

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 121회 소방기술사 문제풀이

강사 : 황모아, 김정진, 유쾌한, 남유현, 곽영남, 정보영

모아소방전기학원 2012~2020년

매년마다 **현** 수강생의 평균 **1/5** 을 합격시킨 **합격신화!**

합격률 대한민국 1위"

"실제 수강생 합격률 대한민국 1위"

"강의만족도 99% 대한민국 1위"

"평균 강의 재수강률 80%"

"8년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼"

열정적으로 2020년을 시작합니다.

소방기술사 합격자 명단

103회 17명중 8명 합격! 문*량,송*익,이*영,황*영,이*기,정*웅,윤*익,김*백(47%)
 104회 5명중 3명 합격! 이*선,임*철,박*효(60%)
 105회 6명 중 4명 합격! 김*석,서*길,이*영,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*익(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*영,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*익, 전*진, 김*중(50%)
 114회 최종 12명 중 7명 합격! 곽*남, 설*익, 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, 임*재, 이*택, 박*남, 김*웅, 양*성, 송*주(50%)
 117회 최종 13명 중 2명 합격! 김*섭, 박*이(16%)
 118회 최종 11명 중 3명 합격! 이*, 이*웅, 정*영(27%)
 119회 최종 15명 중 8명 합격! 김*성, 정*중, 양*광, 윤*오, 정*호, 신*섭, 목*봉, 김*기(53%)
 120회 최종 7명 중 2명 합격! 이*현, 박*근(29%)

소방기술사 개강 일정

토요일반	강의명	교수	일정(10-13주)	강의수	교재
	모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	3월 28일 ~ 6월 27일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	모아기술사 1권 “저자직강”
	모아 기본반(오후반)	곽영남 기술사	3월 28일 ~ 6월 27일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권 “저자직강”
	합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	5월 23일 ~ 8월 08일 오전8시 50분 ~ 오후2시50분 (6시간)	10강(60H)	소방기술사 “요해”2권 “저자직강”
	금화도감 심화반	유쾌한 기술사	5월 23일 ~ 8월 15일 오후4시 10분 ~ 오후9시40 분(5시간 30분)	11강(60H)	금화도감 2권 “저자직강”
	토요 SBR 연구반	유쾌한 기술사	5월 23일 ~ 8월 15일 오전 8시 40분 ~ 오후 4시(7시간 20분)	11강(80H)	금화도감 1,2권 “저자직강”
일요일반	강의명	교수	일정(10-13주)	강의수	교재
	모아 기본반(오전반)	정보영 기술사	3월 22일 ~ 6월 14일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	소방기술사 “요해”1권
	모아 기본반(오후반)	정보영 기술사	3월 22일 ~ 6월 14일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	소방기술사 “요해”2권
	합격 진리 심화반	남유현 기술사	5월 17일 ~ 8월 02일 오전9시 ~ 오후3시(6시간)	10강(60H)	모아기술사 1권
	마스터 심화반	홍운성 기술사	5월 17일 ~ 8월 09일 오전9시 ~ 오후5시 10분(7시간 10분)	11강(80H)	마스터 소방기술사 1 +기술풀이집 “저자직강”
평일반 (화,목)	강의명	교수	일정	강의수	교재
	모아 기본반(저녁반)	곽영남 기술사	3월 24일 ~ 6월 16일 오후7시 ~ 오후10시30분(3시간 30분)	23강(80H)	모아기술사 2권 “저자직강”

※ 검정시험 변동과 학원 사정에 의해 일정은 변경 될 수 있습니다.

★ 모아소방학원 소방기술사반의 강점 ★

첫 번째 : 대한민국 명실상부 최고의 강사진!

▶ 최고 전문성을 갖춘 검증된 소방기술사 교수진 강의 중!

두 번째 : 충분한 공부시간 확보!

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

▶ 연구반 수업 매일 총 7~10시간 수업 중(깊이있는 강의 진행)

세 번째 : Class Line-up! 합격까지 끌고 갈 탄탄한 커리큘럼!

▶ 토요일: 기본반(2개) -> 심화반(2개) -> 연구반-> ‘말해봐’면접반

▶ 일요일: 기본반(2개) -> 심화반(2개) -> 연구반-> ‘말해봐’면접반

▶ 총 11개 Class 개강 중! 원하는 수업으로 골라 듣기!

네 번째 : 교재 무료제공 + 복습용 인강 할인제공! (마스터 종합반은 제외!)

수강료 (내일배움카드 사용 가능)

무조건 방문접수 (내일배움카드, 신분증 지참 必)

▶ 기본반

▶ 토,일 SBR연구반

▶ 일요일 마스터 심화반

내일배움카드 자비부담금 **313,300원** / 일반 685,840만원

▶ 토,일 심화반/합격요해 심화반

내일배움카드 자비부담금 **274,980원** / 일반 554,380만원



모아소방전기학원

사이트 : www.moate.co.kr
상 담 : 02-2068-2851



동영상 전문 모아바

사이트 : www.moa-ba.com
상 담 : 02-2068-2852

제121회 소방기술사 1차 필기시험 문제 (2020년 5월 9일)**제 1교시 문제**

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 액체가연물의 연소에 영향을 미치는 인자에 대하여 설명하시오.
2. 위험물안전관리법령상 다음 용어의 정의를 쓰시오.
1) 위험물 2) 지정수량 3) 제조소 4) 저장소 5) 취급소
3. 소화설비용 충압펌프가 빈번하게 작동하는 주요 원인과 대책을 설명하시오.
4. Plug-holing의 발생원인과 방지대책에 대하여 설명하시오.
5. 소방시설법령상 건축허가등의 동의대상에 대하여 설명하시오.
6. 소방시설법령상 “인화성 물품을 취급하는 작업 등 대통령령으로 정하는 작업”에 대하여 설명하시오.
7. NFPA 72에서 정하는 Pathway Survivability를 Level별로 구분하여 설명하시오.
8. 단상 2선식 회로의 전압강하 계산식을 유도하시오.
9. 건축법령에서 정하는 소방관 진입창의 설치기준에 대하여 설명하시오.
10. 커튼월 Type 건축물의 화재확산 방지구조에 대하여 설명하시오.
11. 위험성 평가기법 중 위험도 매트릭스(Risk Matrix)에 대하여 설명하시오.
12. Hagen-Poiseuille식과 Darcy-Weisbach식을 이용하여 층류흐름의 마찰계수를 유도 하시오.
13. 국가화재안전기준에서 정하는 화재조기진압용 스프링클러의 설치제외와 물분무헤드의 설치제외에 대하여 설명하시오.

제 2교시 문제

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 건축법령상 건축물 실내에 접하는 부분의 마감재료(내장재)를 난연성능에 따라 구분하고, 마감재료의 성능기준과 시험방법에 대하여 설명하시오.
2. 위험물안전관리법령에서 정하는 위험물 제조소의 안전거리에 대하여 설명하시오
3. 특정소방대상물에 스프링클러설비가 설치되지 않는 경우 NFSC 501A에 의한 부속실 제연설비의 최소 차압은 40Pa이상으로 정하고 있으나, NFPA 92의 경우는 천장 높이에 따라 최소(설계) 최소(설계)차압의 기준이 다르게 적용된다. 천장 높이가 4.6m일 때를 기준으로 하여 NFPA 92에 따른 차압 선정의 이론적 배경을 설명하시오.
4. 건축물설계의 경제성 등 검토 (VE: Value Engineering)에 대하여 다음 내용을 설명하시오.
 - 1) 실시대상
 - 2) 실시시기 및 횟수
 - 3) 수행자격
 - 4) 검토조직의 구성
 - 5) 설계자가 제시하여야 할 자료
5. 임야화재에서 대표적인 발화원인과 화재원인별 조사방법에 대하여 설명하시오.
6. NFSC 102별표1에 의한 내화배선의 공사방법을 설명하고, 내화배선에 1종 금속제 가요전선관을 사용할 수 없는 이유와 내화전선을 전선관 내에 배선할 수 없는 이유에 대하여 설명하시오.

제 3교시 문제

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 샌드위치 패널의 종류별 특징과 화재위험성, 국내외 시험기준에 대하여 설명하시오.
2. 자연발화의 정의, 분류, 조건 및 예방방법에 대하여 설명하시오.
3. 수계 배관에서 돌연확대 및 돌연축소 되는 관로에서의 부차적 손실계수(k)가 돌연확대는 $k = [1 - (\frac{D_1}{D_2})^2]^2$, 돌연축소는 $k = [\frac{A_2}{A_0} - 1]^2$ 임을 증명하시오.
4. 화재감지기의 감지소자로 적용되는 서미스터(Thermistor)의 저항변화 특성을 저항-온도 그래프를 이용하여 종류별로 설명하고, 서미스터가 적용된 감지기의 작동 메커니즘에 대하여 설명하시오.
5. 전역방출방식 가스계 소화설비의 신뢰성을 확보하기 위하여 설치하는 Enclosure Integrity Test의 종류와 수행절차에 대하여 설명하시오.
6. 건축법령에 의한 방화구획 기준에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.
 - 1) 대상 및 설치기준
 - 2) 적용을 아니하거나 완화적용할 수 있는 경우
 - 3) 방화구획 용도로 사용되는 방화문의 구조

제 4교시 문제

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 공기포 소화약제의 혼합 방식에 대하여 설명하시오.
2. 위험물안전관리법령상 옥내탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준 중 다음에 대하여 설명하시오.
 - 1) 표시 및 표지
 - 2) 계시판
 - 3) 계시판의 색
 - 4) 압력탱크에 설치하는 압력계 및 안전장치
 - 5) 밸브없는 통기관의 설치 기준
3. 공기흡입형 감지기의 설계 및 유지관리 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
4. 소방시설공사업법 시행령 별표4에 따른 소방공사 감리원의 배치기준 및 배치기간에 대하여 설명하시오.
5. 가연성 혼합기의 연소속도(Burning Velocity)에 영향을 미치는 인자에 대하여 설명하시오.
6. 스프링클러헤드를 감지특성에 따라 분류하고 방사특성에 대하여 설명하시오.

제 1 교 시 문제풀이

1-1. 액체가연물의 연소에 영향을 미치는 인자에 대하여 설명하시오.

출처 '소방기술사 요해 1권 141, 147, 148 페이지

답)

1. 개요

액체가연물의 연소는 발화(인화점), 연소속도(burning rate), 화염확산 측면을 고려해야 한다.

2. 액체가연물의 발화(인화점)

1) 인화점의 영향인자

- (1) 중력 : 한계 혼합 기체 내에 부력을 발생시키고 가연물 / 공기 혼합 기체의 불균질성 유발
- (2) 압력 : 증가하면 인화점도 상승
- (3) 산소 : 순수 산소에서 더 상승
- (4) 개방상태, 운동 상태 : 인화점 증가
- (5) 무거운 액체 : 인화점 상승

2) 특이사항 : 인화점보다 낮은 온도에서 발화

- (1) 에어로졸
 - ① 가압용기 내 액체가 대기 중에 분사된 액체 입자
 - ② 작은 입자의 경우 쉽게 증기로 바뀐다.
- (2) 박막

열면 위에 떨어진 가연성 액체가 박막 형태로 되면, 그 액체의 발화온도보다 낮은 온도에서 발화가 가능하다.
- (3) 심지 (Wicking)

등유 램프처럼 액체가 심지를 통해 상승하게 되면 액체의 표면적이 증가하여 쉽게 발화된다.

3. 연소속도(Burning rate)

1) 풀파이어(pool fire)의 경우 연소속도(kg/s)를 액면하강속도(m/s)로 나타낸다.

2) 액면 하강 속도

(1) 연소속도와 액면 하강속도

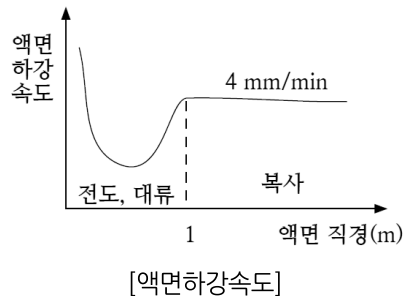
$$\dot{m}'' = y \times \rho$$

$$y = 1.27 \times 10^{-6} \times \frac{\text{연소열}}{\text{기화열}} \quad [m/s]$$

\dot{m}'' : 연소속도 $[kg/s \cdot m^2]$

y : 액면하강속도 $[m/s]$

ρ : 액체가연물 밀도 $[kg/m^3]$



3) 액면 하강속도에 영향을 주는 인자

- (1) 액면 (Pool) 직경
- (2) 화염의 높이
- (3) 바람

4. 화염전파

1) 화염확산은 액면 온도와 인화점에 의해 영향을 받는다.

2) 액면온도 > 인화점

- (1) 기상전파 (예혼합형 전파)
- (2) 전파속도

$$v = A \cdot S_u \cdot \left(\frac{\rho_u}{\rho_f} \right)^{\frac{1}{2}}$$

S_u : 연소속도(burning velocity)

A : 2~3

ρ_u : 액온 증기밀도

ρ_f : 화염온도에서의 증기밀도

(3) 화염 전파속도는 약 2 m/s

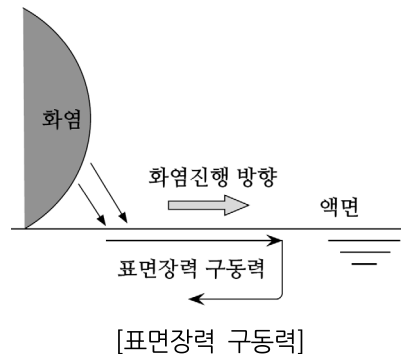
3) 액면온도 < 인화점

1) 예열형 전파 (맥동적인 화염전파)

- ① 화염에 의하여 미연소 액면이 예열 된 후 화염 전파
- ② 화염전파속도는 $0.01 \sim 0.1m/s$

2) 표면 장력 구동력

온도의 증가에 따른 표면장력의 감소는 대류를 유도한다.



1-2. 위험물안전관리법령상 다음 용어의 정의를 쓰시오.**1) 위험물 2) 지정수량 3) 제조소 4) 저장소 5) 취급소**

출처' 위험물안전관리법

답)

1. 위험물 안전관리법 상의 용어 정의**1) 위험물**

인화성 또는 발화성 등의 성질을 가지는 것으로서 대통령령이 정하는 물품

2) 지정수량

위험물의 종류별로 위험성을 고려하여 대통령령이 정하는 수량으로서 제조소등의 설치허가 등에 있어서 최저의 기준이 되는 수량

3) 제조소

위험물을 제조할 목적으로 지정수량 이상의 위험물을 취급하기 위하여 허가를 받은 장소

4) 저장소

지정수량 이상의 위험물을 저장하기 위한 대통령령이 정하는 장소로서 허가를 받은 장소

5) 취급소

지정수량 이상의 위험물을 제조외의 목적으로 취급하기 위한 대통령령이 정하는 장소로서 허가를 받은 장소

6) 제조소등

제조소·저장소 및 취급소

1-3. 소화설비용 충압펌프가 빈번하게 작동하는 주요 원인과 대책을 설명하시오.

출처' 특급소방안전관리자 교육자료

답)

1. 개요

1) 충압펌프의 목적(기능)

- (1) 배관 및 부속품의 연결범위 등에서 정상적인 누수가 발생했을 때 기동하여 배관내의 압력을 채우는 역할
- (2) 주펌프의 잦은 기동으로 인한 고장을 예방

2) 충압펌프의 적용

기동용 수압개폐장치를 기동장치로 사용할 경우 설치

3) 충압펌프의 성능

- (1) 토출압 : 일반적으로 주펌프와 동일
- (2) 토출량 : 정상적인 누설량을 보충할 수 있는 성능(일반적으로 60L/min)

2. 충압펌프의 빈번한 작동 주요원인

1) 체크밸브의 역류

- (1) 옥상수조에 설치된 체크밸브의 역류
- (2) 주·충압 펌프의 토출측 체크밸브가 역류
- (3) 송수구 체크밸류 역류

2) 밸브 등의 미세개방 또는 누수

- (1) 알람밸브 배수밸브의 미세개방 또는 누수
- (2) 말단시험밸브 미세개방 또는 누수
- (3) 배관파손에 의한 누수
- (4) 헤드 방수구 등의 살수부분 미세개방 또는 누수
- (5) 압력챔버에 설치된 배수밸브의 미세개방 또는 누수

3) 부적절한 DIFF 값 설정

- (1) RANGE :
- (2) DIFF :
- (3) DIFF 값이 너무 작으면 배관계통에서의 작은 압력저하에도 펌프가 기동하게 된다.

3. 대책

- 1) 체크밸브의 역류방지 - 유지관리 및 점검 철저
- 2) 밸브등의 미세개방 또는 누수 방지 - 유지관리 및 점검 철저
- 3) 기동용 수압개폐장치의 적절한 세팅

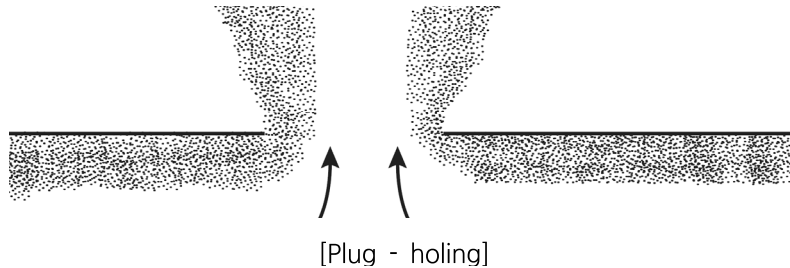
1-4. Plug-holing의 발생원인과 방지대책에 대하여 설명하시오.

출처'소방기술사 요해 2권 P.303

답)

1. 정 의

상부 연기와 함께 하부 청결층의 공기가 배출되는 현상



2. 문제점

예상 배출량보다 작은 연기량 배출 \Rightarrow 연기층 하강

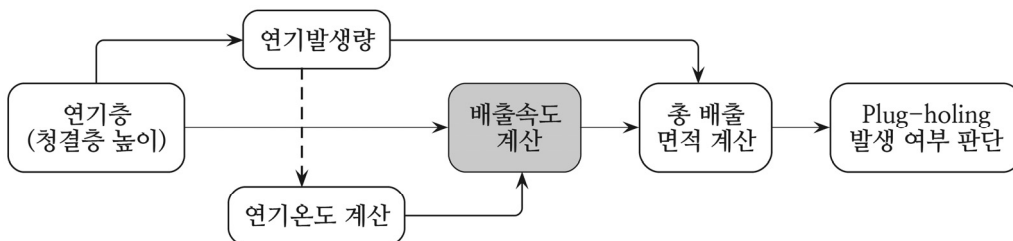
3. 발생원인 : 하나의 배출구의 배출률 (Exhaust rate)이 과다해서 발생

- 1) 하나의 개구부 면적이 큰 경우
- 2) 배출속도가 빠른 경우 : Wind effect의 영향

4. 대 책

- 1) 각각의 배기구의 최대 면적 제한 : NFPA에서는 하나의 개구부의 면적을 $2h^2$ 으로 제한한다.
(h 는 연기층 높이)
- 2) 하나의 배출구를 분할하여 여러 개의 배기구를 분산 배치한다.

5. 자연 배연 설계 절차



- 1) 연기층 높이(청결층 높이) 설정
- 2) 연기 발생량 계산

$$m_p = K Q_c^{\frac{1}{3}} \cdot (Z - Z_0)^{\frac{5}{3}}$$

m_p : 연기발생량(kg/s)

Q_c : 대류 열방출률 = $0.7 Q$ [kW]

Z : 청결층 높이 Z_0 : Virtual origin

3) 연기온도(T_s)

$$T_s = T_0 + \frac{K \cdot Q_c}{c_p \cdot m_p}$$

 K : 일반적으로 0.5 Q_c : 대류 열방출률 = $0.7 Q [kW]$ c_p : 연기비열 ($kJ/kg \cdot K$) m_p : 연기발생량 (kg/s)4) 배출 속도 (m/s) 계산

$$v = \sqrt{\frac{2(\rho_a - \rho_s)g \cdot h}{\rho_s}} \quad (m/s)$$

 h : 연기층 높이 ρ_a : 공기의 밀도 ρ_s : 연기의 밀도5) 총 배출구 (A_T) 면적 계산

$$Q = A_T \times v$$

6) Plug - holing 발생 여부 판단 (SFPE Handbook)

$$A < 0.4 \times h^2 \sqrt{\frac{\rho_s}{\rho_a}}$$

 h : 연기층 높이 ρ_a : 공기의 밀도 ρ_s : 연기의 밀도

1-5. 소방시설법령상 건축허가등의 동의대상에 대하여 설명하시오.

