≫모아는 VISION이다≪

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 125회 소방기술사 문제풀이

강사 : 유쾌한, 김정진, 곽영남, 황모아 기술사

모아소방전기학원 2012~2021년

매년 마다 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 2021년을 시작합니다.

소방기술사 합격자 명단

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

소방기술사 개강 일정

	강의명	교수	일정(10~13주)	강의수	교재
토요일반	모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	10월 02일 ~ 2022년 1월 08일 오전 8시 50분 ~ 오후 3시 (6시간 10분)	13강(80H)	모아 기술사 2권 "저자 직강"
	모아 기본반(오후반)	곽영남 기술사	10월 02일 ~ 2022년 1월 08일 오후 3시 10분 ~ 오후 9시 20분 (6시간 10분)	13강(80H)	모아 기술사 1권 "저자 직강"
	합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	10월 16일 ~ 2022년 1월 22일 오전 8시 50분 ~ 오후 2시 50분 (6시간)	13강(80H)	소방기술사 "요해" 2권 "저자 직강"
	금화도감 심화반	유쾌한 기술사	10월 02일 ~ 2022년 1월 08일 오후 4시 10분 ~ 오후 9시 40분 (5시간 30분)	13강(80H)	금화도감 1권 "저자 직강"
	토요 SBR 연구반	유쾌한 기술사	10월 02일 ~ 2022년 1월 08일 오전 8시 40분 ~ 오후 4시 (7시간 20분)	13강(80H)	금화도감 1, 2권, FACT "저자 직강"

	강의명	교수	일정(10~13주)	강의수	교재
일요일반	모아 기본반(오전반)		Coming Soon		
	모아 기본반(오후반)	이덕수 기술사	2021년 9월 26일 ~ 12월 26일 오후 3시 10분 ~ 오후 9시 20분 (6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 1권

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

※ 검정시험 변동과 학원 사정에 의해 일정은 변경될 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) ↘
- ▶일요일: 기본반(2개) -> 심화반(2개) -> SBR 연구반 -> '말해바'면접반
- ▶총 9개 Class 개강 중! 원하는 수업으로 골라 듣기!

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

수강료 (내일배움카드 사용 가능)	방문접수 (내일배움카드, 신분증 지참 必)
▶ 기본반 ▶ SBR연구반 ▶ 금화도감 심화반 ▶ 합격요해 심화반 ▶ 일요 마스터 심화반 ▶ 모아소방기술사 심화반	내일배움카드 자비부담금 287,630원 일반 685,000만원

"합격자 1위" " 수강 만족도 1위" "수강생 수 1위"

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

모아AI직업전문학교
사이트:www.moate.co.kr
상 담: 02-2068-2854

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

제 125회 소방기술사 필기문제 (2021년 7월 31일)

[제 1 교 시]

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 프로판 70%, 메탄 20%, 에탄 10%로 이루어진 탄화수소 혼합기의 연소하한을 구하시오.(단, 각각의 연소하한은 프로판 2.1%, 메탄 5.0%, 에탄 3.0%이다.)
2. 감광계수와 가시거리의 관계에 대하여 설명하시오.
3. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법과 관련하여 다음을 설명하시오.
   1) 피난안전구역 소방시설
   2) 피난안전구역 면적산정기준
4. 펠티에효과(Peltier Effect)와 제벡효과(Seebeck Effect)에 대하여 각각 설명하시오.
5. 형태계수와 방사율에 대하여 설명하시오.
6. 절대압력과 게이지압력의 관계에 대하여 설명하고, 진공압이 500mmHg일 때 절대압력(Pa)을 계산하시오.(단, 대기압은 760mmHg이다.)
7. 유도전동기의 원리인 아라고원판의 개념도를 도시하고, 플레밍의 오른손법칙과 왼손법칙에 대하여 각각 설명하시오.
8. 무차원수 중 Damkohler수(D)에 대하여 설명하고, Arrhenius식과의 관계를 설명하시오.
9. 착화파괴형 폭발과 누설착화형 폭발에 대한 예방대책에 대하여 설명하시오.
10. 이산화탄소 소화약제의 심부화재와 표면화재에 대한 선형상수값을 각각 구하시오.
11. 가스계 소화설비 설계프로그램의 유효성 확인을 위한 방출시험기준(방출시간, 방출압력, 방출량, 소화약제 도달 및 방출종료시간)에 대하여 설명하시오.
12. 아래에 열거된 FIRE STOP의 설치장소 및 주요특성에 대하여 각각 설명하시오.
    ① 방화로드 ② 방화코드 ③ 방화실란트 ④ 방화퍼트 ⑤ 아크릴 실란트
13. 화재 및 피난시뮬레이션의 시나리오 작성기준 상 인명안전 기준에 대하여 설명하시오.

모아소방전기학원

[제 2 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 포소화약제 공기포 혼합장치의 종류별 특징에 대하여 설명하시오.
2. 화재조기진압용 스프링클러설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
   1) 화재감지특성과 방사특성
   2) 설치기준 및 설치 시 주의사항
3 건식유수검지장치에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
   1) 작동원리 2) 시간지연 3) 시간지연을 개선하기 위한 NFPA 제한사항
4. 부속실 제연설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
   1) 국내 화재안전기준(NFSC 501A)과 NFPA 92A 기준 비교
   2) 부속실 제연설비의 문제점 및 개선 방안
5. 최근 자주 발생하는 물류창고의 화재에 대하여 화재확산 원인과 개선 방안을 설명하시오.
6. 다음 물음에 대하여 기술하시오.
   1) 전압강하식 $e = \frac{0.0356LI}{A}$ [V]의 식을 유도하고, 단상2선식 · 단상3선식 · 3상3선식과 비교하시오.
   2) P형 수신기와 감지기 사이의 배선회로에서 종단저항 10kΩ, 릴레이저항 85Ω, 배선회로저항 50Ω이며, 회로전압이 DC 24V일 때 다음 각 전류를 구하시오.
      가) 평상 시 감지전류[mA]
      나) 감지기가 동작할 때의 전류[mA]
   3) 다음 P형 발신기 세트함의 결선도에서 ①~⑦의 명칭을 쓰고 기능을 설명하시오.

모아소방전기학원

[제 3 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 물분무 소화설비와 관련하여 다음 사항에 대하여 설명하시오.
   1) 소화원리
   2) 적응 및 비적응장소
   3) NFSC 104에 따른 수원의 저수량 기준
   4) NFSC 104에 따른 헤드와 고압기기의 이격거리
2. 할로겐 화합물 및 불활성기체소화설비 배관의 두께 계산식에 대하여 설명하시오.
3. $Q=0.6597*d^2*\sqrt{p}$을 유도하고, 옥내소화전과 스프링클러설비의 k-factor에 대하여 설명하시오.
4. 수계소화설비의 배관에서 발생할 수 있는 공동현상과 관련하여 다음 사항에 대하여 설명하시오.
   1) 공동현상의 정의
   2) 펌프 흡입 측에서 공동현상 발생 조건 및 영향 요인
   3) 펌프 흡입 측 배관에서 공동현상 방지를 위한 화재안전기준 내용
5. 불꽃감지기의 종류와 원리, 설치 및 유지관리 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
6. 방염에 대한 다음 사항을 설명하시오.
   1) 방염 의무 대상 장소
   2) 방염 대상 실내장식물과 물품
   3) 방염성능기준

모아소방전기학원

[제 4 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 그림은 천정열기류(Ceiling Jet)에 관한 계산 모델이다. 다음 물음에 답하시오.
   1) 천정열기류(Ceiling Jet)의 정의
   2) 화재플럼 중심축으로부터 거리 r 만큼 떨어진 위치에서의 기류 온도와 속도
   3) 화재플럼 중심축에서 2.5m 떨어진 위치에 72℃ 스프링클러 헤드가 설치되어 있다고 가정할 때 감열여부 판단(화재크기 1000kW, 층고 4.0m, 실내온도 20℃)
2. 소방공사감리 업무수행 내용에 대하여 다음을 설명하시오.
   1) 감리 업무수행 내용
   2) 시방서와 설계도서가 상이할 경우 적용 우선순위
   3) 상주공사 책임감리원이 1일 이상 현장을 이탈하는 경우의 업무대행자 자격
3. 연기의 시각적 특성 및 감지기와 관련하여 다음에 대하여 설명하시오.
   1) 감광율, 투과율, 감광계수 정의
   2) '자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)'에서 부착높이 20m 이상에 설치되는 광전식 중 아날로그방식의 감지기에 대해 공칭감지농도 하한값이 5%/m 미만인 것으로 규정하고 있는데, 그 의미에 대하여 설명하시오.
4. R형 수신기와 관련하여 다음에 대하여 설명하시오.
   1) 다중전송방식
   2) 차폐선 시공 방법
5. 건축물 내화설계에 있어서 시방위주 내화설계에 대한 문제점과 성능위주 내화설계 절차에 대하여 설명하시오.
6. 피난용 승강기와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
   1) 피난용 승강기의 필요성 및 설치 대상
   2) 피난용 승강기의 설치 기준・구조・설비

모아소방전기학원

제 1교시 문제풀이

1-1. 프로판 70%, 메탄 20%, 에탄 10%로 이루어진 탄화수소 혼합기의 연소하한을 구하시오.(단, 각각의 연소하한은 프로판 2.1%, 메탄 5.0%, 에탄 3.0%이다.)

답) 출처 금화도감 2권 P756

1. 문제 요약

가연성기체	조성비	연소하한
프로판	70%	2.1%
메탄	20%	5.0%
에탄	10%	3.0%

2. 르샤틀리에 식

$$Chatelier's\ Law \quad \frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3}$$

L : 혼합가스의 연소하한계[%]
L_1, L_2, L_3 : 각 가스의 연소하한계[%]
V_1, V_2, V_3 : 각 가스의 부피[%]

3. 탄화수소 혼합기의 연소반응식

1) 프로판 $0.7 \times (C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O)$

2) 메탄 $0.2 \times (CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O)$

3) 에탄 $0.1 \times (C_2H_6 + 3.5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O)$

4) 혼합기체 $0.7C_3H_8 + 0.2CH_4 + 0.1C_2H_6 + 4.25O_2 \rightarrow 2.5CO_2 + 3.5H_2O$

4. 탄화수소 혼합기의 연소하한

$$\frac{100}{LFL} = \frac{70}{2.1} + \frac{20}{5} + \frac{10}{3} \simeq 2.46\%$$

5. 답 : $LFL \simeq$ 2.46%

모아소방전기학원

1-2. 감광계수와 가시거리의 관계에 대하여 설명하시오.

답) 출처 금화도감 1권 P117, 120

1. 감광계수

1) 개념

연기의 농도란 공간에 있는 연기의 양을 의미하며 투과율(연기가 없을 때의 투과광의 세기와 연기가 존재할 때의 투과광의 세기의 비)이나 감광계수(m^{-1})로 나타낸다.

2) 관련식

$$I = I_0 e^{-C_s L}, \quad C_s = \frac{1}{L} ln \frac{I_0}{I}$$

C_s : 감광계수(m^{-1}) = Extinction coefficient
L : 연기의 경로길이(m)
I_0 : 연기가 없을 때 빛의 세기(lx)
I : 연기가 있을 때 빛의 세기(lx)

3) 의미

(1) 빛은 물체를 만나면 흡수, 투과, 반사를 하는데 흡수와 반사된 만큼 도달한 빛은 지수함수적으로 감쇄한다. 이를 이용한 Lambert-Beer 법칙을 감광계수라고 한다.

(2) 감광계수가 큰 것은 연기농도가 높은 것을 의미하고 보행속도의 감소 등 피난장애를 유발한다.

2. 가시거리

1) 개념

(1) 건물에서 사람이 목표물을 식별할 수 있는 거리를 말하며 화재 시에 가시도의 저하로 인해 피난저해, 인명피해가 발생한다.

(2) 가시도는 대기의 혼탁정도를 나타내는 척도로써 연기의 특성과 주변 환경, 관찰자의 특성에 의존하며 특정 사물을 보기위해 해당사물과 배경 간에 어느 정도 수준의 밝기대비의 형성이 필요하다.

2) 관련식

(1) C(Contrast) : 물체와 그 배경(Background) 간 대비

$$C = \frac{B - B_0}{B_0} = \frac{B}{B_0} - 1$$

C(Contrast) : 물체와 그 배경(Background)간 대비
B : 대상물의 밝기(휘도)(cd/㎡)
B_0 : 배경의 밝기(휘도)(cd/㎡)

(2) 물체(표지)를 구별하기 위한 조건

$$\left| \frac{B}{B_0} - 1 \right| \geq \delta_c$$

δ_c : 대비경계값(Threshold Value of Luminance Contrast)

3) 의미

(1) 인간의 눈은 물체와 그 배경간의 대비 C값이 대비경계값보다 클 때 사물을 구별할 수 있다. 즉 $|C| \geq \delta_c$를 만족해야 하며 표지의 대비경계값은 물체, 배경의 휘도와 연기의 특성에 따라 변한다.

⑵ 주간, 야간 중 가시도를 논할 경우 보통 대비경계값 δ_c=0.02(C=-0.02)를 적용한다. 이때 사물의 가시도 S는 대비 C가 -0.02(|C|=0.02)까지 감소하는 거리를 의미한다.

3. 감광계수와 가시거리의 관계

1) 연기에 의한 시각장해는 연기의 농도에 좌우되며, 감광계수로 표시한 연기의 농도와 가시거리는 반비례한다.($C_s \times S =$ 일정)

2) 피난자가 건물내부를 잘 알고 있는 경우 감광계수는 0.3(가시거리 5m), 건물내부를 잘 알고 있지 못한 경우 감광계수는 0.1(가시거리 30m)로 제한된다.

3) 감광계수에 따른 가시거리

감광계수(C_s)(m^{-1})	가시거리(S)(m)	비고
0.1	20 ~ 30	• 화재초기발생 단계의 적은 연기농도 • 연기감지기의 작동 농도 • 미숙지자의 피난한계농도
0.3	5	• 건물 내 숙지자의 피난에 지장을 느낄 농도
0.5	3	• 어두침침한 것을 느낄 농도
1.0	1 ~ 2	• 거의 앞이 보이지 않을 정도의 농도
10	0.2 ~ 0.5	• 화재최성기 때의 연기농도 • 유도등이 보이지 않을 정도의 농도

모아소방전기학원

1-3. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법과 관련하여 다음을 설명하시오.

1) 피난안전구역 소방시설

2) 피난안전구역 면적산정기준

답) 출처 금화도감 1권 P312,313

1. 피난안전구역 소방시설(초고층재난관리법 시행령 제14조)

구분	내용
1) 소화설비	• 소화기구(소화기 및 간이소화용구만 해당) • 옥내소화전설비 • 스프링클러설비
2) 경보설비	• 자동화재탐지설비
3) 피난설비	• 방열복, 공기호흡기(보조마스크를 포함), 인공소생기 • 피난유도선(피난안전구역으로 통하는 직통계단 및 특별피난계단을 포함), 피난안전구역으로 피난을 유도하기 위한 유도등·유도표지 • 비상조명등 및 휴대용비상조명등
4) 소화활동설비	• 제연설비 • 무선통신보조설비

※ 고층건축물의 화재안전기준(NFSC 604)

⑴ 제연설비 ⑵ 피난유도선 ⑶ 비상조명등 ⑷ 휴대용 비상조명등 ⑸ 인명구조기구

2. 피난안전구역 면적산정기준

1) 초고층 건축물, 30층 이상 49층 이하인 지하연계 복합건축물 (건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 별표1의 2)

⑴ 피난안전구역의 면적 = (피난안전구역 위층의 재실자 수 × 0.5) × 0.28 m^2

⑵ 피난안전구역 윗층의 재실자 수 = 피난안전구역 사이의 용도별 바닥면적 ÷ 사용형태별 재실자 밀도

① 다만, 문화·집회용도 중 벤치형 좌석을 사용하는 공간과 고정좌석을 사용하는 공간의 피난안전구역 윗층의 재실자 수

- 벤치형 좌석을 사용하는 공간 : 좌석 길이 / 45.5㎝
- 고정좌석을 사용하는 공간 : 휠체어 공간 수 + 고정좌석 수

② 건축물의 용도에 따른 사용 형태별 재실자 밀도

용도	사용 형태별	재실자 밀도	용도	사용 형태별	재실자 밀도
문화 집회	고정좌석을 사용하지 않는 공간	0.45	의료	입원치료구역	22.3
	고정좌석이 아닌 의자를 사용하는 공간	1.29		수면구역	11.1
	무대	1.40	교정	교정시설 및 보호관찰소 등	11.1
	게임제공업 등의 공간	1.02	주거	호텔 등 숙박시설	18.6
운동	운동시설	4.60		공동주택	18.6
교육	도서관(열람실)	4.60	업무	업무시설, 운수시설 및 관련 시설	9.30
	학교 및 학원(교실)	1.90	판매	지하층 및 1층	2.80
보육	보호시설	3.30		그 외의 층	5.60

2) 16층 이상 29층 이하인 지하연계 복합건축물(초고층재난관리법 시행령 제14조)

⑴ 지상층별 거주밀도가 1.5명/m^2 초과 경우

⑵ 피난안전구역의 면적 = 해당 층 사용형태별 면적 합 × 0.1 이상

3) 초고층 건축물 등의 지하층이 지하연계 복합건축물 용도로 사용되는 경우(초고층재난관리법 시행령 제14조)

⑴ 피난안전구역을 설치하거나 선큰 설치

⑵ 지하층 피난안전구역의 면적 산정[초고층재난관리법 시행령 별표2]

구분	피난안전구역 면적
하나의 용도	수용인원 × 0.1 × 0.28 m^2
둘 이상 용도	사용형태별 수용인원의 합 × 0.1 × 0.28 m^2

※ 수용인원 = 사용형태별 면적 × 거주밀도(명/m2), 거주밀도표는 별표2에 따름

모아소방전기학원

1-4. 펠티에효과(Peltier Effect)와 제벡효과(Seebeck Effect)에 대하여 각각 설명하시오.

답) 출처 금화도감 2권 P307

1. 열전효과(熱電效果, Thermoelectric Effect)

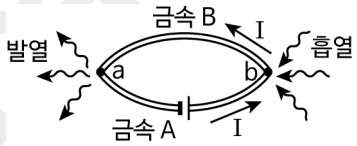
1) 열에너지와 전기 에너지가 상호작용하는 효과를 열전현상 또는 열전효과(熱電效果, Thermoelectric Effect)라 한다.

2) 제벡 효과(Seebeck effect), 펠티에 효과(Peltier effect), 톰슨 효과(Thomson effect)의 세 가지 열과 전기의 상관현상을 총칭하여 열전효과라 한다.

2. 펠티에 효과(Peltier Effect)

1) 개념

열전대에 전류를 흐르게 했을 때, 전류에 의해 발생하는 줄열 외에도 열전대의 각 접점에서 발열 혹은 흡열 작용이 일어나는 현상



[펠티에 효과]

2) 관련식

$Q = \pi \times I$ Q: 흡수 또는 발생하는 열량$[W]$, π : 제벡계수, I: 전류(A)

3) 적용

이렇게 두 금속의 접합 점에서 한 쪽은 열이 발생하고, 다른 쪽은 열을 빼앗기는 현상을 이용하여 냉각도 할 수 있고, 가열도 할 수 있으며 이러한 특성 때문에 냉동기나 항온조 제작에 사용

3. 제벡 효과(Seebeck Effect)

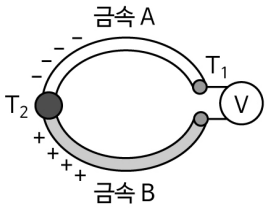
1) 개념

(1) 서로 다른 두 금속선 양쪽 끝을 접합하여 폐회로를 구성하고 한 접점에 열을 가하게 되면 두 접점에 온도차로 인해 생기는 전위차에 의해 전류가 흐르게 되는 현상

(2) 제벡 효과는 매우 민감하고 정확하게 온도를 측정하는 데 사용되며, 특별한 목적을 위해 전력을 생성하는 데 사용되기도 함

(3) 금속 A와 B의 접점 온도가 동일하면 전위차는 없으므로 열기전력이 발생하지 않음

(4) 한 접점의 온도 상승 시 열기전력 발생



〈제벡효과〉

2) 관련식

$V_s = \alpha \times \Delta T$ V_s : 열기전력의 크기, α : 제벡계수, ΔT: 온도차(K)

3) 적용 : 차동식 분포형 감지기 중 열전대식 감지기

1-5. 형태계수와 방사율에 대하여 설명하시오.

