Balance of Plant) : 연료, 공기, 열 회수 등을 위한 펌프류, Blower, 센서 등

2) 전기 발생 원리

- (1) 연료극에서 수소가 수소이온과 전자로 분해
- (2) 수소이온은 전해질을 거쳐 공기극으로 이동
- (3) 전자는 외부회로를 거쳐 전류를 발생 (발전기)
- (4) 공기극에서 수소이온과 전자, 산소가 결합해 물이 된다.

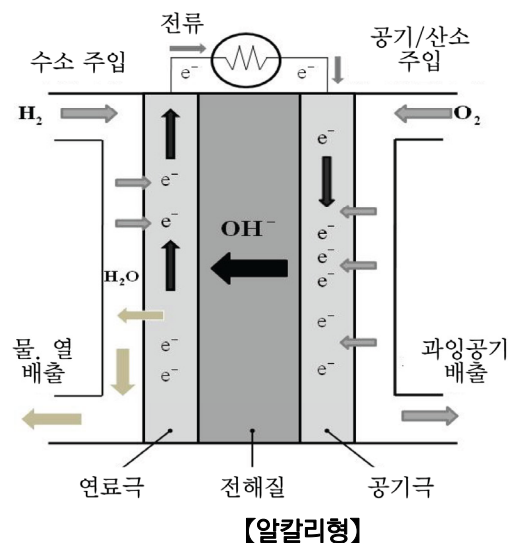
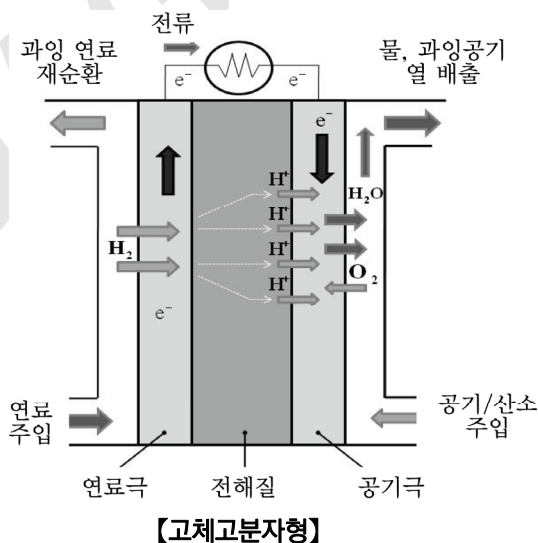
- ① 연료극 (음극, Cathode) : $2H_2 \Rightarrow 4H^+ + 2e^-$
- ② 공기극 (양극, Anode) : $O_2 + 4H^+ + 4e^- \Rightarrow 2H_2O$
- ③ 전체반응 : $2H_2 + O_2 \Rightarrow 2H_2O$



3. 연료전지 종류 및 특징

1) 산성전해질 연료전지

- (1) 종류 : 인산형 연료전지 (PAFC), 고체고분자형 연료전지 (PEMFC)
- (2) 고체고분자형 연료전지의 전해질은 탄화플루오르 (C-F) 중합체
- (3) 인산형 연료전지와 고체고분자형에서는 수소가스와 전자는 전해질을 통과하지 못하지만 연료극에서 생성된 수소이온은 전해질을 통해 연료극에서 공기극으로 이동한다.
- (4) 공기극에서 수소이온은 산소와 외부회로를 거쳐 회수되는 전자와 반응하여 물을 생성한다.
- (5) 인산형과 고체고분자형은 소형이나 큰 힘을 발생시킬 수 있다.



2) 알칼리전해질 연료전지

(1) 알칼리형 연료전지 (AFC)

- (2) 수산화칼륨 수용액을 전해질로 사용하며, 고온 (100~250 ℃)에서 작동한다.
- (3) 알칼리형 연료전지는 발전방법이 다른 연료전지와 다르다. 공기에서 전지로 공급되는 산소는 공기극에서 물과 반응하여 수산화이온을 생성시킨다.
- (4) 이 수산화이온은 연료극으로 이동하여 수소와 촉매 반응을 일으켜 물을 생산하고, 전자는 외부 회로로 이동
- (5) 이 전지에서 물은 다른 연료전지들의 경우와 달리 공기극이 아닌 연료극에서 생성된다.

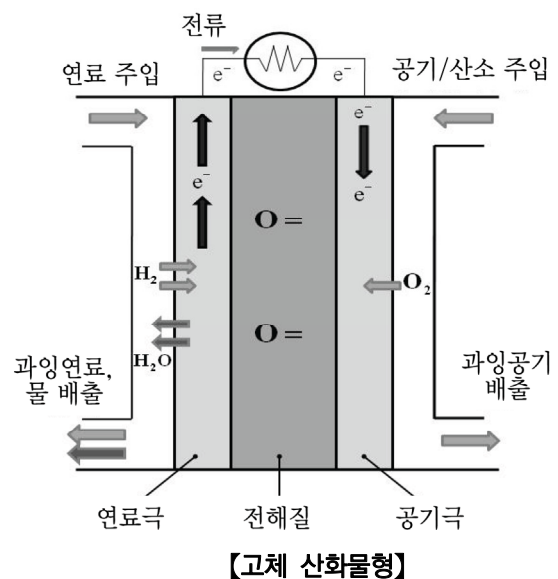
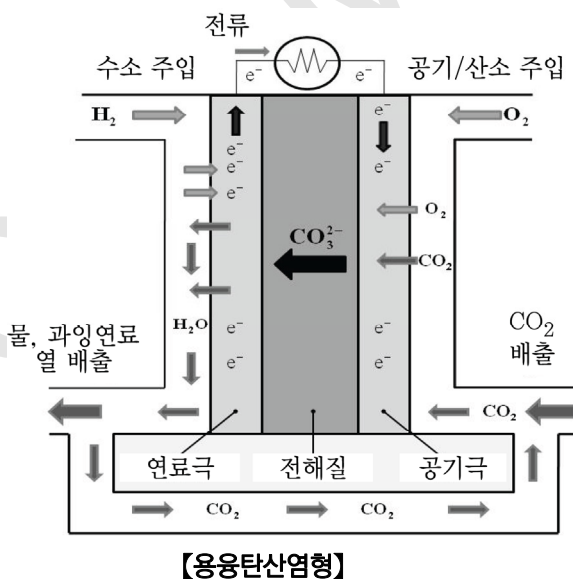
3) 고온형 연료전지

(1) 용융탄산염형 연료전지 (MCFC)

- ① 전해질로 용융 금속 탄산염 결합형 다공성 세라믹 매트릭스를 사용한다.
- ② 약 650 ℃의 온도에서 작동하며, 공기극에서 산소와 이산화탄소는 전해질을 통해 연료극으로 이동하는 탄산염 이온으로 화학변화를 하며, 연료극에서 탄산염 이온은 수소와 반응하여 이산화탄소와 물을 생산한다.
- ③ 고온에서 작동되는 이 전지는 저가의 촉매의 사용이 가능하다.
전지는 독립된 개질기를 요구하지 않는다.

(2) 고체 산화물형 연료전지 (SOFCs)

- ① 단단한 비다공성 세라믹을 전해질로 사용한다.
- ② 약 1000 ℃ 정도의 운전온도는 이 전지들이 탄화수소 연료의 내부 개질과 저가의 촉매 사용을 가능하게 한다.
- ③ 황과 일산화탄소의 독성에 대해 강한 저항력을 가지고 있기 때문에 다양한 연료의 사용이 가능



4) 연료전지 특징 비교

구분	알칼리 (AFC)	인산형 (PAFC)	융융탄산염형 (MCFC)	고체산화물형 (SOFC)	고분자 전해질형 (PEMFC)	직접메탄올 (DMFC)
전해질	알칼리	인산염	탄산염	세라믹	이온교환막	이온교환막
동작온도(°C)	100 이하	220 이하	650 이하	1,200 이하	80 이하	80 이하
효율(%)	85	70	80	85	75	40
용도	특수용	중형건물 (200 kW)	중·대형건물 (100 kW~MW)	소·중·대용량 발전(1 kW~MW)	가정·상업용 (1~10 kW)	소형이동 (1 kW 이하)

3-5. 가스계소화설비와 관련하여 NFPA 2001에서 규정하고 있는 시간지연 (Time Delays) 및 차단 스위치 (Disconnect Switch)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 p.212, NFPA 2001

1. 개요

- 1) 가스계소화설비가 오동작이나 조작 부주의로 동작 시 소화약제 방출 시작 시간을 지연 (Time Delays)시켜서 재실자의 충분한 피난시간을 확보할 수 있어야 한다.
- 2) 시간지연(Time Delays)의 목적에 부합하기 위해서는 기준을 확인하고 적용해야 한다.
- 3) 원하지 않는 가스계소화약제 방출을 방지하기 위해서는 오동작을 초래할 수 있는 요인들을 사전에 철저히 평가하고 반영하여야 한다.