출처' 소방기술사 요해 1권 p.535

답)

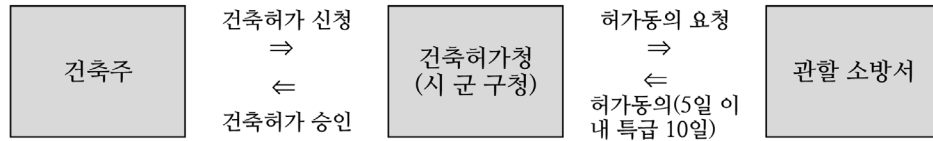
1. 동의 대상

- 1) 연면적 : 400 m² 이상
 - (1) 학교시설 : 100 m²
 - (2) 노유자시설 및 수련시설 : 200 m²
 - (3) 정신의료기관 : 300 m²
- 2) 6층 이상인 건축물
- 3) 차고·주차장 또는 주차용도로 사용되는 시설
 - (1) 차고·주차장으로 사용되는 층 중 바닥면적이 200 m²
 - (2) 승강기 등 기계장치에 의한 주차시설로서 자동차 20대
- 4) 항공기격납고, 관망탑, 항공관제탑, 방송용 송수신탑
- 5) 지하층 또는 무창층이 있는 건축물로서 바닥면적이 150 m² (공연장의 경우에는 100 m²) 이상인 층이 있는 것
- 6) 위험물 저장 및 처리 시설
- 7) 지하구
- 8) 노유자시설 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 시설
 - (1) 노인 관련 시설
 - (2) 아동복지시설
 - (3) 장애인 거주시설
 - (4) 정신질환자 관련 시설
 - (5) 노숙인 자활시설, 노숙인 재활시설 및 노숙인 요양시설
 - (6) 결핵환자나 한센인이 24시간 생활하는 노유자시설
- 9) 요양병원

2. 제 외

- 1) 소화기구, 누전경보기, 피난기구, 방열복·공기호흡기 및 인공소생기, 유도등 또는 유도표지
- 2) 건축물의 증축 또는 용도변경으로 인하여 해당 특정소방대상물에 추가로 소방시설이 설치되지 아니하는 경우 그 특정소방대상물
- 3) 성능위주설계를 한 특정소방대상물

3. 건축허가를 받기 위하여 관할 소방서에 제출할 서류 : 동의요구서



- 1) 건축허가신청서 및 건축허가서 또는 건축·대수선·용도변경신고서 등 건축허가 등을 확인할 수 있는 서류의 사본
- 2) 다음의 설계도서
 - (1) 건축물의 단면도 및 주단면 상세도 (내장재료를 명시한 것)
 - (2) 소방시설의 층별 평면도 및 층별 계통도 (시설별 계산서를 포함)
 - (3) 창호도
- 3) 소방시설 설치계획표
- 4) 임시소방시설 설치계획서
- 5) 소방시설 설계업 등록증과 소방시설을 설계한 기술인력자의 기술자격증
- 6) 소방시설설계 계약서 사본 1부
건축물의 내부구조를 알 수 있는 설계도면

1-6. 소방시설법령상 “인화성 물품을 취급하는 작업 등 대통령령으로 정하는 작업”에 대하여 설명 하시오.

출처: 소방기술사 요해 1권 P.830

답)

1. 개 요

- 1) 공사현장의 사고가 빈번하고 화재 발생 시 인명 피해가 발생하는바 공사 현장에 임시 소방시설이 필요
- 2) 최근 관련 화재 사건 : 2020.04.29 이천 창고 화재

2. 인화성 물품을 취급하는 작업 등 대통령령으로 정하는 작업

- 1) 인화성·가연성·폭발성 물질을 취급하거나 가연성 가스를 발생시키는 작업
- 2) 용접·용단 등 불꽃을 발생시키거나 화기를 취급하는 작업
- 3) 전열기구, 가열전선 등 열을 발생시키는 기구를 취급하는 작업
- 4) 소방청장이 정하여 고시하는 폭발성 부유분진을 발생시킬 수 있는 작업
- 5) 그 밖에 위와 비슷한 작업으로 소방청장이 정하여 고시하는 작업

3. 임시소방시설을 설치하여야 하는 공사의 종류와 규모

1) 소화기

건축허가 등을 할 때 소방본부장 또는 소방서장의 동의를 받아야 하는 특정소방대상물

2) 간이소화장치.

- (1) 연면적 3,000 m² 이상
- (2) 해당층의 바닥면적이 600 m² 이상인 지하층, 무창층 및 4층 이상의 층

3) 비상경보장치

- (1) 연면적 400 m² 이상
- (2) 해당층의 바닥면적이 150 m² 이상인 지하층 또는 무창층

4) 간이피난유도선

바닥면적이 150 m² 이상인 지하층 또는 무창층의 작업현장.

구 분	소화기	간이소화장치	비상경보장치	간이피난유도선
전 대상	○			
연면적 400 m ² 이상			○	
연면적 3,000 m ² 이상		○		
바닥면적이 150 m ² 이상인 지하층 또는 무창층			○	○
바닥면적이 600 m ² 이상인 지하층, 무창층 및 4층 이상의 층		○		

1-7. NFPA 72에서 정하는 Pathway Survivability를 Level별로 구분하여 설명하시오.

출처' 소방기술사 요해 2권 p.438

답)

1. 개 요

NFPA 72의 Pathway Survivability(잔존 능력)은 화재에 의한 영향을 받지 않고 정상적인 기능을 수행하는데 필요한 성능을 표시한 것

2. 구 분

1) Level 0

경로에 대한 잔존 능력이 어떠한 경로에도 해당되지 않는 경우

2) Level 1

내부도체, 케이블, 금속제의 레이스 웨이 (race way)에 설치된 물리적 경로 등으로서 스프링클러에 의해 방호되는 건축물에 설치된 경로

3) Level 2 : 다음 중 하나

- (1) 2시간 내화 CI 케이블
- (2) 2시간 내화 케이블 설비 (전기적인 보호기능을 보유한 설비)
- (3) 2시간 내화 방호구역이나 방화구획
- (4) 관계기관에 의해 승인된 2시간 내화성능의 대체설비

4) Level 3

스프링클러설비에 의해 방호되는 건축물에 설치된 경로로서 다음 중 하나

- (1) 2시간 내화 CI 케이블
- (2) 2시간 내화 케이블 설비 (전기적인 보호기능을 보유한 설비)
- (3) 2시간 방화구획
- (4) 관계기관에 의해 승인된 2시간 내화성능의 대체설비

1-8. 단상 2선식 회로의 전압강하 계산식을 유도하시오.

출처' 소방기술사 요해 2권 p.460

답)

1. 전압강하 계산식

$$1) e[V] = I \times R = I \times \rho \frac{L}{A}$$

2) ρ 는 고유저항 (specific resistance)이며, 구리의 고유저항 값은 $\rho = 1/58 [\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}]$ 이다.

이때 전선에 사용되는 구리의 도전율은 96~98 %이므로 보통 97 %를 적용하고, 도전율과 고유저항은 역수인 관계가 된다.

$$3) \rho = \frac{1}{58} \times \frac{1}{0.97} = 0.0178 [\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}] \text{가 된다.}$$

$$e[V] = I \times R = I \times \rho \frac{L}{A} = \frac{0.0178 \cdot L \cdot I}{A} = \frac{17.8 \cdot L \cdot I}{1000 A}$$

4) 각 계통의 간이전압 강하

$$(1) \text{ 단상 2선식, 직류 2선식 : } \Delta V = \frac{2 \times 17.8 \cdot L \cdot I}{1000 \cdot A} = \frac{35.6}{1000} \frac{L \cdot I}{A}$$

$$(2) \text{ 3상 3선식 : } \Delta V = \frac{\sqrt{3} \times 17.8 \cdot L \cdot I}{1000 \cdot A} = \frac{30.8}{1000} \frac{L \cdot I}{A}$$

$$(3) \text{ 단상3선, 직류3선, 3상4선 : } \Delta V = \frac{1 \times 17.8 \cdot L \cdot I}{1000 \cdot A} = \frac{17.8}{1000} \frac{L \cdot I}{A}$$

전기방식	단상2선식, 직류2선식	3상 3선식	단상3선, 3상4선
계산식	$e = \frac{35.6 \cdot L \cdot I}{1000 A}$	$e = \frac{30.8 \cdot L \cdot I}{1000 A}$	$e = \frac{17.8 \cdot L \cdot I}{1000 A}$

2. 고유저항 (Specific resistance)

1) 고유저항 (ρ)이란 물질이 가지고 있는 고유한 저항특성으로 일반적인 단위는 $[\Omega \cdot \text{m}]$ 을 사용한다.

2) 측정조건은 온도 293 K에서 길이 1m, 단면적 1mm^2 인 도선의 저항을 기본으로 한다. 기본단위는 $[\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}]$ 이다.

3) 도체의 저항 $[\Omega]$ 은 재료의 종류, 온도, 길이, 단면적 등에 의해 결정되고, 고유저항 (ρ)은 별도의 조건의 실험값으로 결정이 된다.

4) 도체의 저항은 고유저항과 길이에 비례하고, 단면적에 반비례한다.

$$R[\Omega] = \rho [\Omega \cdot \text{m}] \times \frac{\ell [\text{m}]}{A [\text{m}^2]}$$

5) 현장 실무경우에는 전선, 케이블 등은 길이와 단면적이 있기 때문에 저항을 적용하고, 대지(grounding)와 형태가 있는 물질 등은 길이와 단면적이 없기 때문에 고유저항을 적용한다.

1-9. 건축법령에서 정하는 소방관 진입창의 설치기준에 대하여 설명하시오.

출처: 건축물의 피난, 방화구조등의 기준에 관한 규칙

답)

1. 법개정 사항

- 1) 화재 발생 시 소화, 구조활동을 위하여 소방관 진입창의 설치가 의무화 되었다.
- 2) 2019년 8월 6일 개정, 2019년 10월 24일 시행

2. 설치 대상

2층 이상 11층 이하의 층

3. 설치 기준

1) 설치 개수

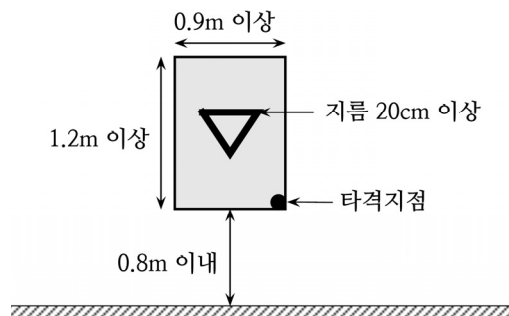
- (1) 2층 이상 11층 이하인 층에 각각 1개소 이상 설치
- (2) 추가 설치 : 소방관이 진입할 수 있는 창 의 가운데에서 벽면 끝까지의 수평거리가 40 m 이상인 경우에는 40 m 이내마다 설치

2) 설치 위치

소방차 진입로 또는 소방차 진입이 가능한 공터에 면할 것

3) 표시

- (1) 창문의 가운데에 지름 20 cm 이상의 역삼각형을 야간에도 알아볼 수 있도록 빛 반사 등으로 붉은색으로 표시할 것
- (2) 창문의 한쪽 모서리에 타격지점을 지름 3 cm 이상의 원형으로 표시할 것



4) 진입창

- (1) 창문의 크기 : 폭 90cm 이상, 높이 1.2 m 이상
- (2) 실내 바닥면으로부터 창의 아랫부분까지의 높이는 80 cm 이내로 할 것

5) 유리 종류

- (1) 플로트판유리로서 그 두께가 6mm 이하인 것
- (2) 강화유리 또는 배강도유리로서 그 두께가 5 mm 이하인 것

(3) (1) 또는 (2) 에 해당하는 유리로 구성된 이중 유리로서 그 두께가 24 mm 이하인 것

1-10. 커튼월 Type 건축물의 화재확산 방지구조에 대하여 설명하시오.

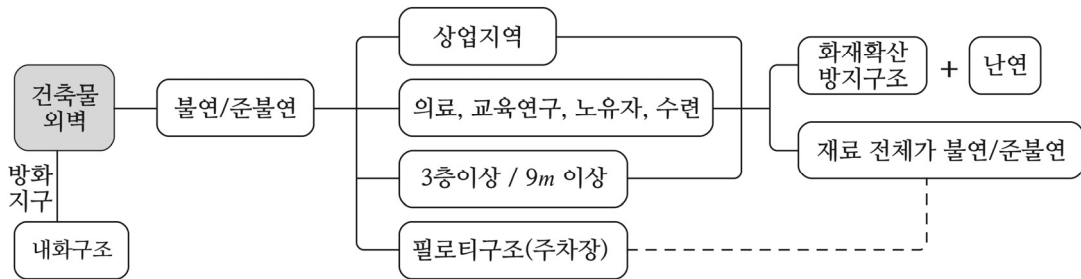
출처 '소방기술사 요해 1권 p.453'

답)

1. 개 요

- 1) 특정 건축물의 외벽에는 불연재료 또는 준불연재료를 마감재로 사용하여야 한다.
- 2) 다만, 고층건축물의 외벽을 국토부령이 정하여 고시하는 화재 확산 방지구조 기준에 적합하게 설치하는 경우에는 난연재료를 마감재로 사용할 수 있다.

2. (준) 불연재료로 마감해야 하는 대상



1) 상업지역 (근린상업지역은 제외)의 건축물

- (1) 근생, 문화 및 집회, 종교, 판매, 운동 및 위락의 용도로 쓰는 건축물로서 용도로 쓰는 건축물로서 그 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 2,000 m² 이상
- (2) 공장 (국토부령으로 정하는 화재 위험이 적은 공장은 제외)의 용도로 쓰는 건축물로부터 6 m 이내에 위치한 건축물

2) 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설 및 수련시설의 용도로 쓰는 건축물

3) 3층 이상 또는 높이 9 m 이상인 건축물

4) 1층의 전부 또는 일부를 필로티 구조로 설치하여 주차장으로 쓰는 건축물

3. 화재 확산 방지구조 (건 · 피 · 방 24조 ⑤)

1) 수직 화재 확산 방지

2) 구조

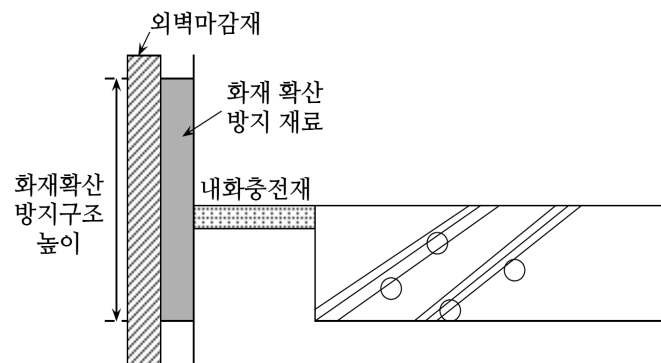
외벽마감재와 외벽마감재 지지구조 사이의 공간을 다음의 하나에 해당하는 재료로 매 층마다 최소 높이 400 mm 이상 밀실하게 채운 것

3) 화재확산 방지 재료

- (1) 12.5 mm 이상의 방화 석고 보드
- (2) 석고 시멘트판 6 mm 이상인 것 또는 6 mm 이상의 평형 시멘트판인 것
- (3) 미네랄울 보온판 2호 이상인 것

- (4) KS F 2257-8 (건축 부재의 내화 시험 방법 - 수직 비내력 구획 부재의 성능 조건)에 따라 내화 성능 시험한 결과 15분의 차焰성능 및 이면온도가 120 K 이상 상승하지 않는 재료

	재 질	두께 및 규격
KS F 3504	방화 석고 보드	12.5 mm 이상
KS L 5509	석고 시멘트판	6 mm 이상
KS L 5114	평형 시멘트판	6 mm 이상
KS L 9102	미네랄울 보온판	2호 이상
KS F 2257-8		<ul style="list-style-type: none"> • 15분의 차焰성능 • 이면온도가 120K 이상 상승하지 않는 재료



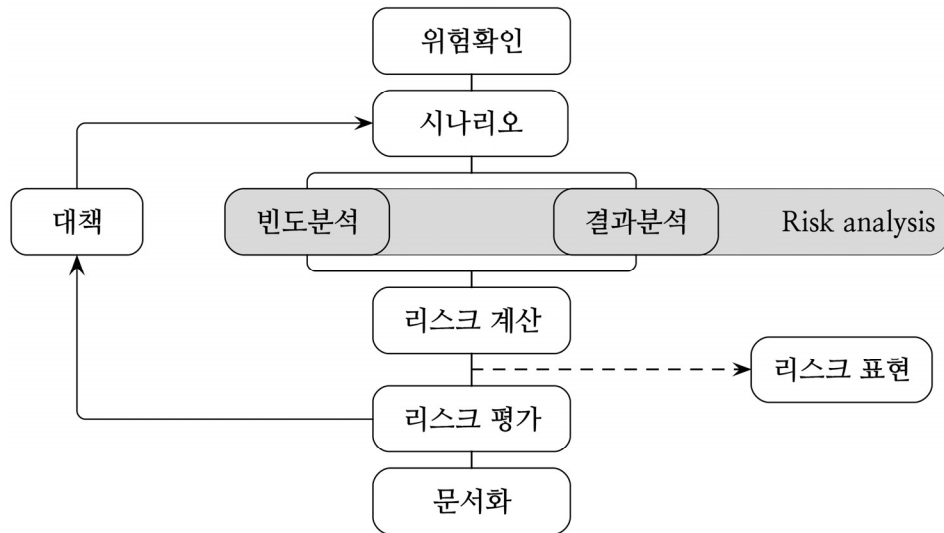
[화재확산 방지구조]

1-11. 위험성 평가기법 중 위험도 매트릭스(Risk Matrix)에 대하여 설명하시오.

출처 '소방기술사 요해 2권 695,711페이지'

답)

1. Risk Presentation (리스크 표현)



[Risk Assessment]

- 1) 많은 수의 화재 및 폭발 사고의 확률과 결과를 경영진 및 관계인 (주변 거주자, 관계기관)의 의사 결정을 쉽게 결정할 수 있도록 표현 (Presentation)하는 것은 매우 중요하다.
- 2) 위험성 평가에 의한 사고 빈도 및 결과는 이해하기 쉽게 제시되고 표현되어야 한다.

2. Risk matrix

- 1) X 좌표 측에 사고의 크기를, Y 좌표측에 사고의 빈도를 각각 일정한 단계로 나누어 표시한 후
- 2) 개개의 사고 시나리오가 지니고 있는 사고의 크기와 사고 발생 빈도를 예측하여 좌표 상에 표시함으로써 위험도를 등급으로 표시하는 방법

Frequent				
Probable				
Occasional				
Remote				
Improbable				
	Negligible	Marginal	Critical	Catastrophic
Risk	소	중	대	

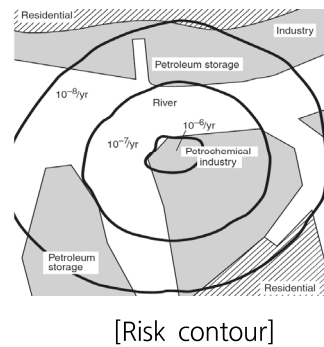
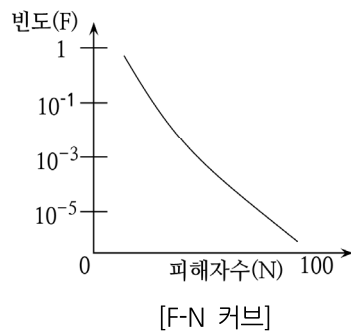
3. 그 밖의 리스크 표현 방법

1) F - N curve

- 1) 사회적 위험성을 표현
- 2) 위험사고로 인하여 영향을 받을 수 있는 사람의 숫자를 예측
- 3) 누적된 빈도 × 사상자 숫자

2) Risk contour

- 1) 특정 지점에서 개인 위험성을 표현
- 2) 위험 설비 주변의 위험도가 동일한 점을 연결하여 표시



3) Risk profile

위험원으로부터 거리의 함수로 개인 위험성 표시

1-12. Hagen-Poiseuille식과 Darcy-Weisbach식을 이용하여 층류흐름의 마찰계수를 유도하시오.

출처' 소방기술사 요해 1권 680, 687페이지

답)

1. Darcy-Weisbach 식

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

1) 마찰계수 (λ)

$$(1) \text{ 층류 : } \lambda = \frac{64}{Re}$$

$$(2) \text{ 임계구역 : } 2000 \leq Re \leq 4000$$

(3) 난류

① 천이구역 (Transition zone)

매끄러운 관 : Re 와 상대조도 ($\frac{\epsilon}{D}$)의 함수

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left[\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{R\sqrt{\lambda}} \right]$$

② 완전 난류 (Complete turbulence)

거친 관 : 상대조도 ($\frac{\epsilon}{D}$)만의 함수

(4) 무디선도 (Moody diagram)

마찰계수를 계산하는 방법이 복잡하고 난해해서 표를 이용하여 구하는 방법

2) 특징

(1) 적용의 복잡하다.

(2) 마찰계수 값 적용이 어렵다.

(3) 적용 : (중·고압) Water mist, foam, 부동액 등의 혼합 소화수

2. Hagen-Poiseuille식

$$h = \frac{128 \cdot \mu \cdot Q \cdot L}{\gamma \cdot \pi \cdot D^4}$$

1) 층류 유동에서의 흐름에 적용되는 식으로 Darcy-Weisbach 식에서 유도한 식

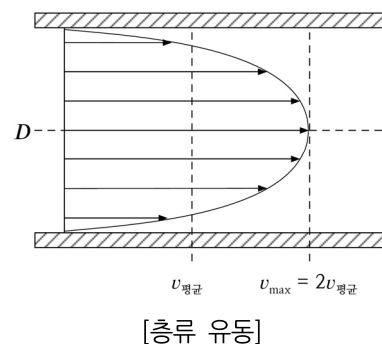
2) 유도

(1) 준비

$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$(2) h = \frac{64 \cdot \mu}{\rho \cdot v \cdot D} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{32 \cdot \mu \cdot v \cdot L}{\gamma \cdot D^2} = \frac{128 \cdot \mu \cdot Q \cdot L}{\gamma \cdot \pi \cdot D^4}$$



2. 층류흐름의 마찰계수를 유도

1) 준비

$$(1) \quad Q = A \cdot v \quad Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v \quad \dots\dots (1)$$

$$(2) \quad \gamma = \rho \cdot g \quad \dots\dots (2)$$

$$(3) \quad Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad \dots\dots (3)$$

2) Hagen-Poiseuille식 및 Darcy-Weisbach식을 통해 구한 손실수두는 동일

$$\lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{128 \cdot \mu \cdot Q \cdot L}{\gamma \cdot \pi \cdot D^4} \quad \dots\dots (4)$$

3) ④식에 ①, ②를 대입

$$\lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = \frac{128 \cdot \mu \cdot (\frac{\pi D^2}{4} \cdot v) \cdot L}{(\rho \cdot g) \cdot \pi \cdot D^4}$$

4) 마찰손실계수에 대하여 정리하면

$$\lambda = (\frac{D}{L} \cdot \frac{2g}{v^2}) \cdot \frac{128 \cdot \mu \cdot (\frac{\pi D^2}{4} \cdot v) \cdot L}{(\rho \cdot g) \cdot \pi \cdot D^4}$$

$$\lambda = \frac{64 \cdot \mu}{D \cdot v \cdot \rho}$$

5) ③식에 의해 마찰손실계수는

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

1-13. 국가화재안전기준에서 정하는 화재조기진압용 스프링클러의 설치제외와 물분무헤드의 설치제외에 대하여 설명하시오.