답) 출처 금화도감 1권 P72

1. 복사의 개념

1) 열에너지가 매질을 통하지 않고 고온의 물체에서 저온의 물체로 전자기파로 직접 전달되는 현상으로 태양에서 매질이 없는 공간을 통해 지구로 열이 전달되는 방법이다.

2) 원자 내부의 전자는 열을 받거나 빼앗길 때 원래의 에너지 준위에서 벗어나 다른 에너지 준위로 전이하며 전자기파를 방출 또는 흡수한다.

2. 복사에너지 (Stefan-Boltzmann 법칙)

$\dot{q}'' = \varepsilon\sigma\Phi T^4$

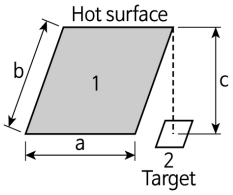
$\dot{q}''$: 단위시간 동안 단위면적의 흑체로부터 복사된 에너지(W/㎡)

ε : 방사율, Φ : 형태계수

σ : Stefan-Boltzmann상수($5.67\times10^{-8}\,W/m^2\cdot K^4$)

T : 표면의 절대온도(K)

3. 형태계수 (형상계수, Configuration Factor, View Factor, Φ)



[직사각형 방사체의 형상계수]

1) 형태계수, 배치계수

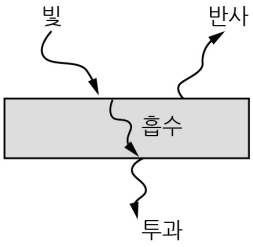
2) 열원으로부터 멀리 떨어진 목표물이 받는 복사열류는 배치상태에 따라 방사된 열류보다 감소되는 계수

$$\Phi = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{X}{\sqrt{1+X^2}}tan^{-1}\left(\frac{Y}{\sqrt{1+X^2}}\right)+\frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}}tan^{-1}\left(\frac{X}{\sqrt{1+Y^2}}\right)\right]$$

Height Ratio : $X = \frac{\text{높이}(b)}{\text{거리}(c)}$ Width Ratio : $Y = \frac{\text{폭}(a)}{\text{거리}(c)}$, 각도는 라디안

3) 영향인자 : 방열체와 수열체 간 기하학적 형상, 거리, 위치, 각도, 열선의 크기

4. 방사율



1) 실제 물체에서 방사되는 열유속은 흑체보다 작고 흑체와 비교하여 에너지를 방사할 수 있는 물체 표면의 효율로 범위는 0 ~ 1

2) $\varepsilon = \frac{\text{실제물체의 방사에너지}}{\text{흑체의 방사에너지}} = \frac{\dot{q}''}{\sigma T^4}$

3) $\varepsilon = 1-e^{-kl}$, k : 흡수계수, l : 화염의 두께

모아소방전기학원

1-6. 절대압력과 게이지압력의 관계에 대하여 설명하고, 진공압이 500mmHg일 때 절대압력(Pa)을 계산하시오.(단, 대기압은 760mmHg이다.)

답) 출처 금화도감 2권 P172

1. 압력의 정의

1) 압력이란 단위면적당 수직으로 작용하는 힘을 말하며 절대압력과 게이지 압력으로 구분한다.

2) 압력계란 기체나 액체의 압력을 관측할 수 있는 계측기기를 말한다.

3) 수학적 정의

(1) $P = \frac{F}{A} = \frac{\rho A h g}{A} = \rho g h = \gamma h$ (N/m^2)(Pa)

(2) 압력의 단위

① 1Pa = $1N/m^2$

② 1atm = 760mmHg = 10.332mH_2O = 1.0332kg_f/cm^2 = 101325Pa = 14.7psi

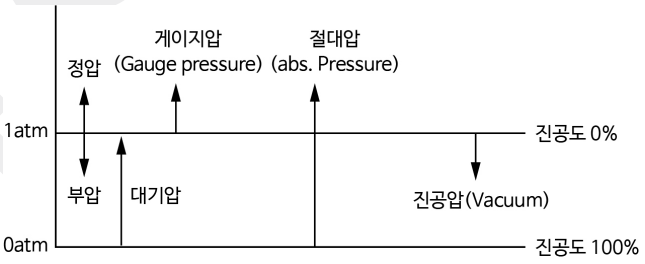
2. 절대압력과 게이지압력의 관계

1) 절대압력 : 완전한 진공 상태를 압력 0으로 하고 이를 기준으로 측정한 값

2) 게이지압력

(1) 대기압력을 0으로 보고 측정한 압력으로 일반 압력계에 나타나는 압력

(2) 게이지압력 = 절대압력 - 대기압



※ 완전진공을 기준점으로 하여 진공상태의 압력을 0으로 하는 절대압력을 사용하지만 현장에서는 대기압이 존재하므로 대기압을 기준으로 하여 대기압을 0으로 하는 게이지 압력 적용

※ 게이지압력 측정 시 흡입측 배관과 같은 대기압보다 낮은 압력을 부압(진공압력)이라 함

※ 완전진공의 절대압력은 0mmHg, 게이지압력은 -760mmHg로 진공도는 100%라 표시

※ 대기압의 절대압력은 760mmHg, 게이지압력은 0으로 진공도는 0%라 표시

3) 절대압력과 게이지압력과의 관계 : 절대압력 = 게이지압력 + 대기압

3. 진공압이 500mmHg일 때 절대압력(Pa)

1) 절대압력 = 대기압력 - 진공압 = 760mmHg - 500mmHg = 260mmHg

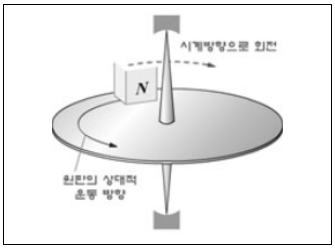
2) 760mmHg : 101325Pa = 260mmHg : 절대압력(x) Pa, x ≃ 34663.8Pa

1-7. 유도전동기의 원리인 아라고원판의 개념도를 도시하고, 플레밍의 오른손법칙과 왼손 법칙에 대하여 각각 설명하시오.

답) 출처 금화도감 2권 P307

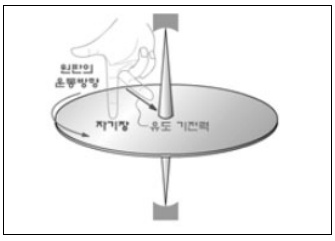
1. 아라고원판의 개념도

유도전동기는 아라고의 원판과 동일한 원리로 동작한다. 도체 원판 위에 자석을 회전 시키면 도체판도 자석과 같은 방향으로 회전한다. 이것을 아라고의 원판이라고 한다.



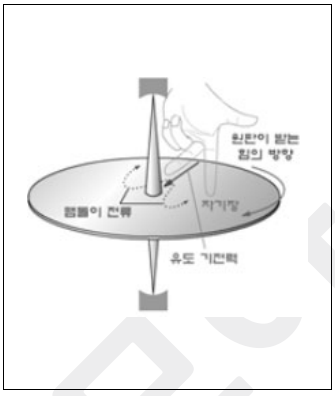
- 자석의 N극을 시계방향으로 회전시키면 상대적으로 원판은 자기장 사이를 반시계 방향으로 움직이는 것과 같다.

↓



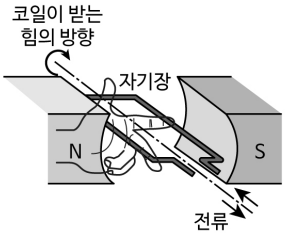
- 플레밍의 오른손 법칙에 따라 원판의 중심으로 향하는 기전력이 유도된다.
  → 자석이 이동하면 원판이 자속을 자르게 되므로 전자유도의 법칙에 따라 유도기전력 발생

↓



- 유도기전력에 의해 소용돌이 모양의 유도전류(와전류)가 흐르고 이 전류에 의해 플레밍의 왼손법칙에 따라 원판은 자기력을 받아 시계방향으로 회전한다.
  → 회전력에는 원판의 회전방향(원주방향)과 직각으로 흐르는 전류만이 효과가 있다.
  → 원판을 원통이나 기타 회전자로 변형시키고 마찬가지로 자석의 이동에 따라 회전한다.
- 원판은 자석보다 빨리 회전할 수는 없다. 또한 원판이 자석과 같은 속도로 회전한다면 원판이 자석을 쇄교할 수 없으므로 원판은 반드시 자석보다 늦게 회전한다.

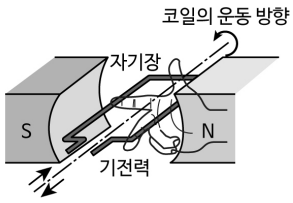
2. 플레밍의 왼손 법칙



1) 전류가 흐르는 도체를 자기장 내에 넣을 때 도체는 힘을 받아 회전한다.

2) 적용 : 전동기, 솔레노이드 밸브

3. 플레밍의 오른손법칙



1) 회전자를 힘의 방향으로 돌리면 자속을 끊으면서 기전력을 발생시킨다.

2) 기전력= $B \times l \times v$ B 자속밀도, l 도체길이, v 회전속도

3) 적용 : 발전기

1-8. 무차원수 중 Damkohler수(D)에 대하여 설명하고, Arrhenius식과의 관계를 설명하시오.

답) 출처 인터넷 자료

1. 담퀼러수(D, Damkohler)

1) 정의

(1) 반응속도와 물질의 유입속도의 비

2) 표현식

$$D = \frac{\text{반응속도}(Reaction\ \ Rate)}{\text{물질의 이동속도}(Convective\ \ mass\ \ transport\ \ rate)}$$

3) 의미

구 분	상 태	의미
$D > 10$	반응속도가 물질의 이동속도보다 빠름	90% 이상의 반응이 예상됨
$D < 0.1$	반응속도가 물질의 이동속도보다 느림	10% 미만이 반응이 예상됨

2. Damköhler 수(D)와 Arrhenius식과의 관계

1) Arrhenius식

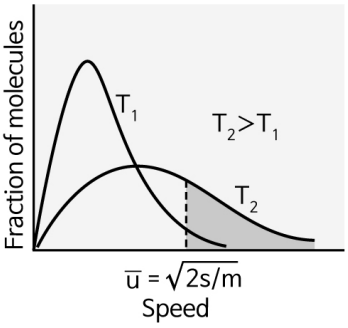
(1) 화학반응속도와 온도와의 관계를 나타내는 실험식

(2) 온도가 증가하면 반응속도상수가 커지므로 반응속도는 증가하며 온도가 10℃ 오를 때마다 2배~3배로 증가

(3) 온도가 높아지면 반응속도가 증가하는 이유는 반응의 활성화에너지보다 큰 에너지를 갖는 분자의 분율이 증가하기 때문

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

k : 반응속도상수
A : 빈도계수(충돌빈도)
E_a : 활성화에너지(cal/mol)
R : 기체상수(cal/mol・K)
T : 절대온도(K)



[맥스웰 볼츠만 분포의 온도의존성]

(4) 화학반응은 반응물에서의 원자간 결합이 끊어지고 다시 새로운 결합을 형성하는 것이므로 결합을 끊으려면 일정한 에너지가 필요하고, 이를 활성화에너지라 함

2) Arrhenius식을 Damköhler수(D)로 표현

$$D = kC_o^{n-1}\tau$$

k : 반응속도상수, C_0 : 초기농도, n : 반응차수,
τ : 공간시간(Mean residence time or space time)
(반응기의 체적과 체적흐름률의 비로 유체가 반응기를 통과하는 데 필요한 시간을 말함)

모아소방전기학원

1-9. 착화파괴형 폭발과 누설착화형 폭발에 대한 예방대책에 대하여 설명하시오.

답) 출처 금화도감 1권 P398

1. 폭발재해의 형태

폭발 재해		내용	대표적인 예
화학적 폭발	착화파괴형 폭발	용기, 배관에 가스가 충만 시 주위 착화원에 의해 착화되어 압력이 상승하는 파괴형 폭발	경질유저장탱크의 VCE
	누설착화형 폭발	용기에서 가스가 누설되어 주위 착화원에 의해 착화되어 폭발	UVCE
	자연발화형 폭발	반응열이 축적되어 자연발화이상 시 폭발	금수성물질 (Ca, Na, K 등)
	반응폭주형 폭발	반응열의 급격한 축적에 의한 폭발	실험실, 플랜트 폭발 (반응 폭주)
물리적 폭발	열이동형 폭발	저비점의 액체가 고열물과 접촉하여 순간 상변화에 의한 폭발	수증기 폭발, 저온액화가스 폭발
	평형파탄형 폭발	고압액체가 들어있는 고압용기가 파손하여 고압액체의 증발에 의한 폭발	BLEVE, 보일러 폭발

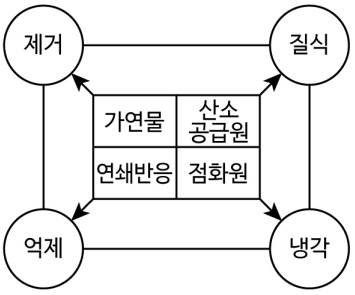
2. 폭발방지 예방의 4요소

1) 가연물 : 가연성물질의 불연화 또는 제거

2) 산소 : 불활성가스를 주입하여 조연성물질인 산소 차단

3) 점화원 : 최소점화에너지 미만으로 제어

4) 연쇄반응 : 소화약제를 주입하여 연쇄반응 차단



[폭발방지의 기본개념]

3. 폭발예방(Explosion Prevention)

1) 물적 조건 : 연소범위 밖으로 유지

⑴ 불활성화

① 불활성화란 불활성가스를 이용하여 최소산소농도(MOC)이하로 낮추는 것

② N_2, CO_2, 수증기 등을 주입하여 가연성혼합기를 연소범위 밖으로 유지시킴

⑵ 용기 밀폐 : 용기를 밀폐시켜 폭발상한계(UFL) 밖으로 유지시킴

2) 에너지 조건 : 점화원 제거

⑴ 전기적 점화원 : 단락, 지락, 접촉 불량, 반단선, 정전기, 유도열, 유전열 등 제어

⑵ 기계적 점화원 : 마찰, 충격에 의한 열 발생을 제어

⑶ 화학적 점화원 : 흡착열, 중합열, 분해열, 산화열, 발효열 등 제어

⑷ 기타 : 기기의 표면온도를 발화온도 미만으로 제어

모아소방전기학원

1-10. 이산화탄소 소화약제의 심부화재와 표면화재에 대한 선형상수값을 각각 구하시오.

답) 출처 금화도감 1권 P734

1. 개념

1) 1기압에서 단위 질량당 기체의 체적을 비체적이라 한다.

2) 비체적은 아보가드로 법칙과 샤를의 법칙으로부터 구할 수 있으며 온도가 상승할수록 비체적은 커진다.

3) 비체적식은 S = $K_1 + K_2 t$(℃)(m^3/kg)로 표현할 수 있으며 K_1, K_2 를 선형상수(Specific Volume Constant)라 한다.

2. 이산화탄소 소화약제의 선형상수(Specific Volume Constant)

1) K_1

(1) 아보가드로법칙

① 0℃ 1기압(표준상태)에서는 1mol(g분자량)은 22.4ℓ이다.

② 즉 1kg의 분자량은 22.4m^3이다.

(2) 표준상태인 0℃, 1atm에서 기체의 비체적 K_1 = $\frac{22.4m^3}{1kg\text{의 분자량}}$

(3) CO_2의 K_1 = $22.4m^3/44kg$ = 0.509(m^3/kg)

2) K_2

(1) 샤를의 법칙

모든 기체의 부피는 온도에 따라 증가하며 1℃ 증가할 때마다 0℃ 부피의 $1/273$배씩 증가한다.

(2) 수식으로 표현하면 K_2 = $K_1/273$ 으로, 이는 0℃에서 1℃ 상승하는 데 필요한 비체적의 증가분을 의미

(3) CO_2의 K_2 = $0.509/273$ = 0.00186

3. 선형상수값을 반영한 비체적

1) 심부화재

(1) NFPA 12 ANNEX D "Total Flooding Systems"에서는 CO_2의 가스농도와 약제량 계산 시 심부화재는 10℃의 비체적 적용

→ 심부화재는 표면화재보다 더 많은 약제가 필요하므로 30℃가 아닌 10℃ 적용

(2) 비체적 S = $K_1 + K_2 t$ = 0.509 + 0.00186 × 10 = 0.52(m^3/kg)

2) 표면화재

(1) NFPA 12 ANNEX D "Total Flooding Systems"에서는 CO_2의 가스농도와 약제량 계산 시 표면화재는 30℃ 적용

(2) 비체적 S = $K_1 + K_2 t$ = 0.509 + 0.00186 × 30 = 0.56(m^3/kg)

모아소방전기학원

1-11. 가스계 소화설비 설계프로그램의 유효성 확인을 위한 방출시험기준(방출시간, 방출압력, 방출량, 소화약제 도달 및 방출종료시간)에 대하여 설명하시오.

답) 출처 가스계소화설비 설계프로그램의 성능인증 및 제품검사의 기술기준

1. 개요

신청자가 제시하는 20개 이상의 시험모델(분사헤드를 3개 이상 설치하여 설계한 모델) 중에서 임의로 선정한 5개 이상의 시험모델을 실제 설치하여 시험하여 설계프로그램의 유효성을 확인하여야 한다.

2. 설계프로그램의 유효성 확인

1) 소화약제

"소화약제의 형식승인 및 검정기술기준"에 적합할 것

2) 기밀시험

소화약제 저장용기이후부터 분사헤드 이전까지의 설비부품 및 배관 등은 양 끝단을 밀폐시킨 후 98 kPa 압력공기 등으로 5분간 가압하는 때에 누설되지 않을 것

3) 방출시험

⑴ 방출시간

⑵ 방출압력

⑶ 방출량

⑷ 소화약제 도달 및 방출종료시간

4) 분사헤드 방출면적시험

⑴ 모든 소화시험모형은 소화약제의 방출이 종료된 후 30초 이내에 소화될 것

⑵ 이 경우 소화약제 방출에 따른 시험실의 과압 또는 부압은 설계값(신청자가 제시한 압력값)을 초과하지 않을 것

5) 소화시험

⑴ A급 소화시험

목재 및 중합재료에 대한 소화시험 결과가 다음에 적합할 것

① 목재 소화시험은 소화약제 방출종료시간으로부터 600초 이내에 소화되고 잔염이 없어야 하며, 재연소 되지 않을 것

② 중합재료 소화시험은 소화약제 방출종료시간으로부터 60초 이내에 소화되고 잔염이 없어야 하며(단, 내부 2개의 중합재료상단의 불꽃은 180초 이내에 소화), 방출종료시간으로부터 600초 이내에 재연소되지 않을 것

⑵ B급 소화시험

소화약제 방출종료시간으로부터 30초 이내에 소화되고 재연소되지 않을 것

모아소방전기학원

3. 방출시험기준

1) 방출시간

⑴ 방출시간의 산정은 방출시 측정된 시간에 따른 방출헤드의 압력변화곡선에 의해 산출하며 산출된 방출시간은 다음 표의 기준에 적합할 것. 단, 이산화탄소 소화설비의 심부화재의 경우 420초 이내에 방출하여야 하며, 2분 이내에 설계농도 30 %에 도달하는 조건을 만족할 것

구 분	방출시간 허용한계
10초 방출방식의 설비	설계값 ± 1초
60초 방출방식의 설비	설계값 ± 10초
기타의 설비	설계값 ± 10%

⑵ 압력곡선으로 방출시간을 산정할 수 없는 경우에는 공인된 다른 시험방법(온도·농도곡선 등)이나 기술적으로 충분히 과학적인 것으로 인정되는 시험 방법을 적용하여 시험할 수 있다.

2) 방출압력

⑴ 소화약제 방출시 각 분사헤드마다 측정된 방출압력은 설계값의 ± 10% 이내일 것

⑵ 이 경우 방출압력은 평균방출압력을 말하며, 방출압력이 평균방출압력으로 산정되지 아니하는 경우 공인된 다른 시험 방법이나 기술적으로 충분히 과학적인 것으로 인정되는 시험 방법을 적용하여 시험할 수 있다.