2. NFPA 2001 청정소화약제 방출시스템 감지/작동/경보/제어

- 1) Abort Switch
가스계소화설비 오동작이나 조작부주의로 동작시 설비를 비상정지시키는 스위치
자동복귀형 스위치로서 수동식 기동장치 타이머를 순간정지시키는 기능의 스위치
- 2) Time Delays
Abort Switch에 의해 가스계소화설비 약제 방출이 지연된 시간
- 3) Disconnect Switch
비정상 가스계소화약제 방출을 방지하기 위한 차단스위치
- 4) Lockout valves
약제저장실과 방출헤드 사이에 설치하는 수동밸브로 점검 및 공사 시 수동으로 폐쇄
(NFTC : 소화약제 저장용기와 선택밸브 사이의 집합배관에 설치)
- 5) 기타
제어판넬(Control pannel), 자동감지(Automatic detection), 수동해제(Manual Release),
장치작동 및 제어장비(Operating Devices and Control Equipment)

3. 가스계 소화설비 방출 시간 지연(Time Delays)

- 1) 시간 지연 필요성
 - (1) 방호구역 재실자의 충분한 피난시간 확보
 - (2) 불활성가스계열의 경우 오동작 방출 시 재실자의 산소결핍(질식) 야기
 - (3) 할로젠화합물 계열의 경우 오동작 방출 시 심장 과민반응 야기 및 독성물질 불화수소(HF)에 노출

2) NFPA 2001 시간지연(Time Delays) 적용 기준

- (1) 재실자 대피를 위해 억제방출 전 충분한 사전 방출 압력 및 시간 지연을 제공해야 함
- (2) 화재가 빠르게 성장하는 위험 지역의 경우 시간 지연을 제공하면 생명과 재산에 대한 위험이 증가하므로 시간 지연을 제거하는 것이 허용됨
(위험 지역 : 가연성 액체 저장 또는 운반 구역 및 에어로졸 충전 구역 포함)
- (3) 시간 지연은 재실자 대피 또는 위험 지역 방출준비에만 사용되어야 함
- (4) 시간 지연은 자동 작동 전에 감지 장치의 작동을 확인하는 수단으로 사용되어서는 안 됨

4. 방출 차단 스위치 (Disconnect Switch)

1) 차단 스위치 필요성

- (1) 비 정상(Unwanted) 소화설비 동작 시 방출 차단 (예. 갑작스런 정전)
- (2) Clean agent system 트립 유발 전 차단
(ex. 냉매 에어로졸 방출 에어컨 시스템, 장시간 미사용후 납땜하거나 전기 히터를 켜는 경우)

2) NFPA 2001 차단 스위치(Disconnect Switch) 적용기준

- (1) 전기로 작동되는 청정시스템의 원치않는 방전방지를 위해 관리되는 차단 스위치 제공되어야 함
- (2) 차단스위치는 다음 방법 중 하나를 사용하여 무단 사용으로부터 보호되어야 함
 - ① 잠금 가능한 해제 제어패널 내부에 위치
 - ② 잠금 가능한 인클로저 내부에 설치
 - ③ 키(key) 있는 차단스위치 (제어반 외부에 위치 시)
- (4) 키(key) 있는 차단 스위치의 경우, 방출 회로가 미연결된 동안 액세스 키를 제거할 수 없음
- (5) 방출시스템 릴리즈 순서를 SW프로그래밍을 통해 해제하는 것은 물리적 차단 스위치 대신 사용할 수 없음
- (6) 차단스위치 차단내역은 패널에 표시되어야 함

5. 국내 가스계 소화설비 설치 고려사항

- 1) 시간지연(time delays)을 비정상적으로 사용하는 사례를 제한하도록 명시적 가이드 필요
- 2) 소화설비 오동작시 방출피해 최소화하기 위한 방출 차단장치(disconnect switch) 검토
- 3) Lockout밸브를 저장용기실 기준으로 설치하는 것이 아니라 방호구역마다 설치하여 특정구역 공사 시에도 안전을 확보하는 것이 중요함

※ 보충 : NFPA 2001 Chapter 9**Chapter9 Detection, Actuation, Alarm, and Control Systems for Clean Agent Releasing Applications****9.1 General****9.2 Automatic Detection****9.3 Manual Release.****9.4 Operating Devices and Control Equipment for Agent Release, Discharge Control, and Equipment Shutdown****9.5 Operating Alarms, Notification Appliances, and Indicators****9.6 Abort Switches.****9.7 Time Delays.**

9.7.1 A pre-discharge alarm and time delay sufficient to allow personnel evacuation prior to discharge shall be provided.

9.7.2 For hazard areas subject to fast-growth fires, where the provision of a time delay would increase the threat to life and property, a time delay shall be permitted to be eliminated.

9.7.3 Time delays shall be used only for personnel evacuation or to prepare the hazard area for discharge.

9.7.4 Time delays shall not be used as a means of confirming operation of a detection device before automatic actuation occurs.

9.8 Disconnect Switch

9.8.1 To avoid unwanted discharge of an electrically actuated clean agent system, a supervised disconnect switch shall be provided.

9.8.2 The disconnect switch shall be secured against unauthorized use by one of the following methods:

- (1) Locate inside a lockable releasing control panel
- (2) Locate inside a lockable enclosure
- (3) Require a key for activation of the switch

9.8.3 When the disconnect switch requires a key for activation, the access key shall not be removable while the releasing circuit is disconnected.

9.8.4 Disarming the suppression system release sequence via software programming shall not be acceptable for use in lieu of a physical disconnect switch.

9.8.5 The disconnect switch shall be listed.

9.9 Lockout Valves

3-6. 연기감지기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

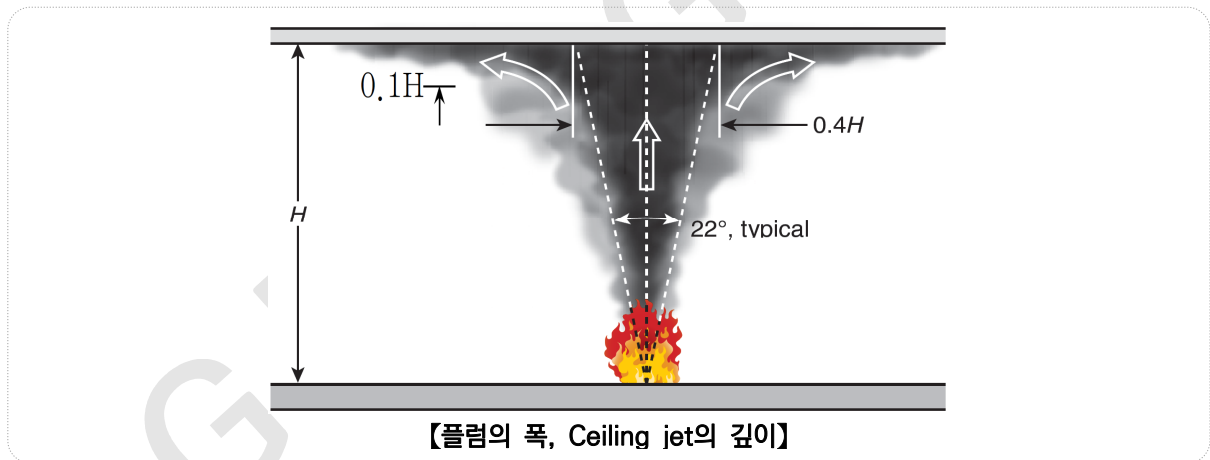
- (1) 보행거리 30 m마다 1개 이상 설치하는 이유
- (2) 폭 1.2 m 미만의 복도, 계단, 경사로에서의 배치방법
- (3) 광전식분리형감지기 설치기준

답)

출처 소방기술사 요해 2권 p.394, 화재안전기준해설서

1. 연기감지기 설치 개요

- 1) 연기감지기는 주위의 공기가 일정 농도의 연기를 포함할 경우 이를 검출하여 작동한다.
- 2) 이온화식, 광전식 (스포츠형, 분리형, 공기 흡입식), Video-Based Smoke Detection 등이 있다
- 3) 연기감지기 선정 시에는 가연물의 조성 및 연소상태, 입자의 크기 및 분포, 입자의 수량 및 밀도입자의 색상 및 굴절률(산란) 등을 고려해야 한다
- 4) 연기감지기 설치 시에는 층고, 장애물 형태, 플럼의 형상 (플럼의 상승 폭, ceiling jet 깊이) 등을 고려하여 감지기 간격 및 설치 위치를 결정하여야 한다.
 - NFPA 72 감지기 설치 시 화재 플럼의 폭은 $0.4H$, Ceiling jet의 깊이는 $0.1H$ 고려하여 설치