답)

1. 화재조기 진압용 스프링클러

1) 설치제외 기준

- (1) 제4류 위험물
- (2) 타이어, 두루마리 종이 및 섬유류, 섬유제품 등 연소 시 화염의 속도가 빠르고 방사된 물이 하부까지 도달하지 못하는 것

2) 기준 해석

- (1) 물의 비중 > 제4류 위험물의 비중 : 유면이 확대로 화재를 확산 시킬 우려가 있으며, ESFR의 방출계수 K값이 크기 때문에 이러한 우려는 더욱 커진다.
- (2) 렉크식 창고에 적용하는 설비로서 천장 상부에만 헤드가 설치된다. 이는 적정높이 마다 인렉 헤드를 적용한 경우와 달리 선반 내부에 연소확대가 빠른 물품에 대해서는 적응성이 떨어진다.

2. 물분무헤드

1) 설치제외 기준

- (1) 물에 심하게 반응하는 물질 또는 물과 반응하여 위험한 물질을 생성하는 물질을 저장 또는 취급하는 장소
- (2) 고온의 물질 및 증류범위가 넓어 끓어 넘치는 위험이 있는 물질을 저장 또는 취급하는 장소
- (3) 운전시에 표면의 온도가 260℃ 이상으로 되는 등 직접 분무를 하는 경우 그 부분에 손상을 입힐 우려가 있는 기계장치 등이 있는 장소

2) 기준 해석

- (1) 물을 소화약제로 사용하기 때문에 제3류 등의 물과 반응하는 물질에 적용 불가
- (2) 물이 가해질 경우 급격한 부피변화 등의 우려가 있는 경우
- (3) 열적 쇼크의 발생
 - ① 고온의 기기 표면 등에 물입자가 닿을 경우 기기가 손상되는 현상
 - ② 미분무소화설비의 경우 pulsing(순환)으로 열적쇼크 없는 소화가 가능
 - ③ pulsing(순환) : on-off를 반복함으로써 무효화가스(산소고갈가스)를 생성, 냉각시켜 열적 쇼크 없이 소화가 가능(소화원리 : 질식에 해당)

제 2교시 문제풀이

2-1. 건축법령상 건축물 실내에 접하는 부분의 마감재료(내장재)를 난연성능에 따라 구분하고, 마감재료의 성능기준과 시험방법에 대하여 설명하시오.

출처 '소방기술사 요해 2권 438

답)

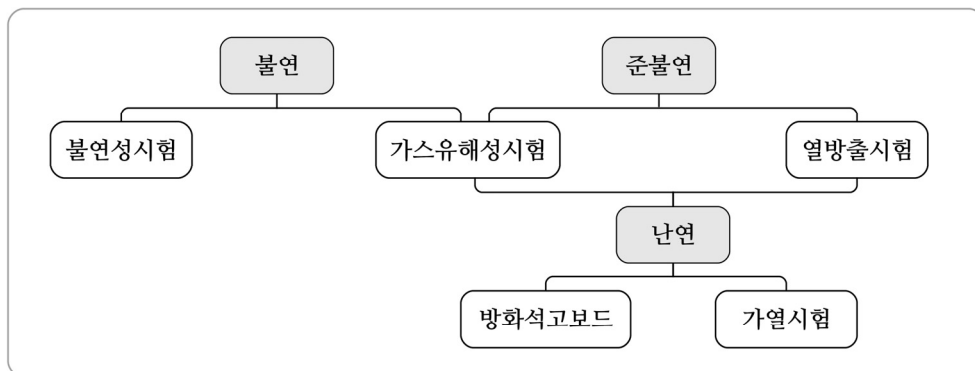
1. 개 요

- 1) 내장재는 발화, 연소 확대, 독성가스 발생 그리고 Flash over의 발생 등과 밀접한 관계가 있다.
- 2) 화재 초기 화재확대 방지 및 피난자의 안전 확보를 위해서 내장재의 선택에 신중을 기할 필요가 있다. 이런 이유로 인해 내장재는 성능기준을 정하여 관리하고 있다.
- 3) 건축법 제 52조 및 건축법시행령 제 61조에서 규정하고 있으며, 「건축물의 피난방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에서 불연재료, 준불연재료, 난연재료로 구분하여 그 기준을 정하고 있다.

2. 내장재가 갖추어야 할 방화상 특성

- 1) 내발화성
- 2) 내발열성
- 3) 내발연성
- 4) 내유독가스 발생
- 5) 방화상 유해한 변형, 균열, 용융 등이 없을 것

3. 내장재 시험



1) 불연재료 : 불에 타지 아니하는 성질을 가진 재료

- (1) 불연성 시험
- (2) 연소가스 유해성 시험

2) 준불연재료 : 불연 재료에 준하는 성질을 가진 재료

- (1) 열방출률 시험
- (2) 연소가스 유해성 시험

3) 난연재료 : 불에 잘 타지 아니하는 성능을 가진 재료

- (1) 열방출률 시험
- (2) 연소가스 유해성 시험
- (3) 아래의 경우는 제외
 - ① 복합자재로서 건축물의 실내에 접하는 부분에 12.5 mm 이상의 방화석고보드로 마감
 - ② KS F 2257-1 (건축 부재의 내화 시험 방법)에 따라 내화성능 시험한 결과 15분의 차焰성능 및 이면온도가 120 K 이상 상승하지 않는 재료로 마감

재료구분	시험방법
불연재료	불연성 시험, 연소가스 유해성 시험
준불연재료	열방출률 시험, 연소가스 유해성 시험
난연재료	열방출률 시험, 연소가스 유해성 시험(또는 가열시험)

4. 성능기준

시험방법	시험기준	평가방법
불연성 시험 (불연재료)	<ul style="list-style-type: none"> • 일정한 가열온도 $750 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 20분 가열 • 3회 실시 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도상승 : 최종평균온도 20K 이하 상승 • 질량감소율 : 30 % 이하
열방출률시험 (준불연, 난연)	<ul style="list-style-type: none"> • 가열강도 : 50 kW/m^2 • 3회 실시 • 가열시간 <ul style="list-style-type: none"> - 준불연 : 10분 - 난연 : 5분 	<ul style="list-style-type: none"> • 총 방출열량 : 8 MJ/m^2 이하 • 최대 열방출률 : 10초 이상 연속으로 200 kW/m^2 이하 • 방화상 유해한 균열, 구멍 및 용융 (복합재의 경우 심재의 전부 용융, 소멸되는 것 포함) 등이 없을 것
가스유해성 시험 (불연, 준불연, 난연)	<ul style="list-style-type: none"> • 가열시간 : 6분 	<ul style="list-style-type: none"> • 위의 행동정지시간이 9분 이상인 경우 합격(기본횟수 2회)
가열시험 (난연)	<ul style="list-style-type: none"> • 가열시간 15분 	<ul style="list-style-type: none"> • 차焰성 • 차焰성 : 이면온도가 120K 이상 상승하지 않는 재료

5. 결 론

- 1) 최근 건축물의 동향을 보면 고층화·심층화·대형화 되면서 내장재 또한 다양화되고, 고분자 제품을 사용하여 화재 시 인명피해 또한 크게 발생하고 있다. 화재 시 인명 피해는 대부분 연기에 의해 발생되고 있으며 그 많은 부분이 내장재에 영향을 받고 있다.
- 2) 내장재는 이와 같은 특성 등을 고려하여 선정하여야 하며, 또한 출화 위험이 높은 공간과 피난 방호의 필요가 있는 공간에 대해서는 내장의 불연/난연화가 필요하다.

2-2. 위험물안전관리법령에서 정하는 위험물 제조소의 안전거리에 대하여 설명하시오.

출처' 소방기술사 요해 1권 P 384

답)

1. 개 요

위험물 시설에서 화재 등의 재해가 발생했을 때 주위의 방호대상물에 인적, 물적 피해가 미치지 않도록 확보해야 할 수평거리이다.

2. 안전거리 이론적 배경

1) 화재 : 화재에 의한 복사 열유속은 거리의 제곱에 반비례한다.

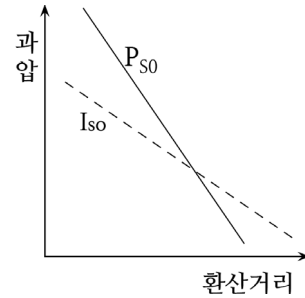
$$q'' = \frac{\varepsilon \cdot Q}{4 \pi r^2}$$

Q : 화재 시 열방출률 (kW)
 ε : 복사 형태로 방출되는 분율 (0.3~0.8)
 r : 화재와 목표물 사이 거리

2) 폭발 : 환산거리에 반비례한다.

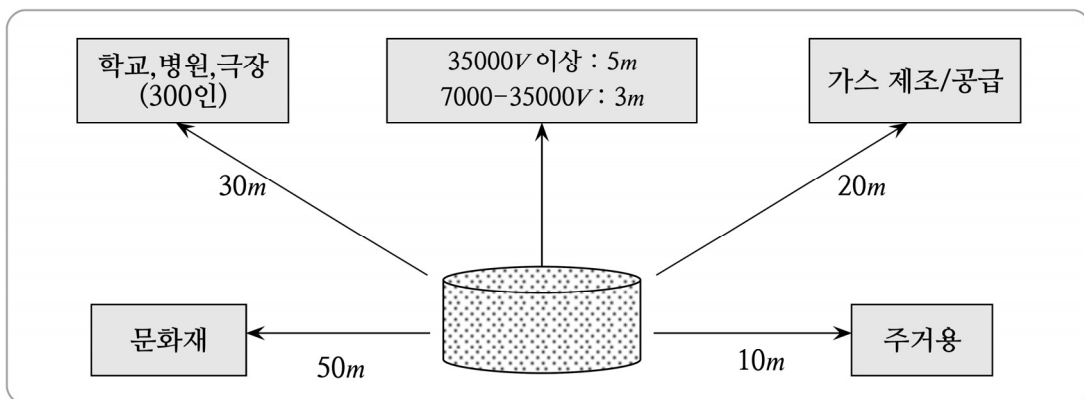
$$\bar{R} = \frac{R}{W_{TNT}^{1/3}}$$

\bar{R} : 환산거리
 R : 폭발로부터의 거리
 W_{TNT} : TNT 당량



3. 안전거리 기준

구 분		안전거리
문화재		50 m
학교, 병원, 공연장 수용인원 300명 복지시설 20명		30 m
가연성 가스를 제조 / 저장하는 시설		20 m
주거용도		10 m
특고압	7000 ~ 35000 V	3 m
	35,000 V 이상	5 m

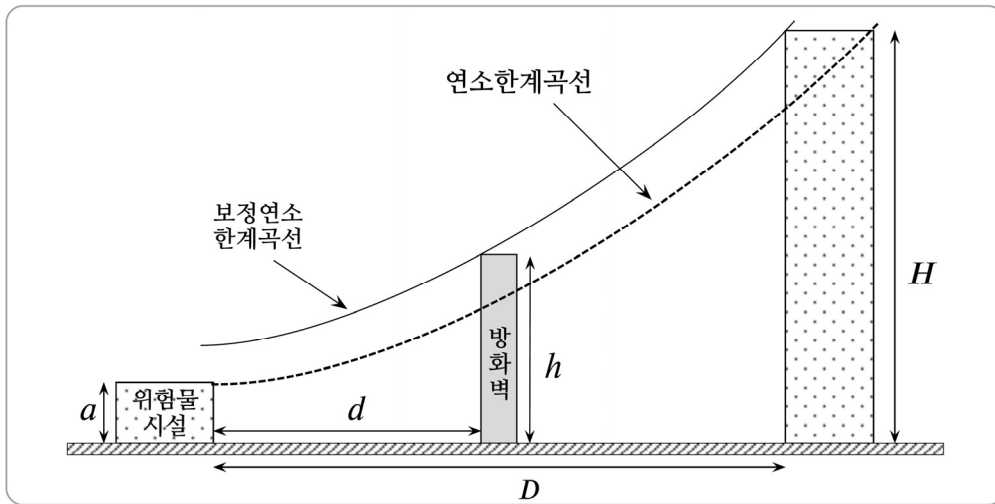


4. 안전거리의 단축

1) 방화벽에 의한 단축

내화구조 또는 불연재료로 된 방화상 유효한 담 또는 벽을 설치하는 경우에는 안전거리를 단축할 수 있다.

2) 방화상 유효한 벽의 높이 산정식



$$H > pD^2 + a : h = H - p(D^2 - d^2) \quad \text{최대 4m}$$

$$H \leq pD^2 + a : h = 2m$$

a : 제조소 등의 높이(m)
h : 방화상 유효한 벽의 높이(m)
d : 제조소등과 방화상 유효한 벽과의 거리(m)
H : 인접건물의 높이(m)
D : 제조소등과 인접 건축물과의 거리(m)
p : 상수

인근 건축물 또는 공작물의 구분	P의 값
<ul style="list-style-type: none"> • 학교·주택·문화재 등의 건축물 또는 공작물이 목조인 경우 • 학교·주택·문화재 등의 건축물 또는 공작물이 방화구조 또는 내화구조이고, 제조소 등에 면한 부분의 개구부에 방화문이 설치되지 아니한 경우 	0.04
<ul style="list-style-type: none"> • 학교·주택·문화재 등의 건축물 또는 공작물이 방화구조인 경우 • 학교·주택·문화재 등의 건축물 또는 공작물이 방화구조 또는 내화구조이고, 제조소 등에 면한 부분의 개구부에 이중방화문이 설치된 경우 	0.15
<ul style="list-style-type: none"> • 학교·주택·문화재 등의 건축물 또는 공작물이 내화구조이고, 제조소등에 면한 개구부에 갑종 방화문이 설치된 경우 	∞

3) 방화벽 높이

(1) 산출된 벽의 높이

- ① 2m 미만인 경우 2m
- ② 4m 이상이면 소화설비를 보강 한 후 4m로 한다.

(2) 소화설비를 보강

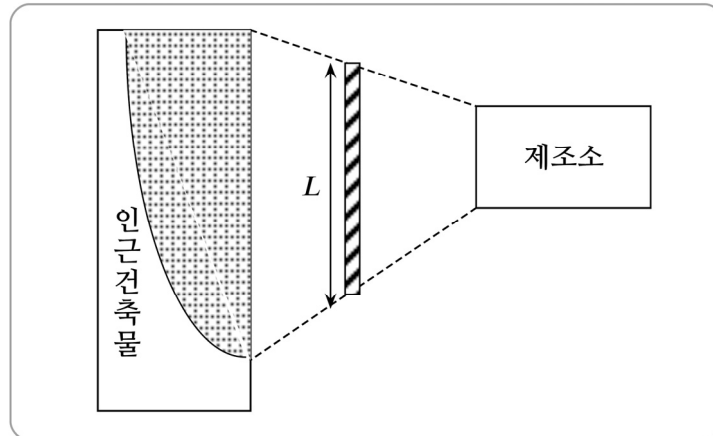
- ① 소형소화기 설치대상인 것에 있어서는 대형소화기를 1개 이상 증설할 것
- ② 대형소화기 설치대상인 것에 있어서는 대형소화기 대신 옥내소화전 · 옥외소화전 · 스프링클러 · 물분무 · 포 · 불활성가스소화설비 · 할로젠화합물소화설비 · 분말소화설비 중 적응소화설비를 설치할 것
- ③ 해당 제조소 등이 옥내소화전 · 옥외소화전 · 스프링클러 · 물분무 · 포 · 불활성가스소화설비 · 할로젠화합물소화설비 또는 분말소화설비 설치대상인 것에 있어서는 반경 30 m 마다 대형소화기 1개 이상을 증설할 것

4) 방화상 유효한 벽의 재질

벽이 제조소등으로부터 거리	재 질
5m 미만	내화구조
5m 이상	불연재료

5) 방화상 유효한 담의 길이

- (1) 방화상 유효한 담은 제조소 등으로부터 5 m 미만의 거리에 설치하는 경우에는 내화구조
- (2) 5 m 이상의 거리에 설치하는 경우에는 불연재료
- (3) 제조소 등의 벽을 높게 하여 방화상 유효한 담을 갈음하는 경우에는 그 벽을 내화구조로 하고 개구부를 설치하여서는 아니 된다.



2-3. 특정소방대상물에 스프링클러설비가 설치되지 않는 경우 NFSC 501A에 의한 부속실 제연설비의 최소 차압은 40Pa이상으로 정하고 있으나, NFPA 92의 경우는 천장 높이에 따라 최소(설계) 최소(설계)차압의 기준이 다르게 적용된다. 천장 높이가 4.6m일 때를 기준으로 하여 NFPA 92에 따른 차압 선정의 이론적 배경을 설명하시오.

출처' 소방기술사 요해 2권 P318

답)

1. 개 요

- 1) 화재 발생 시 화재실의 연기가 외부로 유동하는데 유동 이유는 화재실의 부력에 의해 압력이 상승하기 때문이다.
- 2) 공학적으로 제연설비의 최소차압은 화재실의 압력을 먼저 계산하여 연기를 유동하게 하는 압력보다 크게 하면(최소한 차압이 0 이상) 연기가 부속실(계단)로 유동하지 않는다.
즉 차압 개념은 화재시 차압이 아니라 평상 시 화재가 발생하지 않았을 때의 차압이다.
- 3) 화재실 압력은 층고와 화재실 최고 온도(밀도)의 함수이다.
- 4) NFSC 501A의 경우는 층고를 고려하지 않지만 NFPA92의 경우는 층고에 따라 차압을 다르게 규정하고 있다.

2. NFPA 92 차압 기준

NFPA 92의 경우 화재실 온도를 930℃ 정도로 예상(설계화재)하여 평상 시 차압 결정

구 분	층 고	차 압
S/P 미설치	2.7m	25 Pa
	4.6m	35 Pa
	6.4m	45 Pa
S/P 설치	—	12.5 Pa

3. 부력의 영향인자

- 1) 화재실 층고(중성대 상부 높이)
- 2) 화재실 온도

$$\Delta P = 3460 \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_i} \right) \times h_2$$

T_0 : 부속실 온도
 T_i : 화재실 온도
 h_2 : 중성대 상부 높이

4. 화재실 중성대 상부 높이

1) 식

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

A_1 : 중성대 하부 개구부 면적 A_2 : 중성대 상부 개구부 면적

T_o : 부속실 온도 T_i : 화재실 온도

h_2 : 중성대 상부 높이

2) 중성대 상부 높이 계산

A_1 과 A_2 가 같으므로

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{273 + 930}{273 + 20} = 4.1$$

5. 부속실 온도가 20℃일 때 필요한 차압 계산

중성대 하부의 높이가 1이라면 상부의 높이는 4.1이므로

$$\Delta P = 3460 \left(\frac{1}{273 + 20} - \frac{1}{273 + 930} \right) \times \frac{4.1}{5.1} \times 4.6 = 33.03 \approx 35 Pa$$

6. 결 론

1) NFPA 92의 경우 위와 같은 이유로 층고 4.6m의 경우 차압이 35Pa이다

2) NFPA 92 차압은 외부 영향(wind effect, 굴뚝효과 등)을 고려하지 않은 차압으로 외부영향을 최소화하는 대책이 중요하다.

2-4. 건축물설계의 경제성 등 검토 (VE:Value Engineering)에 대하여 다음 내용을 설명하시오.