3) 방출량

⑴ 각 분사헤드의 방출량은 설계값의 ±10% 이내이어야 하며 각 분사헤드별 설계값과 측정값의 차이의 백분율에 대한 표준편차가 5 이내일 것

⑵ 이 경우 소화약제의 방출량은 질량 또는 농도 등을 측정하여 산출한다.

4) 소화약제 도달 및 방출종료시간

소화약제 방출 시 각각의 분사헤드에 소화약제가 도달되는 시간의 최대편차는 1초 이내이어야 하며, 소화약제의 방출이 종료되는 시간의 최대편차는 2초 이내(이산화탄소 및 불활성가스는 제외)일 것

모아소방전기학원

1-12. 아래에 열거된 FIRE STOP의 설치장소 및 주요특성에 대하여 각각 설명하시오.
① 방화로드 ② 방화코드 ③ 방화실란트 ④ 방화퍼트 ⑤ 아크릴 실란트

답) 출처 금화도감 1권 P236

1. 개요

1) 방화구획의 수평・수직설비 관통부, 조인트 및 커튼월과 바닥 사이 등의 틈새를 통한 화재 확산방지를 위해 "내화충전구조 세부운영지침"에서 정하는 절차와 방법, 기준에 따른 시험결과 성능이 확인된 재료 또는 시스템을 내화충전구조라 한다.

2) Fire Stop은 건축물 방화구획의 수평·수직 설비관통부, 조인트 및 커튼월과 바닥사이 등의 틈새를 통한 화재의 확산을 방지하기 위해 설치하는 재료 또는 시스템을 의미하며 팽창성을 기준으로 팽창과 비팽창으로 분류할 수 있으며, 제품의 종류는 다양하게 있다.

2. FIRE STOP의 설치장소 및 주요 특성

품명	설치장소	특징
방화로드	• 커튼월 관통부 • 전기(EPS) 관통부 • 기계설비(AD, PD)관통부 • 기타 틈새	• 제품의 규격화 및 균일한 도포면 유지(공사품질) • 커튼월 구조체 변형시 장기간 밀폐(신축성) • 균일하고 평탄한 도포면이 차수기능(차수성) • 끼워넣기 작업 등으로 작업 편리(작업성)
방화코드	• 커튼월 관통부 • 전기(EPS) 관통부 • 기계설비(AD, PD)관통부	• 열팽창에 의한 탄소막이 내열성 향상 • 진동, 충격을 흡수하여 설비 보호(신축성) • 빗물 및 콘크리트 침출수 차단(차수성)
방화실란트	• 방화벽, 간막이벽 조인트 • 전기(EPS) 관통부 • 기계설비(AD, PD) 관통부 • 기타 틈새	• 내열성 및 밀폐효과 우수(열팽창) • 진동, 충격에 강하여 장비, 설비보호(탄력성) • 거친 바닥면이나 이물질 많은 장소 적합(접착성) • 도시가스관의 부식방지, 절연성능 개선(내식성)
방화퍼티	• 전기(EPS) 관통부 • 기계설비(AD, PD) 관통부 • 기타 틈새	• 진동과 충격흡수・협소한 관통부 밀폐에 적합 • 열팽창성이 있어 우수한 내열성능 • 개보수 용이하고 케이블 신증설 가능
아크릴 실란트	• 창틀틈새 및 벽구간 • 조인트밀폐, 균열보수 • 석고보드, 경량칸막이벽 • 조인트밀폐	• 소재에 대한 부착력이 좋아 밀폐효과 • 부피손실을 최소화하고 탄력성향상 • 수용성제품으로 작업성 좋고 환경친화
방화보드	• 커튼월 관통부 • 전기(EPS) 관통부 • 기타 Open구간	• 탄소성분을 강화하여 우수한 밀폐효과 • 폭이 넓은 관통부를 견고하게 밀폐 • 거친 슬래브 바닥면에 밀착시공 가능
방화폼	• 전기(EPS) 관통부 • 설비(AD,PD) 관통부	• 진동, 충격을 흡수하여 구조체변형 안전 • 방사능을 막아주고 방진, 방습효과 우수 • 실리콘계통의 제품으로 내열성우수 • 개보수가 용이하고 관통부의 철거용이
케이블난연도료	• 급수관, 배전관 기타 • 관통부 양측으로 1m 거리를 도표	• Cable의 허용전류에 영향을 미치지 않음 • 외부충격에 의한 균열이나 탈락현상없음

1-13. 화재 및 피난시뮬레이션의 시나리오 작성기준 상 인명안전 기준에 대하여 설명하시오.

답) 출처 금화도감2권 P589

1. 공통사항

1) 시나리오는 실제 건축물에서 발생 가능한 시나리오를 선정하되, 건축물의 특성에 따라 시나리오 적용이 가능한 모든 유형 중 가장 피해가 클 것으로 예상되는 최소 3개 이상의 시나리오에 대하여 실시한다.

2) 시나리오 작성 시 시나리오 적용 기준을 적용한다.

2. 시나리오 유형 (소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준)

1) 시나리오 1

⑴ 건물용도, 사용자 중심의 일반적인 화재를 가상한다.

⑵ 시나리오에는 다음 사항이 필수적으로 명확히 설명되어야 한다.

① 건물 사용자의 특성

② 사용자의 수와 장소

③ 실의 크기

④ 가구와 실내 내용물

⑤ 연소 가능한 물질들과 그 특성 및 발화원

⑥ 환기조건

⑦ 최초 발화물과 발화물의 위치

⑶ 설계자가 필요한 경우 기타 시나리오에 필요한 사항을 추가할 수 있다.

2) 시나리오 2

⑴ 내부 문들이 개방되어 있는 상황에서 피난로에 화재가 발생하여 급격한 화재연소가 이루어지는 상황을 가상한다.

⑵ 화재 시 가능한 피난방법의 수에 중심을 두고 작성한다.

3) 시나리오 3

⑴ 사람이 상주하지 않는 실에서 화재가 발생하지만, 잠재적으로 많은 재실자에게 위험이 되는 상황을 가상한다.

⑵ 건축물 내의 재실자가 없는 곳에서 화재가 발생하여 많은 재실자가 있는 공간으로 연소 확대되는 상황에 중심을 두고 작성한다.

4) 시나리오 4

⑴ 많은 사람들이 있는 실에 인접한 벽이나 덕트 공간 등에서 화재가 발생한 상황을 가상한다.

⑵ 화재 감지기가 없는 곳이나 자동으로 작동하는 화재진압시스템이 없는 장소에서 화재가 발생하여 많은 재실자가 있는 곳으로의 연소 확대가 가능한 상황에 중심을 두고 작성한다.

모아소방전기학원

5) 시나리오 5

(1) 많은 거주자가 있는 아주 인접한 장소 중 소방시설의 작동범위에 들어가지 않는 장소에서 아주 천천히 성장하는 화재를 가상한다.

(2) 작은 화재에서 시작하지만 큰 대형화재를 일으킬 수 있는 화재에 중심을 두고 작성한다.

6) 시나리오 6

(1) 건축물의 일반적인 사용 특성과 관련, 화재하중이 가장 큰 장소에서 발생한 아주 심각한 화재를 가상한다.

(2) 재실자가 있는 공간에서 급격하게 연소가 확대되는 화재를 중심으로 작성한다.

7) 시나리오 7

(1) 외부에서 발생하여 본 건물로 화재가 확대되는 경우를 가상한다.

(2) 본 건물에서 떨어진 장소에서 화재가 발생하여 본 건물로 화재가 확대되거나 피난로를 막거나 거주가 불가능한 조건을 만드는 화재에 중심을 두고 작성한다.

3. 시나리오 적용 기준

1) 인명안전 기준

<table>
<tr><th>구분</th><th>성능기준</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>호흡 한계선</td><td>바닥으로부터 1.8m 기준</td><td></td></tr>
<tr><td>열에 의한 영향</td><td>60℃ 이하</td><td></td></tr>
<tr><td>가시거리에 의한 영향</td><td><table><tr><th>용도</th><th>허용가시거리 한계</th></tr><tr><td>기타시설</td><td>5m</td></tr><tr><td>집회시설
판매시설</td><td>10m</td></tr></table></td><td>단, 고휘도 유도등, 바닥유도등, 축광유도표지 설치 시, 집회시설 판매시설 7m 적용 가능</td></tr>
<tr><td>독성에 의한 영향</td><td><table><tr><th>성분</th><th>독성기준치</th></tr><tr><td>CO</td><td>1,400ppm</td></tr><tr><td>O_2</td><td>15% 이상</td></tr><tr><td>CO_2</td><td>5% 이하</td></tr></table></td><td>기타, 독성가스는 실험결과에 따른 기준치를 적용 가능</td></tr>
</table>

〈비고〉

이 기준을 적용하지 않을 경우 실험적・공학적 또는 국제적으로 검증된 명확한 근거 및 출처 또는 기술적인 검토 자료를 제출하여야 한다.

제 2교시 문제풀이

2-1. 포소화약제 공기포 혼합장치의 종류별 특징에 대하여 설명하시오.

답) 출처 소방기술사 요해 2권 P114

1. 개 요

1) 소화수와 약제를 혼합하여 일정한 비율로 포수용액을 만드는 장치, 일반적으로 3 %형과 6 %형 (고팽창 : 1, 1.5, 2 %)을 사용한다.

2) 일정한 방사량에 대하여는 포소화약제를 항상 일정하게 혼합시키는 정량 혼합방식과 방사유량에 비례하여 포소화약제를 규정농도 허용범위내로 혼합시키는 비례혼합 방식이 있다.

3) 비례혼합 방식은 외부 힘에 의한 포 유동을 적용한다.

2. 고려사항

1) 정확한 혼합 능력

2) 소화수 유동량에 변화하는 능력

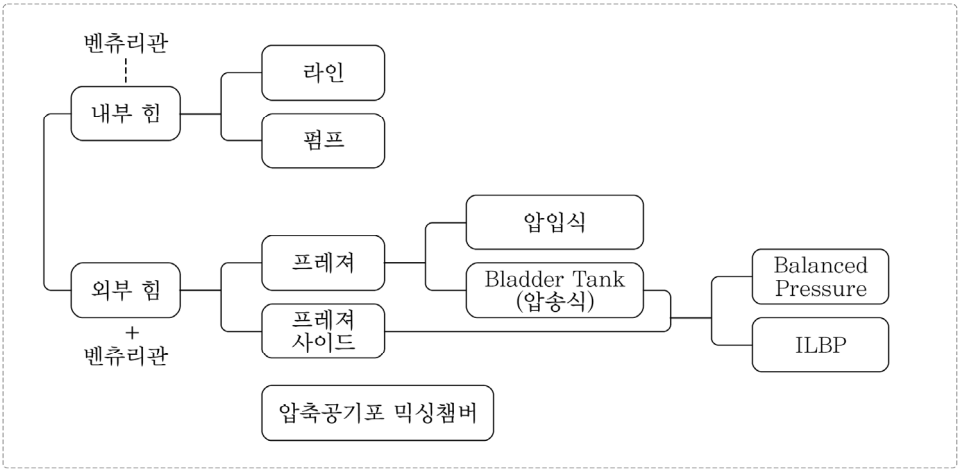
3) 포 원액 유동하는 힘

⑴ 내부 힘 : 라인 프로포셔너, 펌프 프로포셔너

⑵ 외부 힘 : 프레져 프로포셔너, 프레져 사이드 프로포셔너, 압축공기포 믹싱챔버

4) 소화 작업중 약제 보충 가능 여부

탱크 화재는 대형 화재인 경우가 많아서 소화 작업 중 약제 보충 가능 여부가 중요하다.



3. 라인 프로포셔너

1) 펌프와 발포기의 중간에 설치된 벤츄리관의 벤츄리 작용에 따라 포소화약제를 혼입, 혼합하는 방식이다.

2) 주로 소규모 또는 이동식 간이설비에 사용하며. 가격이 저렴하고 설치가 용이하다.

3) 혼합기를 통한 압력 손실이 커서 혼합기의 흡입 가능 높이(1.8 m)가 제한된다.

4) 혼합기 전후로 0.6m 이상의 직관부가 필요하다.

4. 펌프(Around pump) 프로포셔너

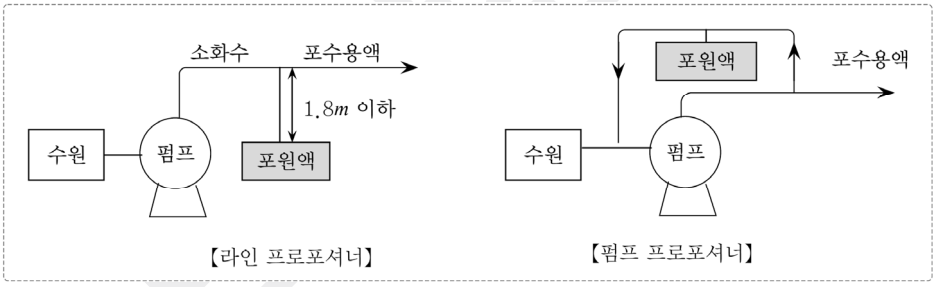
1) 펌프의 토출관과 흡입관 사이의 배관 도중에 설치한 흡입기에 펌프에서 토출된 물의 일부를 보내고, 농도조절밸브에서 조정된 포소화약제의 필요량을 포소화약제 탱크에서 펌프 흡입 측으로 보내어 이를 혼합하는 방식

2) 화학소방차 등에서 사용하는 방식이다.

3) 원액을 사용하기 위한 손실이 적고 보수가 용이하다.

4) 펌프의 흡입 측 배관 압력 손실이 작아야 한다. 압력 손실이 클 경우 혼합비가 차이가 나거나 원액 탱크 쪽으로 물이 역류할 수 있다.

5) 펌프의 흡입 쪽으로 포가 유입되므로 포 소화설비 전용이어야 한다.



【라인 프로포셔너】 【펌프 프로포셔너】

5. 프레져(Pressure) 프로포셔너

1) 펌프와 발포기의 중간에 설치된 벤츄리관의 벤츄리 작용과, 펌프 가압수의 약제 저장탱크에 대한 압력에 의해 포소화약제를 흡입/혼합하는 방식이다.

2) 혼합기에 의한 압력 손실이 크다.

3) 혼합비에 도달하는 시간이 상대적으로 길다.

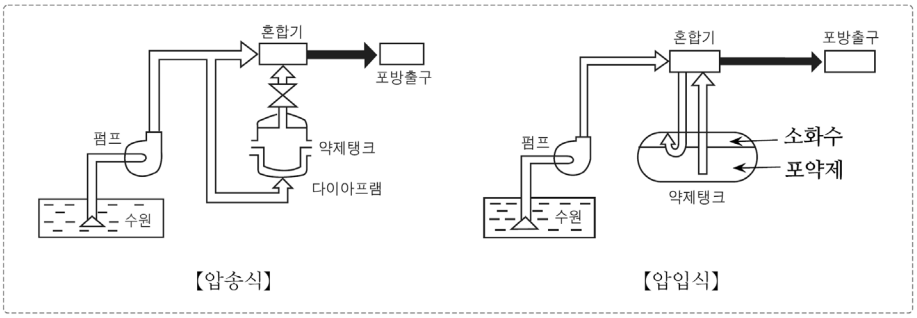
4) 혼합기가 동작되는 동안은 약재를 보충할 수 없다.

(1) 압입식

- 물과 직접 접촉하기 때문에 비중이 1.1보다 큰 단백포 계열만 가능하다.

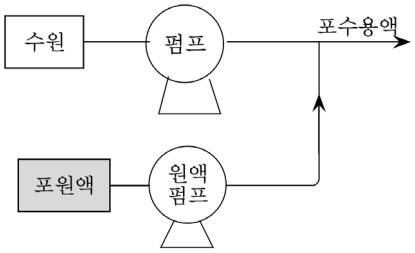
(2) 압송식(Bladder tank)

- Balanced Pressure 방식에 적합하다.



6. 프레져 사이드 프로포셔너

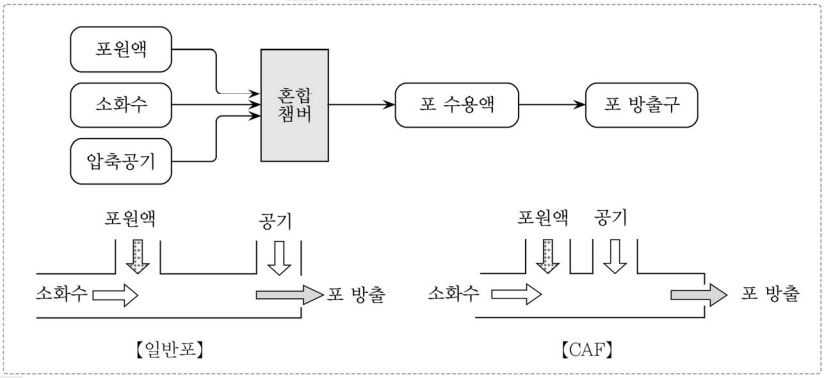
1) 펌프의 토출관에 압입기를 설치하여 압입용 펌프로 포소화약제를 압입시켜 혼합하는 방식이다.
2) 대규모 고정식 설비에 사용한다.
3) 소화수와 약제의 혼합우려가 없어 장기간 보존하며 사용이 가능하다.
4) 설비가 커지며 설비비가 많이 든다.
5) 포 용액 토출압이 소화용수 토출압보다 낮으면 용액이 혼합기에 유입되지 못한다.



【프레져 사이드 프로포셔너】

7. 압축공기포 믹싱챔버 방식

1) 압축공기 또는 압축 질소를 일정비율로 포수용액에 강제 주입하는 방식
2) 압축 공기식 믹싱챔버 방식을 사용하면 주입하는 공기량을 조절하여 원하는 팽창비를 얻을 수 있다.



Annex ✎

구 분	화재안전기준	위험물안전관리법
적용 대상	특수가연물, 차고・주차장 항공기격납고 소규모 전기설비	위험물 탱크
약제	지속성	유동성, 내유성
방출구	포헤드, 고정포 방출구	Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, 특형
방출시간	10, 20분	55분
수원	포수용액의 97%	포수용액의 100%

2-2. 화재조기진압용 스프링클러설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
1) 화재감지특성과 방사특성
2) 설치기준 및 설치 시 주의사항

답) 출처 소방기술사 요해 2권 P70

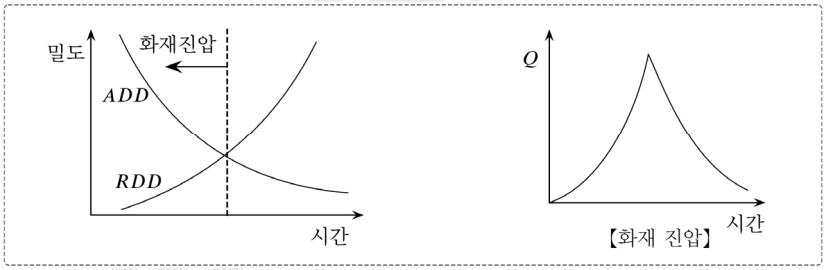
1. 개 요

1) 화염과 연소중인 연료 표면에 충분한 양의 물을 직접 방수하여 열방출률을 급격히 감소시키고 화재의 재성장(regrowth)을 방지하는 것이다.

2) 화재진압에 필요한 소화수가 화염을 뚫고 연소면에 얼마나 침투하는가가 중요하다.
⇒ RDD와 ADD 개념 개발

2. 화재감지특성과 방사특성

1) 화재 진압 요건 : RDD < ADD
(1) 헤드 동작 시간이 빨라야 한다.
(2) 물 입자가 커야 한다.