2. 연기감지기 설치기준 (NFTC 203)

1) 설치장소

- (1) 계단 · 경사로 및 에스컬레이터 경사로
- (2) 복도(30 m 미만의 것을 제외한다)
- (3) 엘리베이터 승강로(권상기실이 있는 경우에는 권상기실) · 린넨슈트 · 파이프 피트 및 덕트 기타 이와 유사한 장소
- (4) 천장 또는 반자의 높이가 15 m 이상 20 m 미만의 장소

(5) 취침·숙박·입원 등 이와 유사한 용도로 사용되는 거실

① 공동주택·오피스텔·숙박시설·노유자시설·수련시설

② 교육연구시설 중 합숙소

③ 의료시설, 근린생활시설 중 입원실이 있는 의원·조산원

④ 교정 및 군사시설

⑤ 근린생활시설 중 고시원

(6) 다만 교차회로 방식의 감지기가 설치된 장소 또는 특수감지기가 설치된 장소에는 그러하지 아니하다

3) 설치기준

(1) 감지기의 부착높이에 따라 다음 표에 따른 바닥면적마다 1개 이상으로 할 것

부착높이	감지기 종류	
	1·2 종	3 종
4 m 미만	150	50
4~20 m	75	

(2) 감지기는 복도 및 통로에 있어서는 보행거리 30 m(3종에 있어서는 20 m)마다, 계단 및 경사로에 있어서는 수직거리 15 m(3종에 있어서는 10 m)마다 1개 이상으로 할 것

구분	1·2 종	3 종
복도 통로	30 m	20 m
계단 경사로	15 m	10 m

(3) 천장·반자가 낮은 실내 또는 좁은 실내에 있어서는 출입구의 가까운 부분에 설치

(4) 천장·반자 부근에 배기구가 있는 경우 그 부분에 설치 할 것, 급기구에서는 1.5 m 이상 이격

(5) 벽 또는 보에서 0.6 m 이상 이격

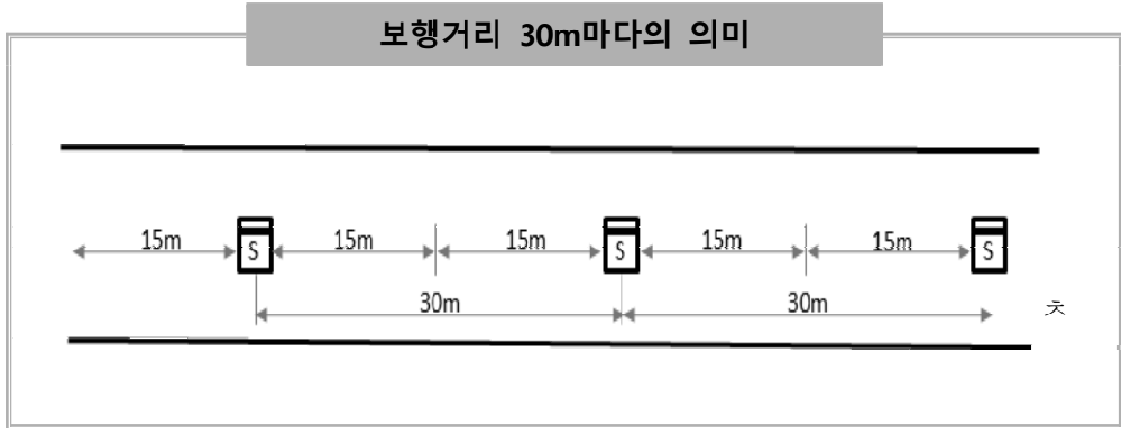
3. 보행거리 30 m마다 1개 이상 설치하는 이유

1) 감지기는 복도 및 통로에 있어서는 보행거리 30 m마다 설치하도록 한 것은 감지기와 감지기 사이 복도 및 통로 폭의 중심에서 실제 이동한 경로에 해당하는 거리 30 m를 의미하는 것

2) 30 m마다의 의미는 연감지기를 중심으로 좌우측으로 15 m를 기준으로 감지거리를 설정한 것으로 감지기와 감지기 사이는 30 m가 되고 이에 따라 30 m마다 감지기를 추가로 설치하라는 의미 (화재 시 연소생성물의 이동속도를 0.5 ~ 1 m/s로 가정하면 약 15초에서 30초 사이에 화재를 감지할 수 있게 되어 재실자의 피난이 초기에 이루어질 수 있음)

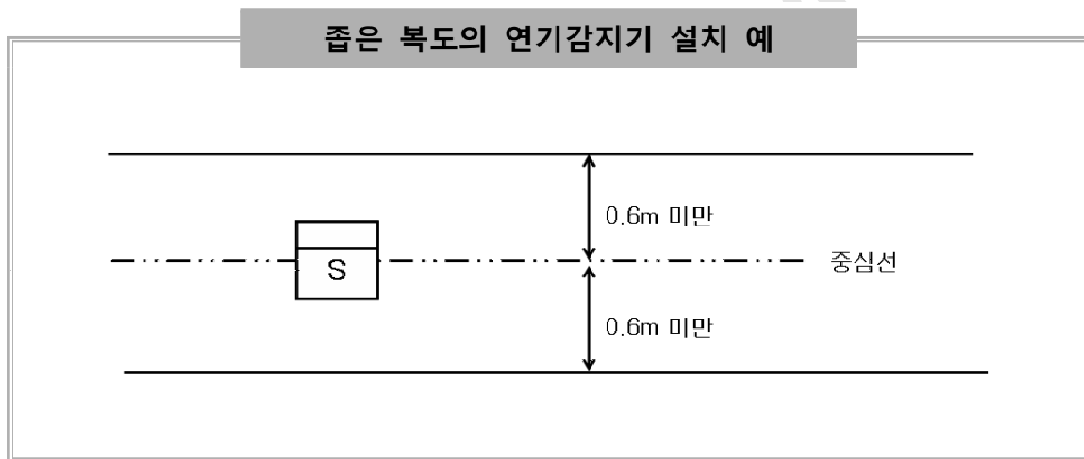
4) 화재로 인한 연기로 가시도 감광되어 가시거리 짧아짐 (Lambert beer법칙)

5) 인명안전기준 불특정다수 가시거리 30 m이내 (숙지자의 경우 5 m)



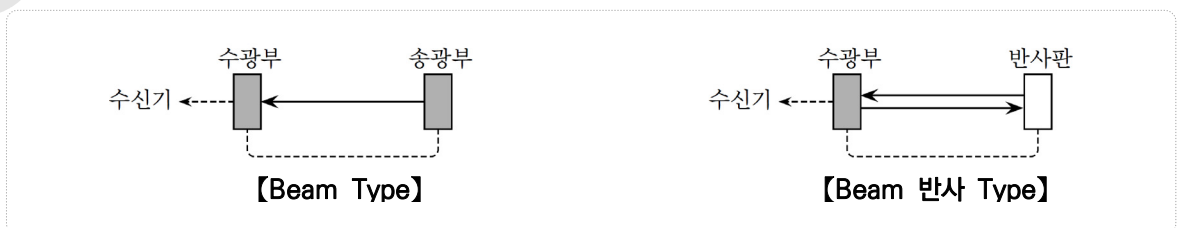
4. 폭 1.2 m 미만의 복도, 계단, 경사로에서의 배치방법

- 1) 원래 연기감지기는 벽 또는 보로부터 0.6 m 이격하여 설치하여야 하나 그림과 같이 폭이 1.2 m 미만의 좁은 복도의 경우, 복도의 폭 중심 천장면에 설치한다.