- | | | |
|-------------|--------------------|---------|
| 1) 실시대상 | 2) 실시시기 및 횟수 | 3) 수행자력 |
| 4) 검토조직의 구성 | 5) 설계자가 제시하여야 할 자료 | |

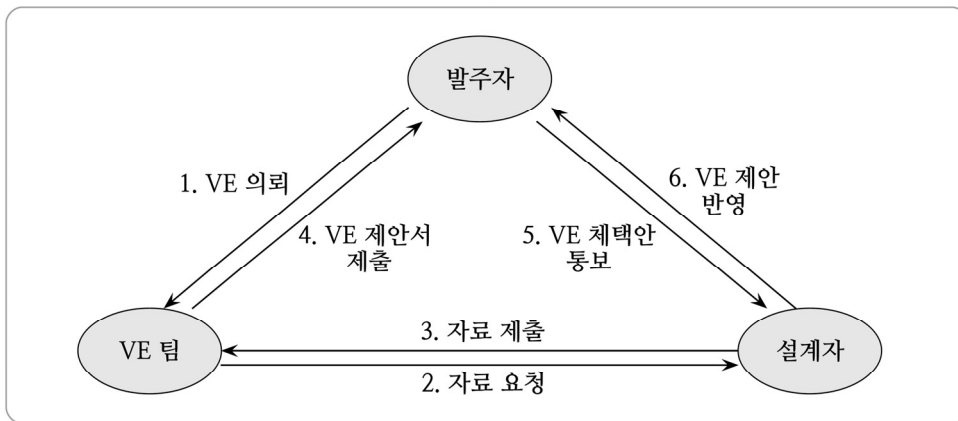
출처: 설계공모, 기본설계 등의 시행 및 설계의 경제성 등 검토에 관한 지침소방기술사 요해 2권 645
답)

1. 개 요

VE (가치 공학)이란 기능은 높이고 불필요한 기능 또는 비용을 발견 이를 제거하고, 원가를 절감하여 가치(Value)를 증가시키는 기법

2. VE 실시대상

- 1) 총공사비 100억 원 이상인 건설공사의 기본설계, 실시설계(일괄·대안입찰공사, 기술제안입찰공사, 민간투자사업 및 설계공모사업을 포함)
- 2) 총공사비 100억 원 이상인 건설공사로서 실시설계 완료 후 3년 이상 지난 뒤 발주하는 건설공사 (단, 발주청이 여건변동이 경미하다고 판단하는 공사는 제외한다.)
- 3) 총공사비 100억 원 이상인 건설공사로서 공사시행 중 총공사비 또는 공종별 공사비 증가가 10퍼센트 이상 조정하여 설계를 변경하는 사항 (단, 단순 물량증가나 물가변동으로 인한 설계변경은 제외)
- 4) 발주청이 설계단계 또는 시공단계에서 설계VE가 필요하다고 인정하는 건설공사



3. VE 실시시기 및 횟수

- 1) 설계VE 실시시기 및 횟수는 기술자문회의나 설계심의회의를 하기 전에 발주청이 적기로 판단하는 시점으로 하되 기본설계, 실시설계에 대하여 각각 1회 이상 실시한다. 다만, 기본설계 및 실시설계를 1건의 용역으로 발주해서 설계단계를 구분하여 설계VE를 실시할 필요가 없다고 판단되는 경우에는 구분없이 1회 이상 실시한다.

- 2) 팔입찰공사, 민간투자사업 및 기술제안입찰공사는 다음 각 호와 같이 실시한다.
 - (1) 일팔입찰공사의 경우 실시설계적격자선정 후에 실시설계 단계에서 1회 이상 실시
 - (2) 민간투자사업의 경우 우선협상자 선정 후에 기본설계에 대한 설계VE, 실시계획승인 이전에 실시설계에 대한 설계VE를 각각 1회 이상 실시
 - (3) 기본설계기술제안입찰공사의 경우 입찰 전 기본설계, 실시설계적격자 선정 후 실시설계에 대하여 각각 1회 이상 실시하고, 실시설계기술제안입찰공사의 경우 입찰 전 기본설계 및 실시설계에 대하여 설계VE를 각각 1회 이상 실시
- 3) 실시설계 완료 후 3년 이상 경과한 뒤 발주하는 건설공사의 경우 공사 발주 전에 설계VE를 실시하고, 그 결과를 반영한 수정설계로 발주하여야 한다.
- 4) 시공단계에서의 설계의 경제성 등 검토는 발주청이나 시공자가 필요하다고 인정하는 시점에 실시한다.

4. VE 수행자격

- 1) 법 제39조제3항의 규정에 따른 당해 건설사업관리용역사업자
- 2) 발주청 소속직원(시공자가 수행할 경우 시공사 직원 및 설계VE 대상 공종의 하수급인을 포함)
- 3) 설계VE 검토 업무의 수행경력이 있거나, 이와 유사한 업무(연구용역 등)를 수행한 자
- 4) VE(Value Engineering)전문기관에서 인정한 최고수준의 VE전문가 자격증 소지자
- 5) 기타 발주청이 필요하다고 인정하는 자

5. VE 검토조직의 구성

- 1) VE 검토조직(이하 “검토조직”이라고 한다.)
 - (1) 검토조직의 책임자 : 최소한 40시간 이상 VE전문교육과정을 이수한 자
 - (2) 퍼실리테이터 : VE전문기관에서 인정한 최고수준의 VE전문가 자격증 소지자. 다만, 검토조직의 책임자가 최고수준의 VE전문가 자격을 갖춘 때에는 별도의 퍼실리테이터는 포함하지 않아도 된다.
 - (3) 팀원 : 중요한 공종의 전문기술인 1인 이상 포함
- 2) 검토조직을 발주청 소속직원으로만 구성하는 경우 검토조직에는 외부전문가(VE 전문기관인 한국 VE연구원 CVP, 한국기술사회 KCVS, 한국가치경영협회 VMP에 준하는 VE전문가 자격증 소지자) 1인 이상이 포함되어야 한다.
- 3) VE는 발주청이 주관하여 실시하며, 발주청은 검토조직의 담당자를 선임하고 검토조직의 담당자는 검토조직을 관리하여야 한다.
- 4) 시공자가 설계VE를 수행할 경우 시공자가 주관하여 제1항의 각 호에 따라 검토조직을 구성하여 실시하며, 발주청 담당자, 건설사업관리용역업자, VE 대상 시설물의 하수급인 등을 포함할 수 있다.

6. 설계자가 제시해야 할 자료

- 1) 설계도 (설계도 작성이 안 된 경우 스케치로 대체)
- 2) 지형도 및 지질자료
- 3) 주요 설계기준
- 4) 표준시방서, 전문시방서, 공사시방서 및 설계업무 지침서
- 5) 사업내역서, 공사비산출서
- 6) 관련법규 등에 기초한 협의 및 허가수속 등의 진행상황
- 7) 기타 검토조직이 필요하다고 인정하여 요구하는 자료
- 8) 설계자는 설계VE 업무 진행과정에서 구조계산서, 원가내역서, LCC 자료 등 추가로 요구되는 자료가 있을 경우 이에 적극 협력하여야 한다.

2-5. 임야화재에서 대표적인 발화원인과 화재원인별 조사방법에 대하여 설명하시오.

출처: 각종 소방자료

답)

1. 개 요

임야화재는 진화가 어렵고 산림 등 가시적인 피해뿐만 아니라 환경파괴 및 민가, 문화재 등의 피해가 크다.

2. 임야화재 특성

- 1) 주변인의 과실에 의한 발화원인이 많고 다양하다.
- 2) 임야화재에서는 소방시설 사용이 어렵고, 소방대의 현장 도착에까지 많은 시간이 걸린다.
- 3) 임야화재는 대규모로 생태계를 파괴한다.
- 4) 주위 민가 및 각종 문화재 소실을 발생시킨다.

3. 임야화재 원인

- | | | |
|---------------|---------------|-------------|
| 1) 방화 (Arson) | 2) 쓰레기 소각 | 3) 흡연 |
| 4) 번개 | 5) 전기시설 등의 고장 | 6) 나뭇가지의 마찰 |

4. 발화 지점 추정

1) 예비조사

가연물의 종류, 지형, 기상 등의 환경적 요소는 임야화재의 강도와 범위를 좌우하고, 임야화재 확대 방향, 진행속도에 결정적 영향을 미치므로 이들 인자에 대한 사전조사가 충분히 이루어져야 한다.

2) 현장의 기상 상태 및 지형 조사

- (1) 바람, 온도, 습도, 경사도를 파악하여 임야화재의 연소 확산 과정에서 임야화재의 진행 방향 등을 정확히 파악한다.
- (2) 정확한 시간과 풍향 및 풍속의 변화를 확인한 후 발화지점 조사는 이와 반대방향으로 진행하여야 한다.

3) 탄화심도(炭化深度) 측정조사

임야화재 현장에서 연소의 방향성 판단을 위한 탄화된 나무의 잔존 부분에 대하여 탄화심도를 측정 발화지점 추적에 활용한다.

4) 고사목 및 수간부 화염연소 방향

- (1) 바람의 영향이 없는 경우 고사목 및 어린나무는 화염 접촉부분이 빨리 연소하여 그 방향으로 넘어지게 된다.
- (2) 현장에서 탄화된 나무의 형태와 지표면에 남아있는 잔존부분을 복원 시켜 확인하면 불의 방향을 판단할 수 있다.

5) 암벽, 바위 표면 변화에 의한 연소방향

암벽 및 바위표면 등이 장시간 화염에 접촉하면 불완전 연소로 나타나는 그을림이 완전히 연소하여 백화(白化)현상을 보이고 이것은 임야화재의 방향을 확인하는 귀중한 자료가 된다.

6) 임야화재 전의 낙뢰 기상 상태 확인

5. 발화지점 조사방법

1) 발화지점 추정

- (1) 화재 진행방향 역 추적을 통해 최초 발화지점을 유추하고 현장에서 수거한 탄화 잔유물을 감정하여 발화원인을 규명한다.
- (2) 임야화재 발화지점 오류를 줄이기 위해서는 최초 발화현장을 목격한 관계인이 가르킨 현장상황과 일치시켜본 후 소명된다면 실제적 진실을 이상적으로 증명하게 된다.

2) 발굴작업

- (1) 임야화재 현장에는 발화원 뿐만 아니라 불에 타서 없어진 물질이 퇴적하여 일반적 관찰만으로는 화재 원인을 식별하기 어렵다.
- (2) 연소과정을 거치면서 현장에 넘어지거나 무너진 퇴적물을 원상태로 환원하는 과정인 발굴작업을 통하여 발화원을 찾아내고 탄화 잔유물을 발견 수거하여 감정 과정을 거쳐 발화원의 종류와 연소물과의 인과관계를 규명하여야 한다.

3) 탄화 잔유물 확인

- (1) 선형 향이나 성냥개비 등 미세한 불씨는 연소과정을 거치면서 불에 타서 없어진 형체를 분간할 수 없는 경우가 대부분이며 발굴과정을 거치면서 지피물과 퇴적층에 묻혀 확인이 불가능한 경우가 많으므로 유의한다.
- (2) 무속인이 사용하는 목향과 선향, 모기향, 촛불 등은 원형 그대로 남아 있는 경우가 많으며, 유류 발화원의 경우 용기는 대부분 내화성 제재로써 완전 연소가 되지 않고 찌꺼기 형태로 남아있게 된다.
- (3) 타다 남은 탄화 잔유물의 수거로 발화원의 분자와 화학적 결합 형태로 남아있는 유류물은 발화원의 종류와 제원을 알 수 있는 귀중한 자료가 된다.

4) 목격자 및 관계인 조사

- (1) 신고자, 목격자, 최초 진화자 등 인적 증거를 확보한 후 이들을 상대로 발화지점을 탐문, 최초 발화지점을 추정한다.
- (2) 진술자의 진술이 동일하지 않을 경우 목격지점 · 경위 · 시간 등을 정밀분석 하여 착오에 대하여 정확히 규명하여야 하며, 현장이 비화로 인한 동시 다발 형태 산불인 경우 발화지점 확인에 유의한다.
- (3) 쓰레기 조각 등이 발화원인인 경우 중요한 단서가 된다.

5) 변압기 등 전시기설 소손 상태파악

- (1) 화재 원인 인지 화재에 의한 소손인지 구별하는 것이 중요하다.
- (2) 전선의 경우 단락흔(1차 용흔)과 용융흔(2차 용흔)으로 구분한다.

6. 임야화재 감지, 진압 대책

1) 감지

화재감시탑 (fire tower), 항공 감시, 불꽃감지기 (Automated fixed-point infrared detection systems)

2) 화재 진압

(1) 행동 원칙 (Principles of Attack)

- ① 화재를 둘러싸서 진압 (Sizing up a fire)
- ② 공격지점을 선택하고 공격 (Selecting a point of attack and making an attack)
- ③ 꼼꼼하게 진압 (Mopping up)
- ④ 다시 한 번 확인 (Patrolling)
- ⑤ 책임자의 화재 진압 선언 (Declaring the fire out)

(2) 소화약제

① 증점제

나무에 부착하여 손실이 적고 두꺼운 층을 형성하여 산림화재에 효과적이다.

② Class A 포

③ Fire Brake

(3) 소화약제 살포

① Backpack pump 사용



[Backpack pump]

② 헬기 등을 이용한 공중 살포

3) 방화선(fire break), 맞불

2-6. NFSC 102별표1에 의한 내화배선의 공사방법을 설명하고, 내화배선에 1종 금속제 가요전선관을 사용할 수 없는 이유와 내화전선을 전선관 내에 배선할 수 없는 이유에 대하여 설명하시오.

출처 '소방기술사 요해 2권 P455

답)

1. 개 요

- 1) 소방용 배선의 종류로는 내화배선, 내열배선, 차폐배선이 있으며, 그 적용에 따라 공사방법이 다르다.
- 2) 소방설비에 사용되는 상용 및 비상전원의 배선은 화재 시에도 일정시간은 그 기능이 유지되도록 내열 및 내화 조치가 필요하다. 전체 배선은 기본적으로 내열 이상의 성능이 요구된다.

2. 전선의 종류

1) 내화 전선

2) 내열 전선

3) 기타 전선

- (1) 450/750V 저독성 난연 가교 폴리올레핀 절연 전선 [HFIX]
- (2) 0.6/1KV 가교 폴리에틸렌 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 전력 케이블
- (3) 6/10KV 가교 폴리에틸렌 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 전력 케이블
- (4) 가교 폴리에틸렌 절연 비닐시스 트레이용 난연 전력 케이블
- (5) 0.6/1KV EP 고무절연 클로로프렌 시스 케이블
- (6) 300/500V 내열성 실리콘 고무 절연전선 (180 ℃)
- (7) 내열성 에틸렌-비닐 아세테이트 고무 절연 케이블
- (8) 버스덕트 (Bus Duct)
- (9) 기타 주무부장관이 인정하는 것

3. 내화/내열 배선 적용 장소

1) 내화배선

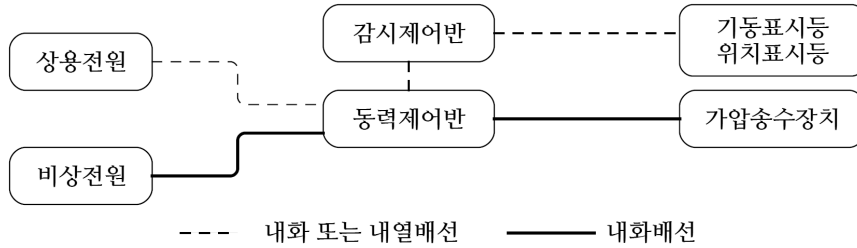
- (1) 비상전원 설비로부터 가압송수장치 및 동력제어반간의 전원회로 배선
- (2) 수신기 전원회로 배선
- (3) 비상콘센트설비, 비상방송설비의 전원회로 배선

2) 내열배선

- (1) 상용전원으로부터 동력제어반, 감시조작 또는 표시등 회로의 배선
- (2) 감시·조작 또는 표시등회로의 배선
- (3) 감지기 상호간

3) 차폐전선

- (1) R형 설비의 Network 통신 배선 및 계통배선
- (2) 아날로그 감지기 배선
- (3) 다신호식 감지기 배선
- (4) 경보설비의 전화회로 배선



4. 내화배선 공사방법

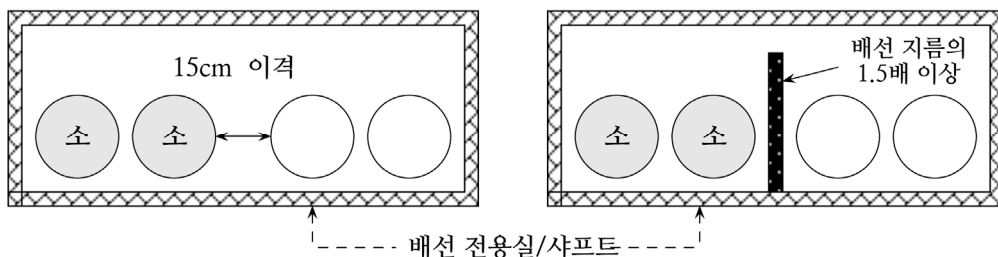
- 1) 내화전선 : 케이블 공사 방법
- 2) 기타전선

매립할 경우	매립하지 않을 경우
<ul style="list-style-type: none"> • 금속관, 제2종 금속제 가요전선관, 합성수지관에 수납 • 내화구조로 된 벽 또는 바닥으로부터 25 mm 이상의 깊이로 매설. 	<ul style="list-style-type: none"> • 내화성능을 갖는 배선전용실 또는 배선용 샤프트, 피트 등에 설치 • 다른 설비 배선과 15 cm 이상 이격 또는 배선지름의 1.5배 이상의 불연성 격벽 설치

5. 내열배선 공사방법

- 1) 내화·내열전선 : 케이블 공사 방법
- 2) 기타전선

노출공사	배선 전용실 등에 설치
<ul style="list-style-type: none"> • 금속관, 금속제 가요전선관, 금속덕트에 수납하여 설치 • 케이블 공사 (불연성 덕트 내에 설치에 한 함) 	<ul style="list-style-type: none"> • 내화성능을 갖는 배선전용실 또는 배선용 샤프트, 피트 등에 설치 • 다른 설비 배선과 15 cm 이상 이격 또는 배선 지름의 1.5배 이상의 불연성 격벽 설치



6. 배선 공사 시 고려사항

1) 1종금속제 가요전선관의 사용이 제한된 이유

- (1) 내화배선으로 인정받으려면 내화구조로 된 벽 또는 바닥에 일정 깊이 이상 매설하거나 그와 동등 이상의 내화효과가 있는 방법으로 시공하여야 한다.
- (2) 1종금속제 가요전선관은 전기설비기술기준에 의하여 전개된 장소 또는 점검할 수 있는 은폐된 장소로서 건조한 장소에 한하여 사용할 수 있으므로 매립할 수 없기 때문이다.

2) 내화전선을 관로(管路)내에 배선하는 것을 제한하는 이유

- (1) 내화전선 또는 MI 케이블은 노출공사에 적합하도록 제조된 것이며, 절연물의 절연내력은 온도가 높아질수록 급격하게 감소하는 성질이 있다.
- (2) 관로 내부는 통풍이 잘 되지 아니하므로, 화재 시에 관로내부의 공기가 일단 가열되면 가열된 공기의 온도가 다시 낮아지기가 매우 어렵다.

7. 차폐 배선 공사방법

사용전선의 종류	공사방법
<ul style="list-style-type: none"> • 제어용 가교폴리에틸렌 절연비닐 시스 케이블 (CVV-SB) • 소방신호 제어용 비닐 절연비닐 시스 차폐케이블 (STP) 	① 내화, 내열 배선 공사 방법 동일 ② 차폐배선을 끊어짐이 없이 연결하며 수신기 접지단자에 연결 ③ 차폐선은 외함, 전선관 등 금속체에 접속되지 아니하게 설치
<ul style="list-style-type: none"> • 난연성 비닐절연 시스 케이블 (FR-CVV-SB) • 내열성 비닐 시스 제어용 케이블 (H-CVV-SR) 	① 케이블 공사 방법에 의해 설치해야 한다. ② 차폐배선을 끊어짐이 없이 연결하며 수신기 접지단자에 연결 ③ 차폐선은 외함, 전선관 등 금속체에 접속되지 아니하게 설치

8. 결 론

- 1) 화재 시 피해를 경감시키기 위해서 소방시설이 작동되어야 하므로 중요 선로에는 내화배선, 나머지 선로에는 내열배선으로 설치하고 있다.
- 2) 내화배선과 내열배선의 구분은 전선의 종류로 구분하지 않고 공사방법에 따라서 구분한다.



제 3교시 문제풀이

3-1. 샌드위치 패널의 종류별 특징과 화재위험성, 국내외 시험기준에 대하여 설명하시오.

출처 : 소방기술모아 2권 184P

답)

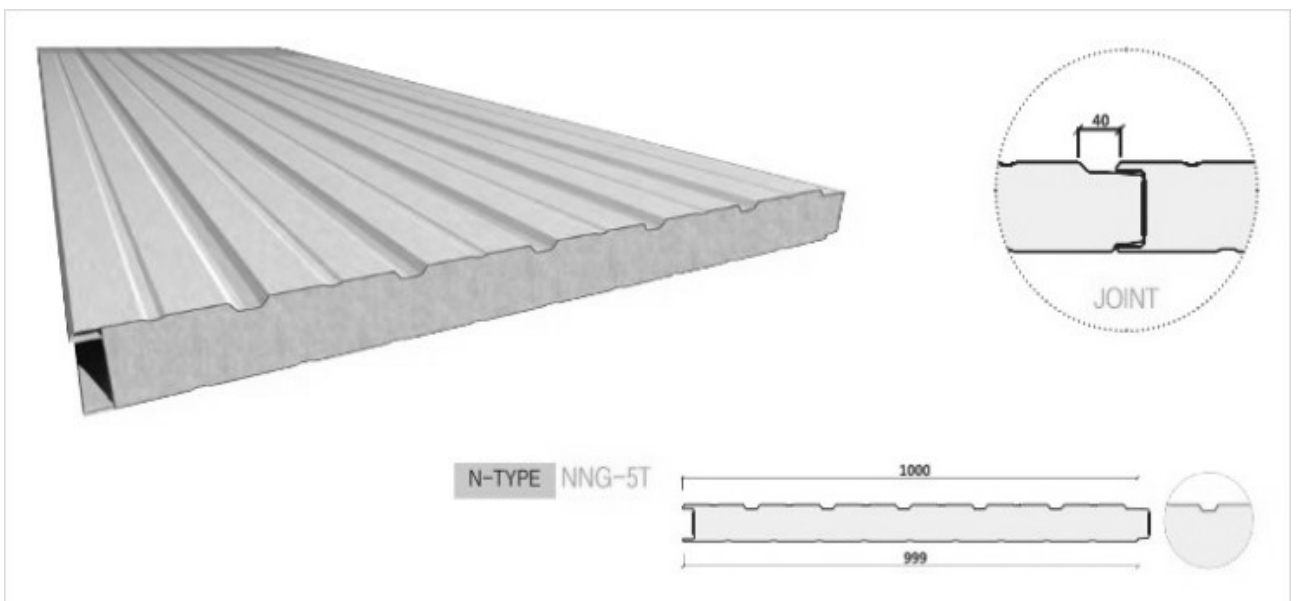
1. 개 요

- 1) 샌드위치 패널은 건물의 내·외벽 및 지붕구조로 많이 사용되고 있으며, 형태는 양면의 도장 철판 사이에 글라스울, 우레탄폼, 스티로폼 등의 단열성이 좋은 재료들을 심재로 구성한 합성구조로 되어 있다.
- 2) 샌드위치 패널은 1970년대에 국내에 도입된 이후 공장, 창고 외에도 상업용, 주거용에 이르기까지 다양한 용도에 널리 사용되는 대표적 건축재료 중의 하나로 인식되고 있다.