2) RDD (Required Delivered Density 필요 살수 밀도)
(1) 소화수가 연소중인 연소 표면에 도달한다는 가정 하에서 소화에 필요한 방수밀도

$$RDD = \frac{\text{진압에 필요한 최소유량}}{\text{가연물상단 표면적}}$$

(2) 영향인자
① 가연물의 연소 특성 : 열방출률 ② 스프링클러 헤드 동작 시간

3) ADD (Actual Delivered Density 실제 살수밀도)
(1) 화재 시 발생하는 화염에 침투하여 실제로 연소표면에 도달되는 방수밀도

$$ADD = \frac{\text{가연물상단에도달한소화수의양}}{\text{가연물상단표면적}}$$

(2) 영향인자
① 화재강도 : HRR ② 헤드 동작 시간
③ 물 입자 크기 / 운동량 ④ 살수 밀도 : 헤드 구경, 방사압력
⑤ 헤드간 이격 거리 ⑥ 방사형태 : 디플렉터 형태
⑦ 헤드와 가연물의 이격거리

4) 감지특성

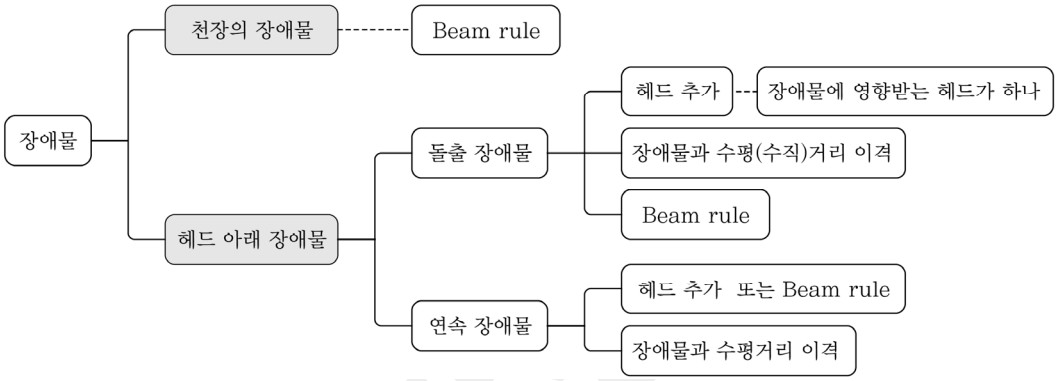
표준 표시온도(74℃ 이하) 및 작은 RTI

3. 설치기준 및 설치 시 주의사항

1) 헤드의 추가 설치보다는 장애물은 스프링클러의 방수 패턴을 고려하여 가능하면 ESFR 스프링클러 헤드를 배치하거나 장애물을 재배치하는 것이 화재진압에 더 효과적이다.

2) 보의 깊이가 30cm 이상 되는 포켓에는 헤드를 설치하여야 한다.

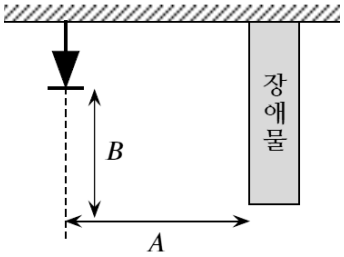
4. NFPA13 ESFR 헤드 설치 기준



1) 천장의 장애물 (Obstructions at or Near Ceiling)

(1) Beam rule

A	B (mm)
0.3 m	0
0.45 m	35
0.6 m	75
0.75 m	140
0.9 m	200
1.1 m	250
1.2 m	300
1.4 m	375
1.5 m	450
1.7 m	550
1.8 m	650
1.8 m 이상	775



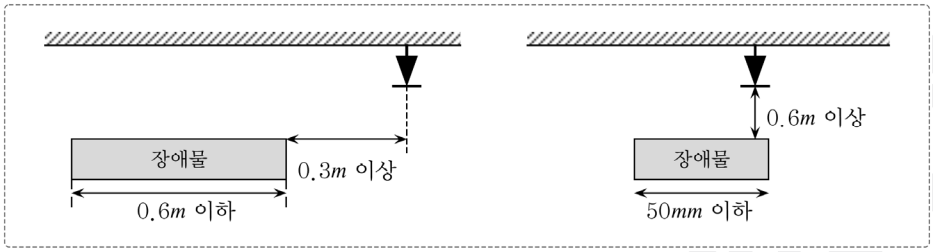
(2) 보(폭 0.6 m 이하) 중심에서 헤드 간격의 1/2 이하인 경우 천장에 설치

2) 헤드 아래 비연속(돌출) 장애물 (Isolated Obstructions Below Elevation of Sprinklers)

(1) 장애물 보다 아래에 헤드 설치 : 장애물에 영향 받는 헤드가 하나인 경우

(2) 장애물과 수평거리 이격 시 천장에 설치(추가 헤드 설치 제외)

장애물	수평(수직)거리 이격	비 고
폭이 600mm 이하	300 mm 이상	
폭이 50mm 이하	• 수평거리 300 mm 이상 • 장애물이 헤드보다 600 mm 이상 아래	



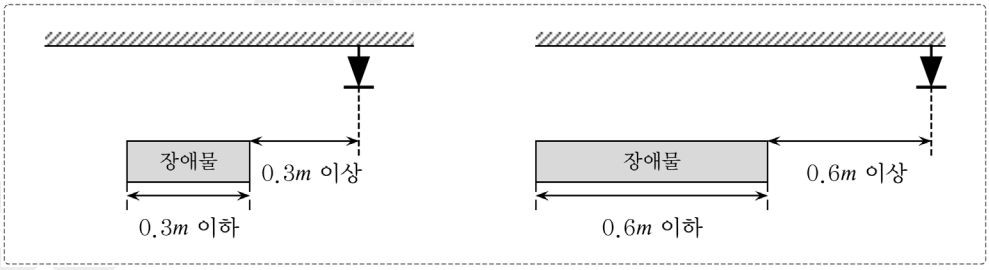
(3) Beam rules

3) 헤드 아래 연속 장애물 (Continuous Obstructions Below Sprinklers)

(1) 장애물 아래 추가 헤드 설치 or Beam rules

(2) 장애물과 수평(수직)거리 이격 시 천장에 설치

장애물	수평거리 이격	비 고
폭이 600mm 이하	600 mm 이상	
폭이 300mm 이하	300 mm 이상	
폭이 50mm 이하	• 수평거리 300 mm 이상 • 장애물이 헤드보다 600 mm 이상 아래	



Annex ✎

1. ESFR의 설치기준

1) 적용 대상

랙크식 창고, 천장고가 높은 장소

2) 설치 제외 장소

(1) 제4류 위험물

(2) 타이어, 두루마리 종이 및 섬유류, 섬유제품 등의 연소 시 화염의 속도가 빠르고, 방사된 물이 하부까지 도달하지 못하는 곳

3) 설치장소의 구조

(1) 높이가 13.7 m 이하일 것

(2) 천장의 기울기가 1,000분의 168을 초과하지 않아야 하고, 이를 초과하는 경우에는 반자를 지면과 수평으로 설치할 것

(3) 천장은 평평하여야 하며 철재나 목재트러스 구조인 경우, 철재나 목재의 돌출 부분이 102 mm를 초과하지 아니할 것

(4) 보로 사용되는 목재·콘크리트 및 철재사이의 간격 : 0.9 ~ 2.3 m

(5) 창고내의 선반의 형태는 하부로 물이 침투되는 구조로 할 것

4) 저수량

$12 \times 60 \times K\sqrt{10p}$ K: 상수 $[\ell pm/(MPa)^{1/2}]$

최대층고	최대저장높이	화재조기진압용 스프링클러헤드 (MPa)				
		K = 360 하향식	K = 320 하향식	K = 240 하향식	K= 240 상향식	K = 200 하향식
13.7 m	12.2 m	0.28	0.28	-	-	-
13.7 m	10.7 m	0.28	0.28	-	-	-
12.2 m	10.7 m	0.17	0.28	0.36	0.36	0.52
10.7 m	9.1 m	0.14	0.24	0.36	0.36	0.52
9.1 m	7.6 m	0.10	0.17	0.24	0.24	0.34

5) 배관

(1) 배관은 습식으로 하여야 한다.

(2) 동결방지조치를 하거나 동결의 우려가 없는 장소에 설치

(3) 토너먼트 방식이 아닐 것

(4) 랙식 창고 높이에 따른 헤드사이 거리

① 9.1 m 미만 : 2.4 ~ 3.7 m

② 9.1 ~ 13.7 m : 2.4 ~ 3.1 m

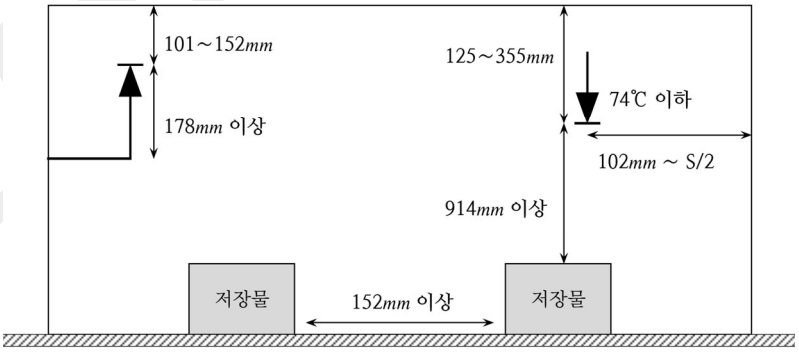
2. 헤드 설치기준

1) 헤드 하나의 방호면적 : 6.0 ~ 9.3 m^2

모아소방전기학원

Annex

2) 가지배관의 헤드 사이의 거리
   (1) 천장의 높이가 9.1m 미만 : 2.4m 이상 3.7m 이하
   (2) 9.1m 이상 13.7m 이하인 경우에는 3.1m 이하
3) 헤드의 반사판은 천장 또는 반자와 평행하게 설치하고 저장물의 최상부와 914 mm 이상 확보되도록 할 것
4) 하향식 헤드의 반사판의 위치는 천장이나 반자 아래 125 mm 이상 355 mm 이하일 것
5) 상향식 헤드의 감지부 중앙은 천장 또는 반자와 101 mm 이상 152 mm 이하이어야 하며, 반사판의 위치는 스프링클러배관의 윗부분에서 최소 178 mm 상부에 설치되도록 할 것
6) 헤드와 벽과의 거리는 헤드 상호간 거리의 ½을 초과하지 않아야 하며 최소 102 mm 이상일 것
7) 헤드의 작동온도는 74℃ 이하일 것.
8) 헤드의 살수 분포에 장애를 주는 장애물이 있는 경우에
   (1) 천장 또는 천장근처에 있는 장애물과 반사판의 위치는 별도 1 또는 별도 2와 같이 하며, 천장 또는 천장근처에 보・덕트・기둥・난방기구・조명기구・전선관 및 배관 등의 기타 장애물이 있는 경우에는 장애물과 헤드 사이의 수평거리에 따른 장애물의 하단과 그 보다 윗부분에 설치되는 헤드 반사판 사이의 수직거리는 별표 1 또는 별도 3에 따를 것
   (2) 헤드 아래에 덕트・전선관・난방용 배관 등이 설치되어 헤드의 살수를 방해하는 경우에 는 별표 1 또는 별도 3에 따를 것. 다만, 2개 이상의 헤드의 살수를 방해하는 경우에는 별표 2를 참고로 한다.
9) 상부에 설치된 헤드의 방출수에 따라 감열부에 영향을 받을 우려가 있는 헤드에는 방출수를 차단할 수 있는 유효한 차폐판을 설치할 것



3. 저장물 간격 및 환기구

1) 저장물품 사이의 간격은 모든 방향에서 152mm 이상의 간격을 유지하여야 한다.
2) 환기구
   (1) 공기의 유동으로 인하여 헤드의 작동온도에 영향을 주지 않는 구조일 것
   (2) 화재감지기와 연동하여 동작하는 자동식 환기장치를 설치하지 아니할 것. 다만, 자동식 환기장치를 설치할 경우에는 최소작동온도가 180℃ 이상일 것

2-3 건식유수검지장치에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
1) 작동원리 2) 시간지연 3) 시간지연을 개선하기 위한 NFPA 제한사항

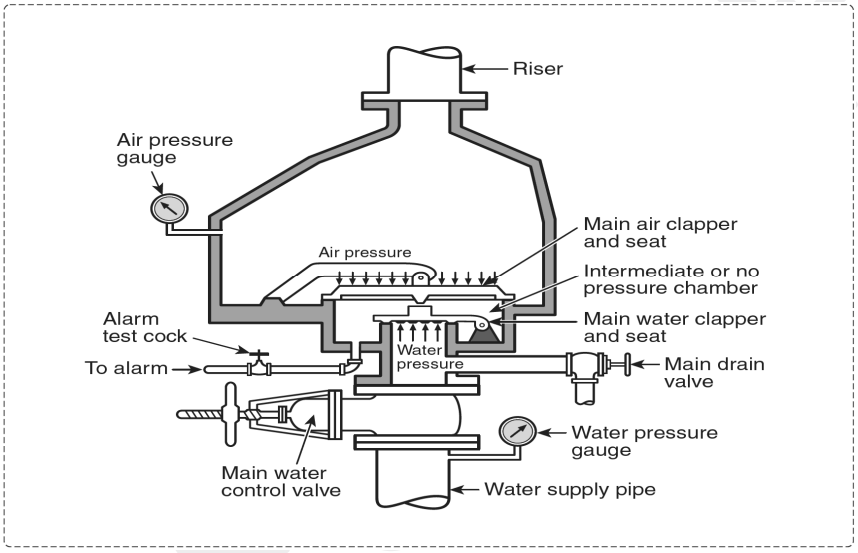
답) 출처 소방기술사 요해 2권 P 784

1. 개 요

1) 동결의 우려가 있는 공간에 설치하는 스프링클러설비로서 클래퍼 1차 측에 가압수, 2차 측 가압공기

2) 압축공기 방출 후 살수가 개시되므로, 방수시간 지연으로 개방되는 헤드 수가 증가되는 단점

2. 작동원리



1) 1차 측에 가압수, 2차 측에 압축공기가 채워진 상태로 클래퍼를 중심으로 힘의 균형 유지

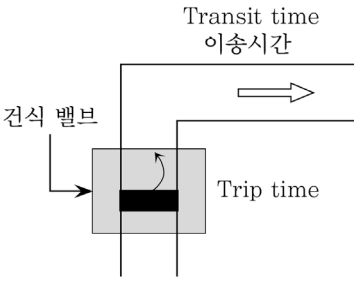
$$F_1 = F_2 \Rightarrow P_1 A_1 = P_2 A_2$$

$$P_2 = \frac{A_1}{A_2} P_1$$

2) 화재로 헤드가 동작되면 힘이 불균형으로 클래퍼 개방

3. 방수시간 (Delivery time)

1) 트립시간 (Trip Time) : 클래퍼 개방시간 (압축공기 배출시간)
가장 중요한 영향인자는 1, 2차 측 차압이다.
(1) 2차 측 공기압력 : 높게 설정될수록 증가
(2) 1차 측 수압 : 낮을수록 증가
(3) 헤드의 구경 : 작을수록 증가
(4) 2차 측 내용적 : 클수록 증가
(5) 트립 압력 : 낮을수록 증가
(6) 2차 측 공기 온도



【방수시간】

※ SFPE Handbook의 Trip time 계산식

$$t = 0.0352 \frac{V_2}{A_n \sqrt{T_0}} \ln\left(\frac{P_{a0}}{P_a}\right)$$

V_2 : 2차 측 내용적(ft^3)
T_0 : 2차 측 공기온도(°R)
A_n : 개방된 헤드 면적(ft^2)
P_{a0} : 2차 측 초기 공기압(절대압)
P_a : 트립압력(절대압)

2) 소화수 이송시간(Transit Time)
가장 중요한 영향인자는 2차 측 배관 내용적과 배열이다.
(1) 2차 측 내용적 : 2840ℓ(750×3.78ℓ) 이하
(2) 배관의 배열 : 격자형(Grid) 방식은 사용할 수 없다
(3) 1차 측 수압
(4) 2차 측 공기압
(5) 헤드의 구경 및 개방된 헤드 개수

4. 대 책

1) 방수시간 제한
2) 2차 측 배관 내용적 제한 : 2835ℓ (750 × 3.78ℓ)
3) Q.O.D 설치

5. 설계 시 주의사항 : 방수시간 지연 고려

1) 방수시간 제한
거실에 설치하는 건식 밸브의 경우 방수시간 지연은 15초 이내
2) 배관 용적 제한
(1) 방수시간 지연은 원칙적으로 60초 이내
(2) 아래의 경우는 시간제한이 없다(단 거실은 제외).
① 2차 측 배관 내용적이 500 × 3.78ℓ 이하
② Q.O.D가 설치된 경우로서 2차 측 내용적이 750 × 3.78ℓ 이하
3) 격자형(Grid) 배관 방식은 사용 할 수 없다.
소화수 이송시간이 증가하기 때문이다. 단, 루프형 배관은 사용 가능
4) 설계면적 증가 : 수원 증가
방수시간 지연으로 화재규모가 커질 것이고 이에 따라 동작 헤드도 더 많게 될 것이므로 설계면적을 30% 증가시켜야 한다(수원 30% 증가).
5) 밸브실에는 조명과 난방설비를 하여야 한다.
열원은 영구적으로 설치된 형태이어야 한다(가열테이프(Heating tape)는 사용할 수 없다).

6. 결 론

건식 스프링클러설비는 방수시간 지연 및 유지관리 문제로 NFPA에서는 특별한 경우를 제외하고는 습식 또는 준비작동식 설비를 권장하고 있다.

모아소방전기학원

2-4. 부속실 제연설비에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

1) 국내 화재안전기준(NFSC 501A)과 NFPA 92A 기준 비교

2) 부속실 제연설비의 문제점 및 개선 방안

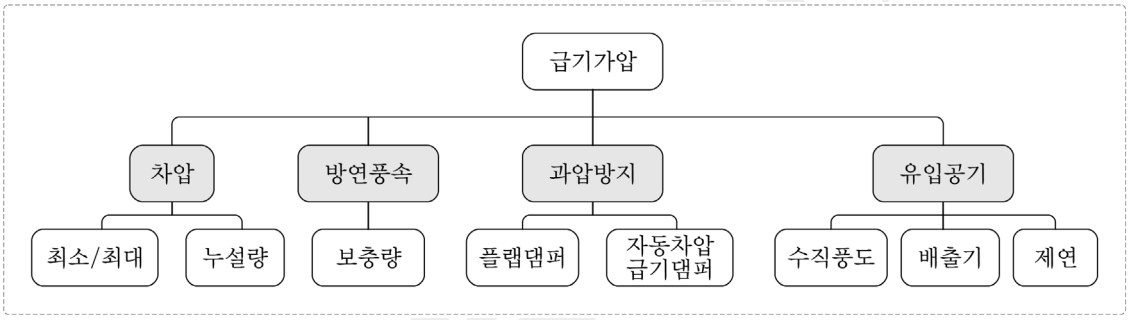
답) 출처 소방기술사 요해 2권 P313 심화반 보충자료

1. 개 요

1) 연기 구동력(Driving Force)은 화재실과 인접구역에 압력 차이를 만들어 연기가 화재실로부터 떨어진 곳으로 이동한다.

2) 부속실 제연은 구획(벽, 출입문 등)과 함께 기계식 팬에 의해 생성되는 차압과 방연풍속을 이용하여 피난 경로(계단, Shaft) 등을 보호하는 설비

2. NFSC501A와 NFPA92의 비교



1) 최소차압

⑴ NFSC

① 40 Pa (스프링클러 설치 시 12.5 Pa)

② 출입문 일시적 개방 시 비개방 부속실은 기준차압의 70 % 이상

③ 계단실 / 부속실 동시 제연 : 같거나, 계단실 > 부속실 (5 Pa 이하)

⑵ NFPA 92 차압 기준

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

2) NFPA 92 : 방연풍속, 과압, 유입공기 배출이 없음

3. 부속실 제연설비 문제점 원인

1) 건축

2) 외부영향

3) 설비의 신뢰성(복잡성)

4, 건축 관련 문제점 및 개선 방안

1) 누설틈새면적

⑴ 출입문의 틈새면적은 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)에서 식에 따라 산출하는 수치를 기준으로 할 것. 다만, 방화문의 경우에는 「한국산업표준」에서 정하는 「문세트(KS F 3109)」및 KSF 2846의 차연성 시험에 따른 기준을 고려하여 산출할 수 있다.

⑵ 정확한 누설면적 계산

2) 방화문 등의 자동 폐쇄

제연구역의 출입문의 일시적인 고정개방 및 해정 등의 신뢰성

5, 외부영향 및 개선방안

1) Stack effect, wind effect에 의한 건축물 내 압력 변화

2) 개선방안

⑴ Stack effect

① 건축물 외부와 내부 온도차를 감소시킨다.

② 계단실 급기가압 적용

⑵ wind effect

창문 파손 방지용 s/p 설치

6. 설비의 복잡성 및 개선방안

1) 현재 NFSC 501 A의 경우 시스템이 복잡한 관계로 신뢰성이 작다.

2) 시스템이 복잡한 이유는 방연풍속이 원인이다.