5. 광전식분리형감지기 설치기준

- 1) 동작방식
 - (1) 송광부와 수광부를 별도로 분리하여 설치하는 연기감지기
 - (2) 평상시 송광부에서 수광부로 적외선을 보내어 이를 수광
 - (3) 그 사이로 연기가 유입되면 수광량이 감소하므로 이를 검출하는 감광식 동작 방식



2) 설치기준

- (1) 감지기의 수광면은 햇빛을 직접 받지 않도록 설치할 것
- (2) 광축 (송광면과 수광면의 중심을 연결한 선)은 나란한 벽으로부터 0.6 m 이상 이격하여 설치할 것
- (3) 감지기의 송광부와 수광부는 설치된 뒷벽으로부터 1 m 이내 위치에 설치할 것
- (4) 광축의 높이는 천장 등 (천장의 실내에 면한 부분 또는 상층의 바닥하부면을 말한다) 높이의 80 % 이상일 것
- (5) 감지기의 광축의 길이는 공칭감시거리 범위이내 일 것
- (6) 그 밖의 설치기준은 형식승인 내용에 따르며 형식승인 사항이 아닌 것은 제조사의 시방에 따라 설치할 것

3) 특징

- (1) 층고가 높고, 개방된 공간이 넓은 구조에 사용 가능
- (2) 광범위한 연기의 누적을 감지하기 때문에 스포트형 감지기보다 비화재보 가능성이 적다.
- (3) 스포트형보다 적은 수의 기기를 설치 할 수 있다.
- (4) 감시거리가 길어서 공기 유동이 빠른 장소에서도 적응성이 있다
- (5) 비가시성 연기에는 감도가 떨어진다.
- (6) 경로 (광축)에 들어오는 물체로 인한 간섭을 받을 수 있다.

제 4교시 문제풀이

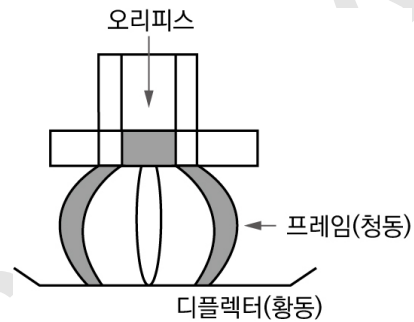
4-1. 스프링클러 헤드의 물리적인 특성 3요소에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아 소방기술사 제1권, p.226

1. 헤드의 물리적 특성 3요소

물리적 요소		특징
감열부	→	RTI
오리피스	→	K-factor
디플렉터	→	방수패턴



- 1) 감열부 얇은 경우 : 조기반응형(FR : QR형, 간이헤드, ESFR 등)
- 2) 오리피스 큰 경우 : ELO 헤드(LD, ELO, ESFR, CMSA, CMDA 등)
- 3) 방수패턴 따른 구분 : 표준 분무형, 포용확장형, 주거형, Attic형 등

2. 감열부 (Heat-Sensitive Part)와 RTI

1) 감열부 따른 특성

감열부의 두께 및 끓는점, 녹는점에 따라 감열 민감도가 달라진다.

- (1) 유리벌브 : 정온점 낮을수록 유리 두께 및 끓는점 낮음
- (2) 퓨즈블링크 : 정온점 낮을수록 퓨즈 두께 및 녹는점 낮음

2) 반응시간지수(RTI)의 계산

감열부 특징에 따른 민감도는 RTI에 정량화된다.

$$RTI = \tau \sqrt{u}$$

τ : 시간상수 [s]
 u : 기류속도 [m/s]

- (1) 표준반응형 (Standard) : 80 ~ 350
- (2) 특수반응형 (Special) : 50 ~ 80
- (3) 조기반응형 (Fast) : 50 이하

3) 고려사항

헤드 전도열손실을 고려한 수정 RTI를 활용하여야 한다.

3. 반사판 (Deflector)과 방수패턴

방수된 물은 디플렉터에 부딪혀 방수패턴이 결정된다.

1) 방수패턴

(1) 방수각도

- ① 방수각도가 좁으면, 바닥에 균일한 방수밀도를 얻을 수 있다.
- ② 방수각도가 넓은 경우, 천장이 높은 경우에 방수밀도가 지나치게 낮아진다.
- ③ 주거형 SP는 방수각도를 넓게 하여 주변의 가연물이나 벽을 미리 적신다.

(2) 압력과 방수패턴의 관계

- ① 저압에서는 압력 증가에 따라 살수포용 면적이 넓어진다.
- ② 고압에서는 압력 증가에 따라 방수패턴이 타원형화 되어 원하는 부분에 충분한 살수가 어려워질 수 있다. 따라서 지나치게 높은 압력은 바람직하다고 볼 수 없다.

2) 디플렉터에 따른 스프링클러 헤드의 분류

- (1) 분무형(Spray) : 광범위한(일반적인) 화재 위험에 대해 화재제어
- (2) Conventional SP : 전체 방수량의 40 ~ 60 %는 하향, 나머지는 천장
- (3) 주거형 SP : 벽면을 적시기 위해 방수각도가 분무형보다 큰 방식
- (4) Attic형 : 다락 경사지붕에서의 Cold Soldering을 방지하기 위해 설치

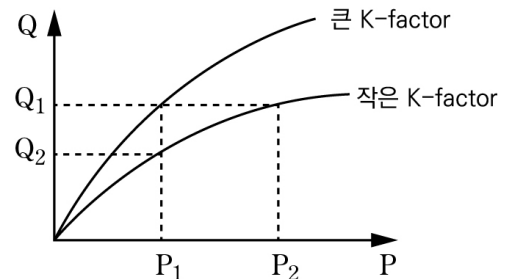
4. 오리피스 (Orifice)와 K-factor

오리피스에 따라 K-factor와 물 입자의 크기가 결정된다.

1) K-factor

- (1) 헤드의 방수량을 결정하는 요소로서, 오리피스가 큰 것이 방수량이 많다.
- (2) 큰 오리피스는 낮은 압력으로도 동일한 방수량을 내어 화재제어가 가능하다.
- (3) 오리피스를 통과하는 방수량 계산식

$$Q = K\sqrt{P}$$
 K : K-factor라 하며, 각 헤드 및 제조사마다 고유값
- (4) K-factor가 클수록 화재 진압 및 제어에는 유리하지만, 수손 피해의 가능성도 커진다.



2) 물입자의 크기

- (1) 큰 물방울 : 화염에 침투하여 화재를 진압하는 성능이 우수
- (2) 작은 물방울 : 증발이 용이하여 화염과 주변 온도를 냉각시켜 피난목적으로 적합

(3) 물방울의 평균직경 계산식

$$A_s \propto \frac{Q}{d_m} , \quad d_m = \frac{D^{\frac{2}{3}}}{P^{\frac{1}{3}}}$$

A_s : 물방울의 총 표면적 Q : 방수량
 d_m : 물방울의 평균직경 D : 오리피스 직경
 P : 방사압력

물방울의 평균직경은 방수압의 1/3승에 반비례하고, 오리피스 구경의 2/3승에 비례함

- (4) 위의 식에 의하면, 방수압력이 0.1 MPa에서 0.8 MPa로 증가되면, 물방울의 평균직경이 1/2로 작아진다. 이는 물입자 크기의 불균형을 초래하여 화재 제어에 불리해진다. 따라서 고압 방사가 좋은 것만은 아니다.

3) 스프링클러 헤드별 K factor

- (1) 표준형 (Standard Spray Sprinkler) : $K = 80$
- (2) Large-Drop Sprinkler : $K = 160$ 이며, 국내 검정 기준에서는 157 ~ 166
- (3) ELO Sprinkler : $K = 161$
- (4) ESFR Sprinkler : $K = 203$ 이상
- (5) 주거형 : $K = 50$

4-2. 중성대의 개념 및 중성대와 연돌효과의 관계에 대하여 설명하고, 아래의 중성대 높이 관계식을 유도하시오.

$$\text{중성대 높이 관계식 : } \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 \times \frac{T_i}{T_o}$$

h_1 : 하부로부터 중성대 높이(m), h_2 : 중성대로부터 상부 높이

A_1 : 중성대 하부 개구부 면적(m^2), A_2 : 중성대 상부 개구부 면적(m^2)

T_i : 내부 온도($^{\circ}\text{C}$), T_o : 외부 온도($^{\circ}\text{C}$)

답)

출처 모아 소방기술사 제1권, p.389

1. 중성대와 연돌효과의 정의

중성대 및 차압, 연돌효과는 개구부 크기, 내외부 온도에 따라 변화하므로 그 관계를 이해하는 것은 신뢰성 있는 제연설비 구축을 위해 매우 중요하다.