2. 샌드위치 패널의 화재특성

- 1) 샌드위치 패널은 표면이 불연재인 강판으로 되어 있어서 화재 초기에는 착화를 지연시킬 수 있다.
- 2) 그러나, 철판의 특성상 열이 내부 단열재로 쉽게 전달된다.
- 3) 화재 시 일정시간이 지나면 스티로폼·폴리우레탄 등 가연성인 심재가 철판 내부에서 연소되어 쉽게 화염이 전파되는 특성을 가진다.
- 4) 철판 내부에서 용융된 심재는 하부로 떨어져 2차적 화재 확대를 초래할 수 있다.

3. 샌드위치 패널의 종류



1) 발포 폴리스티렌폼 패널

- (1) 심재로 발포 폴리스티렌을 사용하고 외부 표면재는 상·하 양면에 우수한 재질의 착색 아연도장강판을 특수 열중합방식으로 일체화시킨 패널이다.
- (2) 단열성능이 뛰어나고 경량이며, 자체강도와 내구성이 강하다.
- (3) 각종 공장, 냉동창고, 주차타워, 상가 및 전시장, 사무실, 주택 등 다양한 용도에 사용된다.
- (4) 화재 시 심재가 쉽게 용융되며 연소가스가 발생되고, 화염전파가 용이하기 때문에 방화상 충분한 고려를 한 뒤, 사용해야 한다.

2) 우레탄폼 패널 및 PIR 패널

- (1) 우레탄폼 패널은 우레탄을 사용한 심재와 표면재인 상·하 양면의 착색 아연도장강판을 라인 상에서 자동 연속발포와 동시에 접착시키는 자기 접착방식을 통해 만들어진 패널이다.
- (2) 단열성능, 구조성능, 난연성, 내열성, 절연성 등의 성능이 우수하다.
- (3) 유기질 단열심재이므로 화재에 의해 내부 심재가 용융하면서 연소하여 유독가스가 발생된다.
- (4) PIR 패널(Polyisocyanurate Foam Panel)
 - ① 우레탄폼 패널을 개선한 샌드위치 패널이며, 준불연재료의 성능을 인정받았다.
 - ② 화재 시 손상 및 변형에 강하고, 발연성을 감소시켜 화재저항성을 개선한 패널이다.

3) 글라스울 패널

- (1) 글라스울 패널은 심재로 무기질계 재료인 Glass wool(유리섬유)을 사용하고, 표면재료는 상·하 양면의 착색 아연도장강판을 특수 열중합방식에 의해 일체화시킨 패널이다.
- (2) 단열효과가 높고 화재 시 불에 타지 않으며 유독가스의 발생이 없다.
- (3) 글라스울 패널은 방화구획과 내화구조에 시공이 가능한 내화구조로 지정된 샌드위치 패널이다.
(두께 50 mm 이상 : 30분 내화성능, 100 mm 이상 : 1시간 내화성능)

4) 미네랄울 패널

- (1) 미네랄울 패널은 규산칼슘계의 광석을 1,500~1,700 ℃의 고열로 용융 액화시켜 고속회전원심 공법으로 만든 순수한 무기질 섬유(Mineral Wool)를 단열재로 사용한 것이다.
- (2) 사용온도가 상온 650 ℃로 내화성이 매우 뛰어나며 글라스울 패널과 마찬가지로 내화구조 지정 패널이다.

4. 샌드위치 패널의 화재 위험성

1) 가연성 단열재의 사용

- (1) 발포폴리스티렌폼, 우레탄폼 등의 고분자계의 재료를 심재로 사용하는 샌드위치 패널은 고열에 의한 심재 용융, 강판의 변형과 이로 인한 급격한 화염 전파 및 심한 유독가스 배출로 인명피해 발생의 주된 원인이 된다.
- (2) 양면의 불연성 철판으로 인해 패널 내부의 연소에 대한 소화작업이 어렵다.

- (3) 이에 대한 대책으로 샌드위치 패널을 가연성 심재가 아닌 불연성 심재인 것으로 사용하여 화재 시 가연성, 유독성 가스 및 화염 등을 발생하지 않는 구조로 해야 한다.

2) 플래시오버(Flash over)의 가능성

(1) 샌드위치 패널 구조에서의 화재성장 과정

- ① 가연물 착화에 의해 연소생성물이 천장 및 지붕 하부에 축적된다.
- ② 화재가 성장하면서 샌드위치 패널 벽에 고열과 화염이 전파되어 착화된다.
- ③ 벽체에서 발생하는 가연성 가스 및 연기 등이 천장 및 지붕에 축적되고, 화염도 발생된다.
- ④ 벽체의 화염 및 건물 내의 고열로 인해 천장에 축적된 고온의 가연성 가스가 일시에 연소하여 Flash over가 발생된다.
- ⑤ 패널 접합부의 철판 변형으로 인해 생긴 틈으로 외부 공기가 유입되어 건물 내의 화재가 더욱 격렬해진다.
- ⑥ 심재가 용융되면서 밑으로 떨어져 아래층의 가연물을 연소시켜 연소가 급격히 확대된다.

- (2) Flash over를 방지하기 위해서는 선진국에서 이미 채택하여 적용하는 Heating and Smoke Venting(자동 연기 배출장치)방법 등을 적용하여 화재피해 경감 및 화재진압을 용이하게 해야 한다.

(3) Heating and Smoke Venting(자동 연기 배출장치)

지붕의 개구부를 열거나 지붕의 창문 또는 천장을 깨뜨리는 방법의 배연방식으로서, 화재 시 고온가스나 연기를 직접 배출시키고, 소방관의 건물 내 진입을 용이하게 할 수 있다.

※ 샌드위치 패널 연소과정

화재발생 → 벽체 착화 → 천장에 연소생성물 축적 → Flash over 발생 → 철판변형 → 외부공기 유입 → 심재용융 → 아래층 연소확대

3) 샌드위치 패널의 접합부와 화재안전성능

- (1) 샌드위치 패널은 시공상에서 접합부에 간격이나 틈새가 생기는 것은 불가피하다.
- (2) 접합부 틈새 등은 화재 시 내화성능을 현저히 저하시키며, 특히 심재가 가연성인 경우 철판 내부에서 연소되어 화재진압에도 어려움이 생긴다.
- (3) 미연소 가스에 의해 연소확대가 용이하여 대형화재가 발생할 수 있으므로, 샌드위치 패널의 접합부 성능을 높여야 한다.
- (4) 접합부 틈새나 간격을 메우는 방법

접합부의 내화성능 향상을 위해 불연재이면서 내화성능이 우수한 재료로 마감해야 한다.

5. 샌드위치 패널의 적용

- 1) 샌드위치 판넬의 심재를 가연성 재료로 하는 경우, 화염전파 및 유독가스 발생 등으로 인해 많은 인명피해를 일으킬 수 있으므로 심재는 반드시 불연성인 글라스울 또는 미네랄울 등을 사용해야 한다.
- 2) 공장 건물의 경우 화재 시 열축적 및 벽체, 지붕 등의 연소로 붕괴에 이르게 될 우려가 높으므로, 이에 대한 대책으로 Heating and Smoke Venting(자동 연기 배출장치) 방법을 도입하는 것이 바람직하다.

- 3) 내화구조의 샌드위치 패널 사용을 적극 장려할 수 있는 실질적인 방안으로 보험요율의 차이를 크게 두는 등의 대책 마련도 필요하다.

6. 샌드위치 패널의 국내 시험기준

- 1) 시험방법
가열시험 (KS F 2257-1)가열시간,
- 2) 적용시험기준
난연성 시험 : 가열시간 15분
- 3) 차열성 시험 : 이면온도 120K 이상 상승하지 않는 재료, 차염성 시험

7. 샌드위치 패널의 국외 시험기준

- 1) 시험기준 (ISO 13784-1)
 - ① 시험체 공간
공간 크기 : (길이 × 높이 × 폭) 3.6 m × 2.4 m × 2.4 m
개구부 크기 : (폭 × 높이) 0.8 m × 2.0 m
 - ② 시편의 설치 : 실내 마감재료 부착
 - ③ 화원
프로판 가스버너를 개구부 반대편에 설치, 최초 10분간 100kw 가열 후 10분간 300kw
 - ④ 시험시간 : 30분 또는 Flashover 까지
- 2) 평가항목
 - ① Flashover 발생 유무 평가
 - ② 실외로 화재확산 발생 및 연기의 발생 정도 평가
 - ③ 구조물 붕괴 여부 평가

8. 결론

- 1) 최근 군포 물류창고 화재 및 이천 냉동창고 화재를 통하여 샌드위치판넬을 구조체로 사용하거나, 가연성인 우레탄폼을 사용한 내부 마감은 인명피해의 주요 원인이 된다는 것을 다시 한 번 증명한 대형 화재이다.
- 2) 샌드위치 판넬에 대한 국내 시험기준으로는 근본적인 대책이 될 수 없고, 불연재료 시험이나 국외 시험기준과 같이 실대 화재시험 및 room test를 통하여 엄격한 평가가 필요하다.

3-2. 자연발화의 정의, 분류, 조건 및 예방방법에 대하여 설명하시오.

출처 : 소방기술사 1권 51P

답)

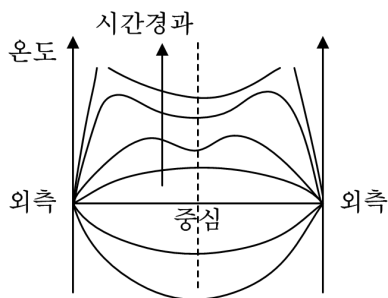
1. 개 요

- 1) 발화는 자연발화와 인화에 의한 발화로 구분되고, 고온발화와 저온발화로 구분된다. 인화는 각 종 원인에 따라 구분된다.
- 2) 자연발화는 가연물, 산소가 확보된 상태에서 외부의 점화원 없이 가연물 내부에서 발생된 열의 축적에 의해 AIT이상으로 가열되어 발화하는 현상이다.
- 3) 자연발화를 일으키는 내부 열에는 산화열, 분해열, 중합열, 발효열, 흡착열 등이 있다.

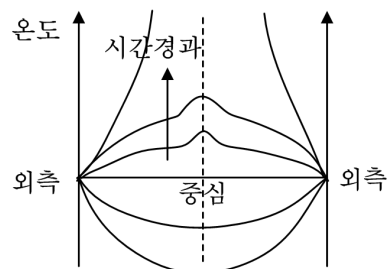
2. 자연발화의 종류

1) 고온가열

- (1) 방열이 큰 조건에서의 자연발화이므로 발열온도가 높아야 자연발화가 일어날 수 있다.
- (2) 계 내부 온도분포는 가열시간 경과에 따라 최고온도 지점이 중심에서 외측으로 벗어난다.
- (3) 고온가열에 의해 자연발화되는 물질
 - ① 발화점이 낮고, 산화열에 의해 물질 자신이 발화하는 물질
 - ② 공기 중의 습기나 물과 접촉 시 발열 또는 발화하는 물질
 - ③ 다른 물질과 접촉 또는 혼합되면 발열 또는 발화하는 물질



[고온출화시 계 내의 온도분포]



[저온출화시 계 내의 온도분포]

2) 저온출화

- (1) 방열이 불량한 상태의 자연발화이므로 상온보다 약간 높은 온도(저온)에서 발화한다.
- (2) 계 내부의 온도분포는 가열시간이 지남에 따라 가연물 중심의 열축적에 의해 중심부의 온도가 크게 증가된다.
- (3) 저온출화 되는 물질
 - ① 공기 중에서 자연 산화되고, 산화열이 축적되어 발화하는 물질
 - ② 자연분해에 의해 분해열이 축적되어 자연발화 하는 물질
 - ③ 물질이 주위 기체를 흡착하여 발생하는 흡착열이 축적되어 발화되는 물질
 - ④ 물질의 제조과정에서 발열반응에 의해 발화하는 물질
 - ⑤ 미생물의 활동에 의해 발열하여 발화하는 물질

3. 자연발화의 발생조건

1) 열의 발생

- (1) 온 도 : 주위 온도가 높으면 반응속도가 빨라지므로, 열의 발생이 증가한다.
- (2) 발열량 : 발열량이 클수록 열의 축적이 크다.
- (3) 수 분
적절한 수분이 존재할 경우에는 수분이 촉매역할을 하여 반응속도가 가속화 된다. 따라서, 고온 다습한 환경에서 자연발화가 일어나기 쉽다.
- (4) 표면적
표면적이 클수록 반응을 위한 공기 중의 산소와의 접촉이 용이하여 열의 발생이 용이하다.
- (5) 촉 매 : 발열반응에 정촉매작용을 하는 물질이 존재할 경우 반응이 가속화된다.

2) 열의 축적

- (1) 열전도율 : 열축적이 되기 쉬운 분말상, 섬유상의 물질이 열전도율이 낮은 공기를 많이 혼합하여 열축적이 용이하다.
- (2) 저장방법 : 여러 겹으로 중첩될 경우 중심부의 단열성, 보온성이 높아져 열축적이 커진다.
- (3) 공기의 이동 : 공기의 이동은 열 확산을 촉진하므로, 통풍이 잘 되는 장소의 경우에는 열축적이 어려워 자연발화가 발생하기 어렵다.

4. 자연발화 방지대책

- 1) 열축적 방지 : 통풍, 환기, 저장방법의 개선 등을 통해 열축적을 방지한다.

2) 고온다습한 환경의 생성 방지

- (1) 반응속도를 높이는 온도의 상승을 방지
- (2) 수분은 물질에 따라 반응에 촉매작용을 하므로, 건조함을 유지

3) 보호액 속에 저장한다.

- (1) 황린 : 물 속 (공기접촉 방지)
- (2) Na, K : 석유 속 (물 접촉 방지)
- (3) 알킬알루미늄 : 밀폐 저장

4) 저장방법

기름이 다공성 가연물에 섞여 방치되지 않도록 냅마, 종이, 옷감, 톱밥 등을 방치하여 쌓아두지 않는다.

3-3. 수계 배관에서 돌연확대 및 돌연축소 되는 관로에서의 부차적 손실계수(k)가 돌연확대는

$$k = [1 - (\frac{D_1}{D_2})^2]^2, \text{ 돌연축소는 } k = [\frac{A_2}{A_0} - 1]^2 \text{임을 증명하시오.}$$

출처 : 소방기술사 1권 57p, 64P

답)

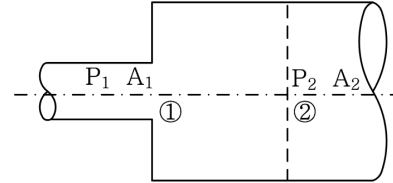
1. 돌연확대관에서의 손실계수

1) ①, ②지점에 베르누이 방정식 적용

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 + h_L$$

여기에서, $z_1 = z_2$

$$\therefore h_L = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \quad \dots\dots \text{①식}$$



2) 수평관에서의 힘의 평형을 고려하면,

$$\sum F = P_1 A_2 - P_2 A_2 = (P_1 - P_2) A_2 \quad \dots\dots \text{②식}$$

3) 운동량 방정식

$$\sum F = \rho Q (v_2 - v_1) = \rho A_2 v_2 (v_2 - v_1) \quad \dots\dots \text{③식}$$

4) ②식 = ③식 이므로,

$$(P_1 - P_2) A_2 = \rho A_2 v_2 (v_2 - v_1)$$

$$\therefore P_1 - P_2 = \rho v_2 (v_2 - v_1) \quad \dots\dots \text{④식}$$

5) ④식을 ①식에 대입하면,

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{\rho v_2 (v_2 - v_1)}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{2v_2^2 - 2v_1 v_2 + v_1^2 - v_2^2}{2g} \\ &= \frac{v_1^2 - 2v_1 v_2 + v_2^2}{2g} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{v_1^2}{2g} \end{aligned}$$

2. 돌연축소관에서의 손실계수

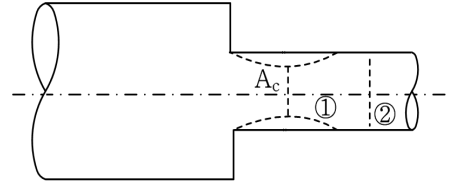
돌연 축소관로에서는 Vena Contracta 지점에서 와류가 발생하여 손실이 발생된다.

1) ①, ② 지점에 베르누이 방정식 적용

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_L$$

여기에서 $z_1 = z_2$ 이므로

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \Rightarrow h_L = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \quad \dots\dots \text{①식}$$



2) 수평관에서의 힘의 평형을 고려하면

$$\sum F = P_1 A_2 - P_2 A_2 = (P_1 - P_2) A_2 \quad \dots\dots \text{②식}$$

3) 힘의 변화를 고려하면

$$\sum F = \rho Q (v_2 - v_1) = \rho A_2 v_2 (v_2 - v_1) \quad \dots\dots \text{③식}$$

4) ②식 = ③식 이므로

$$(P_1 - P_2) A_2 = \rho A_2 v_2 (v_2 - v_1) \Rightarrow \therefore P_1 - P_2 = \rho v_2 (v_2 - v_1) \quad \dots\dots \text{④식}$$

5) ④식을 ①식에 대입하면, $h_L = \frac{\rho v_2 (v_2 - v_1)}{\gamma} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$

6) $\gamma = \rho g$ 을 대입하면

$$h_L = \frac{\rho v_2 (v_2 - v_1)}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{2v_2^2 - 2v_2 v_1 + v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{v_1^2 - 2v_2 v_1 + v_2^2}{2g} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

7) $Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$ 를 대입하면, $h_L = \frac{\left(\frac{A_2}{A_1} v_2 - v_2\right)^2}{2g} = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2 \times \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 \times \frac{v_2^2}{2g}$

3. 결 론

1) 돌연 확대 관로에서의 손실수두는 $h_L = K \times \frac{v^2}{2g}$ 이다.

2) $K = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2$ 이며, 베나 축소계수 $C_c = \frac{A_1}{A_2}$ 이다. 베나 축소계수는 0.5 ~ 1 까지 다양하다.

3) 돌연 축소 관로에서의 손실수두는 $h_L = \frac{\left(\frac{A_2}{A_1} v_2 - v_2\right)^2}{2g} = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2 \times \frac{v_2^2}{2g} = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 \times \frac{v_2^2}{2g}$ 이다.

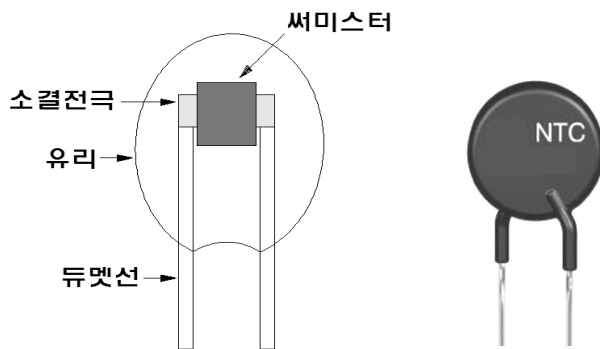
3-4. 화재감지기의 감지소자로 적용되는 서미스터(Thermistor)의 저항변화 특성을 저항-온도 그래프를 이용하여 종류별로 설명하고, 서미스터가 적용된 감지기의 작동 메커니즘에 대하여 설명하시오.

출처 : 소방기술모아 1권 38p

답)

1. 서미스터(thermistor)의 개념

- 1) 서미스터란 온도가 변하면 전기 저항값이 민감하게 변하는 성질이 있는 반도체를 의미한다.
- 2) 측온저항체 또는 열 가변저항기라고도 하며, 전류의 상승방지 또는 온도를 감지하는 센서로 주로 이용된다.
- 3) 저항재료의 종류로서 온도에 따라 물질의 저항이 변화하는 성질을 이용한 전기적 장치이다.



2. 서미스터의 종류별 특징

1) NTC 서미스터

- (1) 부온도 특성(Negative Temperature Coefficient)의 서미스터
- (2) 즉, 온도가 상승하면 전기저항이 감소하는 특성을 가진 서미스터
- (3) 감지기에 주로 사용되는 서미스터

2) PTC 서미스터

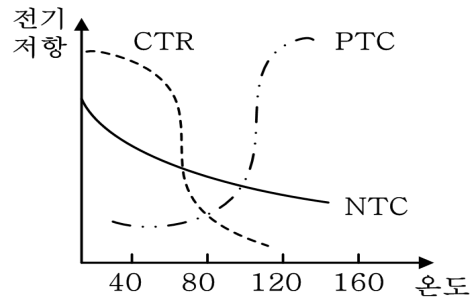
- (1) 정온도 특성(Positive Temperature Coefficient) 서미스터
- (2) 온도가 상승하면 전기저항이 증가하는 특성을 가진 서미스터

3) CTR 서미스터

어떤 온도 범위에서 전기저항이 급격히(현저하게) 감소하는 특성을 가진 서미스터이다.