3) 방연풍속의 문제점

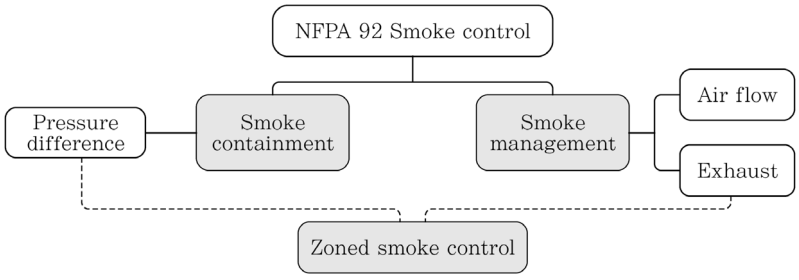
⑴ 과압 발생

⑵ 유입공기 배출

4) NFPA 92의 경우 방연풍속이 없으므로 시스템이 단순하다.

7. 결 론

현 NFSC 501 A의 경우 여러 방면에서 노력하고 있지만 근본적인 시스템 검토를 할 필요가 있다.



2-5. 최근 자주 발생하는 물류창고의 화재에 대하여 화재확산 원인과 개선 방안을 설명하시오.

답) 출처 소방기술사 요해 2권 P795

1. 개 요

1) 창고화재의 경우 화재 성장 속도가 빠르고 화세가 강하여 화재 진압이 어려우므로 화재 예방부터 조기 화재 진압에 이르기까지 유기적인 계획이 필요하다.

2) 창고시설의 화재위험은 용도별 위험 등급에서는 창고 높이 및 저장 물품의 종류/적재 높이가 가장 중요한 요소이다.

2. 방재 특성

1) 층고가 높아 화재 감지 및 헤드의 동작 시간이 증가한다.

2) 운송기 등으로 방화구획이 어렵다.

3) 화재하중이 크고, 연소속도가 빠르다.
화재성장이 시간이 3승에 비례한다. (화재성장곡선 $Q = \alpha t^3$)

4) 일부 가연물은 훈소 화재로 발전되며 완전한 화재 소화가 어렵다.

3. 고려사항

1) 저장 물질(포장재료)의 화재 성상
   (1) 화염 전파 속도
   (2) HRR

2) 적재 방법
   (1) 적재 높이
   (2) 적재 상태
   (3) 적재물 안정성
   (4) 적재물과 헤드의 이격거리

3) 건축물 구조
   (1) 건축물 높이
   (2) 통로 폭
   (3) 건축부재

모아소방전기학원

4. 화재확산 원인

1) 적응성 있는 소화설비 선택

⑴ ESFR (Early Suppression Fast-Response)

① 창고용 화재 진압(fire Suppression)설비

② 최소압력-최소개수 설계방식

⑵ CMDA(Control Mode Density/Area)

① 창고용 화재 제어(fire control)설비

② 살수밀도/설계면적에 의한 설계

⑶ CMSA(Control Mode Specific Application)

① 창고용 화재 제어(fire control)설비

② 건축물 높이, 적재 높이 등에 적합한 설계

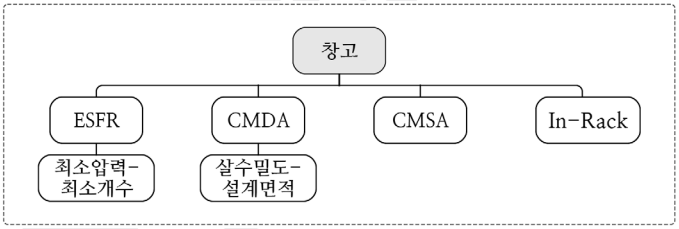
⑷ IN-RACK

① 랙크의 일정높이마다 헤드 설치

② IN-RACK + ESFR

③ IN-RACK + CMDA

④ IN-RACK + CMSA



2) 준비작동식의 2차 측 배관 파손 문제

⑴ 동파 우려가 있는 물류창고의 경우 준비작동식 설비를 설치할 수도 있는데, 2차 측 배관이 파손된 경우 수손피해가 우려되므로 기동장치(감지기)를 정지시킬수 있으므로 소화에 실패할 수 있다.

⑵ NFPA13의 경우 하나의 준비작동식 밸브에 설치되는 헤드 수가 20개 이상인 경우 배관파손감시를 위해서 2차 측에 공기 또는 물을 배관에 채워야 한다.
배관파손감지 장치를 설치한 경우 위와 같은 위험은 감소된다.

⑶ 화재안전기준의 경우 공기 또는 물을 배관에 채운 경우 교차회로방식이 면제된다.

Annex ✎

1. 화재감지회로는 교차회로방식으로 할 것. 다만, 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
   1) 스프링클러설비의 배관 또는 헤드에 누설경보용 물 또는 압축공기가 채워지거나부압식스프링클러설비의 경우
   2) 화재감지기를 「자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)」제7조제1항 단서의 각 호의 감지기로 설치한 때

2-6. 다음 물음에 대하여 기술하시오.

1) 전압강하식 $e = \frac{0.0356\,LI}{A}[V]$의 식을 유도하고, 단상2선식 · 단상3선식 · 3상 3선식과 비교하시오.

2) P형 수신기와 감지기 사이의 배선회로에서 종단저항 10kΩ, 릴레이저항 85Ω, 배선회로저항 50Ω 이며, 회로전압이 DC 24V일 때 다음 각 전류를 구하시오.

가) 평상 시 감지전류[mA]

나) 감지기가 동작할 때의 전류[mA]

3) 다음 P형 발신기 세트함의 결선도에서 ①~⑦의 명칭을 쓰고 기능을 설명하시오.

답) 출처 소방기술사 요해 2권 P460

1. 전압강하 계산식

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

2) ρ는 고유저항(specific resistance)이며, 구리의 고유저항은 $\rho = 1/58\,[\Omega \cdot mm^2/m]$이다.
이때 전선에 사용되는 구리의 도전율은 96~98 %이므로 보통 97 %를 적용하고, 도전율과 고유저항은 역수인 관계가 된다.

3) $\rho = \frac{1}{58} \times \frac{1}{0.97} = 0.0178\,[\Omega \cdot mm^2/m]$ 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 간이 전압 강하

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

전기 방식	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. 전류계산

1) 평상 시 감지전류[mA]

(1) 감시전류(A)의 계산식

$$감시전류(I) = \frac{회로전압(V)}{릴레이저항(\Omega) + 배선저항(\Omega) + 종단저항(\Omega)}$$

(2) 감시전류(A) $= \dfrac{24\,V}{10\times10^{3}\Omega+85\Omega+50\Omega} = 2.368\times10^{-3} = 2.37mA$

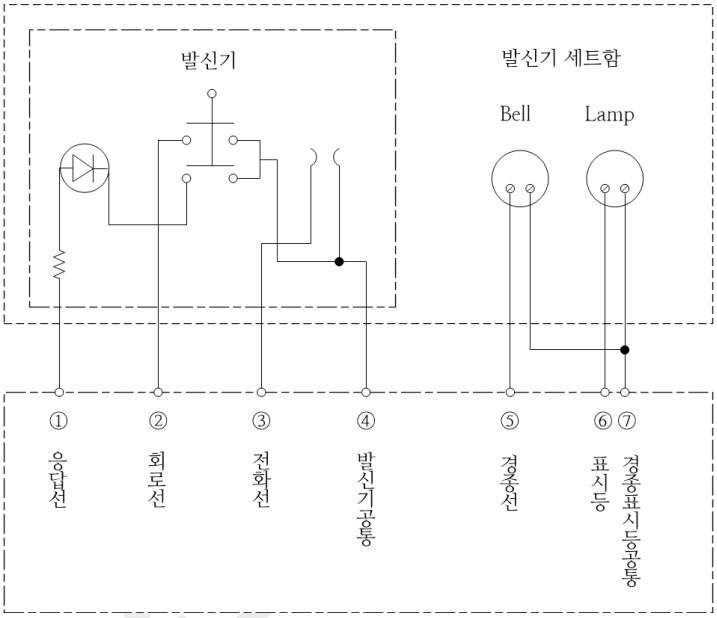
2) 감지기가 동작할 때의 전류[mA]

(1) 동작전류의 계산식

$$동작전류(I) = \frac{회로전압(V)}{릴레이저항(\Omega)+배선저항(\Omega)}$$

(2) 동작전류(mA) = $= \dfrac{24\,V}{85\Omega+50\Omega} = 0.1777 \quad \therefore\ 177.78\mathrm{mA}$

3. P형 발신기 세트함의 결선도에서 ①~⑦의 명칭을 쓰고 기능.



1) 응답선 : 발신기 조작 시 수신기에 신호 전달 및 응답표시등 점등
2) 회로선 : 경계구역 표시
3) 전화선 : 발신기와 수신기간 전화통화
4) 회로공통선 : 응답, 지구, 전화의 공통선
5) 경종선 : 화재 시 수신기로부터 신호를 받아 지구경종 동작
6) 표시등 : 발신기 위치를 표시
7) 경종표시등 공통 : 경종과 표시등의 공통선

제 3교시 문제풀이

3-1. 물분무 소화설비와 관련하여 다음 사항에 대하여 설명하시오.

1) 소화원리

2) 적응 및 비적응장소

3) NFSC 104에 따른 수원의 저수량 기준

4) NFSC 104에 따른 헤드와 고압기기의 이격거리

답) 출처 소방기술모아 1권 P280

1. 물분무 소화설비의 개념

1) 물분무 설비는 스프링클러 설비에서의 물방울보다 작은 물입자에 운동량(momentum)을 주어 화원에 침투하게 하여 소화하거나, 방호대상물의 상부뿐만 아니라 측면, 하부면에도 물을 분사하여 그 표면을 보호하는 설비이다.

2) 물분무 소화설비는 미리 정해진 화재양상, 물방울 크기, 방출 밀도에 의해 화재의 제어, 소화 및 연소확대방지 등의 목적으로 사용되는 소화시스템이다.

2. 물분무 소화설비 소화원리

1) 소화(Fire Extinguishing)

⑴ 냉각소화

① 미세한 물입자를 방사하여 화열에 의한 증발에 의해 주위의 열을 흡수한다.

② 연소면 전체를 덮을 경우 효과적이므로, 장치류 표면에 물입자를 분사한다.

③ 냉각소화는 가스, 인화성 액체에는 유효하지 않고, 저인화점 액체의 경우에는 적절하지 않고, 고인화점 액체 화재에 적용한다.

④ 살수밀도 : 비교적 낮은 살수밀도가 요구된다.

⑵ 질식소화

① 충분한 증기가 생성될 수 있도록 예상화재의 강도가 큰 경우에 적용 가능하며, 예상 화재구역 전체에 걸쳐 살수가 되어야 한다.

② 미세 물입자의 기화로 인해 체적 팽창된 수증기가 산소공급을 차단한다.

③ 물분무 설비가 화재발생구역 전체에 설치되고, 화재강도가 충분한 양의 수증기를 발생시킬 수 있는 크기 이상일 경우에만 그 효과가 나타난다.

④ 산소가 자체 방출되는 자기반응물질에는 적응성이 낮다.

⑤ 살수밀도 : 충분한 증발량을 위해 높은 살수밀도가 요구된다.

(3) 유화작용

① 물입자가 운동에너지를 가지고 유면에 방사되면 유면에 부딪히면서 산란하여 불연성의 박막인 유화층을 형성하여 가연성 증기 발생을 억제한다.

② 물과 혼합되지 않는 액체의 경우에 적용하는 방법이며, 인화성 액체 전체 부분에 살수되어야 한다.

③ 유화를 위해 물의 표면장력을 줄이는 첨가제를 혼합할 수도 있다.

④ 살수밀도

- 낮은 점성액체 : 균일하고 일정 이상의 노즐 방사압을 요구된다.
- 높은 점성액체 : 균일할 필요가 없으며 비교적 낮은 살수밀도가 요구된다.

(4) 희석작용

① 수용성 액체 위험물에 적용하는 경우 물입자에 의해 액체 위험물이 비인화성 농도로 희석된다.

② 물과 혼합되는 물질에 대하여 적용 가능하며, 충분한 양의 물의 방사되어야 적응성이 있다.

③ 액체를 비가연성으로 희석시키고 필요한 시간 내에 소화를 하기 위해서 큰 살수밀도가 요구된다.

2) 화재 제어 (Control of Burning)

(1) 연소 중인 물질의 완전소모, 누출물질의 확산방지조치, 소화작업이 이루어질 때까지 열방출율을 서서히 감소시키고, 화재확대를 억제한다.

(2) 실수밀도 : 비교적 높은 살수밀도가 요구된다.

3) 노출 부분의 방호 (Exposure Protection)

(1) 화열의 전도・대류・복사에 의한 주변 가연물의 노출부 연소・손상을 물분무 입자의 열확산 차단에 의해 방지한다.

(2) 화재 노출부로 연소가 확대되는 것을 방지하기 위해 물분무를 화재의 지속시간 동안 방사한다.

(3) 화재의 지속시간은 가연성물질의 특성과 양, 수동식 소화설비의 예상 효과 등을 고려해서 결정하며, 비교적 장시간의 물분무가 요구될 수도 있다.

4) 출화의 예방 (Prevention of Fire)

(1) 출화 단계에서 인화성 물질의 용해・희석・확산시키고, 연소한계 미만으로 증기 농도를 감소시켜 화재로 진전되지 않도록 한다.

(2) 인화성 증가나 가스, 위험물질을 용해, 희석, 분산 또는 냉각시키기 위해 필요한 시간동안 물분무를 방사한다.

(3) 가연성 물질의 농도를 연소하한계 미만으로 신속하게 희석시켜야 하므로 충분히 높은 살수밀도가 요구된다.

3. 물분무 소화설비의 적응 및 비적응 장소

1) 적응 장소

(1) 특수가연물의 저장 및 취급하는 특정소방대상물

(2) 차고 및 주차장

(3) 절연유 봉입 변압기 및 케이블 트레이 등 전기적 위험장소

(4) 인화성 액체 및 가스 취급 장소

2) 비적응 장소

(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) 운전 시에 표면의 온도가 260℃ 이상으로 되는 등 직접 분무를 하는 경우 그 부분에 손상을 입힐 우려가 있는 기계장치 등이 있는 장소

4. NFSC 104에 따른 수원의 저수량 기준

1) 방호 대상이나 위험물의 종류 등에 따라 방출압력이나 물입자의 크기가 다르다.

2) 살수밀도 및 수원

소방대상물	유량	수원의 양	기준 면적
특수가연물의 저장・취급	10 ℓpm	10 ℓpm×20분×S	S : 바닥면적(최소 50 m^2)
차고·주차장	20 ℓpm	20 ℓpm×20분×S	S : 바닥면적(최소 50 m^2)
유입식 변압기	10 ℓpm	10 ℓpm×20분×S	바닥부분을 제외한 변압기 표면적
케이블 트레이, 케이블 덕트	12 ℓpm	12 ℓpm×20분×S	투영된 바닥면적
콘베이어 벨트	10 ℓpm	10 ℓpm×20분×S	벨트부분의 바닥면적

(암) 특차유케컨/십이십,십이,십

3) 방사압력 : 0.35 MPa

4) 국내기준의 문제점

① 방호 목적에 따른 유량, 방사시간의 별도 기준 없이 일률적으로 적용된다.

② 일률적인 방사압력 : 수용성 액체 등 방호대상에 따라 방사 압력은 달라야 한다.

5. NFSC 104에 따른 헤드와 고압기기의 이격거리

1) 전압에 따른 이격거리

전압이 증가 할수록 절연파괴 현상이 증대 되므로, 전압이 높을수록 물분무 헤드와 전기기기와의 이격거리를 증대시켜야 한다.

2) 물분무헤드 부근에서는 물입자의 밀도가 가장 크고(연속성 가장 큼) 전기전도성이 가장 증대되는 부분이므로, 전기기기와 물분무 헤드는 일정거리 이격해야 한다.

3) 전기기기와 물분무헤드 사이의 이격거리[1)]

전압 [kV]	거리 [cm]	전압 [kV]	거리 [cm]
66 이하	70 이상	154 초과 181 이하	180 이상
66 초과 77 이하	80 이상	181 초과 220 이하	210 이상
77 초과 110 이하	110 이상	220 초과 275 이하	260 이상
110 초과 154 이하	150 이상		

※ 스프링클러 · 물분무 · 미분무 소화설비의 비교

항목	스프링클러 설비	물분무 설비	미분무수 설비
물 입 자 크 기	1~2 mm (1000~2000 μm) Dv 0.99=0.5mm 이하	0.2~0.8 mm (200~800 μm)	$D_v 0.99 = 1000\mu$ (보통 400 μm 이하)
낙하운동	• 물방울의 자중 낙하 • 운동량 없다. (쭉~ 떨어진다)	• 물입자가 유속 가지고 운동낙하 • 운동량 크다 (쫙~ 떨어진다)	• 물입자가 유속 가지고 비산낙하 • 운동량 작다. (쉬~ 떨어진다)
대상 장소	• 구획된 넓은 지역의 방호 (일반적인 건축물)	• 장비의 표면 보호 (옥외변압기, 위험물탱크) • 한정된 장소 (터널, 지하구등)	• 소규모 구획실의 방호 (선박, 지하구, 전산센타등)
소화효과	• 냉각소화 • 질식소화(제한적)	• 소화(냉각, 질식, 유화, 희석효과) • 화재제어, 노출방호,출화예방 ※ M : 소화노출/냉질유희	• 냉각소화, 산소농도저하 • 복사열차단, 혼합기희석 • Kinetic Effect ※ M : 냉산복희카
적응화재	A급 화재	A · B · C급 화재	A · B · C급 + F급 화재
방사압력	1~12 kgf/cm^2	20~50 psi (1.4~3.5 kgf/cm^2)	저압식 : 1.2 MPa 이하 중압식 : 1.2~3.5 MPa 이하 고압식 : 3.5 MPa 초과
살수밀도	국내 : 80 lpm	10~20 lpm/m^2	0.05~0.5 lpm/m^2 정도
냉각소화	1 순위	2 순위	3 순위
질식소화	3 순위	2 순위	1 순위
장 점	• 시공이 쉽고, 비용 작다. • 넓은 지역 방호 가능	• 소화효과 외에도 화재제어, 노출부 방호, 출화방지 등의 효과 • B · C 급 화재 적응 • 수손피해가 s/p보다 적다. • 유화작용 있다.	• 유효수량이 적어 수손 피해가 적다. • B · C급, K급 화재에 적응성 • 폭발억제 설비로 사용 가능
단 점	• B · C급 화재 적응성 없다. • 수손피해가 우려	• 배수설비 필요 • K급화재에 적응성 없음. • 냉각효과는 S/P보다 작다. • 질식효과는 미분무보다 작다.	• A급 심부화재는 소화 불가능 • 규정된 표준 없어, 실제시험필요 • 고가, 고압펌프 필요 • 초기 화재진압 실패시 화재확대 • 기류, 바람의 영향 크다

[참고] $1\ \mu m = 0.001\ mm$, $1{,}000\mu m = 1mm$

모아소방전기학원

3-2. 할로겐 화합물 및 불활성기체소화설비 배관의 두께 계산식에 대하여 설명하시오

답) 출처 소방기술모아 1권 P67

1. 파이프의 정의 및 단위

1) 배관의 정의

⑴ 배관 : 기체, 액체 또는 분체를 이송할 목적으로 관과 부속품들을 이어 배열하는 행위(Piping) 또는 배열된 상태(Pipe line)

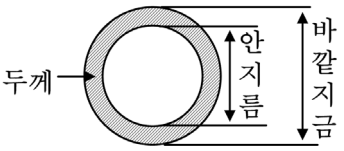
⑵ 관 : 기체, 액체 등을 이송하기 위해 설치하는 것(Pipe)

2) 파이프의 단위

⑴ 일반적인 호칭경

15A, 25A, 32A, 40A, 50A, 65A, 80A, 100A, 150A 등

⑵ 배관의 구경



① 강관/합성수지관 : 호칭경과 바깥지름이 불일치

② 비철금속관 : 호칭경과 바깥지름이 같다.

③ 납관 / 콘크리트 관 : 호칭경과 안지름이 같다.

3) 파이프의 길이

⑴ 6m와 12m가 일반적인 길이이다.

⑵ 필요에 따라 $6n$m (18, 24, 30m 등)의 길이로 제작되기도 한다.