1) 중성대 : 샤프트 내외부 간의 압력차가 0이 되는 지점

$$\frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 \left(\frac{T_i}{T_o} \right)$$

중성대의 위치 계산식

2) 연돌효과 : 중성대 상하부 압력차로 인해 샤프트에 상하향 기류가 자연적으로 형성되는 현상

(1) 연돌효과를 만들어내는 차압

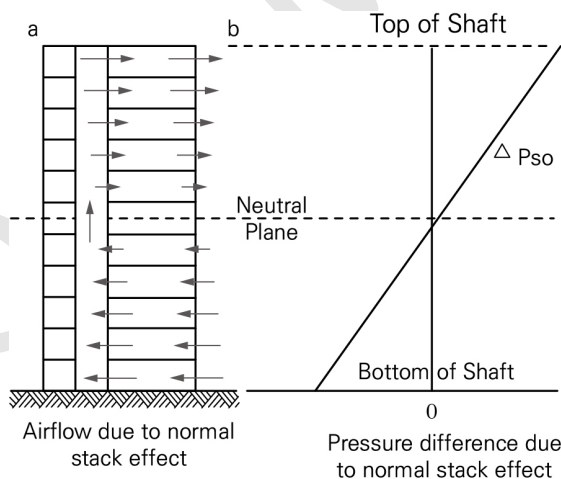
$$\Delta P_1 = 3460 \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_i} \right) H \text{ [Pa]}$$

T_o : 외부의 온도 [K]

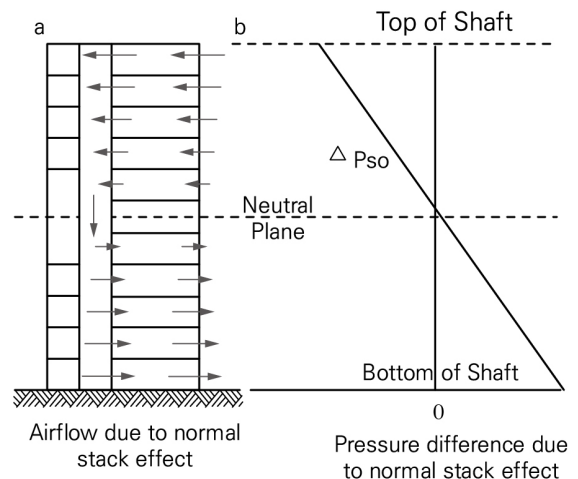
T_i : 내부의 온도 [K]

H : 중성대로부터 건물 상부까지의 높이 [m]

(2) 연돌효과와 역연돌효과



정상 연돌효과 : $T_o < T_i$



역연돌효과 : $T_o > T_i$

2. 중성대와 연돌효과의 관계성

1) 중성대 기준으로 상하부에 압력차가 발생, 기류의 흐름을 만들어낸다.

(1) 정상연돌효과의 연기 유동

중성대 상부	실내압력 > 실외압력	연기가 샤프트 → 거실 → 실외로 유출
중성대 하부	실내압력 < 실외압력	연기가 거실을 통해 샤프트로 유입

(2) 역연돌효과 : 반대의 유동 발생

2) 중성대가 하강하는 경우 : 상부 과압 발생

(1) 발생인자 : 하부 개구부, 누설부위 크고 실내온도 높은 경우

(2) 메커니즘

① h_2 가 커지며 중성대 하강

② 샤프트 상부 과압 발생, 가압 차압 더해지며 피난문 개방 장애

(3) 방지대책

① 개구부 폐쇄, 회전문 설치, 창호 기밀성 증가

② 샤프트 외기 유입(계단실 가압)

(4) 고려사항

배연설비의 경우, 거실의 상부 압력이 높아지면 연기의 부력이 증가해 배출이 용이해진다.
따라서 배연설비는 하부급기구가 충분히 커야 한다.

3) 중성대가 상승하는 경우 : 하부 부압 발생

(1) 발생인자 : 상부 개구부, 누설부위 크고 실외온도 높은 경우

(2) 메커니즘

① h_1 이 커지며 중성대 상승

② 가압 했음에도 샤프트 하부 부압 발생

③ 샤프트 연기 유입 가능성 증가, 유입 시 계단 오염 및 중성대 상부 거실로 연기 유입

(3) 방지대책

① 개구부 폐쇄, 창호 기밀성 증가

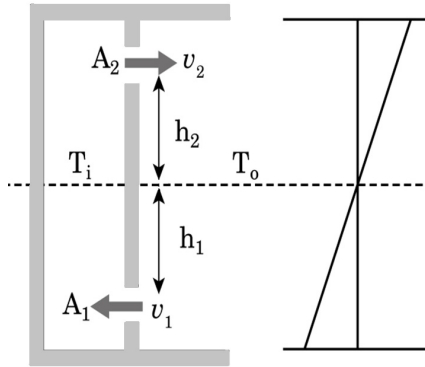
② 샤프트 외기 유입(계단실 가압)

(4) 고려사항

배연설비의 경우 하부 부압으로 급기 유입이 되지만 원활한 배기가 되지 않아 연기층이 쉽게 혼합될 우려가 존재한다.

3. 중성대 위치 계산식 유도

1) 조건



ΔP : 내부-외부 간 차압 [Pa]

v_1 : 외부에서 내부로 유입되는 속도 [m/s]

v_2 : 내부에서 외부로 배출되는 속도 [m/s]

h_1 : 중성대로부터 하부 개구부까지의 높이 [m]

h_2 : 중성대로부터 상부 개구부까지의 높이 [m]

A_1 : 하부 개구부 크기 [m²]

A_2 : 상부 개구부 크기 [m²]

ρ_i/T_i : 내부 샤프트 밀도/온도

ρ_o/T_o : 외부 공기 밀도/온도

2) 공식 유도

(1) 내부에서 외부로 배출속도 (m/s)

$$v_2 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2g \frac{\Delta P}{\rho_i}} = \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho_i}}, \quad \Delta P = (\rho_o - \rho_i)gh_2 \text{ 이므로}$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{2 \frac{(\rho_o - \rho_i)gh_2}{\rho_i}}, \quad v_1 = \sqrt{2 \frac{(\rho_o - \rho_i)gh_1}{\rho_o}}$$

(2) 샤프트에서 배출하는 질량유량 (kg/s)

$$\dot{m}_{out} = \rho_i \times C \times A_2 \times v_2 \text{ 이므로}$$

$$\dot{m}_{out} = \rho_i \times C \times A_2 \times \sqrt{2 \frac{(\rho_o - \rho_i)gh_2}{\rho_i}} = C \times A_2 \times \sqrt{2\rho_i(\rho_o - \rho_i)gh_2} \text{ [kg/s]}$$

(3) $\dot{m}_{out} = \dot{m}_{in}$ 이므로

$$C \times A_2 \times \sqrt{2\rho_i(\rho_o - \rho_i)gh_2} = C \times A_1 \times \sqrt{2\rho_o(\rho_o - \rho_i)gh_1} \Leftrightarrow A_2^2 \times \rho_i \times h_2 = A_1^2 \times \rho_o \times h_1$$

(4) $\frac{\rho_i}{\rho_o} = \frac{T_o}{T_i}$ 이므로

$$A_2^2 \times T_o \times h_2 = A_1^2 \times T_i \times h_1$$

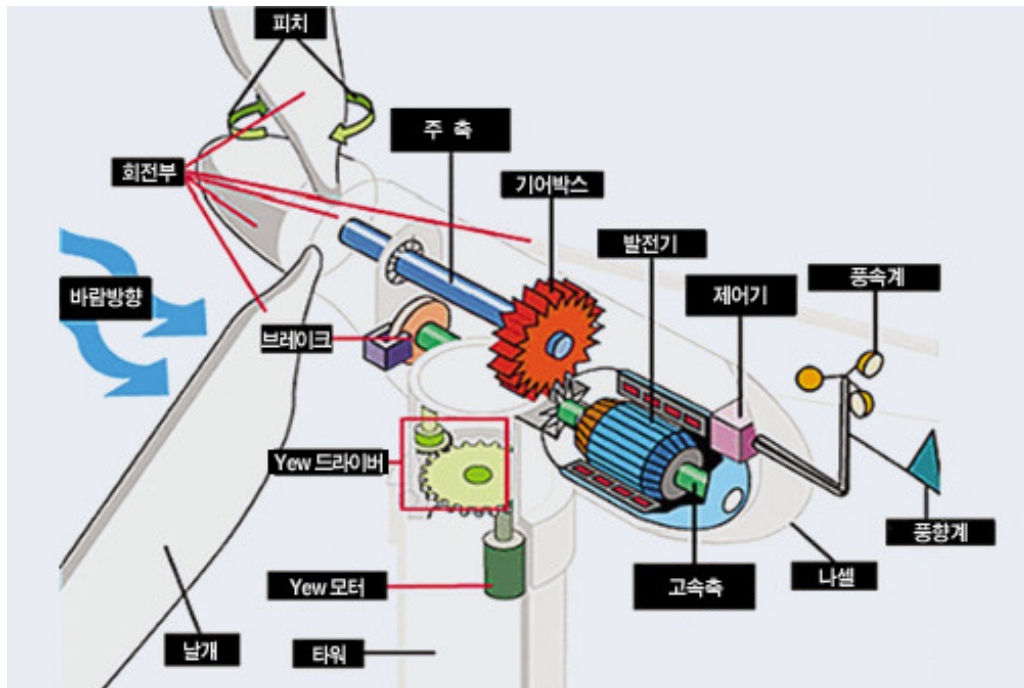
$$\therefore \frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \left(\frac{T_i}{T_o}\right)$$

4-3. 풍력터빈의 화재위험성과 화재 방호설비(화재감지, 화재진압)의 개선방향에 대하여 설명하시오.

