

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 129회 소방기술사 문제풀이

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

모아소방전기학원 2012~2022년

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

“합격을 대한민국 1위”

“실제 수강생 합격을 대한민국 1위”

“강의만족도 99% 대한민국 1위”

“평균 강의 재수강률 80%”

“8년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼”

소방기술사 합격자 명단

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

2023년 소방기술사 개강 일정

반	강의명	교수	일정(13주)	강의수	교재
바탕반	모아 기본반(오전반)	백준우 기술사	2023년 03월 18일 ~ 06월 17일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	모아기술사 1권
	모아 기본반(오후반)	곽영남 기술사	2023년 03월 18일 ~ 06월 17일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권
	금화 기본.심화반(오전반)	전병호 기술사	2023년 03월 18일 ~ 06월 17일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	금화도감 2권
	합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	2023년 03월 18일 ~ 06월 17일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	소방기술사 “요해”1권 “저자직강”
	금화도감 심화반(오후반)	유쾌한 기술사	2023년 03월 25일 ~ 06월 24일 오후 3시 ~ 오후9시 10분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권 “저자직강”
	SBR 연구반(오전반)	유쾌한 기술사	2023년 03월 25일 ~ 06월 24일 오전 8시 40분 ~ 오후 2시 50분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 1,2권,기술문제집 “저자직강”
엔터반	강의명	교수	일정(13주)	강의수	교재
	모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	2023년 03월 19일 ~ 06월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간10분)	13강(80H)	모아기술사 2권 “저자직강”
	모아 기본반(오후반)	윤현주 기술사	2023년 03월 19일 ~ 06월 11일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권
모아 심화반(오전반)	남유현 기술사	2023년 03월 19일 ~ 06월 11일 오전8시 50분 ~ 오후3시(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권	
핀업반	강의명	교수	일정(13주)	강의수	교재
금화 기본.심화반(수 반)	전병호 기술사	2023년 05월 03 일 ~ 07월 26일 오전 10시 ~ 오후5시(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 1권	

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

* 2023년 검정시험 일정과 학원 사정에 의해 강의 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 총 6~7시간 수업 중 (深到있는 강의 진행)

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

토요일: 기본반(2개)

토요일: 기본.심화반(1개)

일요일: 기본반(2개)

평 일: 기본.심화반(1개)



토요일: 심화반(2개)

일요일: 심화반(1개)

평 일: 기본.심화반(1개)



SBR 연구반(1개)



'말해바'면접반

총 12개 Class 개강 중! 원하는 수업으로 골라 듣기!

네 번째 : **교재 무료제공** + 복습용 인강 할인제공!

수강료 (내일배움카드 사용 가능)	방문접수/전화접수 (내일배움카드, 신분증 지참 必)
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기본반,금화 기본.심화반 ▶ 금화도감 심화반 ▶ 모아소방기술사 심화반 ▶ 요해 심화반 ▶ SBR연구반 	<p>80H 내일배움카드 자비부담금 367,760원 일반 701,080원</p>

대한민국 소방기술사 **Legend of Moa**

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

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

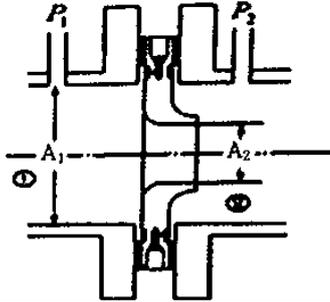
동영상 전문 모아바
상 담:02-2068-2852 www.moa-ba.com

제129회 소방기술사 필기문제 (2023년 2월 4일)

[제 1 교 시]

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 옥내소화전설비 노즐 선단에서 피토키이지(Pitot Gauge)를 이용하여 측정된 압력을 p 라 할 때, 유량 계산식($Q = 0.653 \times d^2 \times \sqrt{10p}$ [L/min])을 유도하시오.
2. 화재성장속도에서 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 1972년 Heskestad가 제안한 열발생률(Heat Release Rate, HRR)식
 - 2) 화재성장속도별 4단계 구분과 대표적인 품목
3. 화재하중(Fire Load), 화재가혹도(Fire Severity)의 정의와 차이점에 대하여 설명하시오.
4. 국가화재안전기준이 「화재안전기술기준」과 「화재안전성능기준」으로 이원화되었다. 그 취지에 대하여 설명하시오.
5. 기계식 주차타워의 화재안전성 강화를 위한 소방시설 등에 대하여 설명하시오.
6. 공기의 체적유량을 측정하기 위한 노즐이다. 공기의 체적유량을 구하는 공식을 유도하고 아래의 조건에 따른 체적유량을 구하시오.

	<p>[조건]</p> <p>$P_1 - P_2 = 10 \text{ Pa}$</p> <p>$A_1 = 0.08 \text{ m}^2, A_2 = 0.02 \text{ m}^2,$</p> <p>공기밀도 = $1.2 \text{ kg/m}^3, C_v = 1$</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7. 유류 저유소에 화재가 발생하였다. 다음 조건에 따른 액면강하속도 및 연소지속시간을 구하시오.

[조건]

저장유류 : 등유, 등유의 단위면적당 질량감소속도 : $0.039 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2,$

등유 밀도 : $820 \text{ kg/m}^3,$ 저장량 : $15 \text{ m}^3,$ 풀(pool)직경 : 5.5 m

8. 다음 조건에 따른 스프링클러 헤드의 RTI 값을 구하고, 해당 헤드가 공동주택의 거실에 설치 가능 여부를 판단하시오.

[조건]

평균 작동온도 72℃, 주위온도 20℃, 열기류온도 141℃
열기류 속도 1.85m/s, 헤드 작동시간 40초

9. 소방용품의 형식승인과 성능인증의 개념과 형식승인 절차에 대하여 설명하시오.

10. 「배연설비의 검사표준(KS F 2815)」에서 요구하는 방화댐퍼의 기준과 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에서 요구하는 방화댐퍼의 기준에 대하여 각각 설명하시오.

11. 요양병원에 적응성을 갖는 층별 피난기구의 종류를 쓰고 구조대를 선정할 경우 주의사항을 설명하시오.

12. 랭킨-휴고니어(Rankine-Hugoniot) 곡선에 대하여 설명하시오.

13. 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 소방관진입장에 설치되는 유리의 종류
- 2) 아파트 구조변경시 설치되는 방화유리창의 구조

[제 2 교 시]**※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)**

1. 구획화재의 화재성상 중 최성기 화재(Fully-Developed Fire)에서 나타나는 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 연소속도, 화재온도, 화재계속시간
 - 2) 개구부의 화염분출 형상, 상층부 연소확대 방지대책

2. 승강식피난기의 특징, 설치기준과 [승강식피난기의 성능인증 및 제품검사의 기술기준]에서 정하는 승.하강 속도시험기준을 설명하시오.

3. 일반건축물 화재 시 발생하는 Roll Over현상과 LNG 저장탱크에서 발생하는 Roll Over현상에 대하여 각각 설명하시오.

4. 공사현장에서의 용접.용단 작업 시 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 비산불티의 특성 및 비산거리 영향요소
 - 2) 용접.용단 작업 시 화재 및 폭발의 주요발생원인과 대책

5. 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)를 의무적으로 설치해야하는 대상, ESS 설비의 구성, [전기저장시설의 화재안전성능기준]에서 규정하고 있는 배터리용 소화장치에 대하여 설명하시오.

6. 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 푸리에(Fourier)의 열전도법칙, 뉴턴(Newton)의 냉각법칙
 - 2) 기체분자운동론의 가정 5가지, 그레이엄(Graham)의 확산법칙

[제 3 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 도로터널에 관한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 방재등급별 기준 및 방재시설의 종류
 - 2) 터널화재에서의 백레이어링(Back Layering) 현상과 예방대책

2. 원형관에서 유체의 유동으로 발생하는 손실(loss in pipe flow)에 관한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 달시-바이스바하(Darcy-Weisbach)
 - 2) 하젠-윌리엄스(Hazen-Williams) 실험식
 - 3) 돌연 확대·축소관에서의 손실수두식

3. 「위험물안전관리법」에서 규정하는 인화성액체에 관한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 인화점 시험방법 및 인화점 측정시험 방법 3가지
 - 2) 제4류 위험물의 위험등급 분류 및 다른 유별 위험물과의 혼재가능 여부

4. 층고가 낮은 지하주차장에서 장방형 금속제 제연덕트를 설치할 경우 단면형상과 시공방법에 대하여 설명하시오.

5. 초고층건축물에서 고가수조방식의 가압송수장치를 적용할 경우 저층부의 과압발생문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하시오.

6. 스프링클러설비의 화재안전성능기준에서 공동주택의 스프링클러헤드 수평거리 3.2m 이하를 「스프링클러헤드의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」의 유효반경으로 적용하도록 규정하고 있다. 수평거리 3.2m를 적용한 경우와 2.6m를 적용한 경우의 살수 밀도를 계산하고, NFPA에서 규정하는 등급을 고려하여 여부를 설명하시오.

[제 4 교 시]

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 전기자동차 화재와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 리튬이온 배터리의 열폭주 현상 및 발생요인
 - 2) 지하 주차구역(충전장소)의 화재대응대책

2. 주거용 주방자동소화장치에 대한 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 주거용 주방자동소화장치의 종류, 주요구성요소, 작동메커니즘
 - 2) “주거용자동소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준”에서 규정하는 소화성능 시험기준

3. 건축관련법에서 규정하는 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 건축물의 경사지붕 아래에 설치하는 ‘대피공간’의 설치대상 및 설치기준
 - 2) 공동주택 중 아파트 ‘대피공간’의 설치대상, 설치기준 및 면제기준

4. 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우 펌프 흡입측 배관의 구성 및 설치 시 유의사항에 대하여 설명하시오.

5. NFPA11(포소화설비)에서 포소화설비가 적절하게 설치되었는가를 판단하기 위해 필요한 인수시험(세정 포함), 압력시험, 작동시험, 방출시험 절차에 대하여 각각 설명하시오.

6. 소방시설 비상전원에 대하여 다음 사항을 설명하시오.
 - 1) 비상전원의 정의
 - 2) 비상전원설비가 갖추어야 할 기준
 - 3) 다음 소방시설에 관한 사항
 - 가. 옥내소화전설비의 비상전원 설치대상 및 종류
 - 나. 유도등, 제연설비 및 고층건축물 스프링크러설비의 비상전원 종류 및 용량

제 1 교 시 문 제 풀 이

1-1. 옥내소화전설비 노즐 선단에서 피토게이지(Pitot Gauge)를 이용하여 측정한 압력을 p 라 할 때, 유량 계산식($Q = 0.653 \times d^2 \times \sqrt{10p}$ [L/min])을 유도하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.874, 뇌풀림 수리계산 핸드북 p.125

1. 적용 공식

1) 연속방정식

$$Q = Av = \frac{\pi D^2}{4} v$$

Q : 유량[m³/s]
 A : 배관의 단면적[m²]

D : 배관의 직경[m]
 v : 유속[m/s]

2) 토리첼리 정리

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2g(100p)}$$

h : 수두압[m]
 v : 유속[m/s]

p : 토출압[MPa]
 g : 중력가속도[m/s²]

2. $Q = 0.653 \times d^2 \times \sqrt{10p}$ 유도

1) $Q = \frac{\pi D^2}{4} v$ 에 $v = \sqrt{2g(100p)}$ 대입시

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \times \sqrt{2g(100p)} = \frac{\pi D^2}{4} \times 14\sqrt{10p} \text{ 이므로}$$

$$Q = 3.5\pi D^2 \sqrt{10p} \dots\dots \textcircled{1}$$

2) 단위변환

(1) Q [m ³ /s] \rightarrow q [lpm] 으로 변환 1 [m ³ /s] = 1000×60 [lpm] 이고 $Q \times 1000 \times 60 = q$ 이므로	(2) D [m] \rightarrow d [mm] 으로 변환 1 [m] = $1,000$ [mm] 이고 $D \times 1,000 = d$ 이므로
$Q = \frac{q}{1000 \times 60} \dots\dots \textcircled{2}$	$D = \frac{d}{1,000} \dots\dots \textcircled{3}$

3) ②와 ③을 ①에 대입하면

$$\frac{q}{1000 \times 60} = 3.5\pi \times \left(\frac{d}{1000}\right)^2 \sqrt{10p} ,$$

$$q \text{ [lpm]} = 0.6597 \times d^2 \text{ [mm]} \times \sqrt{10p} \text{ [MPa]}$$

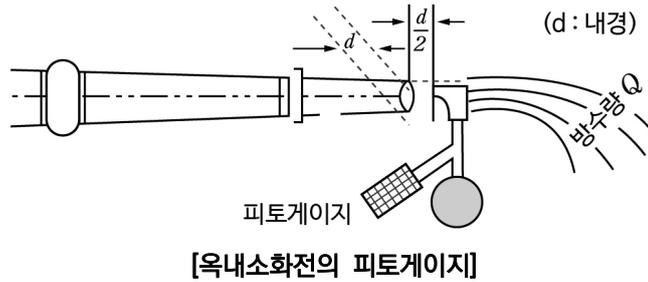
4) 옥내소화전 비상주수시의 유량계수 $C=0.99$ 반영 시

$$q = C(0.99) \times 0.6597 \times d^2 \times \sqrt{10p} \text{ 이므로}$$

결론 : $\therefore q [\text{lpm}] = 0.653 \times d^2 [\text{mm}] \times \sqrt{10p} [\text{MPa}]$

3. 피토게이지의 측정

1) 축류(수축계수)를 고려해 0.5d 만큼 이격하여 측정



2) 유량계수 C의 의미

(1) 유량계수 $C = \text{수축계수 } C_c \times \text{속도계수 } C_v$

(2) 수축계수(C_c) : 축류에 의해 단면이 가장 모이는 지점에서의 단면적비

① 오리피스관 : $C_c \approx 0.61$

② 벤추리관 : $C_c \approx 1$

(3) 속도계수(C_v) : 이론속도와 실제속도와의 보정값

1-2. 화재성장속도에서 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 1972년 Heskestad가 제안한 열발생률(Heat Release Rate, HRR)식
- 2) 화재성장속도별 4단계 구분과 대표적인 품목

답)

출처 금화도감 1권 p.99, 모아 소방기술사 요해 1권 p.176

1. Heskestad의 열발생률(HRR) 식

1) 개념

- (1) 열방출속도가 시간에 따라 어떻게 변하는지 나타낸 것으로, 화재성장속도를 의미
- (2) 1,055kW에 도달하는 시간을 기준으로 4단계로 구분

2) 설계화재

$$\dot{Q} = \alpha t^2 = \frac{1,055}{t_g^2} t^2 \text{ [kW]}$$

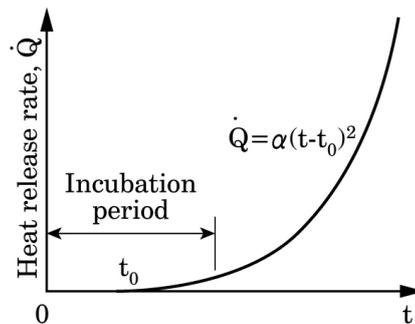
\dot{Q} : 열방출률 [kW]
 t_g : 화재가 1,055kW에 이르는 시간 [s]
 t : 발화 후 지속시간 [s]

- (1) 1,055kW는 화재가 스스로 성장할 수 있는 열량인 240kcal/s를 말한다.
- (2) α 는 화재성장의 기울기, 즉 화재성장을 지배하는 상수를 의미하며 재료의 분해, 증발열에 따라 달라진다.