4) 서미스터의 온도-저항변화의 특성

- (1) 그림에서와 같이, CTR이나 PTC는 일정 온도범위에서저항이 크게 변화한다.
- (2) NTC의 경우에는 전체 온도범위에서의 저항변화가 거의 일정하다. 이러한 특성으로 인해 NTC가 감지기의 서미스터로 사용되고 CTR은 정온식에 이용된다.
- (3) CTR이나 PTC는 정온식에는 가능하지만, 차동식으로는 부적합하다.

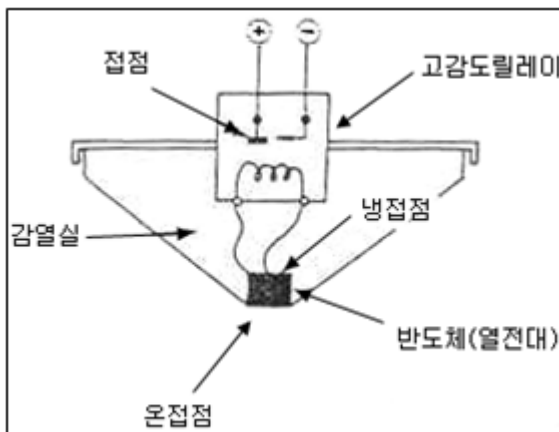


[그림] 써미스터 온도-저항 곡선

3. 서미스터를 이용한 감지기의 작동 메카니즘

1) 차동식 스포트형 감지기

- (1) 서미스터를 감지기 외부 및 내부에 각각 설치하여 열이 2개의 서미스터에 전달되는 시간차를 가진 온도변화율을 검출하여 화재신호로 출력한다.
- (2) 난방 등에 의한 실내온도의 완만한 온도변화에 대해서는 반도체 열전대의 "냉"접점측의 역 열기 전력에 의해 "온"접점측의 열기전력이 상쇄되어 접점이 이루어지지 않도록 되어 있다
- (3) 넓은 온도범위에서의 온도변화율을 검출하므로 NTC를 사용한다.



2) 정온식 스포트형 감지기

- (1) 서미스터를 외부에 1개 설치하여 일정한 온도(공칭작동온도)에 도달할 경우, 정해진 저항값을 검출하는 감지기이다.
- (2) NTC를 이용한 방법과 CTR을 이용하는 방법이 있다.

3-5. 전역방출방식 가스계 소화설비의 신뢰성을 확보하기 위하여 설치하는 Enclosure Integrity Test의 종류와 수행절차에 대하여 설명하시오.

출처 : 소방기술모아 1권 391P

답)

1. 방호구역 밀폐시험의 개념

- 1) 전역방출방식의 가스계 소화설비에서는 약제 방사에 따른 화재 진화 및 재발화 방지를 위해 설계 농도 도달 이후에 일정시간 농도를 유지하는 것이 매우 중요하다.
- 2) 실제 방호 구역에는 다양한 형태의 개구부가 존재하여 약제의 방출 압력·밀도 등에 따른 약제 누출로 Soaking time이 미달되는 경우가 많다.
- 3) 가스계 소화설비의 소화성능을 확보하기 위해서 개구부 밀폐가 매우 중요하며 개구부에 대한 밀폐도를 확인하는 방법으로 방호구역 밀폐시험을 실시해야 한다.

2. 방호구역 밀폐시험의 종류

1) 실제방출시험

(1) Full Discharge Test : 소화약제

- ① 실제로 소화약제 전량을 직접 방출하는 시험
- ② 실제 방출시험은 설계농도유지시간의 지속여부를 확인하기 어렵고, 비용이나 환경문제(대기 오염물질의 방출 금지), 고비용 및 시험절차의 난이성 등의 문제가 발생된다.

(2) Puff Test

- ① 극히 일부 저장용기의 소화약제만을 방출시키는 소위 간이시험
- ② 농도유지에 대한 성능은 확인 불가능하고, 방출 경로 및 밸브동작여부의 확인 가능하다.

2) 간접시험

(1) 컴퓨터시뮬레이션 시험

실제 개구부에 대한 변수들을 모두 정확하게 대입하기는 어렵다.

(2) Enclosure Integrity Test(밀폐테스트)

- ① 무결점 밀폐테스트에는 Door fan Test와 Smoke pencil Test가 있다.
- ② 개구부 누설을 쉽게 파악할 수 있고, 반복이 용이하여 Soaking time의 검증에 적합하다.
- ③ 일반적으로 Door fan test를 실시하고 있다. Smoke pencil Test는 연기가 발생하는 펜슬 같은 도구로 미세 틈을 간단하게 확인할 수 있지만, 밀폐의 정확성은 떨어진다.

3) 기밀도 검사(Door Fan Test)

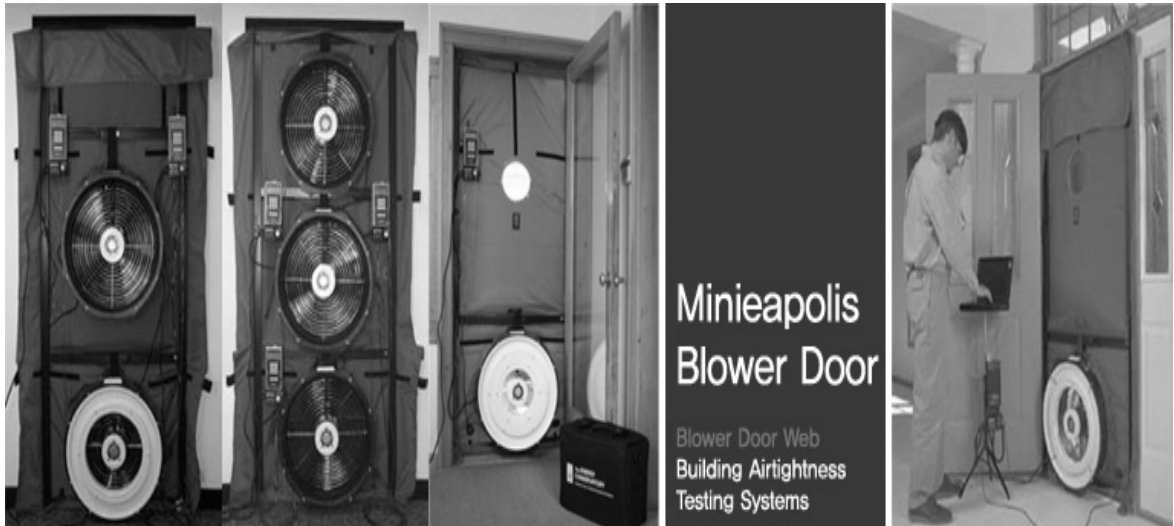
(1) NFPA 2001 관련규정 : 기밀도 검사는 최소 12개월마다 시행

(2) GAP Guidelines : 기밀도 검사는 최소 6개월마다 시행

3. Door fan test

1) 개념

- (1) Door fan test는 출입문에 fan을 설치·가동시켜 실내·외의 정압차, 송풍량을 측정하여 이를 통해 누출부에 대한 예상 약제누설량을 계산하는 시험이다.
- (2) 시험에 의하여 Soaking time이 적정 수준 이하인 경우에는 누출부를 확인하여 기밀 보수를 실시하여 농도유지시간을 보장할 수 있도록 한다.



2) 시험절차

- (1) 자료준비 : 건축·공조·소화설비 도면 등을 준비
- (2) 자료검토
 - ① 준비한 도면을 통해 방호구역의 체적·개구부 크기·공조 방법 등 확인
 - ② 소방 도면을 통해 설치된 가스계 소화설비의 설계기준 확인
 - ③ 온도·압력·풍압·풍량 측정
- (4) Door fan 설치
 - ① Door fan은 방호구역 출입문에 설치
 - ② 자동폐쇄장치가 있는 개구부는 폐쇄
 - ③ 계측기기 (유량계, 압력측정장치)의 보정 및 설치
- (5) 감/가압 시험
 - ① 실내외의 정압차 측정
 - ② 감/가압 범위 결정
 - ③ Door fan 가동
 - ④ 감/가압 및 유량 측정
 - ⑤ 실내외의 공기온도 측정

(6) 시험 결과 분석

- ① 시험 자료를 프로그램에 입력
- ② 설계 농도 유지시간의 산출

(7) 정밀도 검증 : 시험 결과에 대한 정밀도를 검증한다.

(8) 조 치

- ① 시험 결과가 부적합한 경우, 누출부를 확인하여 기밀성 보완
- ② 기밀 보완후 시험을 반복하여 효과를 확인

3) 특 징

- (1) Door fan test는 전량방출시험의 문제점으로 인해 대체 실시하는 간접적 성능시험 방법으로 가스계 소화설비는 정기적인 시험을 통해 그 성능을 확보하여야 한다.
- (2) 지금까지의 시험 결과를 보면 약제누출은 개구부 면적과 설계농도뿐만 아니라 개구부의 높이 · 위치 및 누출시간 등에 의해서 달라짐을 알 수 있다.
- (3) 따라서 가스약제의 개구부 보정은 이를 모두 고려할 수 있도록 해야 하며, 보충량은 별도의 배관 · 노즐을 통해 Soaking time동안 일정하게 방사될 수 있도록 해야 한다.

3-6. 건축법령에 의한 방화구획 기준에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

- 1) 대상 및 설치기준
- 2) 적용을 아니하거나 완화적용할 수 있는 경우
- 3) 방화구획 용도로 사용되는 방화문의 구조

출처 : 소방기술모아, NFPA13

답)

1. 방화구획의 개념

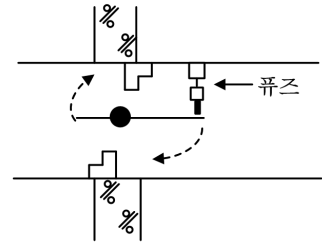
- 1) 방화구획이란 건축물 실내부에 화재를 인접구역으로 확산을 방지하는 화재한정의 구조이다. 화재 초기부터 최성기 까지 지속적으로 화재를 구획하기 위해서 내화구조, 방화문, 방화담퍼 등 화재에 일정시간 견디며 화재확산을 방지하는 구조로 구성된다.
- 2) 방화구획의 기본적인 방법은 다음과 같다.
 - 구획벽 → 내화구조벽
 - 출입용 개구부 → 방화문
 - 방화구획 관통하는 덕트 → 내부는 방화담퍼, 외부는 내화충전재
 - 파이프 및 전기덕트 → 내화충전재 또는 방화판 등
 위 방법으로 방화구획하여 화재가 인접구역으로 확대를 방지한다는 구조를 의미한다.
- 3) 방화구획의 면적산정
 - (1) 방화구획의 기본적인 제한면적은 $1,000m^2$ 인데, 그 이유는 공설소방대가 출동하여 화재를 진압할 수 있는 기초면적이기 때문이다.
 - (2) 건축물이 높을수록(11층 이상) 방화구획의 제한면적을 감소하여 화재의 한정규모 줄여, 화재에 대한 소화 가능성을 높이고, 피난거리를 감소하여 재실자의 피난가능성을 증대하는 효과가 있도록 하였다. 또한 자동식소화설비(S/P)나 불연재료 마감재료를 설치한 경우에는 방화구획 제한면적을 완화시켜 방화구획으로 인한 불편함을 감소하도록 하였다.

2. 방화구획 설치대상

- 1) 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 연면적이 $1,000 m^2$ 를 초과 장소
 - (1) 내화구조로 된 바닥·벽
 - (2) 갑종 방화문(자동방화셔터 포함) 다만, 원자로 및 관계시설은 제외
- 2) 건축물의 일부가 내화구조인 건축물은 그 부분과 다른 부분을 방화구획으로 구획하여야 한다.
 - (1) 10층 이하의 층은 바닥면적 $1,000 m^2$ (자동식소화설비[S/P]설치 시 바닥면적 $3,000 m^2$)이내마다 구획할 것
 - (2) 매 층마다 구획 한다.
 - (3) 11층 이상의 층은 바닥면적 $200 m^2$ (자동식소화설비[S/P]설치 시 $600 m^2$)이내마다 구획할 것. 다만, 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감을 불연재료로 한 경우에는 바닥면적 $500m^2$ (자동식소화설비[S/P]설치 시 $1,500 m^2$)이내마다 구획하여야 한다.
 - (4) 문화 및 집회시설, 의료시설, 공동주택 등은 주요구조부를 내화구조로 해야 하는 부분과 다른 부분을 방화구획으로 구획하여야 한다.

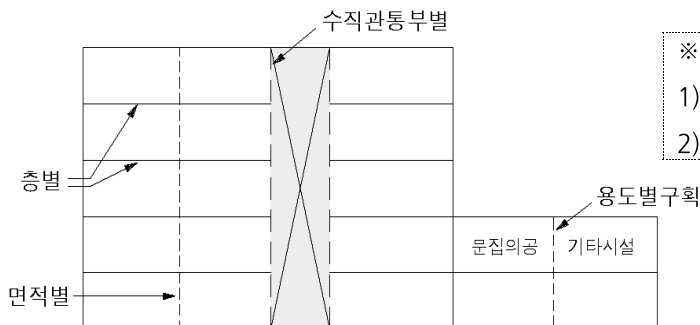
3. 방화구획 방법

- 1) 방화구획용 감종방화문(언제나 닫힌 상태 유지 또는 화재 시 신속히 감지하여 자동폐쇄구조)
- 2) 방화구획 관통부(급수관·배전관등) 또는 틈을 다음 중 하나로 메울 것
 - (1) 한국산업규격에서 내화충전성능을 인정한 구조로 된 것
 - (2) 한국건설기술연구원이 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 따라 내화충전성능을 인정한 구조로 된 것
- 3) 방화구획 관통부(환기·난방·냉방시설의 풍도)는 다음 기준에 댐퍼를 설치할 것
다만, 반도체공장은 방화구획을 관통하는 풍도 주위에 스프링클러헤드 설치시 제외
 - (1) 철재로서 철판의 두께가 1.5 mm 이상일 것
 - (2) 화재가 발생한 경우에는 연기의 발생 또는 온도의 상승에 의하여 자동적으로 닫힐 것
 - (3) 닫힌 경우에는 방화에 지장이 있는 틈이 생기지 아니할 것
 - (4) 한국산업규격상의 방화댐퍼의 방연시험방법에 적합할 것



4. 방화구획 종류 및 설치대상

방화구획 종류	설치 대상
면적별 구획	10층 이하 층: 바닥면적 1,000 m^2 (3,000)이내 마다 구획 11층 이상 층: 불연재 아닌 경우 200 m^2 (600)이내 마다 구획 불연재 인 경우 500 m^2 (1500)이내 마다 구획 ※ ()에 내용은 자동식소화장치(S/P) 설치시에 면적 3배 적용
층별 구획	매 층마다 구획할 것.
용도별 구획	문화 및 집회시설·의료시설·공동주택 등의 내화구조부분과 다른 부분
수직관통부 구획	바닥을 관통하여 수직으로 연속되는 부분과 다른 부분 피난·특별피난 계단실, 승강로, 린넨슈트, 에스컬레이터 등



※ 방화구획의 수평·수직계획

- 1) 수평계획: 면적별구획, 용도별구획
- 2) 수직계획: 층별구획, 수직관통부구획

[그림] 방화구획 종류

6. 방화구획 완화대상

방화구획을 적용하지 않거나, 그 사용에 지장이 없는 범위에서 완화 적용 범위

- 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·보관 및 운반 등에 필요한 고정식 대형기기 설비의 설치를 위하여 불가피한 부분. 단, 지하층 경우 외벽 한쪽 면 개방(보행과 자동차출입) 경우에만 가능하다.
- 3) 계단실부분·복도 또는 승강기의 승강로 부분으로서 그 건축물의 다른 부분과 방화구획으로 구획된 부분
- 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 군사시설(집회, 체육, 창고 용도만)로 쓰는 건축물
- 8) 건축물의 1층과 2층의 일부를 동일한 용도로 사용하며 그 건축물의 다른 부분과 방화구획으로 구획된 부분(바다면적의 합계가 $500m^2$ 이하인 경우만 해당)

7. 방화구획의 장단점(소화활동 시 유리/불리)

구 분	내 용
장 점	인접구역 화재확대를 방지한다. 화재를 일정 장소내 한정 하여, 신속한 경보와 소화가능성을 높인다. 재실자의 거주가능시간을 높인다.
단 점	소방대의 화점파악이 어렵고, 진입에 불편하다. 재실자의 피난시간을 증가시킨다. 거주인의 사용면이나 건축적 공간확보 측면에서는 불편하다.

8. 방화구획 장소

- 1) 건축적 장소 : 거실, 피난계단, 특별피난계단, 용도별구획장소 등
- 2) 소방적 장소 : 감시제어반실, 가스저장용기실, 감지기설치제외 장소 등
- 3) 전기적 장소 : 비상전원설치장소, 비상발전기실, 전기실, 방재센타 등
- 4) 기계적 장소 : 소화펌프실, 동력제어반실 등
- 5) 통신설비 장소 : 비상방송실, 전산실 등

9. 방화문의 구조

갑종 방화문 및 을종 방화문은 한국건설기술연구원이 국토교통부장관이 정하여 고시하는 바에 따라 다음 각 호의 구분에 따른 기준에 적합하다고 인정한 것을 말한다.

- 1) 생산공장의 품질 관리 상태를 확인한 결과 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 적합할 것
- 2) 품질시험을 실시한 결과 다음 각 목의 구분에 따른 기준에 따른 성능을 확보할 것
 - (1) 갑종 방화문: 다음의 성능을 모두 확보할 것
 - ① 비차열(非遮熱) 1시간 이상
 - ② 차열(遮熱) 30분 이상(건축법시행령 제46조제4항에 따라 아파트 발코니에 설치하는 대피공간의 갑종방화문만 해당한다.)
 - (2) 을종 방화문: 비차열 30분 이상의 성능을 확보할 것



제 4교시 문제풀이

4-1. 공기포 소화약제의 혼합 방식에 대하여 설명하시오.

출처 금화도감 소방기술사 1권

답)

1. 개요

- 1) 포는 포 용액과 물로 합성된 물질로부터 생성된 기체방울로서 그 안에는 가스나 공기가 들어 있다. 보통 사용하는 것으로는 공기이며 특수설비의 경우는 불활성가스인 경우도 있다. 포는 포용액이나 인화성 액체보다 가볍기 때문에 액체표면을 덮는다. 그 결과 공기와 연료의 계면차단, 냉각, 계속적인 산소분압이 낮은 층의 형성 등으로 소화작용을 하게 된다.
- 2) 포 소화약제의 혼합장치는 포 소화약제의 사용농도에 적합한 수용액으로 혼합할 수 있도록 하는 장치를 말한다.
- 3) 포소화원액의 혼합방식은 4가지로 라인 프로포셔너방식, 펌프 프로포셔너방식, 프레스프로포셔너방식, 프레스사이드 프로포셔너방식이 있으며 공기포소화설비에는 어느 혼합방식이든 적용될 수 있다.

2. 포혼합장치의 종류

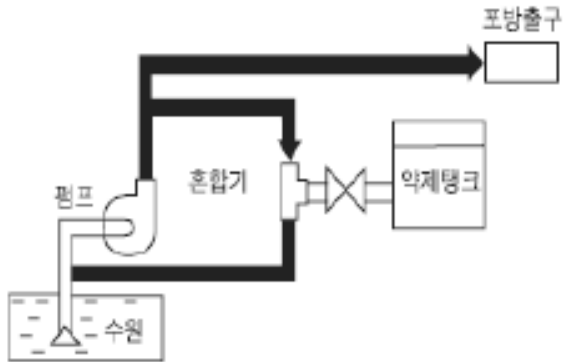
- 1) 펌프 프로포셔너 방식(Pump Proportioner Type)
- 2) 라인 프로포셔너 방식(Line Proportioner Type)
- 3) 프레스 프로포셔너 방식(Pressure Proportioner Type)
- 4) 프레스 사이드 프로포셔너 방식(Pressure Side Proportioner Type)
- 5) 압축공기포 믹싱챔버방식

3. 펌프 프로포셔너 방식 (Pump Proportioner Type)

1) 개념

펌프의 토출관과 흡입관 사이의 배관 도중에 설치한 흡입기에 펌프에서 토출된 물의 일부를 보내고 농도조절밸브에서 조정된 포소화약제의 필요량을 소화약제 탱크에서 펌프 흡입측으로 보내어 혼합하는 방식

2) 구성도



3) 특징

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> 보수가 용이함 원액의 흡입을 위한 압력손실이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> 수원으로 원액이 역류하여 물과 폼액이 혼합될 수 있음 펌프는 흡입측으로 포가 유입되므로 포소화설비 전용이어야 함 포 소화약제로 인해 소방펌프 부식 발생

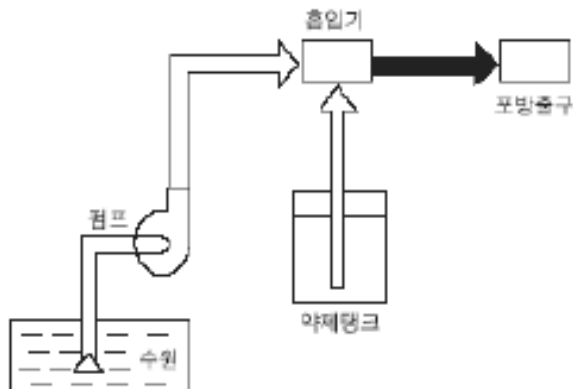
4) 적용 : 화학소방차

4. 라인 프로포셔너 방식 (Line Proportioner Type)

1) 개념

펌프와 발포기의 중간에 설치된 혼합기의 벤츨리효과에 의해 포소화약제를 흡입, 혼합하는 방식

2) 구성도



3) 특징

장점	단점
설치비가 저렴하고 설치가 용이	<ul style="list-style-type: none"> 혼합기(벤츨리관)를 통한 압력손실이 1/3로 매우 높음 혼합기(벤츨리관)가 흡입할 수 있는 높이가 한정됨(1.8m) 1개의 혼합기에서 유효방사 유량범위 좁음

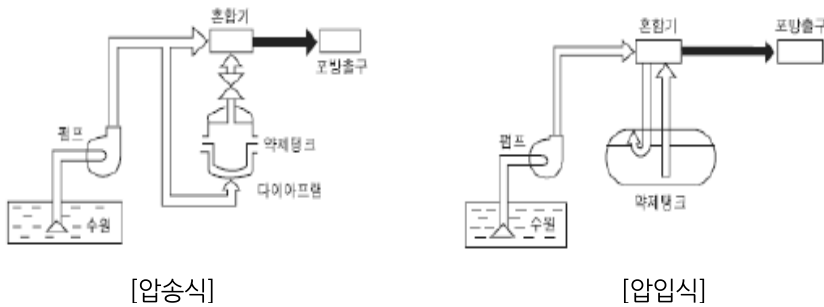
4) 적용 : 포소화전, 소규모 · 이동식 소화설비

5. 프레스 프로포셔너 방식 (Pressure Proportioner Type)

1) 개념

- (1) 펌프와 발포기의 중간에 설치된 벤츄리관의 벤츄리작용과 펌프가압수의 포소화약제 저장탱크에 대한 압력에 따라 포소화약제를 흡입 · 혼합하는 방식
- (2) 소화약제탱크에 다이어프램이 있는 압송식과 다이어프램이 없는 압입식이 있다.