4) 파이프의 두께

⑴ 스케줄 넘버(Schedule Number)

① 배관 내부압력에 견딜 수 있는 배관두께의 강도를 의미한다.

② 일반적으로 동일 재질이면, 배관 두께가 두꺼울수록 스케줄 번호는 커진다.

③ 압력배관용 탄소강관의 호칭은 호칭지름과 두께로 표현하며, 관의 두께는 일반적으로 스케줄 번호(Schedule Number)로 총칭한다.

- $Sch \cdot No = 10 \times \dfrac{P}{\sigma_a}$
- $Sch \cdot No = 1000 \times \dfrac{P[MPa]}{\sigma_a[N/mm^2]}$

P : 유체의 최대 사용압력 [kgf/cm^2]

σ_a: 강관의 허용 인장응력 [kgf/mm^2]

$\sigma_a = \dfrac{\text{최대인장강도}}{\text{안전율}}$

D : 관의 외경 [mm]

④ 스케줄 번호의 종류 : Sch. 10, 20, 30, 40 ,60, 80, 100, 120, 160 등

⇒ 스케줄 번호가 클수록 유체의 사용압력커지고, 배관은 두꺼워 진다.

⑤ 소화배관에서의 활용

㈀ 수계 소화설비에서는 사용되는 물의 최대 압력에 따라 필요한 압력배관용 탄소강관의 스케줄 번호를 산출하여 적용한다.

㈁ 이산화탄소 소화설비

- 고압식 : 선택밸브 이전 Sch 80 이상, 선택밸브 이후 Sch 40 이상을 적용

- 저압식 : Sch 40 이상

㈂ 하론 소화설비 : Sch 40 이상

㈃ 할로겐 화합물 및 불활성기체소화설비 : 별도 규정된 배관두께 계산 공식

- $t = \left(\frac{PD}{2SE}\right) + A\ [mm]$

(2) 파이프 두께 계산

- 파이프 두께 $t = \left(\frac{PD}{175\ \sigma_a}\right) + 2.54\ [mm]$

2. 파이프의 종류

1) 배관용 탄소강관(KS D 3507, SPP ; Steel Pipe Piping)

(1) 소화배관에서 주로 사용하는 파이프이다.

(2) 비교적 사용압력(1.2 MPa 미만)이 낮은 물이나 가스 등의 배관에 사용한다.

(3) 350℃ 이하에서만 사용이 가능하다.

- 400℃ 정도에서 탄소가 유리되어 석출되기 때문이다.

(4) 도금 여부에 따른 종류

- 백관 : 내식성을 주기 위해 강관에 용융 아연 도금한 것
- 흑관 : 도금하지 않고, 방청도장만 한 것

(5) 제조 방법에 따른 종류 : 단접관(B), 전기저항 용접관(ERW)

(6) 배관용 탄소강관의 Size 및 두께

호칭		외경	두께(KS)	호칭		외경	두께(KS)
A	인치	[mm]	[mm]	A	인치	[mm]	[mm]
15 [A]	1/2	21.7	2.65	50 [A]	2	60.5	3.65
20 [A]	3/4	27.2	2.65	65 [A]	2 1/2	76.3	3.65
25 [A]	1	34.0	3.25	80 [A]	3	89.1	4.05
32 [A]	1 1/4	42.7	3.25	90 [A]	3 1/2	101.6	4.05
40 [A]	1 1/2	48.6	3.25	100 [A]	4	114.3	4.50

※ 두께 허용차 ; + 규정하지 않음 - 12.5 [%]

2) 압력배관용 탄소강관 (KS D 3562, SPPS ; Steel Pipe Pressure Service)

(1) 소화배관 중 고압인 부분에 사용되는 파이프이다.

(2) 고압(1.2~10 MPa)에서 사용이 가능하다.

(3) 350℃ 이하에서만 사용이 가능하다.

- 400℃ 정도에서 탄소가 유리되어 석출되기 때문이다.

(4) 제조 방법에 따른 종류 : 전기저항 용접관(E), 이음매 없는 강관(S)

(5) 관의 호칭은 호칭지름과 두께로 나타내며, 두께는 스케줄 번호로 표시한다.
(Sch. 40, 80이 많이 사용됨)

⑹ 압력배관용 탄소강관의 Size 및 두께

호칭(A)	외경 [mm]	두께 [mm]			호칭(A)	외경 [mm]	두께 [mm]			
		sch.no 40	sch.no 60	sch.no 80			sch.no 20	sch.no 40	sch.no 60	sch.no 80
15[A]	21.7	2.8	3.2	3.7	50 [A]	60.5	3.2	3.9	4.5	5.5
20[A]	27.2	2.9	3.4	3.9	65 [A]	76.3	4.5	5.2	6.0	7.0
25 [A]	34.0	3.4	3.9	4.5	80 [A]	89.1	4.5	5.5	6.6	7.6
32 [A]	42.7	3.6	4.5	4.9	90 [A]	101.6	4.5	5.7	7.0	8.1
40 [A]	48.6	3.7	4.5	5.1	100 [A]	114.3	4.9	6.0	7.1	8.6

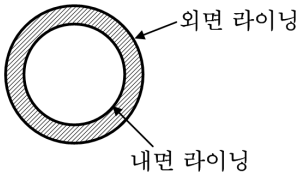
3) 라이닝 강관

⑴ 강관의 부식방지와 마찰손실 감소를 위해 강관의 내외면에 라이닝(lining)한 관이다.

(Lining : 일반적으로 금속 표면에 녹 생성을 방지하거나, 부식방지를 목적으로 다른 물질을 비교적 두껍게 피복하는 것)

⑵ 종 류

① 몰탈 라이닝 강관



- 수도용 도금강관 등의 부식방지를 위해 관의 내면에는 시멘트 몰탈을 엷게 부착시키고, 외면에는 아스팔트 피막을 입힌 파이프
- 소방에서는 지하 매설 배관에 적용되는 경우가 있다.

② 합성수지 라이닝 강관

- 배관용 탄소강관의 내·외면에 폴리에틸렌(PE) 등의 합성수지를 라이닝한 부식방지용 강관
- 소화배관에 적용하면, 부식방지 및 마찰손실 저하가 가능하다.

4) 동 관

⑴ 동관은 고온에서 강도가 저하되고 고가인 단점이 있지만, 전기전도성, 열전도성이 높고 내식성, 내구성이 우수하다.

⑵ 동관의 종류

① 이음매 없는 인성 동관 (KS D 5501) : 전기제품용

② 이음매 없는 인탈산 동관 (KS D 5522) : 공조기, 열교환기용

③ 이음매 없는 무산소 동관 : 전자기기, 전기로 등의 부품용

④ 이음매 없는 동 및 동합금관 (KS D 5301)
: 스프링클러설비, 가스계 소화설비 등의 배관으로 적용 가능

⑶ 동관의 특징

① 담수(일반 민물)에 대한 내식성은 뛰어나지만, 연수(증류수)에는 부식된다.

② 상온에서는 변하지 않으나, 탄산가스를 포함한 공기 속에서는 푸른 녹이 생긴다.
⇒ 이산화탄소 소화설비에 동관은 부적합하다.

③ 프레온가스, 아세톤, 휘발유 등 유기용제에 침식되지 않는다.
⇒ 할로겐화합물 소화설비에 동관은 적절하다.

모아소방전기학원

④ 알칼리성에는 내식성이 강하다.

⑤ 암모니아, 초산, 진한 황산 등에는 심하게 침식된다.

5) 합성수지관

(1) 합성수지관은 강관에 비해 내식성이 우수하고, 마찰손실이 적으며, 시공성이 우수하다.

(2) 합성수지의 대부분은 열에 약하기 때문에 화재안전기준에서는 아래와 같은 경우에만 사용이 가능하도록 규정하고 있다. (암)지덕천

① 지하매설배관

② 다른 부분과 내화구조로 구획된 Duct 또는 Pit내에 설치하는 경우

③ 천장과 반자를 불연재료 또는 준불연재료로 설치하고, 그 내부에 습식으로 설치하는 경우

(3) 종 류

① CPVC 파이프 : 내열성 PVC를 재료로 한 파이프

② PE 파이프 : 폴리에틸렌(PE)를 재료로 한 파이프

③ GRE 파이프 : 에폭시 수지에 글라스울을 보강한 재료를 사용한 파이프

3. 파이프 선정 시 고려할 사항

1) 온도 (Temperature)

(1) 일반, 압력 배관용 탄소강관은 400℃ 이상에서 장시간 경과되면 탄소가 석출될 수 있으므로, 약 350℃ 이하에서 사용한다.

(2) 합성수지관 중 PE관은 100~120℃ 정도에서 녹으므로, 노출 배관으로 부적합하다.

2) 압력 (Pressure)

(1) 압력이 높으면 관 두께를 두껍게 하면 되지만, 너무 두꺼우면 비경제적이다.

(2) 따라서 두께보다는 강도가 강한 재질로 선정하는 것이 바람직하다.

3) 유체의 물리, 화학적 성질

이송하는 유체의 물리, 화학적 성질에 따라 배관의 부식 또는 마모 등의 현상이 발생될 수 있으므로, 유체의 특성에 적합한 재질의 파이프를 선정해야 한다.

4) 지하 매설관의 부식 고려

(1) 매설관의 경우에는 접촉물과 전위차로 인하여 전기부식이 발생되는 경우가 많다.

(2) 따라서, 부식저항이 큰 재질 선택, 보호코팅, 전기방식 등의 대책 등을 강구한다.

4. 배관 이음 재료

1) 관의 방향을 변화시키는 이음재 : 엘보(Elbow), 벤드(Bend)

2) 관을 분기하는 이음재 : 티 (Tee), 크로스(Cross), 와이 (Y)

3) 같은 지름의 관을 연결하는 이음재 : 소켓 (Socket), 니플 (Nipple), 유니온 (Union)

4) 다른 지름의 관을 연결하는 이음재

(1) 이경 소켓(Socket) (2) 부싱(Bushing) : 암+수나사 (3) 레듀샤(Reducer) : 암+암나사

5) 관의 말단을 막는 이음재 :

⑴ 플러그 (Plug) : 수나사 ⑵ 캡 (Cap) : 암나사

※ NFPA13 : 6.4.6.1

⑴ 관경이 달라지는 곳에는 일체형 관 부속을 사용해야 한다(즉, 부싱의 사용을 금함).

⑵ 이유 : 부싱은 레듀샤에 비해 유수특성이 떨어지고, 누수발생 가능성이 높기 때문이다.

모아소방전기학원

3-3. Q=0.6597*d²*√p을 유도하고, 옥내소화전과 스프링클러설비의 k-factor에 대하여 설명하시오.

답) 출처 소방기술모아 1권 205p

1. Q=0.6597*d²*√p을 유도

1) 유량 산출식

$$Q = C_d A\, V \qquad A = \frac{\pi}{4}d^2, \qquad V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g\,10\,P_v}$$

$$Q = C_d \times \frac{\pi}{4} d^2 \times \sqrt{2g \times 10\,P_v} = C_d \times \frac{\pi}{4} \times 14 \times d^2 \times \sqrt{P_v}$$

2) 단위환산 변경

(1) 유량 : $Q(m^3/s) \rightarrow Q(\ell pm)$

(2) 구경 : $d(m) \rightarrow d(mm)$

$$Q(\ell pm) = C_d \times \frac{\pi}{4} \times 14 \times 1000 \times 60 \times \left(\frac{1}{1000}\right)^2 \times d^2 \sqrt{P_v}$$

$$= 0.6597 \times C_d \times d^2 \sqrt{P_v}$$

(3) $C_d = 0.75,\ d = 12.7mm$ 적용

$$Q = 0.6597 \times C_d \times d^2 \times \sqrt{P_v} = 0.6597 \times 0.75 \times (12.7)^2 \times \sqrt{P_v}$$

$$= 79.802\sqrt{P_v} \fallingdotseq 80\sqrt{P_v}$$

∴ 표준형 $Head$ 방출계수 K값은 80임.

2. K-factor의 개념

1) K factor는 S/P헤드의 방출계수이며, 오리피스의 구경과 형태에 따라 달라진다.

2) K factor는 스프링클러 설비의 방사압과 방수량 간의 관계식에서의 계수이다.

$$Q = 0.6597 \times C \times d^2 \times \sqrt{P} = K\sqrt{P}$$

Q : 토출량 [lpm] P : 방사압력 [kgf/cm^2]

3) K factor의 크기에 영향을 미치는 인자

(1) 오리피스구경(d)

(2) 유량계수

$$C = C_v \times C_c$$

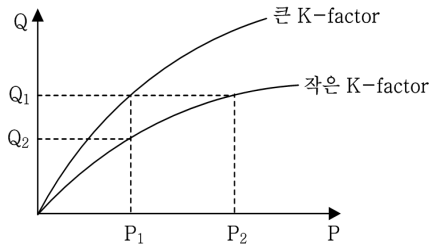
C_v: 속도계수, C_c: 베나축소계수

3. K-factor의 소화효과

1) K factor가 클수록 동일한 압력에서 방수량이 더 크다. → 침투 성능이 증대된다.

2) K factor가 작은 경우에 같은 유량을 얻으려면 압력이 증가되어야 한다.
→ 요구방수량을 얻기 위해 높은 방수압이 요구되어 비효율적이다.

3) 반면, K factor가 작은 경우에 냉각효과는 더 우수하다.
→ 주거용 스프링클러는 작은 K-factor를 가지고 있다.



4. 표준형 스프링클러의 K-factor 유도

1) $Q = K\sqrt{P}$ 에서, $K = 0.6597 \times C_d \times d^2$ 이다.

2) 표준형 S/P는

(1) 공칭구경은 15 mm, 내경은 d=12.7 mm, 유량계수(C_d)는 0.75이다.

(2) $K = 0.6597 \times 0.75 \times 12.7^2 \fallingdotseq 79.802 \fallingdotseq 80$

5. 방사압력과 소화효과의 관계

1) 방사압력이 높을수록 유량은 $\sqrt{P}$에 비례하여 증가하므로 소화효과는 $\sqrt{P}$에 비례하여 증가한다고 볼 수 있다.

2) 방사압이 너무 높아져서 물방울이 너무 작아지면 물방울의 증발이나 화염의 상승기류에 의해 화염 속으로 침투하지 못하게 된다.

3) 방사압력 증가시의 장점

(1) 방수량 증가

(2) 물입자가 작아져 증발이 잘되어 냉각 소화효과 증대

(3) 물의 살수반경 확대

4) 방사압 증가 시 단점

(1) 고압배관이 필요

(2) Skipping 현상 발생

(3) 물방울의 화재 침투력 저하

(4) 소방펌프의 용량 증대

(5) 방수량 증대로 인한 수손피해 우려

(6) 배관의 누수위험 증대

6. 스프링클러 헤드별 K factor

1) 표준형 (Standard Spray Sprinkler)

(1) 공칭구경 15 mm : K= 80

(2) 공칭구경 20 mm : K= 114

(3) NFPA 기준

① $K=80$: 살수밀도가 8.2 $\ell pm/m^2$ 이하인 장소에만 사용하도록 권장한다.

② $K=114$: 살수밀도가 13.9 $\ell pm/m^2$ 이하인 장소에만 사용하도록 권장한다.

③ 살수밀도가 13.9 $\ell pm/m^2$를 초과하는 장소 : K= 160 이상 사용을 권장한다.

모아소방전기학원

2) Large-Drop Sprinkler : K= 160 이며, 국내 검정 기준에서는 157~166

3) ELO Sprinkler : K= 161

4) ESFR Sprinkler : K= 203 이상

5) 주거용 : K= 50

7. 옥내소화전 K-factor

1) 방출계수

C = 0.95~0.99

2) 봉상주수 시 방출계수

C = 0.985 적용

3) $K = 0.6597 \times 0.985 \times 40^2 \fallingdotseq 1{,}039.687 \fallingdotseq 1{,}040$

8. K factor의 영향

1) K factor가 큰 경우 : 오리피스 직경 크고, 동일압력에서 방수량 크다.

(1) 방수량이 증대되어 조기진화 가능 (ADD > RDD)

(2) 물방울이 커서 침투성능은 우수하며, 냉각성능은 적다.

(3) 저압으로도 소정 유량의 방수가 가능하여, skipping은 적다.
(단, Large-Drop이나 ESFR 스프링클러는 고압이어서 Skipping 우려가 크다)

(4) 수손우려가 크다.

2) K factor가 작은 경우

(1) 고압 방사를 하므로, 냉각 효과 증대/살수 반경 확대

(2) skipping 발생

(3) 침투성능 저하, 누수위험 크다.

(4) 고압 배관이 필요, 펌프 소요 용량 증대

모아소방전기학원

3-4. 수계소화설비의 배관에서 발생할 수 있는 공동현상과 관련하여 다음 사항에 대하여 설명하시오.

1) 공동현상의 정의

2) 펌프 흡입 측에서 공동현상 발생 조건 및 영향 요인

3) 펌프 흡입 측 배관에서 공동현상 방지를 위한 화재안전기준 내용

답) 출처 소방기술모아 1권 38p

1. 공동현상의 정의

1) 공동현상이란, 펌프 흡입 측 배관 내의 압력이 국부적으로 포화증기압 이하로 내려가 물이 증발하여 기포가 생기는 현상을 말한다.

2) 문제점

(1) 발생된 기포가 펌프의 토출 지점에서 터져 충격, 소음, 진동의 원인이 된다.

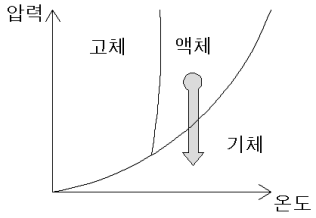
(2) 펌프 안내 깃 부근에서 발생될 경우 펌프의 효율이 저하된다.

(3) 충격이 심한 경우 벽면이 침식되고 임펠러가 손상된다.

2. 펌프 흡입 측에서 공동현상 발생 조건

1) 압력과 비등점

압력이 낮을수록 저온에서도 액체는 기화된다.



2) 물의 증발 원인

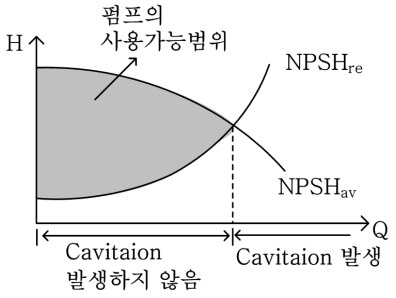
(1) 물은 대기압에서는 100℃에서 기화되지만, 대기압보다 낮은 압력에서는 100℃보다 낮은 온도에서도 기화된다.

(2) 원심식 펌프 흡입 측 부분은 물의 흡입을 위해 대기압보다 낮은 압력이 형성된다.

(3) 흡입 측의 좁은 유로로의 고속유입(속도수두 증대)이나 배관 내의 요철(마찰증대) 등으로 인해 압력이 저하되어 주위 온도의 포화증기압 이하로 낮아져 물이 증발된다.

3. 공동현상의 주요원인

1) $NPSH_{av}$의 저하



(1) 큰 낙차수두

수조와 펌프 사이의 높이차가 클 경우에 발생

(2) 큰 마찰손실

① 흡입배관의 길이가 긴 경우

② 굴곡부나 불필요한 배관부속 등이 많은 경우

③ 흡입측 개폐밸브로 버터플라이 밸브를 설치한 경우

④ 흡입배관경이 작은 경우

(3) 큰 포화증기압 손실

① 임펠러의 회전속도가 큰 경우

② 유체의 온도가 고온인 경우

2) 큰 $NPSH_{re}$

펌프의 선정 시 NPSH의 고려가 되지 않아 $NPSH_{av}$보다 큰 $NPSH_{re}$를 가진 펌프를 설치한 경우

4. 방지 대책

1) 흡입배관 내에 물을 채워둔다.

(1) Foot valve를 설치하여 흡입배관 내의 물이 수조 내부로 역류되는 것을 방지한다.

(2) 물올림 장치를 설치하여 Foot valve의 고장 등으로 흡입배관 내에 물이 없어지는 것을 방지한다.

2) $NPSH_{av}$를 크게 한다.

(1) P_a의 증가 : 압력수조를 사용하여 대기압보다 높은 압력을 수면에 가한다.

(2) H_h의 감소

- 수직 터빈식 펌프 : 임펠러가 수중에 있어서 $H_h = 0$이 되게 한다.
- 수조를 펌프보다 높게 함 : H_h가 (-)가 됨
- 흡입배관의 낙차를 가급적 작게 배관 설계한다.