3) 잠복기를 고려한 식

$$\dot{Q} = \alpha (t - t_0)^2 = \frac{1,055}{t_g^2} (t - t_0)^2 \text{ [kW]}$$

- (1) 가상초기시간(t_0 , Virtual time of origin)
 : 안정된 불꽃이 나타난 시간을 말한다.
- (2) t_0 이전에 연료는 혼소 양상을 띠고 불꽃이 없이 타는 상태이다.

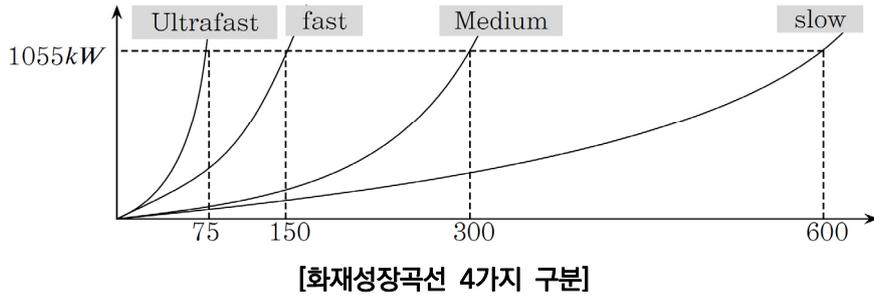


[잠복기를 고려한 열발생률]

2. 화재성장속도별 4단계 구분과 품목

1) 화재성장속도는 t_g 를 기준으로 4단계로 구분하며, 단계별 대표 품목은 다음과 같다.

구분	Ultra Fast	Fast	Medium	Slow
t_g	75	150	300	600
α	0.1876	0.0469	0.01172	0.00293
물품	석유류	플라스틱	두꺼운 목재류	종이제품 등 혼소류
위험도	매우 큼	큼	중간	작음



2) 물품에 따라 기울기가 달라지는 이유

- (1) 열방출률은 가연물의 질량연소유속 및 유효연소열의 함수이기 때문이다.
- (2) 공식

$$\dot{Q} = \dot{m}'' \cdot A \cdot \Delta H_c \text{ [kW]},$$

$$\dot{m}'' = \frac{\dot{q}}{L}$$

\dot{m}'' : 질량연소유속 [$\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$] ΔH_c : 유효연소열 [kJ/g]
 \dot{q} : 순열유속(열유속 - 재복사) [kW/m^2] L : 기화열 [kJ/g]

- ① Ultra Fast 품목일수록 질량연소유속(\dot{m}'') 및 유효연소열(ΔH_c)이 증가
- ② 석유류 등 액체가연물은 가연성비(HRP, $\frac{\Delta H_c}{L}$)가 크고 입면화재(3D) 전환시 A 가 증가
- ③ 유효연소열이란 단위질량당 연소열(H_c , kJ/g)과 연소효율(χ)의 곱

3. 화재성장속도 및 열발생률의 적용

적용 항목	내용
감지기 간격 설정	화재성장속도 빠를수록 조기감지 위한 List Spacing 축소
스프링클러 헤드 설정	Alpert Correlation 식에 의한 기류온도, 기류속도 계산
피난가능시간 예측	ASET > RSET 위한 피난 가능시간 예측
Flash Over 발생시점 예측	기울기가 급할수록 Flash Over 발생확률 상승
제연시스템 설계에 적용	연기생성량, 연기배출량, 급기량의 결정인자
설계화재 결정	설계화재에 따른 성능목표 결정, 비용의 고려
화염의 높이 산출	Heskestad 식 : $L_f = 0.235Q^{2/5} - 1.02D$

Prediction of Fire Effects

The primary importance of the appropriate selection of the design fire's growth is in obtaining a realistic prediction of detector and sprinkler activation, time to start of evacuation, and time to initial exposure of occupants. In 1972, Heskestad first proposed that for the early fire growth period the assumption that fires grow according to a power law relation works well and is supported by experimental data.⁵ He suggested fires of the form

$$Q = \alpha t^n \tag{8}$$

where

- Q = Rate of heat release (kW)
- α = Fire intensity coefficient (kW/secⁿ)
- t = Time (sec)
- $n = 1, 2, 3$

1-3. 화재하중(Fire Load), 화재가혹도(Fire Severity)의 정의와 차이점에 대하여 설명 하시오.

답)

출처 금화도감 1권 p.168

1. 화재가혹도와 화재하중의 정의

1) 화재가혹도

- (1) 화재가 당해 건물과 내부의 수용재산을 파괴하거나 손상을 입히는 능력의 정도
- (2) 최고온도(화재강도 특성)와 지속시간(화재하중 특성)의 곱으로 표현
- (3) 화재가혹도가 높을수록 가혹도의 저항력인 화재저항이 커져야 피해를 줄일 수 있음
- (4) 영향인자 : 연소열, 비표면적, 공기공급, 단열성 등

2) 화재강도

- (1) 화재실의 열축적률 및 화재온도상승의 정도
- (2) 커질수록 최고온도는 높아짐

3) 화재하중

- (1) 가연물을 목재의 단위면적당 질량으로 환산한 것 [kg/m²]

$$w [kg/m^2] = \frac{\Sigma Q_t}{4,500A}$$

ΣQ_t : 가연물의 전체 발열량 [kcal]
 4,500 : 목재 1kg 발열량 [kcal/kg]
 A : 바닥면적 [m²]

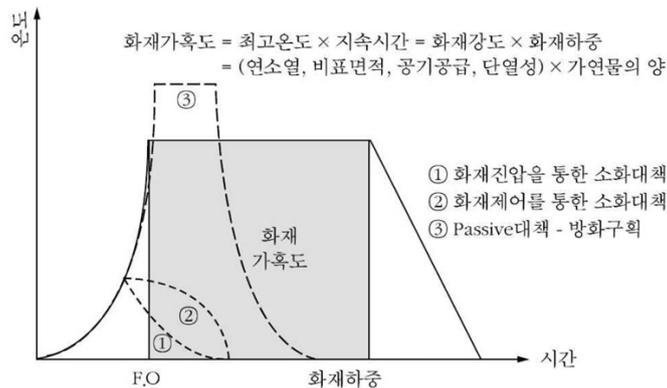
- (2) 커질수록 화재지속시간은 길어짐

$$t [min] = \frac{w \times A_f}{(5.5 \sim 6.0)A \sqrt{H}}$$

w : 화재하중 [kg/m²]
 A_f : 바닥 적재면적 [m²]
 (5.5~6.0)A √H : 최성기 연소속도 [kg/min]

2. 화재가혹도와 화재하중의 차이점

1) 개념도



$$\boxed{\text{화재가혹도}} = \boxed{\text{화재하중}} \times \boxed{\text{화재강도}}$$

2) 차이점 비교

구분	화재가혹도	화재하중	화재강도
개념	인명 및 재산피해 정도 화재의 강도 (최고온도 × 지속시간)	화재 지속시간 계속시간인자 $= \frac{A_f}{A \sqrt{H}}$	화재 최고온도 화재온도인자 $= \frac{A \sqrt{H}}{A_T}$
		양적 개념	질적 개념
화재 성장곡선	적분한 면적을 의미 (총 방출열량, J)	가로 축(시간)	세로 축(열방출률)
물리적 의미	주수율($l/m^2 \cdot \text{min}$)	주수시간(min)	주수량(l/m^2)
감소방안	화재하중과 화재강도의 화재저항을 강화 화재저항 : 화재가혹도 에 저항하는 내력	〈Passive 대안〉 재료의 불연화 소분하여 저장 방화구획 건축물 내화도 증대	〈Active 대안〉 수계소화설비 냉각 제연설비 연기배출 조기감지, 조기소화 화재제어, 화재진압

1-4. 국가화재안전기준이 「화재안전기술기준」과 「화재안전성능기준」으로 이원화되었다. 그 취지에 대하여 설명하시오.

답)

출처 법제처, 소방청, 세이프타임즈, 방재신문 자료

1. 국가화재안전기준 이원화 취지

1) 기존 화재안전기준의 문제점

- (1) 기존 화재안전기준은 성능기준과 기술기준이 혼합되어 있는 상태였음
- (2) 고시 개정시 4~5개월이 소요되므로 간단한 기술기준 개정 또는 신기술·신제품 도입 시 적시 적용에 어려움을 겪었음

2) 이원화 기준



- (1) 성능기준 : 기술이나 환경이 변화해도 반드시 유지될 필요가 있는 기준, 고시로 정해 고정적
- (2) 기술기준 : 구체적인 방법, 수단, 사양 등을 정하는 기준, 공고로 정해 가변적임

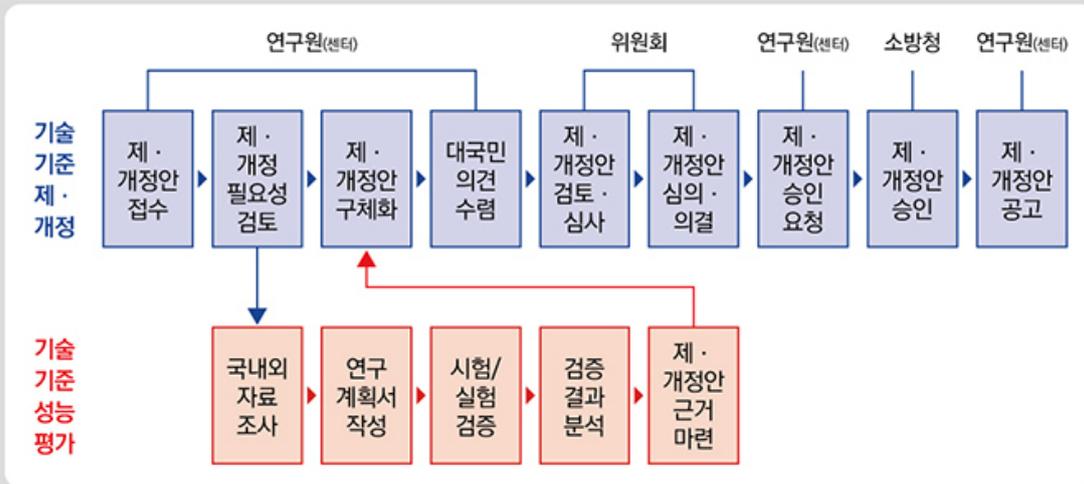
3) 기대효과

- (1) 기술기준의 신속한 제·개정으로 신기술 및 신제품의 신속한 도입 가능
- (2) 소방산업 육성 및 발전에 기여
- (3) 국립소방연구원의 기술기준 개발 전담으로 기술기준의 전문성 향상

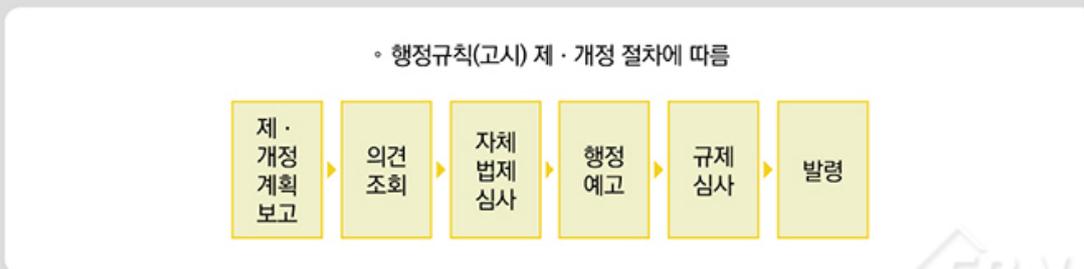
2. NFPC와 NFTC 비교

구분	국가화재안전기준(NFSC)	
	화재안전성능기준(NFPC)	화재안전기술기준(NFTC)
정의	화재안전 확보를 위하여 재료, 공간 및 설비 등에 요구되는 안전성능	성능기준을 충족하는 상세한 규격, 특정한 수치 및 시험방법 등에 관한 기준
제정	소방청장이 고시로 정함	행안부령 절차에 따라 소방청장의 승인을 받음(공고)
변경 기간	길고 거의 변하지 않음	짧고 자주 변경됨
형식	조, 항, 호, 목	코드번호(2.1.1.3 등)
제·개정 담당	소방청	국립소방연구원

화재안전기술기준(NFTC) 제·개정 절차



화재안전성능기준(NFPC) 제·개정 절차



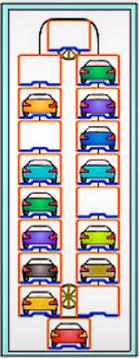
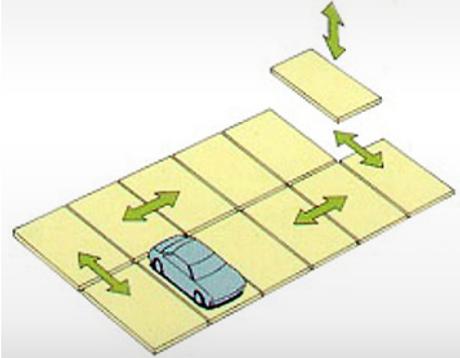
1-5. 기계식 주차타워의 화재안전성 강화를 위한 소방시설 등에 대하여 설명하시오.