2) 구성도



3) 특징

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> 원액의 흡입시에 혼합기에 의한 압력손실 적음 (0.035 ~ 0.21MPa) 유량범위가 넓어 1개의 혼합기로 다수의 소방대상물을 충족시킬 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 혼합비에 도달하는 시간이 다소 소요 (2 ~ 15분) 다이어프램 파손시 원액이 물과 혼합되어 폼액을 사용 못함

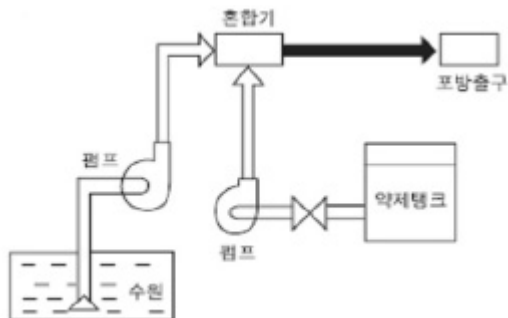
4) 적용 : 대부분 건물에 적용

6. 프레스사이드 프로포셔너 방식 (Pressure Side Proportioner Type)

1) 개념

펌프의 토출관에 압입기를 설치하여 포소화약제의 압입용 펌프로 포소화약제를 압입시켜 혼합하는 방식

2) 구성도



3) 특징

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> • 약제와 수원간의 혼합우려가 없어 장기간 보존하여 사용할 수 있음 • 혼합기의 압력손실이 적음 (0.05 ~ 0.34MPa) 	<ul style="list-style-type: none"> • 설치비가 많이 들고 시설이 복잡 • 원액펌프의 토출압력이 급수펌프의 토출압력보다 커야 함

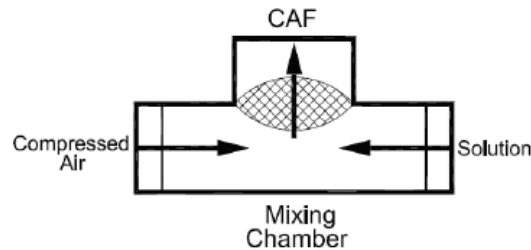
4) 적용 : 비행기 격납고, 석유화학플랜트 등과 같은 대단위 고정식 소화설비

7. 압축공기포 믹싱챔버방식

1) 개념

압축공기 또는 압축질소를 일정 비율로 포 수용액에 강제 주입하여 혼합하는 방식

2) 구성도



3) 특징

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> • 운동량이 커서 화염 표면까지 도달하고 포의 크기가 균일하여 포의 안정성이 증가 • 깨끗한 공기를 사용하므로 포의 오염 가능성 감소 • 급수펌프나 대형 펌프를 설치하는 공간이 필요 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 유체 흐름이 3상계 흐름이 되고, 전용프로그램을 이용 • 소규모 장소에 적용을 목적으로 개발되었으므로 하나의 유니트 형식으로 개발 및 제작되어 대규모장소에 적용이 어려움

4) 적용 : 특수가연물을 저장, 취급하는 공장이나 창고, 차고, 주차장, 항공기 격납고 등

4-2. 위험물안전관리법령상 옥내탱크저장소의 위치·구조 및 설비의 기준 중 다음에 대하여 설명하시오.

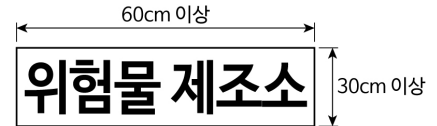
- 1) 표시 및 표지 2) 게시판 3) 게시판의 색
- 4) 압력탱크에 설치하는 압력계 및 안전장치 5) 밸브없는 통기관의 설치 기준

출처 금화도감 소방기술사1권, 위험물안전관리법 시행규칙 별표 4

답)

1. 표시 및 표지

- 1) 표지는 한 변의 길이가 0.3m 이상, 다른 한 변의 길이가 0.6m 이상인 직사각형
- 2) 표지의 바탕은 백색으로, 문자는 흑색



2. 게시판

- 1) 한 변의 길이가 0.3m 이상, 다른 한 변의 길이가 0.6m 이상인 직사각형
- 2) 저장 또는 취급하는 위험물의 유별·품명 및 저장최대수량 또는 취급최대수량, 지정수량의 배수 및 안전관리자의 성명 또는 직명을 기재할 것
- 3) 바탕은 백색으로, 문자는 흑색으로 할 것
- 4) 게시판 외에 저장 또는 취급하는 위험물에 따라 주의사항을 표시한 게시판을 설치
 - (1) 제1류 위험물 중 알칼리금속의 과산화물과 이를 함유한 것 또는 제3류 위험물 중 금수성물질에 있어서는 “물기엄금”
 - (2) 제2류 위험물(인화성고체를 제외한다.)에 있어서는 “화기주의”
 - (3) 제2류 위험물 중 인화성고체, 제3류 위험물 중 자연발화성물질, 제4류 위험물 또는 제5류 위험물에 있어서는 “화기엄금”
- 5) “물기엄금”을 표시하는 것에 있어서는 청색바탕에 백색문자로, “화기주의” 또는 “화기엄금”을 표시하는 것에 있어서는 적색바탕에 백색문자로 할 것

60cm 이상		30cm 이상
위험물의 유별	제4류	
위험물의 품명	제1석유류(휘발유)	
저장최대수량	50kℓ	
지정수량의 배수	250배	
위험물안전관리자 ○○○		

3. 게시판의 색 : 바탕은 백색으로, 문자는 흑색으로 할 것

4. 압력탱크에 설치하는 압력계 및 안전장치

위험물을 가압하는 설비 또는 그 취급하는 위험물의 압력이 상승할 우려가 있는 설비에는 압력계 및 다음에 해당하는 안전장치를 설치하여야 한다. 다만, 파괴판은 위험물의 성질에 따라 안전밸브의 작동이 곤란한 가압설비에 한한다.

- 1) 자동적으로 압력의 상승을 정지시키는 장치
- 2) 감압측에 안전밸브를 부착한 감압밸브
- 3) 안전밸브를 병용하는 경보장치
- 4) 파괴판

5. 밸브없는 통기관의 설치 기준

1) 대상 : 옥내저장탱크 중 압력탱크외의 탱크

2) 조건

- (1) 최대상용압력이 부압 또는 정압 5KPa을 초과하는 탱크외의 탱크
- (2) 용도 : 제4류 위험물의 옥내저장탱크로 한정

3) 설치설비 : 밸브 없는 통기관 또는 대기밸브 부착 통기관

4) 설치기준

(1) 밸브 없는 통기관

- ① 통기관의 선단은 건축물의 창·출입구 등의 개구부로부터 1m 이상 떨어진 옥외의 장소에 지면으로부터 4m 이상의 높이로 설치하되, 인화점이 40℃ 미만인 위험물의 탱크에 설치하는 통기관에 있어서는 부지경계선으로부터 1.5m 이상 이격할 것. 다만, 고인화점 위험물만을 100℃ 미만의 온도로 저장 또는 취급하는 탱크에 설치하는 통기관은 그 선단을 탱크전용 실 내에 설치할 수 있다.
- ② 통기관은 가스 등이 체류할 우려가 있는 굴곡이 없도록 할 것
- ③ 다음의 기준에 적합할 것
 - 직경은 30mm 이상일 것
 - 선단은 수평면보다 45도 이상 구부려 빗물 등의 침투를 막는 구조
 - 가는 눈의 구리망 등으로 인화방지장치를 할 것
 - 가연성의 증기를 회수하기 위한 밸브를 통기관에 설치하는 경우에 있어서는 당해 통기관의 밸브는 저장탱크에 위험물을 주입하는 경우를 제외하고는 항상 개방되어 있는 구조로 하는 한편, 폐쇄하였을 경우에 있어서는 10kPa 이하의 압력에서 개방되는 구조로 할 것. 이 경우 개방된 부분의 유효단면적은 777.15mm^2 이상이어야 한다.

(2) 대기밸브 부착 통기관

- ① (1) ① 및 ②의 기준에 적합할 것
- ② 다음기준에 적합할 것
 - 5kPa 이하의 압력차이로 작동할 수 있을 것
 - 가는 눈의 구리망 등으로 인화방지장치를 할 것. 다만, 인화점 70℃ 이상의 위험물만을 해당 위험물의 인화점 미만의 온도로 저장 또는 취급하는 탱크에 설치하는 통기관에 있어서는 그러하지 아니하다.

3. 공기흡입형 감지기의 설계 및 유지관리 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

출처 금화도감 소방기술사 2권/방화공학실무핸드북

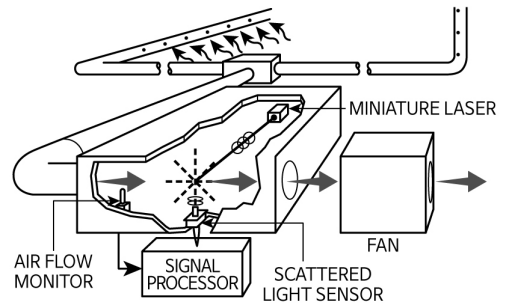
답)

1. 개요

- 1) 연기감지기는 유속이 빠르거나 연기의 입자가 작은 경우에는 실보나 작동 지연의 문제점이 있고 화재 시 발생한 연기가 감지기에 도달해야 하므로 층고가 높은 장소는 연기의 희석 및 단층화로 인해 설치가 제한되는 단점이 있다.
- 2) 광전식 공기흡입형 감지기는 화재의 초기 단계에서 생성되는 $0.005 \sim 0.02\mu\text{m}$ 정도 크기의 미립자를 Pipe Network에서 공기를 지속적으로 흡입하여 감지하는 초미립자감지기이며 능동적인 아날로그 연기감지기를 말한다.

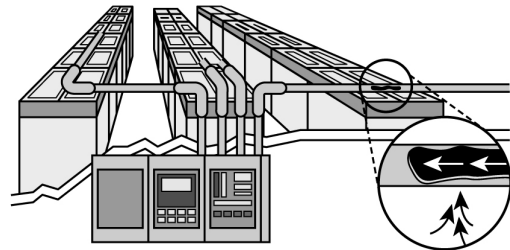
2. 종류

- 1) Cloud Chamber 방식
- 2) Xenon Lamp 방식
- 3) Laser Beam 방식



3. 시스템의 구성

- 1) Pipe & Fittings
 - (1) 최대 4개 흡입배관으로 구성되며 길이 합 200m이내, 구경 25mm
 - (2) 재질 : 적색의 ABS 플라스틱
 - (3) Tee, Elbow, Socket, End Cap
- 2) Sampling 구멍
 - (1) 배관 주변의 공기를 흡입
 - (2) 감지기 연결수 최대 100개
- 3) Filter : 먼지와 오염물질 제거
- 4) 챔버 : 광원에 의해 조사 및 광선산란
 - (1) Cloud Chamber
 - ① 미세한 연기입자를 습도가 높은 챔버 안에서 응축하여 육안으로도 볼 수 있는 큰입자로 만드는 장치
 - ② 응축핵(Condensation Nucleus)의 크기 : $20\mu\text{m}$ 정도로 일정
 - (2) 산란챔버
 - ① 암실로 유입된 연기를 광원으로 조사하여 산란을 이용한 연기밀도 측정
 - ② Xenon Lamp 방식, Laser Beam 방식
- 5) 검출부, 표시부 : 그래프 디스플레이, 표시 LED
- 6) 소프트웨어(프로그램 툴) : 내장 프로그래밍 모듈, 휴대용 프로그래머, PC 소프트웨어



4. 특징

- 1) 단위 길이 당 %혼탁도 0.005% 초미립자의 연기도 조기 감지
- 2) 공기의 유속, 습도, 온도 등에 영향을 받지 않으므로 클린룸에 많이 사용
- 3) 여러 단계별로 경보로 초기화재에 대응 : Alert, Action, Fire1, Fire2
- 4) 다른 시스템과 인터페이스하여 다른 화재정보 또는 건물관리시스템과 통합
- 5) R형 수신기, 중계반과 상호 통신하여 예비정보, 고장, 연기농도 등의 정보를 수신기로 전달

5. Cloud Chamber 방식

1) 작동 Mechanism

- (1) 공기펌프로 공기표본 채취
- (2) 필터로 분진 걸러냄
- (3) 습도가 100%인 습도챔버로 흡입
- (4) 진공펌프로 챔버 내 압력 변화시켜 입자에 물방울이 달라붙어 응축핵을 만든다.
- (5) 광전식 원리(산란)를 이용하여 Cloud 밀도 측정 (연기검출)
- (6) 밀도가 일정 이상 시 화재신호 발신

2) 특징

- (1) 초기에 개발된 공기흡입형 감지기로, 습도챔버 사용으로 유지관리 불편
- (2) 현재 거의 사용 안 한다.

6. Xenon Lamp 방식

1) 작동 Mechanism

- (1) Air Sampling Tube로 공기 흡입
- (2) 산란챔버(암실)로 유도
- (3) 강력한 고광도 크세논램프로 빛을 조사
- (4) 공기 중 부유하고 있는 미립자에서 반사(산란)광선을 측정

2) 특징

- (1) 광원의 파장이 약 $0.3\mu m$ 로 짧다.
- (2) 크세논램프의 수명이 짧다.
- (3) Cloud 챔버방식과 유사하나 Cloud 챔버가 없다.

7. Laser Beam방식

1) 작동 Mechanism

- (1) Air Sampling Tube로 공기 흡입
- (2) 산란챔버(암실)로 유도
- (3) Laser Beam로 빛을 조사
- (4) 공기중 부유하고 있는 미립자에서 반사(산란)광선을 측정

2) 특징

- (1) 광원의 파장이 약 $0.002\mu\text{m}$ 로 크세논 보다 짧으므로 보다 작은 입자감지
- (2) 수명이 크세논보다 길고 시간 경과에 따른 감도저하 해결

8. 설계 시 고려사항

1) 공기흡입배관

- (1) 하나의 검출부에 4개의 Pipe를 모두 사용시 200m (4×50) 이내일 것
- (2) 하나의 Pipe당 샘플홀의 수는 25개 이하로 하나의 검출부에 100개의 홀 가능
- (3) Pipe의 유체흐름저항이 작아야 한다.
- (4) Pipe의 내부 및 구멍, 검출부 주위의 압력이 같아야 한다.
- (5) 감시공간에 설치된 Sampling Pipe의 가장 말단 Sampling Hole에서 설정된 연기농도의 연기를 2분 내에 이송하여 경보 발생
- (6) Trans Time (샘플공기가 홀에서 검출부로 이동시간)은 1분 이내

2) 공기흡입배관과 흡입구

- (1) 복수의 Sampling Pipe의 각 흡입배관은 공기흐름이 균등하게 되어야 하므로 복수개의 공기흡입 양이 100%라 가정하면 4개의 공기흡입배관을 설치할 경우 균등하게 25%로 흡입되어야 한다.
- (2) Balance와 Share를 고려하여 흡입구 선정
 - ① Pipe 관경 : 20 ~ 25mm
 - ② Balance : 동일 Pipe상 첫 번째 샘플홀과 마지막 홀의 공기흡입 비율로 60% 유지
 - ③ Share : 샘플홀 전체 공기흡입량과 End Cap홀 공기흡입량의 비율로 70% 이상
 - ④ End Cap Hole : 공기흡입배관의 말단에 위치한 흡입구
 - 관경이 작거나 없을 시 : Balance에 영향을 미치며 공기의 이동속도에 시간지연발생
 - 관경이 클 시 : 샘플홀로의 공기흡입률이 저하되거나 흡입되지 못함
 - 설계에 적용 시 경험식 : End Cap Hole의 직경 = (샘플홀의 직경 \times 샘플홀의 수)^{0.5}

3) 기타

- (1) Fan
 - ① 공기를 흡입하고 흡입공기량은 감지부, 필터, 배관의 압력손실에 따라 변함
 - ② Fan의 압력에 의한 기준압력이 정해지면 배관의 길이, 곡관의 종류, 흡입구의 직경 및 개수에 의해 공기량이 정해짐
- (2) 필터 : 제조사에 따라 밀도가 다르므로 Fan의 압력을 경계조건으로 함
- (3) 응답특성에 영향을 주는 인자
 - ① 샘플홀의 직경, 총개수
 - ② 샘플홀의 간격
 - ③ 샘플Pipe의 총 길이 및 관경

9. 유지관리 시 고려사항

- 1) 설계프로그램이 기업의 산업재산권으로 인해 기밀 시 되어 사용자에게 설계기술의 제공 및 그 결과에 대해서도 적절한 정보가 제공되지 못함
- 2) 제품을 수입, 판매하는 업체의 독점기술로 인정되는 유지보수를 위한 기술적·경제적 의존도가 높아짐
- 3) 시공 시에는 프로그램 결과에 의한 샘플홀의 직경을 가공하기 위한 공구(드릴)의 다양성의 한계로 샘플홀의 직경을 동일하게 시공하는 경우가 발생하여 검수 시 샘플홀의 말단에 있는 홀은 연기감지능력이 설계와 다른 결과를 가져오고 정해진 시간을 초과하는 등 응답특성 지연발생
- 4) 유지관리 시 환경의 변화나 사용자의 의도에 의해 연기감지농도의 조정 또는 출력신호의 변경을 필요로 하는 경우 설비에 대한 기술적인 자신감 결여가 변경결과에 확인을 주지 못하고 납품자의 기술력에 전적으로 의존하는 경향이 있다.

10. 결론

- 1) 공기흡입형 광전식 연기감지기의 성능을 검증하는 목적은 방호구역 내에서 설정된 농도의 연기가 발생 시 정해진 응답시간 내에 화재감지를 하도록 하는 것이며 감지구역의 사각화를 방지하기 위해 샘플파이프에 설치된 모든 샘플홀도 같은 연기감지성능을 갖는 것이 중요하다.
- 2) NFPA 72에서는 샘플홀을 스폿형 연기감지기 설치와 동일하게 간주하고 있어 감지가 되지 않는 샘플홀이 있거나 응답특성이 늦은 샘플홀은 감지기 설치가 되지 않은 공간 또는 감지면적을 초과하여 감지기가 설치된 경우로 해석될 수 있다.

4. 소방시설공사업법 시행령 별표4에 따른 소방공사 감리원의 배치기준 및 배치기간에 대하여 설명하시오.

출처 금화도감 2권 / 소방시설공사업법 시행령 별표 4

답)

1. 소방공사 감리원의 배치기준

감리원의 배치기준		소방시설공사 현장의 기준
책임감리원	보조감리원	
가. 행정안전부령으로 정하는 특급감리원 중 소방기술사	행정안전부령으로 정하는 초급 감리원 이상의 소방공사 감리원 (기계분야 및 전기분야)	1) 연면적 20만제곱미터 이상인 특정소방대상물의 공사 현장 2) 지하층을 포함한 층수가 40층 이상인 특정소방대상물의 공사 현장
나. 행정안전부령으로 정하는 특급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 및 전기분야)	행정안전부령으로 정하는 초급 감리원 이상의 소방공사 감리원 (기계분야 및 전기분야)	1) 연면적 3만제곱미터 이상 20만제곱미터 미만인 특정 소방대상물(아파트는 제외한다)의 공사 현장 2) 지하층을 포함한 층수가 16층 이상 40층 미만인 특정소방대상물의 공사 현장
다. 행정안전부령으로 정하는 고급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 및 전기분야)	행정안전부령으로 정하는 초급 감리원 이상의 소방공사 감리원 (기계분야 및 전기분야)	1) 물분무등소화설비(호스릴 방식의 소화설비는 제외한다.) 또는 제연설비가 설치되는 특정소방대상물의 공사 현장 2) 연면적 3만제곱미터 이상 20만제곱미터 미만인 아파트의 공사 현장
라. 행정안전부령으로 정하는 중급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 및 전기분야)		연면적 5천제곱미터 이상 3만제곱미터 미만인 특정소방 대상물의 공사 현장
마. 행정안전부령으로 정하는 초급감리원 이상의 소방공사 감리원(기계분야 및 전기분야)		1) 연면적 5천제곱미터 미만인 특정소방대상물의 공사 현장 2) 지하구의 공사 현장

비고

가. “책임감리원”이란 해당 공사 전반에 관한 감리업무를 총괄하는 사람을 말한다.