답)

출처 화재보험협회 자료

1. 풍력터빈 발전 구조



- 1) 기계장치부
바람으로부터 회전력을 생산하는 회전날개(Blade), 회전축(Shaft)을 포함한 회전자(Rotor), 이를 적정 속도로 변환하는 증속기(Gearbox)와 기동·제동 및 운용 효율성 향상을 위한 제동장치 등의 제어장치로 구성
- 2) 전기장치부
발전기 및 기타 안정된 전력을 공급하는 전력안정화 장치로 구성
- 3) 제어장치부
풍력발전기가 무인 운전이 가능토록 설정, 운전하는 Control System 및 Yawing & Pitching Controller와 원격지 제어 및 지상에서 시스템 상태 판별을 가능하게 하는 Monitoring System으로 구성
- 4) Pitch Control
날개의 경사각(pitch) 조절로 출력을 능동적 제어
- 5) Stall Control
한계풍속 이상이 되었을 때 양력이 회전날개에 작용하지 못하도록 날개의 공기역학적 형상에 의한 제어

2. 화재위험성

1) 국내 소방법규 기준

- (1) 소방시설법 : 특정소방대상물에 해당하지 않음
- (2) 전기설비기술기준 : 화재방호시설을 설치토록 하였으나, 그 방법은 규정하지 않음

2) 풍력터빈 발화원인

풍력터빈 나셀의 구성기기 중 기계 및 전기시스템의 화재원인과 정비 활동 및 기타 장치에 의한 발화원인은 아래와 같이 조사되었다

발화원	요소	발화원인	발화 시나리오
기계 시스템	브레이크 (요, 고속축)	• 과열	<ul style="list-style-type: none"> • 과풍속으로 인한 브레이크 패드 과열 • 제어기 고장 → Feathering 제어 실패 → 고속/무부하 운전으로 인한 과열 • 윤활유 및 인화성 물질로 인한 화재 확대
	베어링 (기어박스, 주축, 요, 피치, 발전기)		
전기 시스템	발전기, 인버터, 유압계통, PCS, IPS, Main Transformer, Aux Transformer, 내부 부하단	<ul style="list-style-type: none"> • 단락 • 과열 • 폭발 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙뢰로 인한 과전류 • 장기간 정지에 따른 고착 • 윤활유 부족에 따른 마찰 증가 • 발전기 IGBT와 방열기 사이의 접착부 열노화로 인한 발열 • 발전기 IGBT Switching 실패 → 전류 불평형 초래 → 시스템 Trip → 폭발 • 발전기 IGBT 단락 발생 → Open-Circuit 고장 → 3상 전류 왜곡 → 전류 불평형 초래 • 염분 부식 등 내부오염 (해상풍력발전기)
정비 활동	전기설비 및 기계 설비 전반	<ul style="list-style-type: none"> • 단락 • 인화물질 • 전선 접속 	<ul style="list-style-type: none"> • Human Error, 안전/정비 수칙 미준수 등 • 용접작업 불씨 • 고장품 교체작업
기타 설비	낙뢰 방지 설비, 센서류, 제어기	<ul style="list-style-type: none"> • 과열 • 오작동 	<ul style="list-style-type: none"> • 낙뢰로 인한 과전류 • 화재감시 모니터링 센서류 고장 • Main Circuit Breaker 오작동/ → IGBT 폭발

3) 설치장소에 따른 화재위험성

(1) 해상풍력

화재 발생 시 선박 접근이 불가능하여 접근이 어렵고, 소방헬기는 기상조건에 의해 소화활동에 제약이 발생한다. 또한, 나셀 내부 화재 시 외부에서 진입이 불가능해 초기에 화재를 진압하지 못하면 나셀 전체가 전소되는 특징을 가지고 있다.

(2) 육상풍력

육상풍력의 경우에도 해상풍력과 유사한 특징을 가지고 있는데 나셀이 지상에서 20 ~ 100 m 높이에 설치되어 화재 시 접근이 매우 어렵다. 또한, 나셀 덮개는 중량을 고려하여 FRP 소재로 설치하는데 화재가 성장하면 FRP 소재에 착화되고 낙하물이 발생하여 산불로 연결될 수 있다. 소방차가 접근하더라도 접근 가능한 거리가 제한되고 기상조건에 따라 소방헬기 지원에 제약이 있어 육상풍력 화재 시에도 초기 화재감지 및 화재진압이 매우 중요한 부분이다.

3. 화재 방호설비 개선방안

1) 수동 화재방호

낙뢰방지시스템, 불연소성 유압 및 윤활유, 연소입자(FRP, insulation) 방사 방지벽, 난연성 절연 물질, 내화도료의 사용 등

2) 능동 화재방호 : 화재감지 시스템과 화재진압 시스템

구분	기존 기술 현황	개선방향
화재위험 분석	<ul style="list-style-type: none"> 분석자 주관의 정성적 화재위험성 평가 각 기기별 화재위험성 분석 부재 	<ul style="list-style-type: none"> 기기의 고장빈도 등을 고려한 정량적 화재위험성 평가 컴퓨터 전산해석에 의한 화재 전후 주요부 열전달 수치해석 수행
화재감지 기술	<ul style="list-style-type: none"> 열 혹은 연기감지기 등 단일감지기 적용으로 실(實)화재 판별의 신뢰도 저하 감지기 오작동 최소화를 위한 최신 기술 부재 나셀 내부 기기 특성을 고려하지 않은 감지기 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 열, 연기, 영상, 열화상, 자외선 등 복합(다중) 센서기반의 감지 기술 개발로 실(實)화재 판별도 개선 인공지능(AI-PHM) 기반 기술 적용으로 비화재보 개선 전산해석(연기 유동) 결과에 기반한 최적 감지 기술 적용
화재진압 기술	<ul style="list-style-type: none"> 가스계소화설비의 경우 전역방출방식(Total flooding) 적용 화염의 재발화를 고려하지 않은 소화기술 적용 소화약제 방출 후 잔류물이 존재하는 약제 사용으로 2차 피해 유발 나셀 내부 기기 특성을 고려하지 않은 소화장치 적용 	<ul style="list-style-type: none"> 청정소화약제 기반의 국소방출방식(Local application) 기술 적용 전산해석(화재 유동) 기반의 화재 발열량 계산으로 최적 소화약제량 산출 및 재발화 원천 방지 기술 개선 소화약제 방출 후 잔류물이 전혀 없는 소화약제 적용 터빈, 베어링, 인버터 등 각 기기의 기계적/전기적 특성을 고려한 최적 소화장치 적용

4-4. 병원화재의 특성과 NFPA 및 IBC(International Building Code)에서 제시하는 병원화재 안전대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처 화재보험협회 자료

1. 병원의 화재위험 특성

1) 위험성

- (1) 신체적·판단 능력 등이 떨어지는 사람이나 자력피난이 곤란한 환자가 대부분
- (2) 수면 가능 장소
- (3) 병문안 손님 등의 불특정 다수가 이용
- (4) 24시간 가동 시설

2) 주안점

- (1) 방재, 보안 상 어려움이 있으므로 화재예방이 중요
- (2) 화재는 발화실 내 또는 일정 구획공간 내로 제어해야 함
- (3) 수직 피난이 오래 걸리고 피난 불가자가 있으므로 다른 비상대응계획이 필요

2. NFPA, IBC의 병원시설 안전대책

1) 용도의 분류

- (1) 건물 내의 사람들은 관리, 감독되거나 자유롭게 출입을 할 수 없는 것으로 분류
- (2) 병원 재실자의 신체적 특징이 대부분 일시적, 영구적으로 불편한 상태이므로, 이러한 전제 하에 관련 건축, 안전 관련 대책을 정함