답)

출처 인터넷 자료, NFPA 13, SFFP

1. 기계식 주차타워의 개념

- 1) 정의 : 기계장치에 의하여 자동차를 주차할 장소로 이동시키는 설비를 설치한 노외주차장 및 부설 주차장(「주차장법」 제2조제2호 및 제3호)
- 2) 종류 : 수직순환식, 수평순환식, 다층순환식 등
- 3) 구조 : 옥외개방식(외기 포함), 옥외밀폐식(외기 통하지 않음), 옥내밀폐식(건축물 내 설치)

		
수직순환식	수평순환식	다층순환식

2. 화재위험성 및 기존 소방시설의 한계

1) 소방시설 설치 대상

- (1) 물분부소화설비 대상 : 기계식주차장 차량 20대 이상인 경우
- (2) 거의 대부분 물분무 면제조건으로 스프링클러설비를 설치

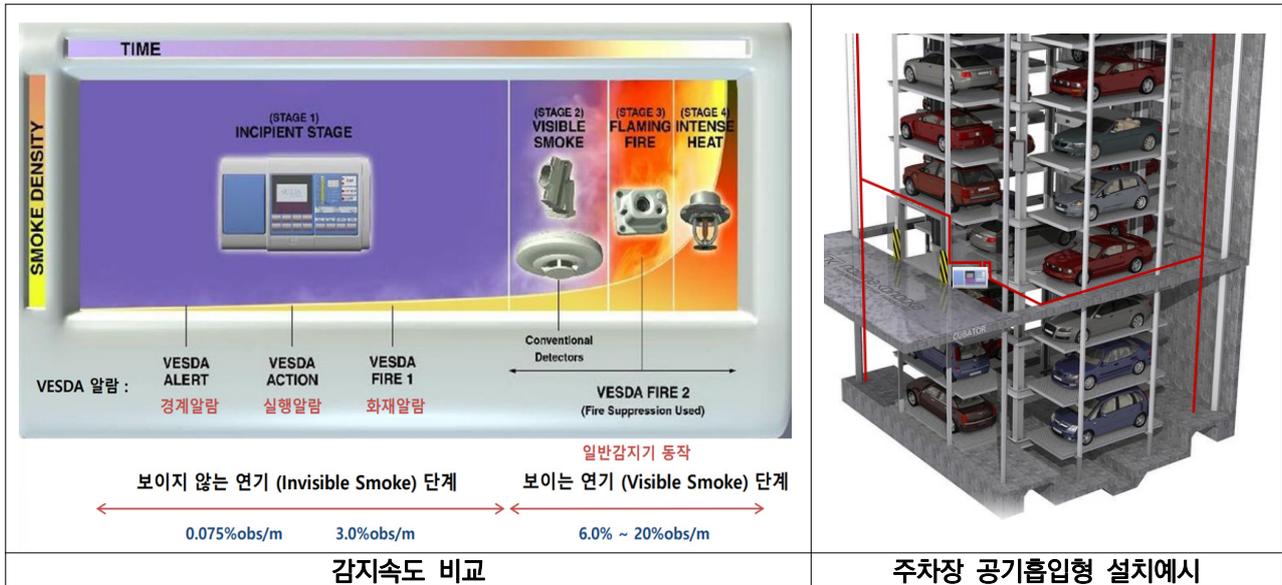
2) 화재위험성 및 기존 소방시설의 한계

화재위험성	기존 소방시설의 한계
빠른 수직화재확산 및 독성가스, 연기 대량 생산	20대 미만은 물분무 및 스프링클러설비 미적용
밀폐/반밀폐 구조로 열방출률 크고 연소속도가 빠르며 폭발 발생 가능	적층구조로 불꽃감지기 적용 불가 외기개방식은 열감지기, 연기감지기 적용 한계
다층 적재로 화재하중 및 화재강도, 화재가혹도 큼	상부 연기감지기 설치 : 매연, 먼지로 비화재보 상당
건축물 내부에도 설치 다수, 화재확산	옥외형의 경우 스프링클러 동파우려로 습식 지양
전기차, 수소차의 열폭주 및 수소화재 발생가능성	주로 준비작동식 적용하나 감지기 적응성 문제로 설비연동 상당 지연
배터리 전기화재, 전선 심부화재, 유류화재의 특성을 동시에 지님	살수밀도 및 수평거리 기준 없어 표준형헤드 측벽형 3.6m 마다 일괄 배치함

3. 화재안전성 강화방안

1) Active 방안 : 소방시설 강화

- (1) 감지설비 : 광전식 공기흡입형 감지기 적용
 - ① 능동형 감시 및 벽면에 설치하여 연기의 조기감지
 - ② 먼지, 매연에 의한 비화재보가 없으며 단계별 연동 가능
 - ③ 내부, 외부에 모두 설치 가능하며 천장고 20m 이상도 가능



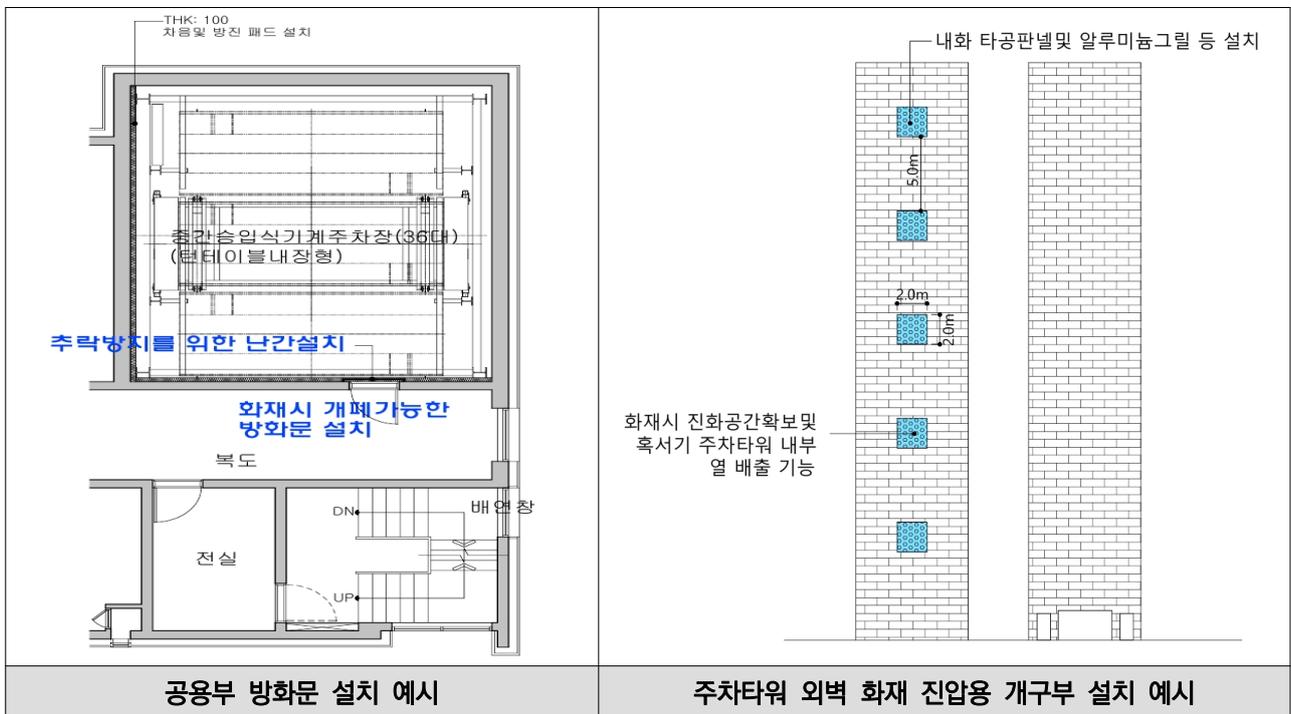
출처 : 조양테크

- (2) 소화설비 : 동파 우려 없는 곳은 습식스프링클러 의무 적용
 - ① 동파 우려가 있는 경우 일제살수식 적용 검토
 - ② 주차장은 별도 방호구역으로 설정
 - ③ 헤드는 주차 단 마다 설치
 - ④ 살수밀도 및 보호등급은 NFPA13 기준 및 해외 추가기준을 검토하여 반영
- (3) 환기설비 : 주차장 하부급기, 상부배기 실시
 - ① 환 및 배선은 내화성능 확보 필요
 - ② 환기량은 바닥면적이 좁고 수직거리가 높으므로 연기배출량 계산 필요
 - ③ 화재감지기 연동하여 외부 또는 D.A(Dry Area)로 직접 연결 배출토록 유도
- (4) NFPA 13 기준
 - ① 2 이상의 차량이 수직으로 중첩된 주차장소는 상급위험 2(Extra Hazard Group 2)로 분류
 - ② 기계식 주차(Car Stacker) 시스템 내에 측벽형 헤드 설치 시 최상부 헤드는 일반 주차공간 위험도로 적용 가능
- (5) 샌프란시스코 화재 코드 - NFPA 13 기준에 추가 적용
 - ① 기계식 주차시스템 인접구역 15ft 구간까지 스프링클러 적용
 - ② 2중 수직주차 공간 뿐만 아니라 1단 주차공간도 상급위험 2 따른 설계기준 동일 적용
 - ③ 습식 스프링클러 의무 적용하며 최소 2,500ft² 작동영역(Operation Area) 또는 인접구역 15ft 구간까지의 작동영역 중 큰 값 고려

- ④ 1단 주차 : 측벽형 헤드 설치는 표준형도 가능하며, 개당 80ft² 이하 방호
- 2단 이상 : 측벽형 헤드의 설계밀도는 상급위험 2 기준으로 설계하며, 6개의 측벽형 헤드의 작동 영역 고려

2) Passive 방안 : 구로구 기계식주차장 화재예방 기준 시행안

- (1) 공용부분의 각 층 또는 2개층 마다 1개소 방화문 설치
 - 옥내소화전 진화를 위한 개폐가능한 방화문 설치하여 초동진압 및 추락방지용 난간 설치
- (2) 주차타워 외벽 1면에 화재 진압용 개구부 설치
 - 초동진화를 위해 주차타워 외벽 1면 이상은 외기에 반드시 접하도록 하고, 높이 5m 이내 탈착이 용이한 개구부(화재진압구) 설치



1-6. 공기의 체적유량을 측정하기 위한 노즐이다. 공기의 체적유량을 구하는 공식을 유하고 아래의 조건에 따른 체적유량을 구하시오.

	<p>[조건] $P_1 - P_2 = 10 \text{ Pa}$ $A_1 = 0.08 \text{ m}^2, A_2 = 0.02 \text{ m}^2,$ 공기밀도 = $1.2 \text{ kg/m}^3, C_v = 1$</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

답)

출처 금화도감 2권 p.175

1. 차압에 의한 체적유량 유도

1) 적용 공식

(1) 베르누이 방정식

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \text{ [Pa]} \quad (Z_1 = Z_2, \rho_1 = \rho_2 = \rho)$$

(2) 연속 방정식

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (\rho_1 = \rho_2)$$

2) 유도

(1) $P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$ 이므로, $\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} = v_2^2 - v_1^2 \dots\dots \text{①}$

(2) $v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2$ 이므로, ① 식에 대입시 $\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} = v_2^2 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \cdot v_2^2$,

정리시 $\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} = \left(1 - \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\right) \cdot v_2^2 \dots\dots \text{②}$

(3) ② 식을 v_2 로 정리시 $v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)}}$

(4) 연속방정식 서술 및 속도계수 반영시

결론 :

$$Q = C_v A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)}}$$

2. 조건에 따른 체적유량 계산

1) 조건

- (1) 차압 $\Delta P = 10 \text{ Pa}$
- (2) $A_1 = 0.08 \text{ m}^2$, $A_2 = 0.02 \text{ m}^2$
- (3) 공기밀도 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$
- (4) 속도계수 $C_v = 1$

2) 계산

$$Q = C_v A_2 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (\frac{A_2}{A_1})^2)}} = 1 \times 0.02 \times \sqrt{\frac{2(10)}{1.2(1 - (\frac{0.02}{0.08})^2)}}$$

$$= 0.0843 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

3) 결론 : 체적유량 $Q = 0.084 \text{ [m}^3\text{/s]}$

4) 적용 : 차압식 유량계, 후로셀(차압면적식) 유량계 등

1-7. 유류 저유소에 화재가 발생하였다. 다음 조건에 따른 액면강하속도 및 연소지속시간을 구하시오.

[조건]

저장유류 : 등유, 등유의 단위면적당 질량감소속도 : $0.039 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2$,
 등유 밀도 : 820 kg/m^3 , 저장량 : 15 m^3 , 풀(pool)직경 : 5.5 m

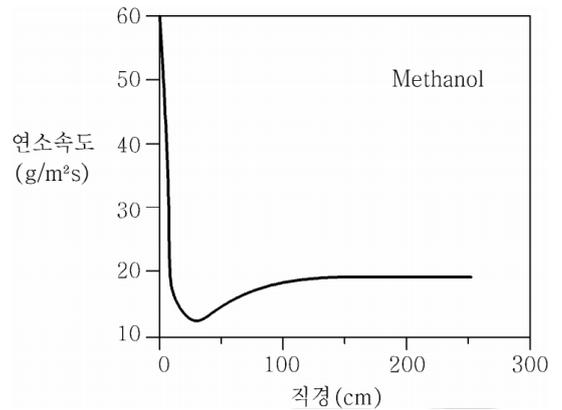
답)

출처 금화도감 2권 p.805, 뇌풀림 수리계산 핸드북 p.468

1. 액면강하속도 및 연소지속시간

1) 액면강하속도

- (1) Pool Fire에서의 액면 연소 속도
- (2) 액면 직경이 커질수록 감소 → 증가하나, 직경 1m 이상시 일정 속도에 수렴
- (3) 중질유는 액면강하속도보다 열파하강속도가 빨라 열류층을 형성, Boil Over의 원인이 됨
- (4) 액면에서 $\dot{m}'' = y \times \rho$ 이므로,



$$y = \frac{\dot{m}''}{\rho} \quad y : \text{액면강하속도 [m/s]} \quad \dot{m}'' : \text{질량연소유속 [kg/m}^2\cdot\text{s]} \\ \rho : \text{액체가연물 밀도 [kg/m}^3]$$

2) 연소지속시간

$$\text{연소지속시간}(t) = \frac{\text{질량(kg)}}{\text{질량감소속도(kg/s)}} = \frac{m}{\dot{m}} = \frac{V \cdot \rho}{\dot{m} \cdot A}$$

2. 계산

1) 조건

- (1) 등유 \dot{m}'' : $0.039 \text{ kg/s}\cdot\text{m}^2$
- (2) 등유 ρ : 820 kg/m^3
- (3) 등유 m : 15 m^3
- (4) 풀 직경 d : 5.5m

2) 계산

- (1) 액면강하속도 $y = \frac{\dot{m}''}{\rho} = \frac{0.039}{820} = 4.756 \times 10^{-5} \text{ [m/s]}$
- (2) 연소지속시간 $t = \frac{15 \times 820}{0.039 \times (\frac{\pi \times 5.5^2}{4})} = 13,274 \text{ [s]} = 3.69 \text{ [hr]}$

1-8. 다음 조건에 따른 스프링클러 헤드의 RTI 값을 구하고, 해당 헤드가 공동주택의 거실에 설치 가능여부를 판단하시오.