(3) H_f의 감소

- 흡입 측 배관길이를 가급적 짧게 설계한다.
- 굴곡부나 불필요한 배관부속을 설치하지 않는다.
- 흡입 측에는 버터플라이 밸브를 설치하지 않는다.
- 배관경을 크게 한다.

(4) H_v의 감소 : 임펠러의 회전속도를 줄인다.

3) $NPSH_{re}$를 작게 한다.

(1) 펌프의 선정 시 $NPSH_{re}$가 충분히 작은 모델을 선정한다.

(2) 양흡입 펌프로 설계한다(계산식의 $Q \rightarrow Q/2$가 됨).

5. 펌프 흡입 측 배관에서 공동현상 방지를 위한 화재안전기준 내용

1) 공기고임이 생기지 않는 구조

펌프 1차 측 편심레듀사 설치

2) 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우에는 각 펌프마다 흡입 측 배관을 수조로부터 별도 설치

3) 펌프의 흡입 측 배관에는 버터플라이밸브 외의 개폐표시형밸브 설치

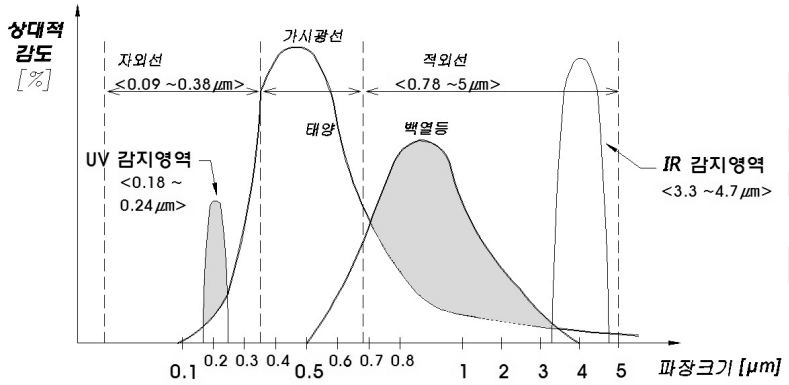
OS&Y밸브 설치

3-5. 불꽃감지기의 종류와 원리, 설치 및 유지관리 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

답) 출처 소방기술모아 530p

1. 불꽃 감지기의 개념

1) 불꽃 감지기는 화재 시 발생되는 화염 불꽃에서 발산되는 적외선(IR), 자외선(UV), 이들이 결합된 것을 감지한다.



[그림] 빛의 파장크기에 대한 불꽃감지기의 영역

2) 불꽃감지기의 분류(복사에너지 감지기; NFPA)

⑴ 복사에너지 감지기 불꽃감지기(Flame detector) : 밝은 장소

⑵ 스파크 잔화감지기(Spark-ember detector) : 어두운 장소

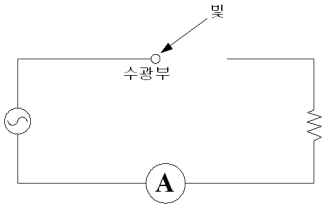
2. 불꽃 감지기의 작동 원리

1) 화염에서의 특정 파장을 전기적 에너지로 변환시켜 이를 검출하는 것으로 광전 효과를 이용한다.

2) 광전효과

⑴ 물질이 빛을 흡수하면 광전자를 방출하여 기전력이 발생되는 현상이다.

⑵ 그림과 같은 회로에 빛이 흡수되면 전류가 흐르게 되며, 이는 빛이 파동과 입자로 구성되었기 때문이다.



[그림] 광전효과

3. UV 감지기(자외선 감지기)

1) 감지방식

⑴ 광도전 효과

① 반도체에 빛이 닿으면 자유전자와 정공이 증가하고, 광량에 비례한 전류증가, 즉 반도체의 저항변화가 일어나는 현상을 이용한다.

② 검출소자로 PbS, PbSe 등이 사용된다.

③ 정공이란 절연체나 반도체의 원자 간을 결합하고 있는 전자가 밖에서 에너지를 받아 보다 높은 상태로 이동하면서 그 뒤에 남은 결합이 빠져나간 구멍을 말하며 마치 양의 전하를 가진 자유 입자와 같이 동작한다.

⑵ 광전자 방출효과

① 빛이 광전음극에 입사하면 광전음극에서는 2차 전자가 방출된다. 이 2차 전자는 다음 음극에서 증가되어 양극에 도달할 때까지 약 105배 이상까지도 증폭이 이루어진다.

② 이와 같이 빛을 받으면, 고체 내의 전자가 진공 중으로 방출되는 현상을 이용한다.

⑶ 광기전력 효과

① PN 접합 반도체에 빛이 가해지면 전극간에 기전력이 발생되는 현상을 이용한다.

② 인가전압을 필요로 하지 않아 사용법이 간단하다.

③ 검출소자로는 광 다이오드가 대표적이다.

2) UV감지기의 동작 방법

⑴ 화재 시 불꽃에서의 자외선 변화량이 일정량 이상으로 되면, 이를 검출한다.

⑵ 수광 소자로 UV Tron, 즉 외부광전효과를 이용한 방전관이 사용된다.

3) UV감지기의 장・단점

⑴ 감도가 매우 높아 조기 경보에 적합하다.

⑵ UV를 사용하므로, 감도에 대한 신뢰도가 낮다.(UV는 연기에 의한 감도 저하가 크다.)

⑶ 용접작업 등에 의해서도 감지되므로 오보가 많다.

⑷ 투과창의 검사·유지 보수를 자주 해야 한다.

4) UV감지기의 적용 장소

가연성・폭발성 물질 저장・취급 장소(주로 옥외)

4. IR감지기(적외선 감지기)

1) 감지 방식

⑴ CO_2 공명방사 방식

① 연소 시 화열에 의해 발생되는 CO_2의 파장은 대략 4.35 μm 정도의 적외선 영역에서 공명방사가 존재한다.

② 이는 물체의 연소열에 의해 열을 받은 탄산가스 특유의 분광특성인데, 이 공명선만을 검출하기 위하여 장파장 영역에도 검출감도를 가지는 세렌화납(PbSe)를 이용하고, 광학필터는 3.5~5.5μm의 적외 band pass filter가 사용된다.

⑵ 반짝임(Flicker)식 단파장역 검출 방식

① 연소하는 화염에는 산란이나 반짝임 성분이 포함되어 있다. 즉, 불꽃이 연소상태에서 주위의 산소를 흡수하여 호흡작용을 하므로, 일정 주기를 가지고 가물거리게 된다.

② 실험에 의하면, 가솔린 연소화염에는 정 방사량의 약 6.5 %의 반짝임 성분이 포함되며 그 반짝임의 주파수는 2~50 Hz 정도이다.

③ 이러한 종류의 감지기는 화염의 반짝임 성분을 검출한다.

⑶ 2파장 검출 방식

① 연소화염의 온도는 1,100~1,600 K 정도로 조명이나 태양광의 온도에 비해 낮다.

② 따라서, 화염의 스펙트럼 분포는 조명・자연채광과 다르며, 단파장 측보다 장파장측이 조명・햇빛에 비해 크다.

③ 2파장 검출형은 이러한 2개의 파장간의 에너지 비를 검출하는 것이다.

(4) 정방사 검출 방식

① 조명광의 영향을 방지하기 위해 0.72 μm 이하의 가시광선을 적외선 필터에 의해 차단한다.

② 검출소자로 실리콘 포토 다이오드나 포토 트랜지스터 등을 사용한다.

③ 검출소자의 특성상 너무 긴 파장을 차단할 수 있는 적외선 필터를 사용하기 곤란하여 밝은 장소에는 사용되지 않는다.

④ 도로터널 등과 같은 장소에 주로 이용된다.

2) IR 감지기의 장・단점

(1) 파장이 길어 UV형과 달리 감도저하가 없다.

(2) 투과창이 더러워져도 감도저하가 적다.

(3) 고가이며, 햇빛이나 반짝임에 간섭을 받는다.

3) IR감지기의 적용 장소

은폐장소나 지하금고 등 폐쇄 공간 (옥내용)

5. 기 타

1) UV/IR 적용 감지기

(1) AND 회로로 오보를 줄인 것 (2) 투과창 오손에 약함

2) IR/IR(IR2), IR3 감지기

(1) IR+IR 방식

(2) 고가여서 현재로서는 비경제적이나, Dome구장 등에 매우 효과적이다.

(3) Selen화 납의 제작이 어렵다

(4) IR3는 4.0μm, 4.35μm, 4.5μm등 다양한 파장을 상호 비교 검출하여 비화재보 방지한다.

6. 불꽃감지기의 설치 시 고려사항

1) NFSC의 설치 기준

(1) 공칭 감시거리 및 공칭 시야각은 형식승인 내용을 따를 것

(2) 감지기는 공칭 감시거리와 공칭 시야각을 기준으로 감시구역이 모두 포용될 수 있도록 설치

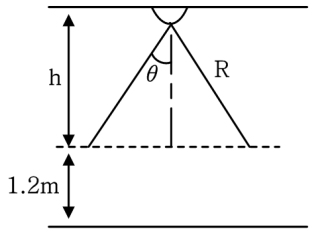
(3) 감지기는 화재 감지를 유효하게 할 수 있는 모서리 또는 벽 등에 설치할 것

(4) 감지기를 천장에 설치할 경우에는 감지기는 바닥을 향하여 설치할 것

(5) 수분이 많이 발생할 우려가 있는 장소에는 방수형을 설치할 것

(6) 그 밖의 설치기준은 형식승인 또는 제조사의 시방에 따를 것

2) 유효감시거리와 시야각에 의한 감지면적



(1) 유효감시거리 : R, 시야각 : 2θ

(2) 감지면적(S)

$h = R\cos\theta \qquad r = h\tan\theta$

$\therefore \quad S = \pi r^2 = \pi(h\tan\theta)^2 = \pi(R\cos\cdot \ \tan\theta)^2$

$\therefore \quad S = \pi R \cos^2\theta \cdot \tan^2\theta$

$\sin\theta = \dfrac{r}{R} \rightarrow \quad r = R\sin\theta$

$\therefore \quad S = \pi r^2 = \pi R^2 \sin^2\theta$

3) NFPA 기준에 의한 불꽃감지기의 위치와 간격 결정시 고려사항

(1) 감지되는 화재의 크기
(2) 포함된 연료의 종류
(3) 감지기의 감도
(4) 감지기의 공칭시야각
(5) 감지기의 공칭감시거리
(6) 복사에너지의 대기투과율
(7) 외부 복사방충원의 존재 여부
(8) 감지설비의 설치 목적
(9) 요구 응답 시간

7. 불꽃감지기의 유지관리 시 고려사항

1) 자외선방식(UV)의 경우 투과창을 주기적으로 청소해야한다.

2) 실의 용도 및 구획의 변경 시 불꽃감지기를 추가 설치하거나 다른 감지원리 방식의 감지기를 설치하여야 한다.

3) 성능시험을 주기적으로 실시한다.

모아소방전기학원

3-6. 방염에 대한 다음 사항을 설명하시오.

1) 방염 의무 대상 장소

2) 방염 대상 실내장식물과 물품

3) 방염성능기준

답) 출처 소방기술모아 2권 P350

1. 방염의 정의

1) 방염(Flame retardant; 防焰, 防炎)이란? 불에 타지 않게 막는 것을 의미한다.

2) 대상물질에 화학처리 등을 하여 불꽃발생을 지연시키거나, 화염전파속도를 감소시키기 위해 적용하는 것을 방염물품이라고 한다.

3) 방염기준

⑴ 특정소방대상물에 사용 실내장식물과 방염대상물품은 방염성능기준 이상의 것으로 설치

⑵ 소방서장은 방염대상물품이 성능미달 또는 미(未)성능검사 시 제거·성능검사 등 명령가능

⑶ 방염성능기준은 대통령령으로 정한다.

※ 방염제(Flame retardant)
1) 가연물을 화학 처리하여 불에 잘 타지 않게 하는 것
2) 가연물질에 사용 시 가연성입자의 생성을 억제하는 성질을 가진
3) 방염물품이란? 화재 발생의 초기 후에 화염의 전파를 방지한다.

※ 난연제(Fire retardant)
1) 가연물의 연소율을 감소시키거나, 착화를 지연시키기 위한 부가하는 물질
2) 난연물질이란? 제조 시에 원래 잘 타지 않도록 한 물질, 화염의 초기에 착화를 방지한다.

2. 방염 의무 대상 장소

1) 근린생활시설 중 의원, 체력단련장, 공연장 및 종교집회장

2) 건축물의 옥내에 있는 시설로서 다음 각 목의 시설

⑴ 문화 및 집회시설

⑵ 종교시설

⑶ 운동시설(수영장은 제외한다)

3) 의료시설

4) 교육연구시설 중 합숙소

5) 노유자시설

6) 숙박이 가능한 수련시설

7) 숙박시설

8) 방송통신시설 중 방송국 및 촬영소

9) 다중이용업소

10) 제1호부터 제9호까지의 시설에 해당하지 않는 것으로서 층수가 11층 이상인 것(아파트는 제외한다)

3. 방염 실내장식물 및 물품

1. 방염 실내장식물

건축물 내부의 천장이나 벽에 부착하거나 설치하는 것. 다만, 가구류(옷장, 찬장, 식탁, 식탁용 의자, 사무용 책상, 사무용 의자, 계산대 및 그 밖에 이와 비슷한 것을 말한다. 이하 이 조에서 같다)와 너비 10센티미터 이하인 반자돌림대 등과 「건축법」 제52조에 따른 내부마감재료는 제외한다.

⑴ 다중이용업소에 설치하거나 교체하는 실내장식물(반자돌림대 너비 10 cm이하 제외)은 불연재료 또는 준불연재료로 설치하여야 한다.

⑵ 합판 또는 목재로 실내장식물을 설치하는 경우로서 그 면적이 영업장 천장과 벽을 합한 면적의 10분의 3(S/P, 간이S/P가 설치된 경우에는 10분의 5) 이하인 부분은 방염성능기준 이상의 것으로 설치할 수 있다.

⑶ 소방서장은 다중이용업소의 실내장식물이 기준에 틀릴 경우 필요한 조치를 하도록 명할 수 있다.

⑷ 실내장식물

건축물 내부의 천장이나 벽에 붙이는 것으로서 다음 중 하나에 해당하는 것을 말한다.

다만, 가구류(옷장, 찬장, 식탁등)와 너비 10 cm 이하인 반자돌림대와 내부마감재료는 제외한다.

① 종이류(두께 2 mm 이상인 것)·합성수지류 또는 섬유류를 주원료로 한 물품

② 합판이나 목재

③ 실 또는 공간을 구획하기 위하여 설치하는 칸막이 또는 간이 칸막이(접이식 등 이동 가능한 벽체나 천장 또는 반자가 실내에 접하는 부분까지 구획하지 아니하는 벽체를 말한다)

④ 흡음이나 방음을 위하여 설치하는 흡음재 또는 방음재(커튼 포함)흡음재(방음용 커튼을 포함한다)

2. 실내장식물

제조 또는 가공 공정에서 방염처리를 한 물품(합판·목재류의 경우에는 설치 현장에서 방염처리를 한 것을 포함한다)

⑴ 창문에 설치하는 커튼류(블라인드를 포함한다)

⑵ 카펫, 두께가 2밀리미터 미만인 벽지류(종이벽지는 제외한다)

⑶ 전시용 합판 또는 섬유판, 무대용 합판 또는 섬유판

⑷ 암막·무대막(「영화 및 비디오물의 진흥에 관한 법률」 제2조제10호에 따른 영화상영관에 설치하는 스크린과 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」 제2조제7호의4에 따른 가상체험 체육시설업에 설치하는 스크린을 포함한다)

⑸ 섬유류 또는 합성수지류 등을 원료로 하여 제작된 소파·의자(「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」 제2조제1호나목 및 같은 조 제6호에 따른 단란주점영업, 유흥주점영업 및 노래연습장업의 영업장에 설치하는 것만 해당한다)

모아소방전기학원

⑹ 소방서장이 방염 필요시 위의 물품이외 권장할 수 있는 방염처리된 물품

① 다중이용업소, 의료시설, 노유자시설, 숙박시설 또는 장례식장에서 사용하는 침구류·소파 및 의자

② 건축물 내부의 천장 또는 벽에 부착하거나 설치하는 가구류

4. 방염성능기준

1) 방염성능기준은 다음 기준에 따름. 물품종류에 구체적 방염성능기준은 소방방재청장 고시에 따름

구 분	성 능 기 준
잔염시간	버너 불꽃 제거 후 불꽃 올리며 연소상태 정지 때까지의 시간 20초 이내
잔신시간	버너 불꽃 제거 후 불꽃 올리지 않고 연소상태 정지 때까지의 시간 30초 이내
탄화면적	탄화 면적 50 cm^2 이내, 탄화길이 20 cm 이내
접염회수	불꽃에 완전히 녹을 때 까지 접촉 횟수는 3회 이상
발연량	발연량 측정하는 경우 최대연기밀도는 400 이하

2) 물품별 방연성능 기준(방염성능기준 [2013. 7. 10.])

물 품	잔염시간 (초 이내)	잔신시간 (초 이내)	탄화면적 (cm^2 이내)	탄화길이 (cm 이내)	접엽회수 (회 이상)	최 대 연기밀도
카 페 트	20	-	-	10	-	400 이하
얇 은 포	3	5	30	20	3	200 이하
두꺼운 포	5	20	40	20	3	200 이하
합성수지판	5	20	40	20	-	400 이하
합 판 등	10	30	50	20	-	400 이하
쇼파, 의자	120	120	-	최대 : 7 평균 : 5	-	400 이하

5. 방염이론

1) 피복이론 : 불꽃에 쉽게 연소하는 무기염류가 물질표면을 피복하여 산소공급을 차단한다.

2) 가스이론 : 열분해에 의해 발생한 불연성가스로 열분해 생성물을 희석한다.

3) 열역학적 이론 : 방염제의 상변화에 의한 흡열반응으로 열분해 억제한다.

4) 화학적 이론 : 발화점보다 낮은 온도에서 분해하여 가연성가스를 방출하고 탄화 후 잔사를 남긴다.

6. 방염 처리 방법

1) 섬유류 : 제품 제조 시 첨가 또는 방염제에 담그거나 바른다.

2) 목재, 합판류

⑴ 분무 또는 솔로 바름

⑵ 부착시키는 라이닝

⑶ 내부로 침투시키는 합침법

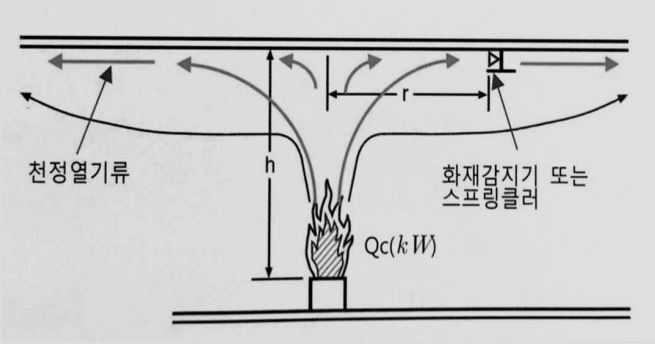
제 4교시 문제풀이

4-1. 그림은 천정열기류(Ceiling Jet)에 관한 계산 모델이다. 다음 물음에 답하시오.

1) 천정열기류(Ceiling Jet)의 정의

2) 화재플럼 중심축으로부터 거리 r 만큼 떨어진 위치에서의 기류 온도와 속도

3) 화재플럼 중심축에서 2.5m 떨어진 위치에 72℃ 스프링클러 헤드가 설치되어 있다고 가정할 때 감열여부 판단 (화재크기 1000kW, 층고 4.0m, 실내온도 20℃)



답) 출처 모아소방기술사 2 P572

1. 천정열기류(Ceiling Jet)의 정의

1) 수직범위의 화재플럼이 천장에 의해 제한을 받게 되면, 더운 가스들이 수평의 천장면을 따라 굴절되어 수평으로 흐르게 된다.

2) 이러한 흐름을 Ceiling Jet Flow라 하며, 이는 고온의 연소생성물들이 부력에 의해 천장면 아래에 얕은 층을 형성하는 비교적 빠른 속도의 가스 흐름이다.