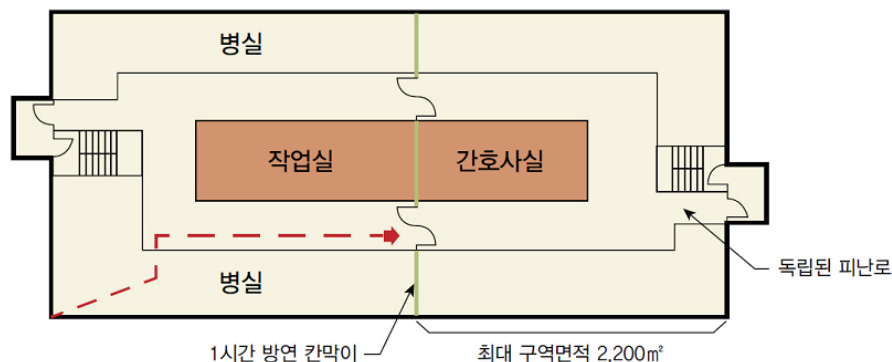
2) 연소확대 방지

(1) 방화구획

- ① 텀웨이터, 린넨슈트, 기송관 설비, 입원실 구획 등은 별도 방화구획
- ② 구획벽체 설비 관통부는 내화채움구조로 보완, 기송관 설비는 방화댐퍼 설치

(2) 연기확산

- ① 병원 용도는 50인 이상의 경우 한 층에 2개 이상으로 방연구획
- ② 각 구획마다 피난구역 설치



(3) 방염

- ① 대형 병원은 화재 시 급속한 연기 발생을 막기 위해 용도에 따라 방염처리를 의무화
- ② 스프링클러 미 설치시 한단계씩 강화
- ③ A, B, C 등급 중 B 등급 이상

3) 소방설비

(1) 수계소화설비

- ① 병원이 있는 경우 해당 건물 전체에 스프링클러를 설치
- ② 요양병원과 정신병원, 일반병원을 구분하지 않고 모두 설치
- ③ 옥내소화전은 소방대, 전문인력 등의 보조적인 역할로 인식

(2) 자동화재탐지설비

- ① 병원에 의무 설치
- ② 주변 평균소음수준 +15dB 이상으로 보다 엄격히 규정
- ③ 의무사항은 아니지만 청각장애인을 위해 진동을 이용한 경보설비(Tactile notification)을 이용

3. 비상시 인명안전대책

1) 기본원칙

- (1) 환자의 수직이동보다 필요에 따라 “현장방어” 및 “수평피난 우선” 전략 고려
- (2) 수직 피난은 방문객과 직원의 피난방법이며, 환자는 수평이동이 최종 방어선으로 고려

2) 비상대응체제 수립

(1) 직원의 의무

모든 직원은 화재 시 모든 사람들의 방호를 위한 계획, 대피장소로의 피난, 필요시 건물로 부터의 피난 내용 숙지, 정기적 교육 실시

(2) 훈련 일시

- ① 의료용도에서의 소방훈련에는 화재경보신호의 전달과 비상 화재상황의 모의 훈련 포함
- ② 소방훈련은 분기에 1회 근무 교대 시간마다 실시

(3) 화재 시 절차 숙지로 신속하고 효과적인 대응 준비

(4) 화재경보장치 사용법 및 대응조치 교육

(5) 적절한 비상구의 유지관리

3) 환자의 자유이동 제한 문제

비상시 환자의 구속 상태를 해제할 수 있는 충분한 인력의 배치와 준비가 관건

(1) 이동 제한 시 전제조건

- ① 출입문 통제를 하기 위해서는 환자가 있는 모든 지역에 비상대응을 할 수 있는 직원이 항상 배치되어 있다는 가정을 전제로 함
- ② 직원들에게는 환자를 발화실에서 구출하기, 방문 닫기, 화재경보장치 작동과 같은 화재 비상사태 시의 중요한 기능 임무 부여

(2) 출입문 통제

- ① 거주자를 감금하고 보호할 수 있도록 문을 잠그거나 철창을 설치한 경우, 지속적인 모니터링과 함께 간헐있는 사람을 즉시 풀어줄 수 있는 규정 제정
- ② 비상 시 문 잠금장치 자동 해제, 열쇠를 소지한 감시인을 상시 배치하는 방법 등 사용

(3) 병실 통제

- ① 각 병실의 문에는 원칙적으로 자물쇠를 허용해서는 안 됨
- ② 단, 복도에서 방으로 들어가는 것을 막는 열쇠 잠금식 장치로서 직원만이 복도 쪽에서 열 수 있는 장치는 제한적으로 허용

(4) 피난경로상의 문

- ① 필수 피난로에 위치해 있는 문에는 출구 쪽에서 공구나 열쇠를 사용하여 열게 되어 있는 걸쇠나 자물쇠를 설치해서는 안 된다
- ② 환자의 임상적 필요에 따라서 환자의 안전을 위한 특수 보안조치가 필요할 경우에는 직원이 언제나 즉시 해제할 수 있으며 피난을 지연시키지 않는 문 잠금장치를 할 수 있다

(5) 폐쇄된 문의 즉시개방

- ① 잠그도록 허용된 피난로 내에 위치한 문은 모든 점유자를 신속히 이동시킬 수 있는 적절한 규정을 갖추어야 한다.
- ② 그러한 잠금장치는 각 층에 한 개씩만 허용해야 한다.
- ③ 문을 잠글 필요가 있는 건물에서는 직원이 계속 감시해야 한다.

4-5. 포소화설비에서 팽창비와 측정방법과 고정포방출구에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아 소방기술사 제1권, p.357

1. 팽창비 개념과 적용

1) 개념

팽창비란 발포 시 포 수용액에 비교하여, 몇 배의 포가 생성되었는가를 의미한다.

$$\text{팽창비} = \frac{\text{발포된 포의 체적}}{\text{포 수용액 체적}}$$

2) 고발포와 저발포 비교

구 분	고 발 포	저 발 포
팽 창 비	80~1,000	20 이하
적용설비	고정포 방출구	포소화전, 호스릴 포
적 응 성	A급 화재	B급 화재
냉각성능	보통	우수
포 생 성	강제발포	자연발포

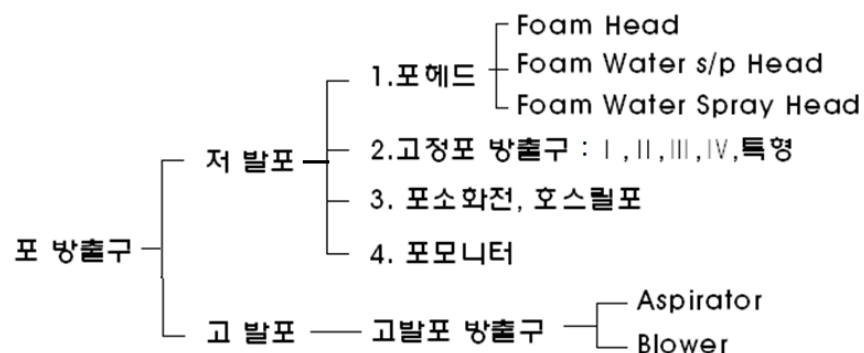
3) 팽창비에 따른 분류

구 분	NFTC 105	형식승인	NFPA
저발포	20 이하	6~20 이하 (수성막포 5~20)	20 미만
중발포	-	-	20~200 미만
고발포	80~1000 미만	500 이상	200~1000 미만

4) 고정포방출구

(1) 저발포 소화약제 : 위험물탱크에 적용

(2) 고발포 소화약제 : 항공기 격납고, 차고 등에 적용



2. 팽창비 측정방법

1) 발포배율시험

(1) 포 시료의 채취는 포 시료 콜렉터(지정위치 1,400 ml의 콘테이너 2개)에 충만할 때까지 시간 측정과 시료 채취(자·봉으로 용기 윗면을 평행하게 그어, 여분의 포 제거) 한다.