[조건]

평균 작동온도 72℃, 주위온도 20℃, 열기류온도 141℃
열기류 속도 1.85m/s, 헤드 작동시간 40초

답)

출처 금화도감 2권 p.233, 뇌플림 수리계산 핸드북 p.542

1. 헤드의 RTI 계산식

1) RTI(반응시간지수)의 개념

(1) 기류속도 및 온도에 대한 감열체의 민감도를 의미

$$RTI = \tau \sqrt{v} = \frac{mC_p}{Ah} \sqrt{v} \text{ [}\sqrt{m \cdot s}\text{]}$$

(2) 반응속도상수 τ : 헤드 감열체 온도가 고온가스 온도의 62.8%에 도달하는 시간

2) 헤드 작동시간과 RTI

(1) 연기의 열대류식 : $\dot{q} = h \times A \times (T_g - T)$ [W]

(2) 헤드의 열흡수식 : $\dot{q} = m \times C_p \times \frac{dT}{dt}$, $\frac{dT}{dt} = \frac{\dot{q}}{m \times C_p}$ [W]

(3) 헤드 작동은 열대류온도와 열흡수와의 관계식에서 도출 가능하며 다음 식이 유도된다

$$t = \frac{RTI}{\sqrt{v}} \ln\left(\frac{T_g - T_0}{T_g - T_d}\right)$$

(4) 이를 RTI로 정리시

$$RTI = \frac{t \sqrt{v}}{\ln\left(\frac{T_g - T_0}{T_g - T_d}\right)}$$

t : 헤드 작동시간 [s] RTI : 헤드 반응시간지수

v : 열기류 속도 [m/s] T_g : 열기류온도 [℃]

T_d : 평균 작동온도 [℃] T_0 : 초기온도 [℃]

2. 공동주택 거실에 설치 가능여부 확인

1) RTI의 계산

$$\cdot RTI = \frac{t \sqrt{v}}{\ln\left(\frac{T_g - T_0}{T_g - T_d}\right)} = \frac{40 \sqrt{1.85}}{\ln\left(\frac{141 - 20}{141 - 72}\right)} = 96.86$$

2) 공동주택의 거실 : 조기반응형 헤드(RTI 50 이하)를 설치해야 함

- 조기반응형 헤드 설치장소
: 오피스텔 및 숙박업소의 침실, 공동주택, 노유자시설의 거실, 병원의 입원실

3) 결론

- RTI=96인 표준형 헤드로 부적합하다

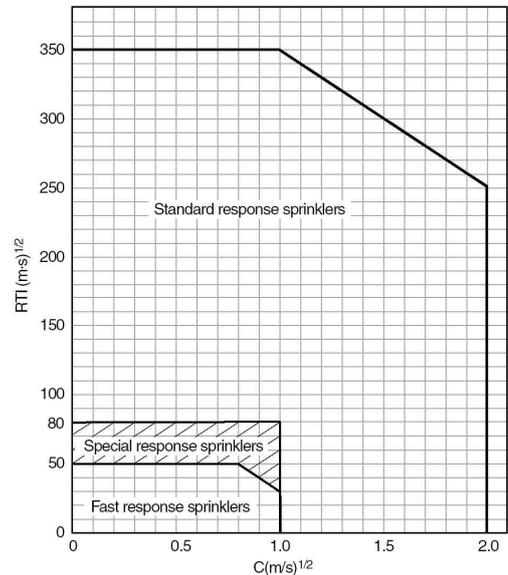
3. 개선사항

- 1) 국내 헤드의 감도시험은 배관에 충수된 물의 전도열손실을 미반영하므로, 이를 반영한 Virtual RTI(RTI_v) 계산식을 적용해야 한다.

$$t = \frac{RTI}{\sqrt{v}(1 + \frac{C}{\sqrt{v}})} \ln\left(\frac{T_g - T_0}{T_g - T_d - \frac{C}{\sqrt{v}}(T_d - T_0)}\right), \quad \text{이때 } \frac{RTI}{1 + \frac{C}{\sqrt{v}}} = RTI_v$$

- 2) ISO에 따른 RTI 및 전도열손실계수 C 구분

구분	RTI	C
조기반응형	50 이하	1 이하
특수반응형	50~80	1 이하
표준반응형	80~350	2 이하



1-9. 소방용품의 형식승인과 성능인증의 개념과 형식승인 절차에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아 소방기술사 2023(추록) p.138, 소방산업기술원

1. 형식승인과 성능인증, KFI 인정의 개념

소방검정용품은 형식승인, 성능인증, KFI 인정으로 구분된다.

1) 형식승인 : 형식시험과 시험시설 심사로 구분

- (1) 형식시험 : 소방용품의 형상, 구조, 재질, 성분, 성능, 부품 등이 소방법령에 따른 기술기준에 맞는지를 심사
- (2) 시험시설 심사 : 형식시험을 위한 시험시설이 시험시설기준에 맞는지 심사

2) 성능인증

- (1) 제조사 또는 수입자 등의 요청이 있는 경우 소방용품에 대하여 성능인증할 수 있음
- (2) 성능인증을 받은 자는 그 소방용품에 대하여 제품검사를 받아야 함

3) KFI 인정

소방법령에서 정한 소방용품 이외의 제품 등에 대해 성능을 인정

4) 제품검사

- (1) 생산제품검사 : 형식승인 또는 성능인증 제품이 출고되기 전 각 기술기준에 맞는지 검사
- (2) 품질제품검사 : 용품 제조과정 등의 품질관리체계를 검사 또는 생산된 소방용품의 정밀검사
정밀검사는 일정 주기를 정하여 검사
- (3) 형식승인 품목 : 형식승인 및 제품검사 기술기준
- (4) 성능인증 품목 : 성능인증 및 제품검사 기술기준

2. 주요 차이점

구분	형식승인	성능인증	KFI 인정
법 적용	법정 의무	법정 임의	자체 임의
의미	법에서 정한 용품이며 의무	법에서 정한 용품이지만 요청 시	법에서 정한 용품 외의 제품
법령 근거	소방시설법, 소방용품의 품질관리 등에 관한 규칙	소방시설법, 소방용품의 품질관리 등에 관한 규칙	소방산업법, KFI인정 등에 관한 규칙
품목	소화기, 스프링클러헤드, 감지기, 수신기, 유도등 등 31개	지시압력계, 비상콘센트, 비상문자동개폐장치 등 39개	소방용안전화, 아크경보기, 흔들림방지버팀대 등 63개
합격 표시			

1-10. 「배연설비의 검사표준(KS F 2815)」에서 요구하는 방화댐퍼의 기준과 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에서 요구하는 방화댐퍼의 기준에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 p.237

1. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에 따른 방화댐퍼 기준

1) 환기, 난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우 방화댐퍼를 설치

- (1) 반도체공장 건축물로서 방화구획을 관통하는 풍도의 주위에 스프링클러 헤드 설치시 제외
- (2) 구조 : 화재 시 연기나 불꽃을 감지하여 자동으로 닫히는 구조
(단, 주방 등 연기가 항상 있는 부분은 온도 감지 가능)
- (3) 기준 : 건축자재 등 품질인정 및 관리기준에 따른 비차열성능, 방연성능 등에 적합할 것

2) 건축자재 등 품질인정 및 관리기준

(1) 성능기준

① 내화시험 : 비차열 성능 1시간 이상

구분		성능 기준
차열성 시험	시험온도	· 표준시간 가열온도곡선 : $T = 345 \log(8t + 1) + 20$ [°C]
	균열계이지 시험	· 6mm 균열계이지 : 시험체 관통하여 150mm 이상 수평이동 안될 것 · 25mm 균열계이지 : 관통하지 않을 것
	화염전파 시험	· 10초 이상 이면 화염전파 없을 것

※ 면패드 시험은 미적용

② 방연시험 : 10, 20, 30, 50Pa 차압으로 측정

적합판정 : 온도 20°C, 20Pa의 차압에서 누기율 5m³/min 이하

(2) 설치기준

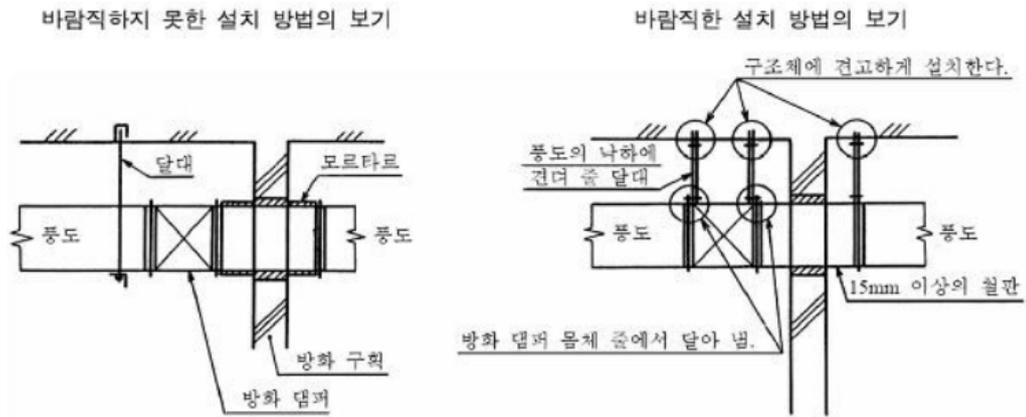
- ① 미끄럼부는 열팽창, 녹, 먼지 등에 의해 작동이 저해 받지 않는 구조일 것
- ② 방화댐퍼의 주기적인 작동상태, 점검, 청소 및 수리 등 유지·관리를 위하여 검사구·점검구는 방화댐퍼에 인접하여 설치
- ③ 부착 방법은 구조체에 견고하게 부착시키는 공법으로 화재 시 덕트가 탈락, 낙하해도 손상되지 않을 것
- ④ 배연기의 압력에 의해 방재상 해로운 진동 및 간격이 생기지 않는 구조일 것

2. 배연설비의 검사표준에 따른 방연댐퍼 기준

1) 대상 : 건축법상 배연설비에 설치되는 방연댐퍼

2) 기준

- (1) 재질은 1.5mm 이상의 철판
- (2) 폐쇄 시 누출량은 20℃에서 1m²당 19.6N의 압력으로 5m³/min 이하
- (3) 미끄럼부는 열팽창, 녹, 먼지 등에 의해 작동이 저해 받지 않는 구조
- (4) 검사구·점검구는 적당한 위치일 것
- (5) 부착 방법은 구조체에 견고하게 부착시키는 공법으로 화재 시 덕트가 탈락, 낙하해도 손상되지 않을 것
- (6) 배연기의 압력에 의해 방재상 해로운 진동 및 간격이 생기지 않는 구조



참고 그림 2 방화 댐퍼의 설치 방법

3. 개선안

- 1) 두 기준의 차이가 발생하므로 기준 통일 필요
- 2) KS 기준상 누기율 차압(20Pa)이 송풍기 정압대비 너무 적음
 - (1) 기계설비 송풍기 최소 정압 : 50~100Pa (화장실 배기팬 기준)
 - (2) 일반 환기설비 평균 정압 : 150~1,000Pa 이상으로 다양
 - (3) 제연설비 Air Foil 최소 권장 정압 : 600Pa 이상

정압에 따른 차압 상승 시 누기율도 상승하므로 차압기준 상향 필요
- 3) 덕트전용 연기감지기의 개발지원 필요
- 4) 배선의 내화규정 명시 필요
- 5) 연기감지기의 잦은 오동작이 우려되므로 상태감시에 대한 공정간 고려 필요

1-11. 요양병원에 적응성을 갖는 층별 피난기구의 종류를 쓰고 구조대를 선정할 경우 주의사항을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 p.334

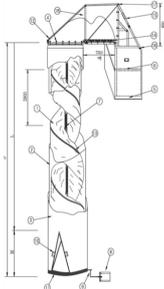
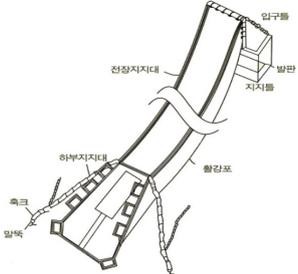
1. 요양병원의 피난기구의 적응성

- 1) 요양병원의 특정소방대상물 : 의료시설에 해당
- 2) 의료시설의 층별 피난기구 종류

1층	2층	3층	4층~10층
	-	미끄럼대, 구조대, 피난교, 피난용트랩, 다수인피난장비, 승강식피난기	구조대, 피난교, 피난용트랩, 다수인피난장비, 승강식피난기

2. 요양병원에서 구조대 선정 시 주의사항

1) 구조대의 종류에 따른 특징 고려

구분	(1) 수직하강식	(2) 경사하강식
구조	돌음식 미끄럼틀 구조의 수직 하강 구조	일반 미끄럼틀 구조의 경사 하강 구조
개념도		
장점	경사각이 90°로 설치공간 절약	하강 시 안정적인 하강이 가능
단점	하강속도가 4m/s로 노약자 사용이 어려움	경사각이 45°로 하단 고정금구 설치공간이 넓게 필요
특징	<ul style="list-style-type: none"> · 개구부 800x800 이상 확보 필요(최소 600x600 이상) · 설치는 고정되어 있으나 사용 시 전개해야 하므로 숙련자 2인 이상이 반드시 필요 · 미끄럼대, 승강식 피난기보다 가격이 저렴 	