3) Ceiling Jet Flow의 두께는 실 높이(H)의 5~12% 정도이며, 최고온도와 속도는 H의 1% 이내 범위에서 발생된다.

4) 화재안전기준의 스프링클러 헤드의 설치를 천장면에서 30 cm 이내로 정하는 이유는 보통 실의 높이를 3 m로 보아 Ceiling Jet Flow의 범위 내에 헤드를 위치시키기 위함이라 할 수 있다.

5) 천장과 벽 부분 사이에서는 Dead Air Space가 발생되므로, 벽에서 헤드를 10 cm 이상 이격시키도록 한다. (열 : 100 mm, 연기 : 600 mm)

2. 기류 온도와 속도

1) 기류 온도

1) $\frac{r}{H} > 0.18$ $\quad T_g - T_a = \frac{5.38\,(Q/r)^{2/3}}{H}$

2) $\frac{r}{H} \le 0.18$ $\quad T_g - T_a = \frac{16.9\,(Q)^{2/3}}{H^{5/3}}$

2) 기류 속도

1) $\frac{r}{H} > 0.15$ $\quad v = \frac{0.2\,Q^{1/3} \cdot H^{1/2}}{r^{5/6}}$

2) $\frac{r}{H} \le 0.15$ $\quad v = 0.95\left(\frac{Q}{H}\right)^{1/3}$

3. 감열여부 판단

1) $\frac{r}{H} > 0.18$일 때 , $\quad T - T_\infty = 5.38\frac{Q^{\frac{2}{3}}/H^{\frac{5}{3}}}{\left(\frac{r}{H}\right)^{\frac{2}{3}}}$

2) $\frac{2.5}{4} = 0.625$, $\quad T - 20 = 5.38\frac{1000^{\frac{2}{3}}/4^{\frac{5}{3}}}{\left(\frac{2.5}{4}\right)^{\frac{2}{3}}}$ $\quad \therefore\ T = 93.02℃$

3) 2.5m 떨어진 헤드 위치의 온도는 약 93℃로서, 72℃ 헤드는 감열된다.

모아소방전기학원

4-2. 소방공사감리 업무수행 내용에 대하여 다음을 설명하시오.

1) 감리 업무수행 내용

2) 시방서와 설계도서가 상이할 경우 적용 우선순위

3) 상주공사 책임감리원이 1일 이상 현장을 이탈하는 경우의 업무대행자 자격

답) 출처 모아소방기술사 2 P331, 523

1. 감리 업무수행 내용

1) 소방시설등의 설치계획표의 적법성 검토

2) 소방시설등 설계도서의 적합성(적법성과 기술상의 합리성을 말한다. 이하 같다) 검토

3) 소방시설등 설계 변경 사항의 적합성 검토

4) 소방용 기계・기구 등의 위치·규격 및 사용 자재의 적합성 검토

5) 공사업자가 한 소방시설등의 시공이 설계도서와 화재안전기준에 맞는지에 대한 지도・감독

6) 완공된 소방시설등의 성능시험

7) 공사업자가 작성한 시공 상세 도면의 적합성 검토

8) 피난시설 및 방화시설의 적법성 검토

9) 실내장식물의 불연화와 방염 물품의 적법성 검토

2. 시방서와 설계도서가 상이할 경우 적용 우선순위(설계도서 해석의 우선순위)

건축물의 설계도서 작성기준 [국토교통부고시 제2016-1025호 시행 2016. 12. 30]

설계도서・법령해석・감리자의 지시 등이 서로 일치하지 아니하는 경우에 있어 계약으로 그 적용의 우선순위를 정하지 아니한 때에는 다음의 순서를 원칙으로 한다.

1) 공사시방서

2) 설계도면

3) 전문시방서

4) 표준시방서

5) 산출내역서

6) 승인된 상세시공도면

7) 관계법령의 유권해석

8) 감리자의 지시사항

모아소방전기학원

3. 상주공사 책임감리원이 1일 이상 현장을 이탈하는 경우의 업무대행자 자격

1) 소수감리원을 보유하고 있는 소방감리업자가 상주공사감리현장에 감리원이 휴가 등으로 1일 이상 현장을 이탈할 경우에 소속 감리원 중 동급이상 자격자로 배치하도록 되어 있어 실제 휴가 등을 활용할 수 없고, 재검토기한을 존속기한으로 변경하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선・보완하려는 것임

2) 책임감리원이 1일 이상 현장을 이탈할 경우 업무대행자를 책임감리원과 동급 이상 또는 동일현장의 차상위 등급 자격자로 배치할 수 있도록 하여 소방감리원 근무방법을 개선함

예방소방업무처리규정

[시행 2020. 4. 1.] [소방청훈령 제128호]

제14조의2(상주공사감리 지정 등)

① 「소방시설공사업법 시행령」 제9조 관련 [별표3] 대상 중 나 항의 "지하층을 포함한 층수가 16층 이상으로서 500세대 이상인 아파트"란 하나의 관리주체가 관리하는 아파트를 말한다.

② 책임감리원이 부득이한 사유로 1일 이상 현장을 이탈하는 경우의 업무대행자는 책임감리원과 동급 이상의 자격자 또는 동일현장의 보조감리원(보조감리원이 2인 이상일 경우 최상위 등급자를 말한다)으로 감리현장에 배치하여야 한다. 다만, 소방기술사는 특급 또는 고급 자격의 업무대행자를 감리현장에 배치할 수 있다.

모아소방전기학원

4-3. 연기의 시각적 특성 및 감지기와 관련하여 다음에 대하여 설명하시오.

1) 감광율, 투과율, 감광계수 정의

2) '자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)'에서 부착높이 20m 이상에 설치되는 광전식 중 아나로그방식의 감지기에 대해 공칭감지농도 하한값이 5%/m 미만인 것으로 규정하고 있는데, 그 의미에 대하여 설명하시오.

답) 출처 모아소방기술사 2 P70

1. 감광율, 투과율, 감광계수 정의

1) 투과(분)율

(1) 가시도의 동일개념이고, 감광율의 반대개념으로 연기를 투과한 빛의 정도를 의미한다.

(2) 투과율은 피난유도등 및 피난유도선 등에서 피난자에게 EXIT로 유도하는 중요한 지광효과를 나타낸다.

$$\text{투과분율} = \frac{I}{I_0} = e^{-K \cdot L}$$

I_0 : 초기 빛의 강도
I : 연기가 존재할 때의 빛의 강도
L : 빛의 이동 거리
K : 감광계수

2) 감광율(I/I_0)

(1) 투과율과 대비되는 개념으로 감광율이 증가할수록 투과율은 감소한다.

(2) 투과된 빛이 연기에 의해서 감소 정도로서, 감광계수법의 기초이론이 된다.

감광률 (%)	단위길이당 감광률 (%/m)
$\left(1-\frac{I}{I_0}\right)\times 100$	$\left(1-(\frac{I}{I_0})^{\frac{1}{L}}\right)\times 100$

3) 감광계수

(1) 연기농도가 높을수록 가시거리가 짧아지는 관계를 감광계수로 표시한다.

(2) 연기속을 투과한 빛의 양으로 구하는 광학적 농도표시

(3) Lambert-Beer 법칙은 흡광도가 흡수층 두께에 비례하고, 흡광도가 흡수하는 물질의 농도에 비례한다.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-K \cdot L}$$

$$-K \cdot L = \ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$K = \frac{1}{L}\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$$

2. 공칭감지농도 하한값이 5%/m 미만 규정의 의미

1) 연기농도 계산 기본식

(1) 광학밀도$(D) = \frac{1}{L} log\ (\frac{I_0}{I})$

(2) 감광률$(O) = 100[1 - (\frac{I}{I_0})]$

(3) 단위길이당 감광률$(O_u) = 100[1 - (\frac{I}{I_0})^{\frac{1}{L}}]$

2) 광학밀도

$$O_u = 100[1 - (\frac{I}{I_0})^{\frac{1}{L}}]$$

$$(\frac{I}{I_0})^{\frac{1}{L}} = 1 - \frac{O_u}{100}$$

$$\frac{1}{L} log\ (\frac{I}{I_0}) = \log(\frac{100 - O_u}{100})$$

$$\frac{1}{L} log\,(\frac{I}{I_0})^{-1} = \log\,(\frac{100 - O_u}{100})^{-1}$$

$$\frac{1}{L} log\ (\frac{I_0}{I}) = \log\,(\frac{100}{100 - O_u})$$

$$D = \log\ (\frac{100}{100 - O_u}) = \log\,(\frac{100}{100 - 5}) = 0.0222$$

3) 감광계수

(1) 감광계수 k = 2.3×0.0222 = 0.051

(2) 공칭감지농도 하한값의 5%/m 미만 규정의 의미는 감광계수 0.05 미만의 의미이다.

모아소방전기학원

4-4. R형 수신기와 관련하여 다음에 대하여 설명하시오.

1) 다중전송방식

2) 차폐선 시공 방법

답) 출처 모아소방기술사 1 P477

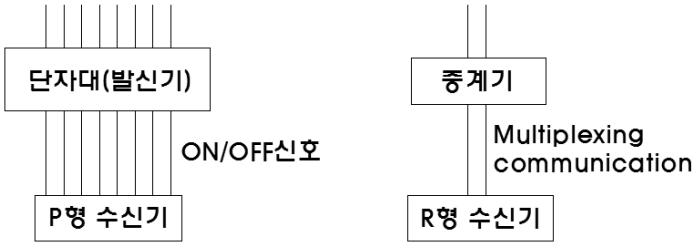
1. 다중전송방식(Multiplexing)

1) 다중전송방식의 개념

1) 수많은 입출력 신호를 고유신호로 변환하여 2가닥의 신호선으로 전송하는 방식이다.

2) P형 수신기의 단순신호를 중계기를 이용하여 디지털신호로 변경하여 전송하는 방법이다.

3) 특히, 간선수를 절약할 수 있다. 양방향 통신으로 많은 데이터를 고유신호로 변환하여 수신기로 통보와 송출을 하여 경보를 한다.



2) 변조방식

(1) 변조란? 정보를 저장 및 전송하기 위해 전기적 신호로 변환하는 것을 의미한다.

(2) 시스템에 신호는 저주파수 또는 작은 신호로서 전송이 어렵기 때문에 변조를 하여 전송을 한다.

(3) 변조 신호는 크게 아날로그 신호와 디지털 신호로 구분된다.

(4) 변조방식으로는 PAM, PCM이 있다

(5) 전송방식으로는 FDM, TDM, CDM이 있다.

2. 차폐선 시공 방법

1) 차폐선(shield cable)

(1) R형 자탐설비의 중계기, 아날로그 감지기 등에 주로 사용한다.

(2) 전선의 내부에 차폐선이 있어 유도성 Noise에 대한 차폐성능이 있다.

(3) 노이즈에 의한 설비의 오동작 및 부동작을 방지한다.

(4) STP, TPS(twist pair shield cable), R형에 사용하는 차폐선 H-CVV-SB와 FR-CVV-SB의 2종류가 있다.

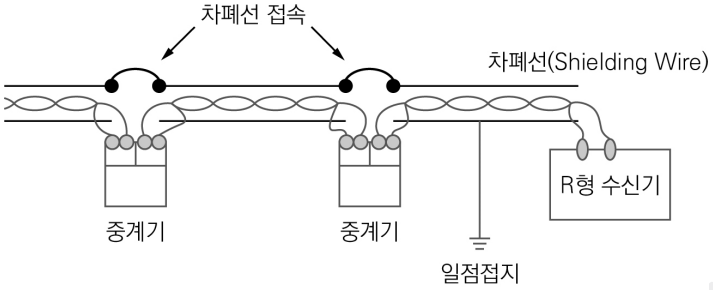
2) 차폐선 시공 방법

(1) 차폐선 연결 시 차폐 부분이 연접되도록 주의하여 시공한다.

(2) 접지부분은 일점접지로 한 부분만 충분히 접지한다.

(3) 전력선과는 충분히 이격 설치하여 전자유도 현상이 없도록 한다.

(4) 기타 내용은 소방용 통신배선을 방법으로 시공하며, 기타사항은 전기통신설비의 약전설비 배선기준을 참조한다.



모아소방전기학원

4-5. 건축물 내화설계에 있어서 시방위주 내화설계에 대한 문제점과 성능위주 내화설계 절차에 대하여 설명하시오.

답) 출처 모아소방기술사 2 P134

1. 시방위주 내화설계 문제점

1) 시방위주 내화설계

⑴ 건축법규에 의해 규정된 건축물의 용도, 높이 등의 기준에 따른 요구 내화시간을 산정한다.

⑵ ISO의 표준화재에 의한 표준온도-시간곡선에 의해 해당 구조부재의 내화성능을 산정한다.

① 구조부재에 대하여 가열시험을 실시한다.

② 이에 따라 작성되는 시간에 따른 온도변화곡선을 그려서 표준온도-시간곡선과 비교하여 내화성능의 인정범위를 결정한다.

⑶ 이에 따라 요구내화시간 이상의 내화성능을 가지는 구조부재를 사용하도록 한다.

⑷ 현행 건축법에서는 건축법에 명시된 일부 구조들은 요구내화시간에 관계없이 내화구조에 모두 적용할 수 있다.

2) 시방위주 내화설계 문제점

⑴ 실제 건물의 화재가혹도(연료하중, 환기의 정도 등)가 고려되지 않으므로, 요구되는 내화시간보다 빨리 건물이 손상될 수 있다.

⑵ 또는 너무 높은 여유율로 인하여 과대하게 설계되어 비경제적일 수도 있다.

2. 성능위주 내화설계 절차

1) 개 념

⑴ 건축물에서 화재가 발생된 경우에 그 최고온도에 영향을 주는 인자는 아래와 같이 매우 다양하다.

① 실내의 가연물 : 실내 가연물의 종류, 양, 형상, 상태, 분포 등

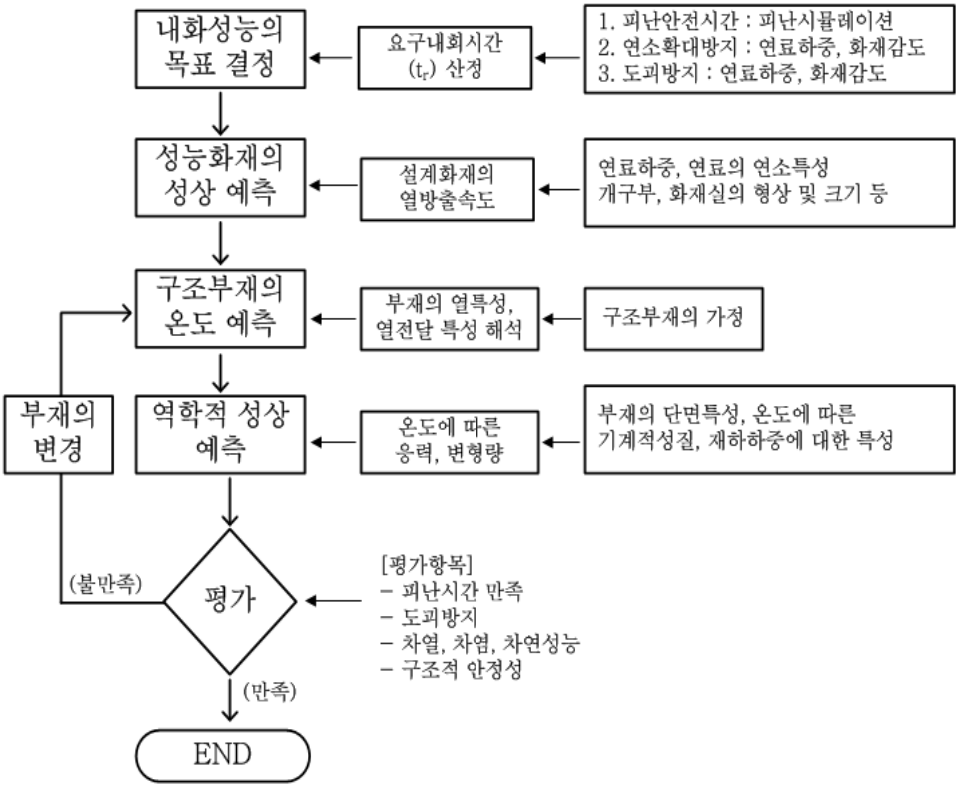
② 화재실 : 화재실의 규모·형태 및 구조부재의 열적 특성, 개구부의 크기 및 형상

③ 따라서, 건축물에 따라 화재시의 화재특성이 크게 달라진다.

⑵ 성능기준의 내화 설계는 각기 다른 건축물에서의 고유한 화재특성을 반영하여 요구되는 내화성능을 산출하며, 실제 화재의 화재성상에 따른 시간-온도 곡선을 이용하여 부재의 내화 성능을 계산하는 설계법이다.

⑶ 법규・표준 화재에 의한 설계와는 달리, 건축법규 표준 내화시험을 이용하지 않는다.

2) 내화 설계절차



모아소방

4-6. 피난용 승강기와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
1) 피난용 승강기의 필요성 및 설치 대상
2) 피난용 승강기의 설치 기준 · 구조 · 설비

답) 출처' 모아소방기술사 2 P310

1. 피난용 승강기 필요성 및 설치 대상

1) 피난용 승강기 필요성

⑴ 초고층건물의 계단을 이용한 피난 시 문제점

① 장시간동안 매우 긴 피난 경로를 이동해야 함(체력적 + 심리적 부담 가중)

② 각 층에서의 피난 인원의 추가 유입으로 혼란이 발생될 우려

③ 재해약자(노약자 · 장애인 등)의 피난상 문제

⑵ 지하 공간 문제점

① 지상층과 달리 계단을 올라가야 피난이 가능하다.(체력 + 시간 문제)

② 지하 4층 이상의 지하층의 심층화 개발이 증가하는 추세이다.

③ 연기 이동 방향과 피난 방향이 같다.

⑶ 재해약자의 피난 대책

① 고령 노인 · 영아 · 어린이, 환자, 중증 장애인의 피난대책 필요

② 미국 Life Safety Code : 4층 이상에는 1개 이상의 장애자 피난용 엘리베이터 설치를 의무화

2) 설치대상 건축법[2021.12.23.] 제64조(승강기)

① 건축주는 6층 이상으로서 연면적이 2,000m^2 이상인 건축물(대통령령으로 정하는 건축물은 제외한다)을 건축하려면 승강기를 설치하여야 한다.

② 높이 31m를 초과하는 건축물에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제1항에 따른 승강기뿐만 아니라 비상용승강기를 추가로 설치하여야 한다.

③ 고층건축물에는 제1항에 따라 건축물에 설치하는 승용승강기 중 1대 이상을 대통령령으로 정하는 바에 따라 피난용승강기로 설치하여야 한다.

2. 피난용 승강기의 설치 기준 · 구조 · 설비

건축물의 피난 · 방화구조 등의 기준에 관한 규칙[2022.1.31] 제30조(피난용승강기의 설치기준)

1) 피난용승강기 승강장의 구조

가. 승강장의 출입구를 제외한 부분은 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것

나. 승강장은 각 층의 내부와 연결될 수 있도록 하되, 그 출입구에는 60+방화문 또는 60분방화문을 설치할 것. 이 경우 방화문은 언제나 닫힌 상태를 유지할 수 있는 구조이어야 한다.

다. 실내에 접하는 부분의 마감(마감을 위한 바탕 포함)은 불연재료로 할 것

아. 배연설비를 설치할 것. 다만, 제연설비 설치한 경우 배연설비 제외

2) 피난용승강기 승강로의 구조

가. 승강로는 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획할 것

다. 승강로 상부에 배연설비를 설치할 것

3) 피난용승강기 기계실의 구조

가. 출입구를 제외한 부분은 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것

나. 출입구에는 60+방화문 또는 60분방화문을 설치할 것

4) 피난용승강기 전용 예비전원

가. 정전 시 피난용승강기, 기계실, 승강장 및 폐쇄회로 텔레비전 등의 설비를 작동할 수 있는 별도의 예비전원 설비를 설치할 것

나. 가목에 따른 예비전원은 초고층 건축물의 경우에는 2시간 이상, 준초고층 건축물의 경우에는 1시간 이상 작동이 가능한 용량일 것

다. 상용전원과 예비전원의 공급을 자동 또는 수동으로 전환이 가능한 설비를 갖출 것

라. 전선관 및 배선은 고온에 견딜 수 있는 내열성 자재를 사용하고, 방수조치를 할 것

모아소방전기학원