(2) 발포배율 측정

원래 포수용액량에 대한 최종 포량의 비를 측정, 포 시료 용기의 중량측정

$$\text{발포배율} = \frac{1400 \text{ ml}}{\text{전용량 (용기중량제외)}}$$

(3) 수성막포의 시료채취

발포면적내의 지정단위 100 ml 의 메스실린더로 한다.

$$\text{발포배율} = \frac{1000 \text{ ml}}{\text{전용량 (용기중량제외)}}$$

2) 약제별 팽창비 측정

(1) 저발포용 소화약제

- ① 시험조건 : (20 ± 2) °C 인 포수용액을 수압력 0.7 MPa, 방수량이 매분 10 L인 조건
- ② 팽창률 : 6배(수성막포소화약제는 5배)이상 20배 이하
- ③ 25 % 환원시간 : 1분 이상

(2) 고발포용 포소화약제

- ① 시험조건 : (20 ± 2) °C 인 포수용액을 수압력 0.1 MPa, 방수량 매분 6 L, 풍량 매분 13 cm³인 조건
- ② 팽창률 : 500배 이상
- ③ 25 % 환원시간 : 3분 이상

3. 고정포방출구

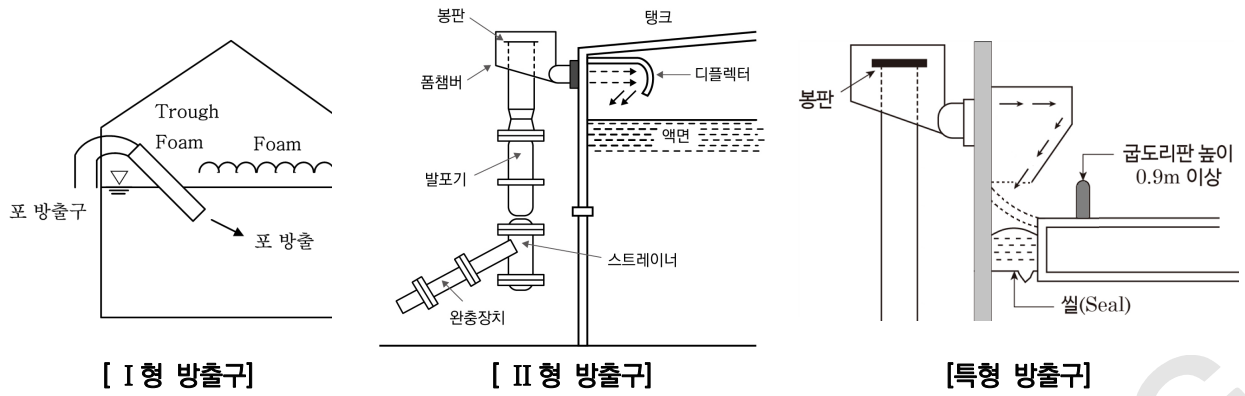
1) 저발포용 고정포방출구

(1) I 형 방출구

- ① 방출된 포가 유면상에서 신속히 전개되어 유면을 덮어 소화작용을 하도록 통(Foam trough), 튜브(Tube) 등의 부속 설비가 있는 포 방출구
- ② 알코올 저장탱크 또는 포 수용액 주입 시 포의 소멸이 빨라 소화 효과가 감소하므로 I형 방출구를 사용하는 것이 좋다.

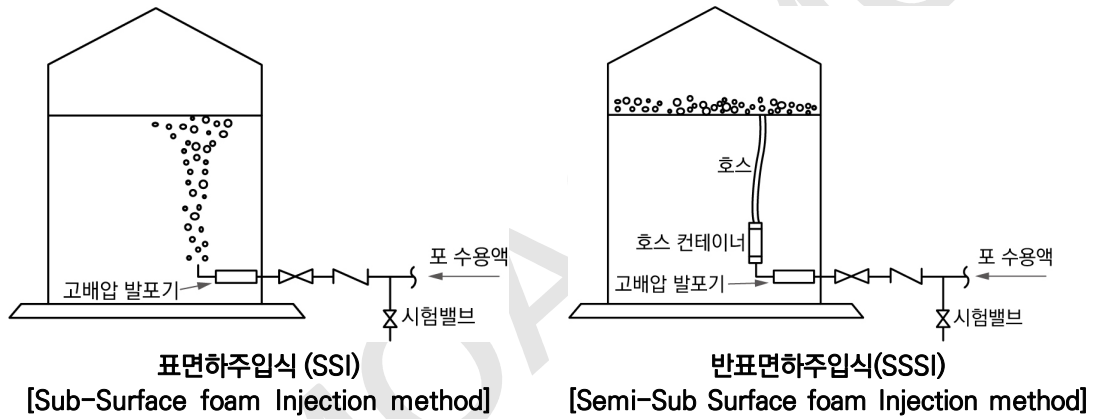
(2) II 형

- ① 반사판(Deflector)을 부착하여 방출된 포가 반사판에 부딪혀 탱크 벽면을 따라 흘러들어가 유면을 덮도록 한 방출구이다.
- ② Cone roof tank 또는 Covered floating roof tank에 설치한다.



(3) 표면하 주입식 (III형)

- ① 화재 시 탱크가 변형되어도 포 주입에 영향이 적다.
- ② 포가 액의 내부에서 부상하므로, 유류에 오염되는 포는 사용할 수 없다.



(4) 반 표면하 주입식 (IV형)

- ① 내유성이 있는 호스가 Container 속에 넣어져 탱크 내 액체로부터 보호
- ② 고점도의 액체 위험물에는 적합하지 않다.

(5) 특형

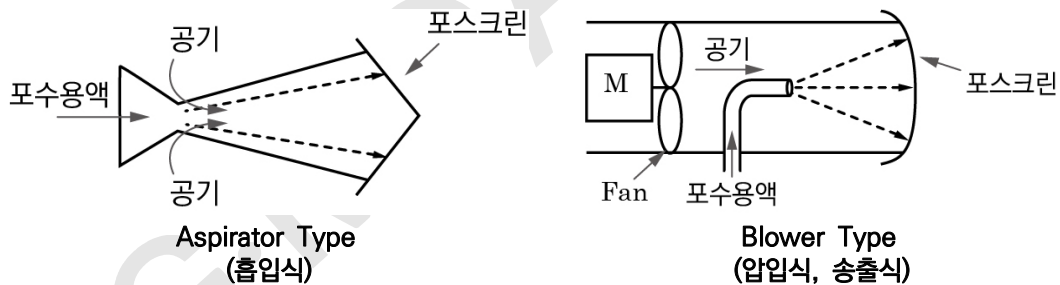
- ① Floating roof 위에서 탱크 내측면에서 굽도리판(Circular foam dam)을 설치하고, 양 쪽 사이의 환형 부분에 포를 방사하는 구조의 포 방출구이다.
- ② 굽도리판 내부만 포를 방출하므로 효과적인 소화가 가능하다.

2) 고발포용 고정포방출구

(1) 전역방출용 고정포방출구 설치기준

구분	NFPA 105	NFPA 11
포의 깊이	방호대상물 높이 + 0.5 m	방호대상물 높이×1.1배 또는 최소 + 0.6 m
관포시간	없음	가연물의 종류와 대상물의 구조 및 스프링클러 유무에 따라 2~8분으로 설정
표준 방사량	1 m ³ 에 대한 분당 포수용액 방출량×방호공간의 관포 체적	기준 없음 (관포시간, 구조에 의해 산정)
방출량 계산	소방대상물별과 팽창비에 따라 정해짐	관포시간과 스프링클러 파포율, 누설 여부에 따라 선정
대상물 누설 여부	기준 없음	건물의 누설 여부에 따라 달라짐
포발생기 선정	500 m ² 마다 1개 이상	제조업체 성능자료에 따라 선정
방사시간	10분	15분
예비용량	기준 없음	포 약제 저장량의 2배

(2) 포 생성 방식



4-6. 소방시설의 성능 확인을 위한 계측기에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- (1) 참값, 측정값, 오차의 정의
- (2) 오차의 종류
- (3) 우연오차의 법칙

답)

출처 인터넷 자료

1. 정의

1) 참값과 측정값

- (1) 측정값 : 측정을 통해 알아낸 값
- (2) 참값 : 측정한 대상물의 실제 값

3) 오차

- (1) 측정값이 참값으로부터 떨어져있는 정도
- (2) 오차 = $|\text{참값} - \text{측정값}|$

2. 오차의 종류

1) 우연오차(random error)

불규칙하게 발생하여 반복 측정할 때 부호와 크기를 예측할 수 없는 오차. 우연오차가 크면 정밀도가 낮다.

2) 계통오차(systematic error)

계기결함, 환경, 개인습관 등으로 인해 발생하는 오차. 반복 측정에도 부호와 크기는 변하지 않는다. 계통오차가 크면 정확도가 낮다.

3. 우연오차의 법칙, 가우스의 오차의 법칙

- 1) 큰 오차가 발생할 확률은 작은 오차가 발생할 확률보다 매우 작다.
- 2) 같은 크기의 양(+)의 오차가 발생할 확률은 같은 크기의 음(-)의 오차가 발생할 확률과 같다.
- 3) 측정값을 무한대로 하는 경우 오차는 줄어들며 참값에 수렴한다.