출처 : 신영공업, 현대방재Good119

2) 설치기준 고려

- (1) 피난기구는 가로 0.5m 이상, 세로 1m 이상, 바닥에서 1.2m 미만의 유효한 개구부를 확보하며, 개구부 하단이 1.2m 이상 시 고정식 발판을 설치하고 고정창은 깨지기 쉬운 유리 기준에 적합하고 파괴장치를 구비
- (2) 피난기구는 층별 지그재그로 설치하며 구조상 견고한 부분에 견고하게 부착

- (3) 구조대의 길이는 피난상 지장이 없고 안전한 강하속도를 유지할 수 있는 길이로 함
- (4) 설치수량 : 층마다 설치하며 의료시설은 500m² 마다 1개 이상 배치
- (5) 피난기구의 감소 : 주요구조가 내화구조이고 피난계단이 2 이상 설치시 1/2 감소 가능하나 피난약자가 사용하는 특성상 가급적 설치를 권장

3) 사용자 특성 고려

- (1) 사용자 특성
 - ① 거동이 어려워 피난기구를 사용하지 못할 수 있음
 - ② 수면 가능 지역
 - ③ 경보 후 대피개시까지 피난준비시간이 상당히 길다
 - ④ 피난속도가 매우 느림(평균 1.0~1.2m/s, 노약자 0.3~0.5m/s)
- (2) 개선방안 : 피난기구 사용 가능 호실을 고려하여 구조대 설치
 - ① 면적에 따른 기구수 및 감소기준보다 강화된 피난시설 설치 요구
 - ② 층별 고정인원 수와 양방향 대피를 고려하여 건물 양측에 구조대 설치
 - ③ 구조대는 한 번에 1인만 이용 가능하므로 인원수를 고려해 추가 설치
 - ④ 구조대 1대당 숙련보조인력 2명 고정 확보 및 피난보조인력 추가로 설정

3. 추가 고려사항

- 1) 저층부는 미끄럼대, 고층부는 승강식피난기로 변경 검토
- 2) 자력피난이 어려우므로 피난훈련의 중요성 부각
 - (1) 들것, 휠체어 등을 활용하며 화재 층에 따른 우선 피난 인원 설정
 - (2) 우선 피난 인원 피난을 돕는 보조인력 구성
 - (3) 경사로를 양방향으로 계획하고, 방화구획 복도 및 대피공간을 통한 1, 2차 안전구역 설정

요양병원 등의 시설(건축법 시행령)

피난층 외의 층에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설을 설치

- 각 층마다 별도로 방화구획된 대피공간
- 거실에 접하여 설치된 노대등
- 계단을 이용하지 아니하고 건물 외부의 지상으로 통하는 경사로 또는 인접 건축물로 피난할 수 있도록 설치하는 연결복도 또는 연결통로

- (4) 복도와 거실은 방연구역하고 실별 시각경보기, 육성 방송을 통한 대피시설 등 확보
- (5) 분기별, 반기별 피난훈련계획 수립 및 실행

1-12. 랭킨-휴고니어(Rankine-Hugoniot) 곡선에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 p.369, 모아 소방기술사 요해 1권 p.247

1. 랭킨 휴고니어 곡선의 개념

- 1) 폭발 발생 시 1차원으로 흐르는 유체의 밀도-압력변화를 표현한 곡선
- 2) 구성
 - (1) 유고니어 곡선 : 충격파 전후 에너지보존에 의해 얻어지는 등엔탈피 곡선
 - (2) 레일리 곡선 : P_1, V_1 과 P_2, V_2 을 연결한 곡선
 - (3) C-J점(Chapman-Jouguet) : 레일리 곡선과 유고니어 곡선의 접점, 폭연 및 폭굉 경계점

2. 랭킨 휴고니어 곡선

1) 원리

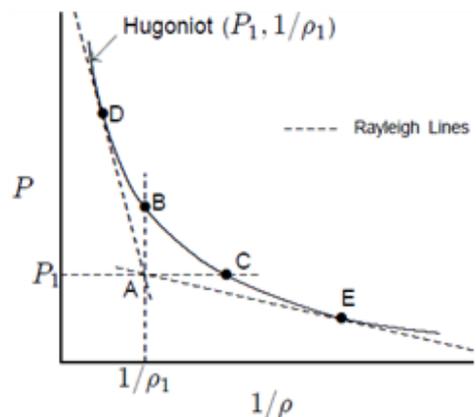
- (1) 영역 1에서 영역 2로 가는 어떠한 경로라도 레일리선도와 휴고니어 곡선을 모두 만족해야 함
- (2) 질량 보존방정식 : $\dot{m} = \rho_1 v_1 = \rho_2 v_2$
- (3) 운동량 보존방정식 : $P_1 + \rho_1 v_1^2 = P_2 + \rho_2 v_2^2$
- (4) 에너지 보존방정식 : $h_1 + v_1^2/2 = h_2 + v_2^2/2$



2) 곡선

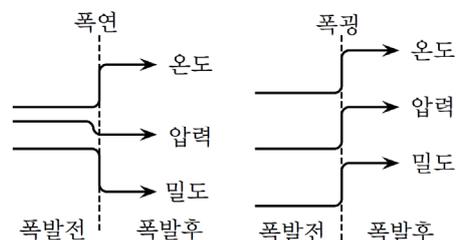
- (1) 원점(초기 상태) : $P_1, 1/\rho_1$
- (2) 레일리 선은 항상 원점을 지나고 음의 기울기를 가짐
- (3) 곡선의 해석

구분	특징
D점 초과	강한 폭굉
D점	상단 C-J점
D~B점	약한 폭굉
B~C점	미정의 영역
C~E점	약한 폭연
E점	하단 C-J점
E점 미만	강한 폭연



3) 폭연과 폭굉의 차이

- (1) 폭굉 : 밀도와 압력이 상승
- (2) 폭연 : 밀도가 감소하므로 팽창하여 압력 감소



1-13. 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 소방관진입창에 설치되는 유리의 종류
- 2) 아파트 구조변경시 설치되는 방화유리창의 구조

답)

출처 금화도감 1권 p.297, 방재신문

1. 소방관진입창

1) 개념 : 소방관 작전 시 외부식별 및 내부진입이 용이하도록 설치하는 진입창

2) 유리의 종류

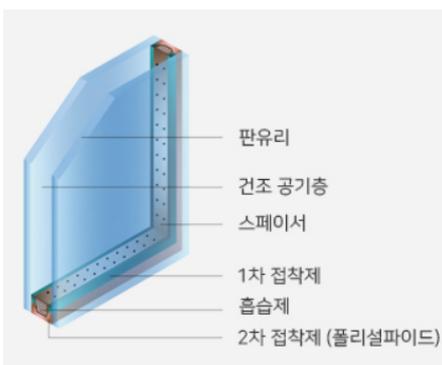
- (1) 플로트판유리로서 그 두께가 6mm 이하인 것
- (2) 강화유리 또는 배강도유리로서 그 두께가 5mm 이하인 것
- (3) 플로트판, 강화유리 또는 배강도유리로 구성된 이중유리로 그 두께가 24mm 이하인 것

3) 고려사항

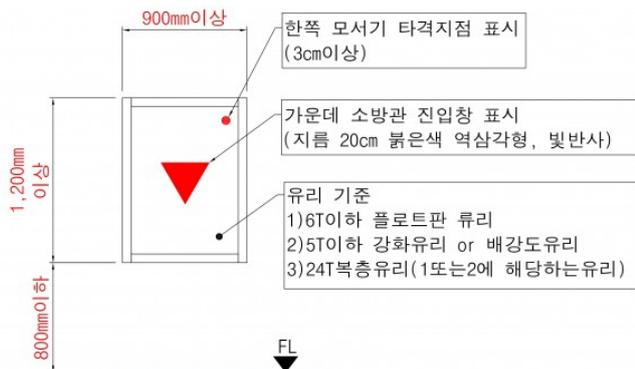
- (1) 국토부 개정 예고 : 기존 이중유리만 허용하던 것에서 복층유리로 변경.
- (2) 개구부(피난기구용 또는 무창층 산정시 개구부) 유리와의 차이점
 - 일반 개구부 : 이중유리의 경우 강화유리 6mm 불가
 - 소방관진입창 : 두께합계 24mm만 충족시 강화유리 또는 배강도유리 6mm도 가능
- (3) 유리 종류별 파손특성
 - ① 플로트판유리 : 파손 시 단면이 날카로워 소방관 피해 우려
 - ② 강화유리 : 폭파하듯 파손되어 소방관 피해 우려
 - ③ 배강도유리 : 파손이 쉽지 않고 일부만 파손되어 남은 유리잔해로 소방관 피해 우려

4) 개선안

- (1) 플로트판과 배강도유리는 완전히 파손되도록 설계
- (2) 강화유리는 비산방지필름 부착으로 한 번에 탈착
- (3) 유리타격장치인 크러쉬 버튼 부착형 사용으로 안전하게 파괴



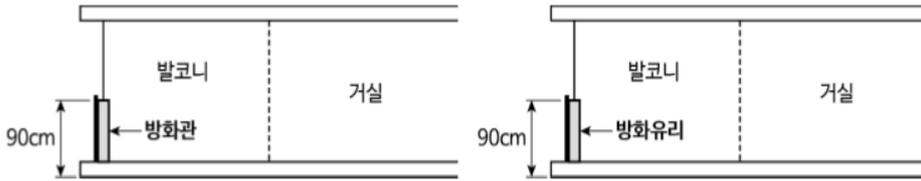
[이중유리 구조]



[소방관 진입창의 구조]

2. 아파트 구조변경 방화유리창의 구조

- 1) 적용 : 아파트 2층 이상 층에서 스프링클러의 살수범위에 포함되지 않는 발코니를 구조변경 시
- 2) 발코니 끝부분에 바닥판 두께를 포함하여 높이가 90cm 이상의 방화판 또는 방화유리창을 설치



- 3) 창호와 일체 또는 분리하여 설치
- 4) 방화유리창은 유리구획부분의 내화시험 결과 비차열 30분 이상의 방화유리 사용
- 5) 방화판은 불연재료를 사용할 수 없으며, 화재 시 아래층 화염 차단을 위해 틈새가 없이 하거나 내화채움성능 구조로 메울 것
- 6) 입주자 및 사용자는 관리규약을 통해 방화판 또는 방화유리창 중 하나를 선택
- 7) 발코니 등을 거실로 사용 시 1.2m 난간 또는 방화유리창을 1.2m로 설치

제 2교시 문제풀이

2-1. 구획화재의 화재성상 중 최성기 화재(Fully-Developed Fire)에서 나타나는 다음 사항에 대하여 설명하시오

- 1) 연소속도, 화재온도, 화재계속시간
- 2) 개구부의 화염분출 형상, 상층부 연소확대 방지대책

답)

출처 소방기술사 요해 1권 P192, 449

1. 최성기(환기지배형) 화재 시 개구부 영향에 의해 연소속도

- 1) 개구부를 통한 공기 유입량 : $0.5A\sqrt{H}$ [kg_{air}/s]
- 2) 단위시간당 연소하는 가연물(목재) 양 : $0.09A\sqrt{H}$ [$kg_{목재}/s$]
 $0.09A\sqrt{H}$ [$kg_{목재}/s$] = $5.5A\sqrt{H}$ [$kg_{목재}/min$] = $330A\sqrt{H}$ [$kg_{목재}/h$]
- 3) 단위 시간당 약 $330A\sqrt{H}$ [kg]의 목재가 연소한다.

2. 화재 지속시간

1) 영향인자

- (1) 가연물량
 - ① 화재하중
 - ② 바닥면적
- (2) 개구부 크기 및 형상

2) 지속시간

$$\text{지속시간} = \frac{Q \cdot A_f}{330A\sqrt{H}}$$

Q : 화재하중 [kg/m^2]
 A_f : 바닥면적
 A : 개구부 면적 H : 개구부 높이

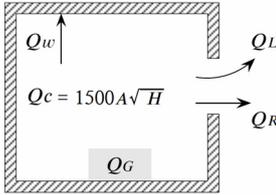
$\frac{A_f}{A\sqrt{H}}$ 는 지속시간인자라고 한다.

3. 열방출률

- 1) 환기지배형 화재란 열방출률이 유입되는 공기의 양에 의해 제한되는 화재로서 대부분의 가연물은 “공기 $1kg$ 당 약 $3,000kJ$ 정도 방출” 가정에서 계산한다.
- 2) 유입되는 공기량이 $0.5A\sqrt{H}$ [kg_{air}/s]이므로 최성기화재의 열방출률은 $1500A\sqrt{H}$ [kW]
 $0.5A\sqrt{H}$ [kg/s] \times 3000 [kJ/kg] = $1500kJ/s$ = $1500kW$

4. 구획실 내 열평형

- 아래 그림과 같이 화재에 의해 발생하는 에너지 (Q_C)중 일부는 개구부를 통해 손실 (Q_L)되고 일부는 벽을 통해 손실(Q_w)되고 일부는 복사에 의해 손실 (Q_R) 되고 나머지 열방출률이 화재실 온도를 높인다.

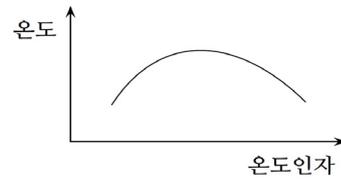


- Q_G : 구획 내 온도상승에 기여하는 열방출률
- Q_C : 화재에 의해 생성되는 열방출률
- Q_L : 개구부로부터 열기류에 의해 방출되는 열방출률
- Q_w : 벽에 의한 열 손실
- Q_R : 복사열 손실

2) 구획실내에서의 열평형은

$$Q_G = Q_C - \text{열손실}$$

$$Q_G = 1500A\sqrt{H} - (Q_L + Q_w + Q_R)$$



【온도인자와 온도 관계】

5. 온도인자

$$F = \frac{A\sqrt{H}}{A_T}$$

- 온도인자가 크면 열방출률이 증가하지만 열손실률도 증가하여 화재실 온도는 낮다.
- 온도인자가 작으면 열손실률은 감소하지만 열방출률도 감소하여 화재실 온도는 낮다.
- 적당한 크기에서 구획실 온도는 최대이다.