나. “보조감리원”이란 책임감리원을 보좌하고 책임감리원의 지시를 받아 감리업무를 수행하는 사람을 말한다.

다. 소방시설공사 현장의 연면적 합계가 20만 제곱미터 이상인 경우에는 20만 제곱미터를 초과하는 연면적에 대하여 10만 제곱미터(20만 제곱미터를 초과하는 연면적이 10만 제곱미터에 미달하는 경우에는 10만 제곱미터로 본다.)마다 보조감리원 1명 이상을 추가로 배치해야 한다.

라. 위 표에도 불구하고 상주 공사감리에 해당하지 않는 소방시설의 공사에는 보조감리원을 배치하지 않을 수 있다.

마. 특정 공사 현장이 2개 이상의 공사 현장 기준에 해당하는 경우에는 해당 공사 현장 기준에 따라 배치해야 하는 감리원을 각각 배치하지 않고 그 중 상위 등급 이상의 감리원을 배치할 수 있다.

2. 소방공사 감리원의 배치기간

- (1) 감리업자는 제1호의 기준에 따른 소방공사 감리원을 상주 공사감리 및 일반 공사감리로 구분하여 소방시설공사의 착공일부터 소방시설 완공검사증명서 발급일까지의 기간 중 행정안전부령으로 정하는 기간 동안 배치한다.
- (2) 감리업자는 (1)에도 불구하고 시공관리, 품질 및 안전에 지장이 없는 경우로서 다음의 어느 하나에 해당하여 발주자가 서면으로 승낙하는 경우에는 해당 공사가 중단된 기간 동안 감리원을 공사 현장에 배치하지 않을 수 있다.
 - ① 민원 또는 계절적 요인 등으로 해당 공정의 공사가 일정 기간 중단된 경우
 - ② 예산의 부족 등 발주자(하도급의 경우에는 수급인을 포함)의 책임 있는 사유 또는 천재지변 등 불가항력으로 공사가 일정기간 중단된 경우
 - ③ 발주자가 공사의 중단을 요청하는 경우

5. 가연성 혼합기의 연소속도(Burning Velocity)에 영향을 미치는 인자에 대하여 설명하시오.

출처 각종논문

답)

1. 개요

- 1) 화염이 미연가스속을 진행하는 속도로 화염의 연소속도란 화염면에 수직한 방향으로 미연혼합기(Unburned Mixture)쪽으로 전파하여 들어오는 속도를 말한다.
- 2) 연료가 착화하여 연소하고, 화염이 미연 가스와 화학 반응을 일으키면서 차례로 퍼져 나가는 속도를 말한다. 혼합 가스를 만드는 연료나 산화제의 종류, 혼합비 등에 의해 영향을 받고, 일반적으로 미연 가스의 열전도율이 크고 밀도와 비열이 작으며 혼합 가스의 온도, 압력의 상승과 혼합 기류가 증가됨에 따라 빨라진다.

2. 가연성 혼합기의 연소속도 측정방법

1) 정지화염법

(1) 개념

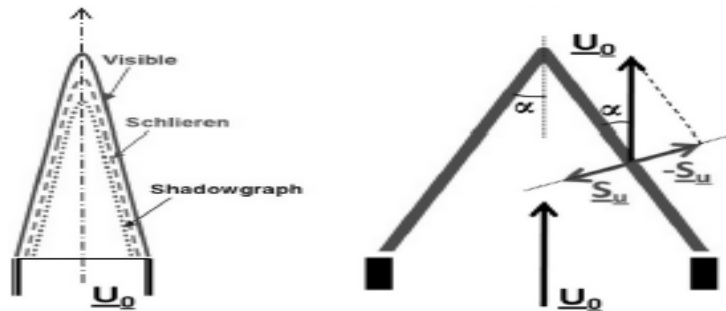
버너에 화염이 원추형화염 형태로 부착되어 안정화된 화염을 대상으로 하는 방법

(2) 측정방법

① 각도법

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{S_u}{U_o}, S_u = U_o \sin \alpha$$

S_u : 연소속도, U_o : 미연혼합기의 분출속도
 α : 화염면 모서리 각도



- 삼각형 형상의 분젠화염 모서리 각도 α 를 프로그램을 통해 구함
- 미연혼합기 분출속도 U_o 는 버블미터로 측정된 미연 혼합기의 체적유량을 버너노즐 출구 직경으로 나눔 (연속방정식 이용)
- 각도법의 정의식으로부터 화염 모서리 각도를 이용하여 층류 연소속도 값을 결정

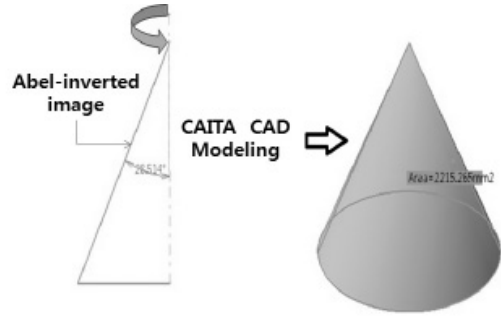
② 면적법

$$\rho_u S_u A = \rho_u Q, S_u = \frac{Q}{A}$$

S_u : 연소속도, A: 화염의 표면적
 Q : 미연혼합기인 반응물의 체적유량

- 2차원 삼각형 분젠화염 이미지에서 층류 연소속도를 결정하기 위한 3차원 원추형 형태의 분젠화염 표면적을 구함
- 각도법에서 설명한 버블미터로 미연 혼합기인 반응물의 체적유량(Q)을 측정

- 분제화염의 층류 연소속도 S_u 는 화염의 표면적(A)으로 유입되는 미연 혼합기의 체적유량을 나누어 구함 (질량보존방정식)



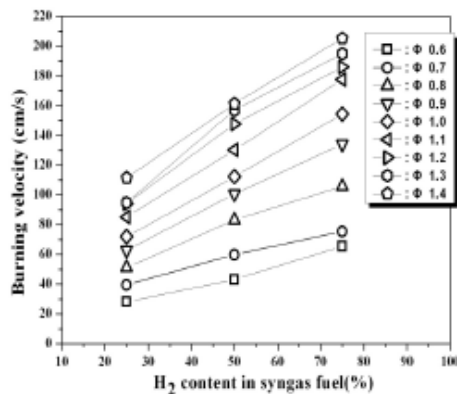
2) 비정지화염법

연료와 산화제의 가연혼합물이 밀폐된 챔버내에서 점화되어 구형화염으로 전파되어 가는 속도를 측정하는 방법

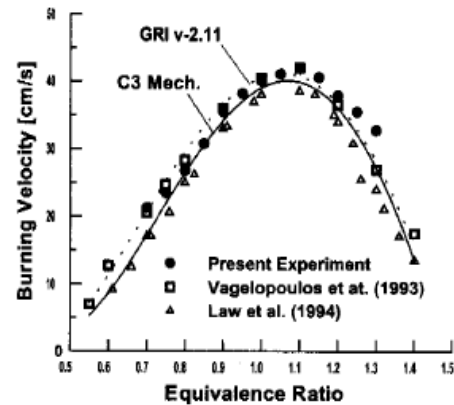
3. 연소속도에 영향을 미치는 인자

- 1) 연료조성비 (당량비) : 양론 혼합물보다 연료가 약간 많은 혼합물의 경우 연소속도가 가장 빠름 [실험결과]

- (1) 당량비 0.8이하에서 가연물인 수소 함유량 증가에 따른 연소속도 증가율은 완만
- (2) 당량비 0.9이상에서는 연소속도 증가율은 선형적으로 증가함
- (3) 연료의 함량이 늘어날수록 활성라디칼(H^+ , OH^+)의 증가로 연소속도는 증가함
→ 연쇄반응 증가로 연소반응은 가속화됨
- (4) 최대연소속도는 당량비 1.0~1.1 부근에서 발생함



$[H_2]$



$[CH_4]$

2) 혼합기의 온도

- (1) 온도가 증가시 기체 분자운동이 활발해지고 화학반응속도가 증가하므로 연소속도는 빨라진다.
- (2) 아레니우스법칙에 의하면 온도가 10℃ 상승할 경우 반응속도는 2배 빨라진다.

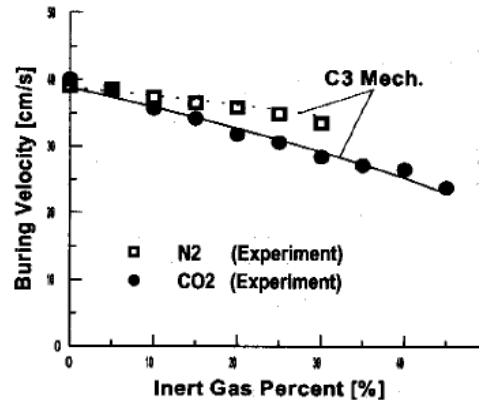
- 3) 혼합기의 압력 : 압력이 높을수록 빈도계수가 증가하여 연소속도가 증가한다.

4) 불활성가스

- (1) 불활성 가스를 첨가할 경우 혼합물의 단위질량당 열용량을 증가시키므로 연소속도가 감소한다. → 화염 온도감소
- (2) 할로젠을 함유한 억제제를 첨가할 경우 연쇄반응을 차단하므로 연소속도가 감소한다.
→ 화염온도와는 관계없음

[실험결과]

- (1) CO_2 , N_2 의 함량이 증가함에 따라서 연소속도는 감소
- (2) CO_2 는 N_2 가 혼합된 경우보다 연소속도가 훨씬 더 감소하고 있어 CO_2 를 첨가시 N_2 보다 연소 속도에 더 영향을 미친다.
- (3) 아래의 그림은 당량비가 1일 경우의 이너팅가스의 조성에 따른 연소속도를 나타낸다.



[불활성가스의 혼합물(CH_4/CO_2 , CH_4/N_2)에 따른 연소속도의 비교]

5) 난류

- (1) 연소속도는 연소파의 평면이 미연혼합물 속으로 전파해 가는 속도이고, 미연혼합기 속의 난류성에 의해 연소속도를 증가시킨다.
- (2) 화염전면에서 난류에 의해 미연혼합가스의 이동속도가 증가하여 연소속도가 증가한다.

6) 촉매

- (1) 정촉매는 연소를 촉진시키므로 연소속도가 증가한다.
- (2) 부촉매는 연소를 차단시키므로 연소속도가 감소한다.

6. 스프링클러헤드를 감지특성에 따라 분류하고 방사특성에 대하여 설명하시오.

출처 금화도감 소방기술사 2권

답)

1. 개요

- 1) 스프링클러는 화재감지와 소화를 동시에 수행하는 설비로 화재감지특성과 방사특성의 두가지 소화 특성이 있고 화재감지특성에는 표시온도, RTI, 열손실계수가 있으며 헤드의 감열 개방시간을 결정 짓는 주요 요소이다.
- 2) 방사특성은 화재제어와 화재진압으로 구분되며, 화재진압을 통한 소화는 ADD를 RDD보다 크게 하여 조기소화를 하는 방법으로 ESFR의 경우가 그 예이다.

2. 스프링클러헤드의 감지특성

1) 표시온도

- (1) 폐쇄형 스프링클러헤드에서 감열체가 작동하는 온도로서 미리 헤드에 표시한 온도

설치장소의 최고 주위온도	표시온도
39℃ 미만	79℃ 미만
39℃ 이상 64℃ 미만	79℃ 이상 121℃ 미만
64℃ 이상 106℃ 미만	121℃ 이상 162℃ 미만
106℃ 이상	162℃ 이상

- (2) 최고 주위온도란 폐쇄형 스프링클러의 설치장소에 관한 기준이 되는 온도

$$T_A = 0.9 T_m - 27.3$$

 T_A : 최고주위온도, T_m : 헤드표시온도

2) 반응시간지수(RTI, Response Time Index)

- (1) 감열체가 열에 얼마나 민감하게 작동하는 지 나타낸 지수
→ 동일한 온도인 72℃에 작동하는 헤드의 경우 RTI가 작을수록 작동온도에 빨리 도달하여 작동시간이 짧아짐
- (2) 관련식

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

 RTI : 반응시간지수 $[(ms)^{0.5}]$, τ : 반응속도상수 ($\tau = \frac{mc}{Ah}$)

 m : 감열체의 질량[kg], c : 감열체의 비열[kJ/kg·℃]

 A : 감열체의 면적[m²], h : 대류열전달계수[w/m²·℃]

 v : 기류의 속도[m/s]

- (3) RTI의 의미

- ① RTI가 클수록 열에 둔감하다.
- ② RTI가 작을수록 열에 민감하다.

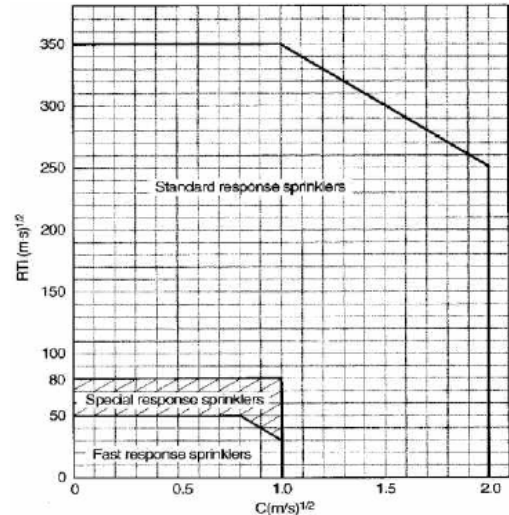
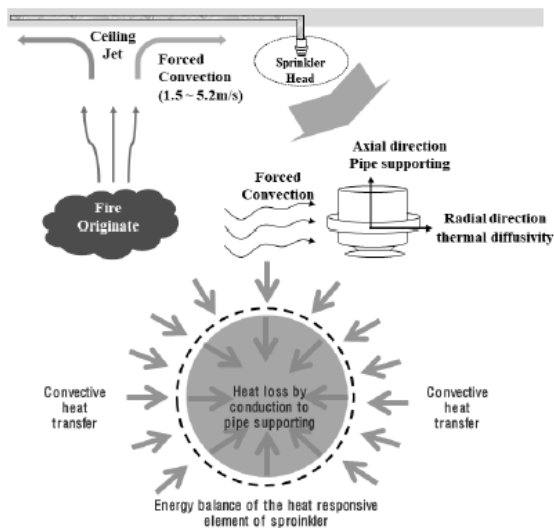
(4) 스프링클러헤드를 감지특성에 따라 분류 (RTI에 따른 ISO 기준)

- ① 조기반응형 헤드 : 50 이하
- ② 특수형 헤드 : 50 초과 80 이하
- ③ 표준형 헤드 : 80 초과 350 이하

3) 스프링클러 헤드의 열손실계수

- (1) 반응시간지수는 감열부가 주위로 열손실이 없는 상태를 가정하여 유도된 관계식이므로 배관 또는 소화수에 의해 열손실이 발생하여 작동시간의 지연이 발생할 수 있다.
- (2) Heskestad는 기류의 온도와 속도를 일정하게 증가시키면서 감열부의 반응성을 고려한 반복시험에 의해 수정된 반응시간지수(Virtual RTI)를 제시하였으며 손실인자인 C Factor를 산출하기 위한 방안은 현재 FM Class 2000의 스프링클러 시험기준에 적용하고 있다.

$$(3) \text{수정된 반응시간지수(Virtual RTI)} = \frac{RTI}{1 + \frac{C}{\sqrt{v}}}, \quad C: \text{손실인자(C Factor)}$$



[스프링클러의 열전달 다이어그램]

3. 스프링클러헤드의 방사특성

1) 개념

- (1) 오리피스 구경의 크기에 따라서 방수량 및 물방울의 크기가 달라지므로 화재의 조기진압 여부를 결정짓는 요소
- (2) 오리피스

$$Q = K\sqrt{p} = 0.6597cd^2\sqrt{p}$$

Q : 오리피스 유량[lpm]

K : K -Factor, p : 방사압력[kg/cm^2]

c : 유량계수, d : 오리피스의 직경[mm]

(3) 디플렉터

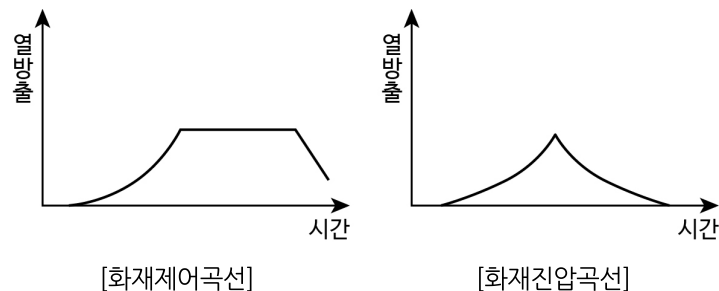
- ① 방사된 물은 디플렉터에 의해 방수패턴이 정해짐
- ② 방사패턴은 방사되는 방향과 방사각도 등에 의해 정해짐

2) 화재제어

헤드로부터 방출되는 물방울이 주변의 가연물을 적셔 연소확대를 방지하고 화재실의 열방출률을 서서히 감소시켜 화재의 규모를 제한시키는 것

3) 화재진압

- (1) 헤드로부터 방출되는 물방울이 연소중인 가연물 표면과 화염을 뚫고 침투함으로써 열방출을 감소시키고 화재의 재성장을 방지하는 것
- (2) $ADD > RDD$



4) 화재진압과 RDD와 ADD의 상호관계성

- (1) RDD (Required Delivered Density) : 필요진화밀도

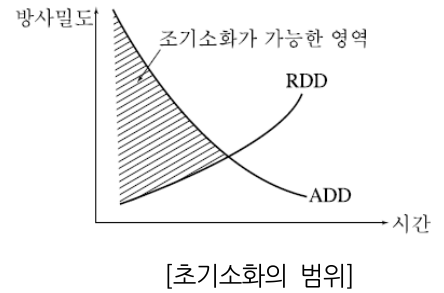
- ① 정의
 - 화재진압에 필요한 최소살수밀도(RDD, Required Delivered Density)
 - 화재진압에 필요한 단위면적당 최소수량으로 시간의 경과와 방출열량이 클수록 RDD는 커진다.
- ② 관련식
 - RDD는 화재진압에 필요한 스프링클러 헤드 방출수를 가연물 상단 표면적으로 나눈 것
 - $RDD = \frac{\text{화재진압에 필요한 최소한의 물의 양}}{\text{가연물 상단의 면적}}$

- (2) ADD (Actual Delivered Density) : 실제진화밀도

- ① 정의
 - 실제 화염에 도달하는 살수 밀도(ADD, Actual Delivered Density)로 침투된 물의 분포밀도를 말한다.
 - 스프링클러 성능을 결정하는 중요한 요소로 시간의 경과와 방출열량이 클수록 ADD는 작아진다.
- ② 관련식
 - ADD는 스프링클러 헤드로부터 분사된 물중에서 화염을 통과하여 연소중인 가연물의 상단에까지 도달한 양을 가연물 상단의 면적으로 나눈 것
 - $ADD = \frac{\text{분사된 물이 화염을 통과하여 가연물상단에 도달한 물의 양}}{\text{가연물상단의 면적}}$

(3) 화재진압과 RDD와 ADD의 상호관계성

- ① 시간이 지날수록 화재가 성장한다고 가정할 경우 필요진화밀도는 화재의 크기에 따라 점점 커질 것이다. 반대로 실제진화밀도는 점점 작아질 것이다. 만일 RDD가 ADD를 초과하는 화재에서는 실패할 수밖에 없을 것이다. 그러므로 화재를 조기진압하기 위해서는 화재진압에 필요한 최소한의 물의 양(RDD)보다 더 많은 양의 물을 방사하여야 한다.
- ② 즉, ADD를 RDD보다 크게 하면 화염에 대한 침투성이 높아져 화재의 조기진압에 유리하다.
- ③ 스프링클러헤드의 반응시간지수(RTI)가 낮을수록 헤드가 조기 작동하여 RDD는 낮아지고, ADD는 높아진다.



(4) 영향인자

영향인자	내용
① 천장고	• 천장이 높을수록 화염의 상승기류에 의해 ADD가 저하되고 RDD는 증가한다.
② 평균입자경	• 물입자의 크기가 작을수록 화염상승기류로부터 영향을 많이 받아 ADD가 저하되고 RDD는 증가
③ 방사압력	• 방사압이 클수록 입자크기가 작아져 ADD가 저하된다.
④ 방사되는 물의 기울기	• 방수패턴이 경사지면 화염기류의 영향이 적어져 ADD가 크다

4. 결론

- 1) 장소별 화재가혹도를 파악하고 이에 맞는 감지특성과 방사특성의 스프링클러 헤드를 선정하여 물적, 인적피해를 최소화해야 한다.
- 2) 화염전파속도가 빠르고 열방출량이 많은 고강도화재의 경우 표준형 스프링클러 헤드로는 방사된 물이 화심으로 침투하지 못하고 화재플럼에 의해 비산되어 소화실패에 이를 수 있으므로 감지특성과 방사특성의 이해는 필수적이다.