6. 개구부의 화염분출

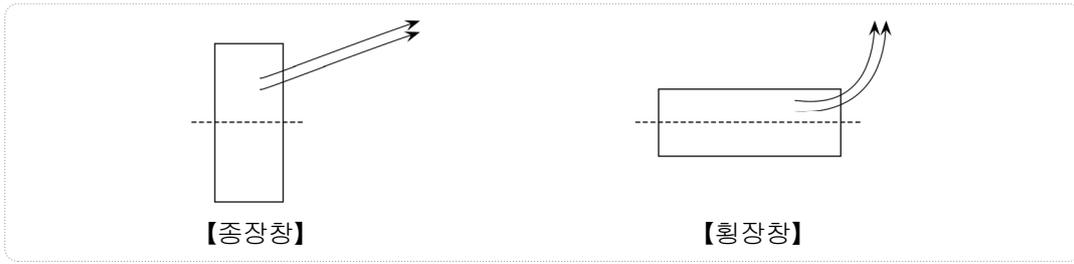
- 창문을 통해 옥외로 분출된 화염은 부력에 의해 상승하게 되는데, 벽면 부근으로부터는 공기 인입이 적어져 압력이 낮은 영역이 형성된다. 따라서 압력이 낮은 벽면 부근으로 향하는 플럼이 형성되어 화염이 벽면에 부착되어 상승하게 된다.

2) 영향인자

- 창문의 크기
- 구획실 내부의 화재 크기
- 창문의 종횡비

① 압력차 : $\Delta P = 3460 \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_i} \right) h$

- 종장창은 h 값이 횡장창에 비하여 커서 분출 시 압력이 크므로 분출화염이 상층으로 말리지 않고 뻗어 나간다.
- 횡장창은 분출화염에 압력 (ΔP)가 작아 상층으로 화염이 밀착되어 상층 연소확대위험이 크다.



3) 기하학적 파라미터 (n)

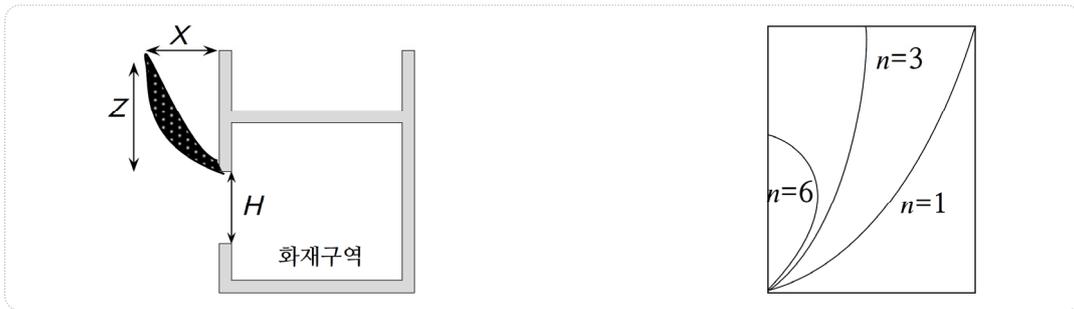
$$n = \frac{2W}{H}$$

W : 개구부의 폭
H : 개구부의 높이

4) 개구부에서의 분출 화염

- (1) Z : 창문 상단 ~ 상부로의 수직거리
화염의 길이는 개구부 높이 (H)에 비례한다. $Z \propto H$

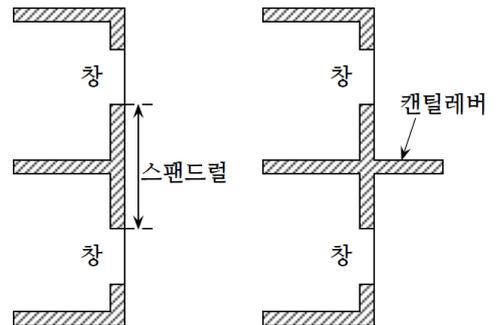
- (2) X : 창문면으로부터의 수평거리
 - ① $\frac{X}{H} = \frac{0.454}{n^{0.53}}$
 - ② n 값이 증가할수록 X 값은 감소



$n > 1$	화염에 영향을 주기 시작
$n > 3$	화염의 중심축이 벽면 측으로 향하게 된다. (벽면으로의 화염부착 한계)
$n \geq 6$	분출화염이 개구부의 높이 안에서 벽면 측으로 부착된다.

7. 상층 연소 방지 대책

- 1) 예방
가연물 양을 불연화, 제한 및 감소
- 2) Active
 - (1) 방화셔터
 - (2) 스프링클러설비
 - (3) 드렌치설비



3) Passive

(1) 캔틸레버

- ① 건물의 외벽면보다 slab을 연장한 것
- ② 아파트의 발코니는 캔틸레버의 목적

(2) 스펀드럴

- (3) 종장창 설치
- (4) 망입유리

2-2. 승강식피난기의 특징, 설치기준과 [승강식피난기의 성능인증 및 제품검사의 기술기준]에서 정하는 승.하강 속도시험기준을 설명하시오.

답)

출처: 소방기술사 요해 1권 P623

1. 개요

사용자의 몸무게에 의하여 자동으로 하강하고 내려서면 스스로 상승하여 연속적으로 사용할 수 있는 무동력 승강식 기기

2. 승강식피난기의 특징

- 1) 피난기는 사용자의 몸무게에 의하여 승강판이 하강하고, 스스로 상승되는 무동력 구조
- 2) 설치 시 공동주택의 대피공간 제외 가능

3. NFTC 설치기준

- 1) 설치경로가 설치층에서 피난층까지 연계될 수 있는 구조로 설치할 것. 단, 건축물 규모가 지상 5층 이하로서 구조 및 설치 여건상 불가피한 경우는 그러하지 아니하다.
- 2) 대피실의 면적은 2 m² (2세대 이상일 경우에는 3 m²) 이상으로 하고, 「건축법 시행령」 제46조 제4항의 규정에 적합하여야 하며 하강구 규격은 직경 60 cm 이상일 것. 단, 외기와 개방된 장소에는 그러하지 아니하다.
- 3) 하강구 내측에는 기구의 연결 금속구 등이 없어야 하며 전개된 피난기구는 하강구 수평투영면적 공간 내의 범위를 침범하지 않는 구조이어야 할 것. 단, 직경 60 cm 크기의 범위를 벗어난 경우가거나, 직하층의 바닥 면으로부터 높이 50 cm 이하의 범위는 제외한다.
- 4) 대피실의 출입문은 60+ 방화문 또는 60분 방화문으로 설치하고, 피난방향에서 식별할 수 있는 위치에 "대피실" 표지판을 부착할 것. 단, 외기와 개방된 장소에는 그러하지 아니하다.
- 5) 착지점과 하강구는 상호 수평거리 15 cm 이상의 간격을 둘 것.
- 6) 대피실 내에는 비상조명등을 설치할 것.
- 7) 대피실에는 층의 위치표시와 피난기구 사용설명서 및 주의사항 표지판을 부착 할 것
- 8) 대피실 출입문이 개방되거나, 피난기구 작동 시 해당층 및 직하층 거실에 설치된 표시등 및 경보 장치가 작동되고, 감시 제어반에서는 피난기구의 작동을 확인 할 수 있어야 할 것
- 9) 사용 시 기울거나 흔들리지 않도록 설치할 것

4. 승.하강 속도시험기준

- 1) 속도 측정은 승강식피난기 설치 높이에서 내려오는 시간, 올라가는 시간으로 계산
- 2) 승강판 하강속도
 - (1) 일반하강속도 : 최대 설치높이에서 최소사용하중 200N, 750 N, 1500 N 및 최대사용하중을 가하는 때에 하강속도는 11cm/s 이상 130cm/s 미만이어야 한다.
 - (2) 평균하강속도 : 최대 설치높이에서 750N의 하중을 20회 연속하여 가하는 때의 하강속도는 20회의 평균하강속도의 80%이상 120%이하이어야 한다.
 - (3) 반복하강속도 : 최대 설치높이에서 최대사용하중을 5,000회 연속하여 가하는 때에 기능에 이상이 생기지 아니하여야 하며, (1) 기준에 적합하여야 한다.
- 3) 피난기의 승강판 상승속도는 40cm/s 이상이어야 한다.

5. 승강식피난기(하향식피난구)의 설치기준 비교

구 분	화재안전기준	건축법
설치경로	설치층(10층 이하~피난층)	설치층 ~ 3층
대피실 면적	2 m ² (2세대 이상 → 3 m ²)	-
대피실 출입문	60분방화문, 표지판 부착	-
하강구 내측	하강구내 연결금구 및 수평투영면적에 범위를 침범하지 않는 구조	아래층에서 열 수 없는 구조
대피실	표지판 부착(층 표시, 피난기구 사용설명서 및 주의사항) 비상조명등	예비전원에 의한 조명설비
개구부 규격	60 cm 이상	60 cm 이상
수직방향 간격	15 cm 이상	15 cm 이상
경보시스템	해당층 및 직하층 거실에 표시등 및 경보장치 작동 감시제어반 작동 확인	건축물관리시스템
설치방법	사용 시 기울거나 흔들리지 않을 것.	-
내화성능	방화구획	뒹개 → 비차열 1시간 이상
중점사항	대피실 다른부분과 구획	초기피난목적으로 뒹개 내화성능확보

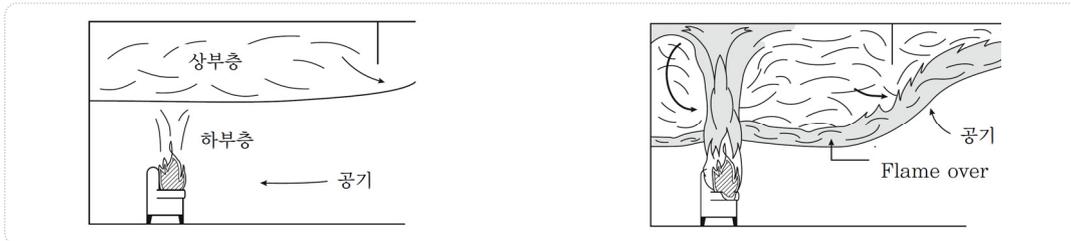
2-3. 일반건축물 화재 시 발생하는 Roll Over현상과 LNG 저장탱크에서 발생하는 Roll Over현상에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P185, P410

1. 개 요

- 1) 불완전 연소생성물이 많이 생성되는 화재에서 발생하는 현상으로 롤오버 (Roll over)라 한다.
- 2) 열분해 된 미연소 가스가 천장 하부에 축적되면서 층을 이루고 이것이 연소범위 내에서 연소하는 현상이다.



2. 발생 메커니즘

- 1) 구획실 화재가 불완전연소 생성물이 많이 생성
- 2) 미연소된 열분해 생성물이 구획실 상부에 축적
- 3) 상부층은 가연성가스 + 하부는 산소가 존재
- 4) 화염과 접촉하면서 미연소 열분해생성물 점화
- 5) 미연소 열분해생성물이 소진될 때까지 화염이 확산

3. 플래임오버 발생지표

- 1) 상부층이 두꺼워지기 시작한다. 상부층에 불완전 연소생성물이 증가한다.
- 2) 상부층의 온도가 증가한다.
- 3) 상부층에서 난류 혼합이 발생한다.

4. 특 징

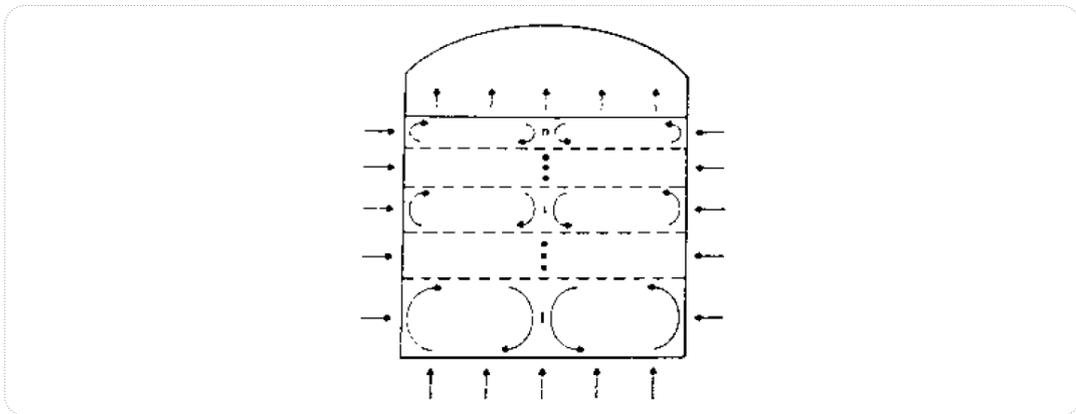
- 1) 개구부가 있는 경우 주변으로 화염확산 가능성 증가
- 2) 미연소된 독성가스(열분해생성물)가 연소되어 독성가스 발생량은 감소될 수 있다.

5. LNG Roll Over 개요

- 1) Roll over란 반전이란 의미로서, LNG의 상/하층 밀도 차이에 의한 역전에 따라 일어나는 현상
- 2) roll over 현상이 발생하면 많은 양의 증기가 발생하여 용기내 압력이 증가한다.

6. LNG Roll Over 발생

- 1) 통상 조성이나 밀도 차이가 거의 없는 경우에는 상층표면은 기/액 평형조건이 되고 탱크 측면 및 저부로부터의 입열은 증발가스 발생과 액의 농축에 이용된다. 이런 상태에서는 액의 자연대류가 이루어지므로 액 전체가 균질화된다.
- 2) 그러나 일단 층상화되면 상층은 측별 입열로서 하층액 사이의 계면보다 작은 입열로도 증발가스가 발생되고 서서히 농축되어 액 밀도가 상승한다.
- 3) 한편 하층은 상층으로부터의 가압조건이고 측별 및 하부 입열에 따라 액온의 상승이 일어나 밀도가 저하된다.
- 4) 이 밀도가 상층액보다 작을 경우 상, 하층의 반전하여 동시에 급격한 혼합이 일어난다. 그리고 하층액에 축적된 열량분의 BOG(증발가스)가 급속히 발생하는데 이 같은 현상을 Roll over라 한다.



7. Roll over 방지방법

- 1) LNG 조성의 범위 제한
 - (1) LNG의 밀도에 따라 LNG를 하역하여야 한다.
 - (2) 만약 2개의 LNG Cargo의 밀도차가 크면 같은 저장 탱크로 LNG를 하역해서는 안 된다.
- 2) Jet 노즐로 인입 LNG와 잔류 LNG를 혼합
 - (1) 하역 시에는 Mixing Loading Line을 사용하도록 한다.
 - (2) Mixing Loading pipe에는 special Mixing Nozzle이 설치되어 층 형성을 방지할 수 있다.
- 3) 탱크내부 LNG의 Mixing 순환
 - (1) 주기적으로 Tank내의 LNG를 순환시켜야 한다.
 - (2) 장기간의 stand-by 기간에도 펌프로 LNG를 순환시켜 LNG를 균질화 하도록 한다.
- 4) 탱크의 상·하층 입구 분리

탱크의 상·하층부에 각각 입구를 만들어 중질 LNG는 상부로, 경질 LNG는 하부 인입구로 유입시킨다.

8. Roll over 발생 시 안전조치

- 1) LNG Tank의 층이 형성되면 하역작업 수 시간 내에 Roll over가 일어나 많은 양의 vapor가 발생되며 Flare가 작동한다.
- 2) 계속해서 Tank의 압력이 증가한다면 vent 및 safety Relief valve에 의해 방호된다.

2-4. 공사현장에서의 용접·용단 작업 시 다음 사항에 대하여 설명하시오.
 1) 비산불티의 특성 및 비산거리 영향요소
 2) 용접·용단 작업 시 화재 및 폭발의 주요발생원인과 대책

답)

출처 소방기술사 요해 1권 P795

1. 개 요

- 1) 용접작업은 나화(open flame)를 사용하거나 열 또는 스파크를 발생시키는 작업
- 2) 인화성가스, 불활성가스, 산소 및 전기를 사용하여 금속의 용접·용단 또는 가열작업은 화재 위험이 크다.

2. 용접, 용단작업의 유해 위험성

- 1) 고열, 불꽃에 의한 점화원으로 작용 → 화재 및 폭발
- 2) 용접 슬러그에 의한 찌꺼기 발생
- 3) 용접 응력에 의한 부식
- 4) 충전부 접촉에 의한 인체 감전재해
- 5) 용접 흠, 유해가스 등에 의한 인체 악영향
- 6) 유독물 체류장소 및 밀폐장소에서의 중독 또는 산소결핍 장애 유발

3. 건설공사중의 위험성

- 1) 고층부 화재발생 시 강풍에 의한 급속한 연소확대 시 초기 소화 불가능
- 2) 방화구획의 미완성으로 인해 상층부로 급속히 연소확대 및 연기 확산
- 3) 고층부 화재 시 지상의 도움을 받는데 많은 시간이 걸리는 한계
- 4) 화재경보 전파가 어렵고 자동소화설비의 미완성으로 인명 및 시설 피해 발생
- 5) 외부 가설구조물 붕괴와 낙하될 경우 인접시설물 및 인명 피해 가능성이 크다.

4. 비산불티의 특성 및 비산거리 영향요소

- 1) 용접·용단 작업 시 수천개의 불티가 발생하고 비산된다.
- 2) 비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라진다.
- 3) 비산불티는 1,600 ℃ 이상의 고온체이다.
- 4) 발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경이 0.3~3 mm 정도이다.

- 5) 비산된 후 상당시간 경과 후에도 축열에 의하여 화재를 일으키는 경향이 있다.
- 6) 용접·용단 작업 시 높이, 철판두께, 풍속 등에 따른 불티의 비산거리가 다르다.

5. 대책

- 1) 지정된 장소에서 용접·용단 (Shop welding)
- 2) 용접·용단 작업 허가제도 운영
- 3) 불꽃받이나 방염시트를 사용한다.
- 4) 작업자 외 화재감시인 상주 작업
- 5) 작업현장 내 소화기, 소화전을 비치 후 작업
- 6) 공사현장에 임시소방시설 설치
- 7) 용접작업 후 작업현장 재점검
- 8) 불꽃비산 구역 내 가연물을 제거하고 정리·정돈한다.

6. 화재감시인

1) 화재감시인의 배치

- (1) 작업현장에서 반경 11 m 이내에 다량의 가연성물질이 있을 때
- (2) 가연성물질이 작업현장에서 반경 11 m 이상 떨어져 있지만 불티에 의해 쉽게 발화될 수 있을 때
- (3) 작업현장에서 반경 11 m 이내에 위치한 벽 또는 바닥 개구부를 통하여 인접지역의 가연성물질에 발화될 수 있을 때
- (4) 가연성물질이 금속 칸막이, 벽, 천정 또는 지붕의 반대쪽 면에 인접하여 열전도 또는 열복사에 의해 발화될 수 있을 때
- (5) 밀폐된 공간에서 작업할 때
- (6) 기타 화재발생의 우려가 있는 장소에서 작업할 때

2) 화재감시인의 임무

- (1) 화재감시인은 즉시 사용할 수 있는 소화설비를 갖추고 그 사용법을 숙지하여 화재를 진화할 수 있어야 하며 주위 인근 소화설비의 위치를 확인하여야 한다.
- (2) 화재감시인은 비상경보설비를 작동할 수 있어야 한다.
- (3) 화재감시인은 용접·용단 작업이 끝난 후 30분 이상 계속하여 화재가 발생하지 않음을 확인하여야 한다.
- (4) 추가적으로 3시간 이상 동안 관찰되어야 한다. (용접 후 7시간 지난 후 화재가 발생한 화재 사례도 있다)

2-5. 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)를 의무적으로 설치해야하는 대상, ESS 설비의 구성, [전기저장시설의 화재안전성능기준]에서 규정하고 있는 배터리용 소화장치에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 소방기술사 요해 1권 P502

1. 개 요

- 1) 전기저장장치 (Energy Storage System)는 생산된 잉여 전기를 저장하였다가 필요한 시간대에 사용 가능하도록 한 장치이다.
- 2) 전기저장장치를 통해 잉여전력발생 시 배터리를 충전하고 상시전원 및 정전, 전압강하, 일시적인 과부하 등 수요관리를 통한 전원 공급이 이루어진다.
- 3) 생산된 전력을 저장하였다가 전력이 필요할 때 공급하는 전력시스템을 말하며 전력저장장치, 전력 변환장치 등으로 구성된다.

2. ESS의 사용 목적

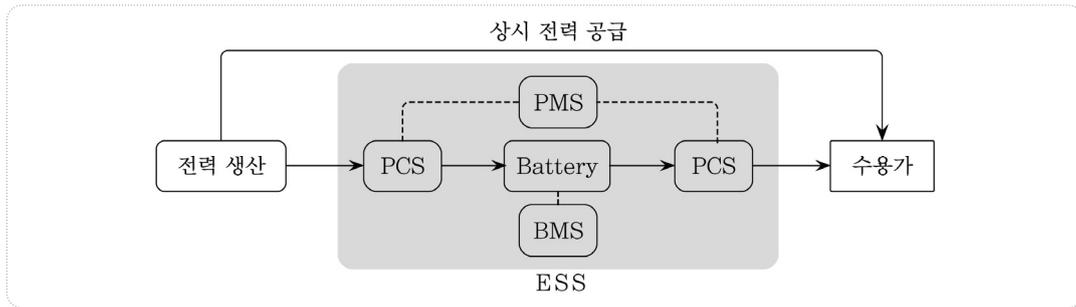
- 1) 전력부하의 평준화를 통해 첨두부하를 분산 할 수 있으며 전원설비 투자를 절감할 수 있다.
- 2) 태양광 등 출력 변동이 심한 신재생에너지의 저장장치로 사용되어 전력품질을 안정화 할 수 있다.
- 3) 정전 시 자립운전이 가능하여 정전으로 인한 피해를 감소시킬 수 있다.

3. 의무적으로 설치해야하는 대상

“공공기관 에너지이용합리화 추진에 관한 규정” 에 따라 계약전력 1,000kW 이상의 건축물에 계약전력 5% 이상규모의 에너지저장장치(ESS)를 설치해야 함

- 1) 시·도 교육청
- 2) 공공기관
- 3) 지방공단
- 4) 국립대학병원 설치법에 따른 병원
- 5) 국립·공립 학교

4. 전기저장장치의 구성



1) 축전지 (Battery)

(1) 종류

- ① 리튬이온전지 (LIB) ② 나트륨황전지 (NaS) ③ 레독스흐름전지 (RFB)

(2) 비축전지 방식

- ① 압축공기저장 시스템 (CAES) ② 플라이휠 저장

2) BMS (Battery Management System)

축전지가 안전하게 충·방전 할 수 있도록 제어하는 장치

3) PCS (Power Conversion System) : 교류 / 직류간의 변환, 전압, 전류, 주파수 변환

- (1) 축전지 충전/방전 : 기본적인 충전, 방전 기능
- (2) Load Leveling : 시간대별로 에너지 충전/방전
- (3) Power Smoothing : 태양광 발전과 풍력 발전은 발전량이 불균일하여 ESS에 에너지를 저장, 방전하여 계통의 안정화 도모
- (4) Frequency Regulation : 상위 PMS로부터 명령을 받아 충전 및 방전 기능

4) PMS (Power Management System) (EMS)

전체 에너지의 흐름을 관리하는 시스템

5. 배터리용 소화장치

중앙소방기술심의위원회의 심의를 거쳐 소방청장이 인정하는 시험방법으로 시험기관에서 전기저장 장치에 대한 소화성능을 인정받은 배터리용 소화장치를 설치할 수 있다.

- 1) 옥외형 전기저장장치 설비가 컨테이너 내부에 설치된 경우
- 2) 옥외형 전기저장장치 설비가 다른 건축물, 주차장, 공용도로, 적재된 가연물, 위험물 등으로부터 30m 이상 떨어진 지역에 설치된 경우

보충

☞ 배출설비

- 1) 배풍기·배출덕트·후드 등을 이용하여 강제적으로 배출할 것
- 2) 바닥면적 1m² 에 시간당 18m³ 이상의 용량을 배출할 것
- 3) 화재감지기의 감지에 따라 작동할 것
- 4) 옥외와 면하는 벽체에 설치할 것

☞ ESS의 안전관리가이드

1. 환기설비

- 1) 구역 내 가연성 가스 농도는 연소하한의 25%를 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
- 2) 환기량은 5.1ℓ/s·m² 이상 되어야 한다.
- 3) 환기설비는 연속적으로 작동되거나 가스감지기에 의해 작동되어야 하며 수신기에서 감시할 수 있어야 한다.
- 4) 가스감지기를 설치
 - (1) 구역 내의 가연성가스 농도가 LFL의 25%를 초과할 때 기계적인 환기설비를 작동시킬 수 있도록 설계되어야 한다.
 - (2) 환기설비는 구역 내의 가연성가스 농도가 LFL의 25% 이하가 될 때까지 작동되어야 한다.
 - (3) 2시간 이상의 예비전원을 확보해야 한다.
 - (4) 가스감지설비가 고장 난 경우 중앙감시실 또는 상주자가 있는 장소로 이상신호를 경보

2-6. 다음 사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 푸리에(Fourier)의 열전도법칙, 뉴턴(Newton)의 냉각법칙
- 2) 기체분자운동론의 가정 5가지, 그레이엄(Graham)의 확산법칙

답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P20, P50, P67

1. Fourier 전도 법칙 (law of conduction)

1) 개요

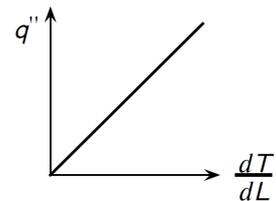
- (1) 전도는 열전달의 한 형태로 물질 (고체 또는 정지된 유체) 내에서 이루어지며 물체의 한 쪽에 열이 가해졌을 때 발생한다.
- (2) 매질을 통한 내부로의 열 흐름으로 분자의 운동 (진동)에 의해 에너지가 이동한다. 에너지는 온도차 (ΔT)와 물질의 열전도율 (K)에 의해 전달된다.
- (3) 물질의 열전도계수는 단위시간당 단위길이마다 온도차가 1°C 일 때 전달되는 열과 관련된 계수이다.

(4) 열전달 상태가 정상상태($\frac{dT}{dt} = 0, q'' \propto \frac{dT}{dL}$)

(5) 전도 열전달

$$q'' = \frac{K}{L} \cdot \Delta T \text{ [kW/m}^2\text{]}$$

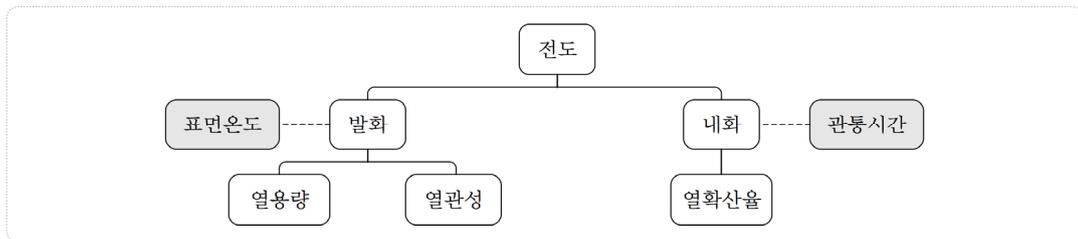
ΔT : 온도차
 K : 열전도계수 [$\text{kW/m} \cdot \text{K}$]
 L : 전달 길이



【열전달과온도구배】

2) 소방 관련사항

- (1) 고체 가연물에서의 발화 및 화염확산 : 열관성($k\rho c$), 열용량($\rho c l$)
- (2) 내화 (Fire Resistance) : 열확산율($\frac{k}{\rho c}$)



2. 뉴턴(Newton)의 냉각법칙

1) 개 요

- (1) 고체가 유체속에 있는 경우 고체의 열손실(전도+대류)을 설명하는 법칙
- (2) 열손실은 온도에 선형적으로 변한다.

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

h_k : 열전달계수 ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)
 A : 면적 ΔT : 온도차

$$(3) \text{ 열전달계수 } (h_k) = \frac{1}{\frac{1}{h} + \frac{L}{K}}$$

2) 열폭주 또는 고체 자연발화의 열손실(방열)



3. 이상기체 운동론

실제 기체는 낮은 압력과 높은 온도에서만 이상기체 상태방정식을 따른다.

- 1) 기체 분자의 질량은 존재하지만, 부피는 존재하지 않는다.
- 2) 기체 분자간 힘을 주고받지 않는다.
- 3) 기체 분자가 일으키는 모든 충돌은 완전 탄성충돌이다.
- 4) 기체는 끊임없이 무질서하게 불규칙적인 운동을 한다.
- 5) 기체의 평균 분자 운동에너지는 절대온도에 비례하며, 분자 크기, 모양 및 종류에는 영향을 받지 않는다.

4. 그레이엄(Graham)의 확산법칙

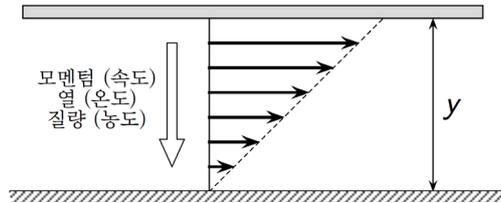
- 1) 기체의 확산속도는 기체 분자량(밀도)의 제곱근에 반비례한다.

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}} = \frac{\sqrt{\rho_1}}{\sqrt{\rho_2}}$	<p>v : 확산속도 K : 열전도계수 [kW/m·K] L : 전달 길이</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

- 2) 가벼운 가스일수록 더 멀리까지 이동(폭발 위험거리 증가)하므로 더 위험하다.

보 총

법칙	전달 (보존)	구배	계수	식
뉴턴의 점성법칙	모멘텀(속도)	속도구배 = $\frac{dv}{dy}$	점성계수(μ)	$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$
푸리에의 열전도법칙	열에너지(온도)	온도구배 = $\frac{dT}{dy}$	전도계수(K)	$q'' = K \frac{dT}{dy}$
픽의 질량확산법칙	질량(농도)	농도구배 = $\frac{dC}{dy}$	확산계수(D)	$m'' = D \frac{dC}{dy}$



제 3교시 문제풀이

3-1. 도로터널에 관한 다음 사항을 설명하시오.
 1) 방재등급별 기준 및 방재시설의 종류
 2) 터널화재에서의 백레이어링(Back Layering) 현상과 예방대책

답) 출처 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침, 모아소방기술사 1권 p.226

1. 방재등급별 기준 및 방재시설의 종류

1) 방재등급 및 방재시설 기준표

방재시설		터널등급	1등급	2등급	3등급	4등급	비 고	
소화설비	소화기구		●	●	●	●		
	옥내소화전설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행	
	물분무설비		○					
경보설비	비상경보설비		●	●	●			
	자동화재탐지설비		●	●				
	비상방송설비		○	○	○			
	긴급전화		○	○	○			
	CCTV		○	○	○	△	△ : 200m 이상 터널	
	자동사고감지설비		△	△	△			
	재방송설비		○	○	○	△	△ : 200m 이상 터널	
	정보표지판		○	○				
	진입차단설비		○	○				
피난대피설비	비상조명등		●	●	●	△	△ : 200m 이상 터널	
	유도등		○	○	○	○(4)	대피시설이 설치되는 연장4등급터널(4)	
	대피 시설	피난연결통로		●	●	●	●(4)	250m초과하는 연장4등급 터널(4)
		피난대피터널(1)		●	△			1등급: 피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용 250m초과하는 연장4등급 터널(4)
		격벽분리형 피난대피통로(1)		△	●	●	●(4)	
비상주차대		○	○					
소화활동설비	제연설비		○	○	◎	◎		
	무선통신보조설비		●	●	●	△(2)		
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행	
	(비상)콘센트설비		●	●	●			
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△(3)		
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행	

● 기본시설 : 연장기준등급에 의함, ○ 기본시설 : 위험도지수기준등급에 의함, △ 권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의함

- ◎ 보강설비 : 운영중 연장3등급 및 연장4등급 중 250m 초과하고 대피시설이 미흡한 시설
 - (1) 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치
 - (2) 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함
 - (3) 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함
 - (4) 연장4등급 중 250m를 초과하는 경우 정량적 위험도 평가결과에 따라 설치함

2. 터널화재에서의 백레이어링(Back Layering) 현상과 예방대책

1) Back-Layering(역기류)의 개념

- (1) 종류환기방식에서 자동차 주행방향의 반대로 연기가 유동되는 현상이다.
- (2) 터널화재 시 연기는 부력에 의해 상승하여 천장면을 따라 터널이 길이 방향으로 전파된다.
- (3) 종류환기방식에서는 피난방향으로 연기가 전파되지 못하도록 피난측에서 화점 방향으로 기류가 형성되며, 이러한 기류를 이기고 피난방향으로 연기가 전파되는 현상을 역기류(Back-Layering)라고 한다.
- (4) 역기류가 형성되면 피난방향으로 연기가 전파되어 많은 인명피해가 발생할 수 있다.

2) Back-Layering(역기류)의 영향인자

영향 인자	Back-Layering 발생
1) 화재강도	화재강도가 클수록 용이하다.
2) 터널길이	길이가 길수록 용이하다.
3) 터널경사도	경사 급할수록 용이하다.
4) FAN 용량	팬용량 작을 때 발생한다.
5) 바람의 방향	바람이 피난방향으로 불 때 발생한다.

3) Back-Layering(역기류) 대책

Jet fan 기류 유속 > 임계속도

- (1) 제연방식을 횡류식으로 설계하거나 수직갱 배기방식으로 적용한다.
- (2) 충분한 FAN 용량 : 임계속도(Back-Layering이 발생하지 않는 환기기류의 최소 유속) 이상
- (3) 터널의 경사, 풍향, 풍압 등을 고려한 성능설계
- (4) 물분무 설비 설치
- (5) 터널의 화재시험 등 실물시험 실시
- (6) SPE와 자동화시스템
 - ① SPE(Single Point Extraction; 일점배출방식) : 연기를 화재부위에 국한시킨 후 배출한다.
 - ② 자동화시스템 : 제연설비 동작과정을 자동화하여 시간을 단축한다.
- (7) 터널은 한번 건설되면 반백년 이상을 사용해야 하며, 또한 구조의 변경이 용이하지 못한 특성을 가지고 있으므로 설계 초기에 안전성에 대한 더 많은 투자와 시설이 요구된다.

3-2. 원형관에서 유체의 유동으로 발생하는 손실(loss in pipe flow)에 관한 다음 사항 설명하시오.

- 1) 달사-바이스바하(Darcy-Weisbach)
- 2) 하젠-윌리엄스(Hazen-Williams) 실험식
- 3) 돌연 확대·축소관에서의 손실수두식

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.26, p.56

1. 달사-바이스바하(Darcy-Weisbach)

1) Darcy-Weisbach 식의 개요

- (1) 층류에서 유도된 식으로 유체의 정상류의 마찰손실 수두를 구하는데 사용한다.
- (2) 직관 손실 영향요인은 배관의 길이, 배관의 직경, 유체의 속도에 영향을 받는다.

2) Darcy-Weisbach 공식

$$\Delta H = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

ΔH : 배관의 마찰손실 수두[m], v : 유속[m/s]
 f : 관 마찰계수, L : 관의 길이[m]
 D : 관의 내경[m], g : 중력가속도[9.8 m/s²]

3) 관 마찰계수와 점성계수의 관계

구 분	공 식	영향인자	비 고
층류영역	$f = \frac{64}{Re}$	점성력	-
천이영역	Colebrook의 식	점성력, 상대조도	상대조도($\frac{\epsilon}{D}$)
난류영역	VonKarman의 식	상대조도	

2. 하젠-윌리엄스(Hazen-Williams) 실험식

1) Hazen-Williams 식의 개요

- (1) 많은 유체의 마찰손실은 구하는 이론식은 여러 방법이 있으나, 일반적으로 Darcy Weisbach 식을 많이 사용한다. 그러나 소화설비에 사용하는 물은 비압축성 유체이며 온도 및 점성을 고려할 필요가 없고 난류이므로 물에 대해서만 적용이 가능한 Hazen-Williams식을 사용한다.
- (2) Hazen-Williams식은 물을 난류의 상태에서 실험한 식으로서 Chezy의 식으로부터 유래된 공식이다. 단, 일정 요건이 갖추어진 Chezy식으로 부터는 Hazen-Williams식의 유도도 가능하다.

2) Hazen-Williams 공식

$$\Delta P = 6.174 \times 10^5 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

ΔP : 1m 당 손실되는 압력 [kgf/cm²·m]
 C : 조도계수, D : 배관의 내경 [mm]
 Q : 유량 [pm]

3) Hazen-Williams식 사용조건

유 체	물
유 동	난류
물의 비중량	1,000 kgf/m ³ (9,800 N/m ³)
물의 온도범위	7.2 ~ 24 °C
유 속	1.5 ~ 5.5 m/s

4) 조도계수

- (1) 조도계수란 C-Factor, 유량계수, 마찰손실계수 라고도 하며, 배관내면의 거칠기(Roughness) 정도를 나타내는 계수이고, 무차원수 이다.
- (2) 조도계수가 커지면 손실수두가 감소하고, 작아지면 손실수두가 증가한다. 원칙적으로 신규 배관은 C=140 정도이나, 설계 시 경년변화를 감안하여 C=120 정도를 적용하고 있다.
- (3) 배관 내부면이 매끄러울수록 큰값(150), 거칠수록 작은 값(100)이다.

3. 돌연 확대·축소관에서의 손실수두식

1) 돌연 확대 손실 계산식 유도

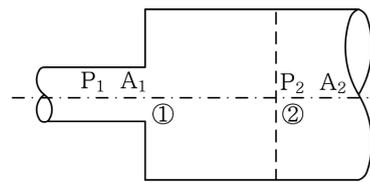
단면적이 급격히 확대되는 관로에서는 확대부를 조금 지난 지점에서 부차적 손실이 발생한다.

(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

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



(2) 수평관에서의 힘의 평형을 고려하면

$\sum F = P_1 A_1 - P_2 A_2$ 이지만, 힘의 평형조건 또는 검사체적을 가정하면, $A_1 = A_2$ 이다.

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

(3) 힘의 변화를 고려하면

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

$$\begin{aligned}
 F &= m \times a = m \times \frac{dv}{dt} \\
 &= \frac{m}{dt} \times dv = \rho A v \times dv
 \end{aligned}$$

(4) ②식 = ③식 이므로

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

(5) ④식을 ①식에 대입하면

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

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

(6) $\gamma = \rho g$ 을 대입하면

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{\rho v_2(v_2 - v_1)}{\rho g} + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{2v_2^2 - 2v_2v_1 + v_1^2 - v_2^2}{2g} \\ &= \frac{v_1^2 - 2v_2v_1 + v_2^2}{2g} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \end{aligned}$$

(7) $Q = A_1v_1 = A_2v_2$ 를 대입하면($v_2 = \frac{A_1}{A_2} \times v_1$),
$$h_L = \frac{\left(v_1 - \frac{A_1}{A_2}v_1\right)^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \frac{v_1^2}{2g}$$

급확대 관로에서 손실수두는 $h_L = K \times \frac{v^2}{2g}$ 이다. ($K = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$)

급확대 되기 전에 속도 v_1 은 쉽게 측정이 가능하다.

2) 돌연 축소 손실 계산식 유도

(1) 돌연 확대 손실 유도의 (1)~(6)까지는 동일

(2) $Q = A_1v_1 = A_2v_2$ 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) 급축소 관로에서 손실수두는 $h_L = K \times \frac{v^2}{2g}$ 이다.

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

3-3. 「위험물안전관리법」에서 규정하는 인화성액체에 관한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 인화점 시험방법 및 인화점 측정시험 방법 3가지
- 2) 제4류 위험물의 위험등급 분류 및 다른 유별 위험물과의 혼재가능 여부

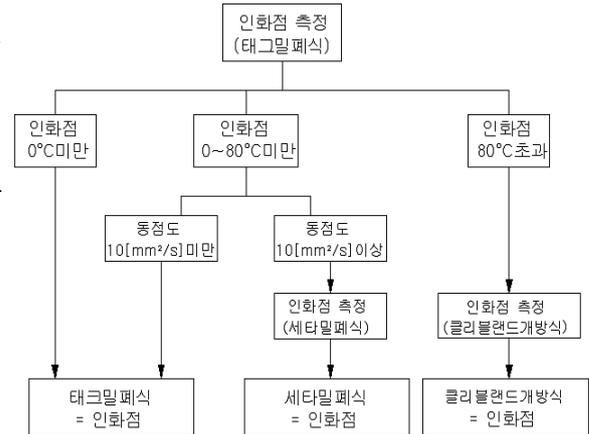
답)

출처 모아소방기술사 2권 p.34, p.447 금화도감 2권 p.490

1. 인화점 시험방법

1) 태그밀폐식인화점 측정 결과가 다음과 같을 것.

- (1) 측정결과가 0℃ 미만인 경우에는 당해 측정결과를 인화점으로 할 것
- (2) 측정결과가 0℃ 이상 80℃ 이하인 경우에는 동점도 측정을 하여,
 - 동점도가 10 mm²/s 미만 측정결과를 인화점으로 한다.
 - 동점도가 10 mm²/s 이상 신속평형법 인화점측정기로 다시 측정할 것
- (3) 측정결과가 80℃를 초과하는 경우에는 클리브랜드 개방식 인화점 측정기로 다시 측정할 것



2) 제 4류 인화성액체 중 수용성액체란 온도 20℃, 기압 1기압에서 동일한 양의 증류수와 완만하게 혼합하여, 혼합액의 유동이 멈춘 후 당해 혼합액이 균일한 외관을 유지하는 것을 말한다.

2. 인화점 측정시험 방법 3가지

1) 태그(Tag)밀폐식 인화점 측정시험

- (1) 시험 장소는 기압 1기압, 무풍의 장소로 할 것, 화염의 크기를 직경이 4mm가 되도록 조정할 것
- (2) 시료컵에 시험물품 50cm³를 넣고 시험물품의 표면의 기포를 제거한 후 뚜껑을 덮을 것
- (3) 60초간 1℃ 씩 상승하도록 하고, 설정온도보다 5℃ 이하인 경우 개폐기를 작동하여 시험불꽃을 시료컵에 1초간 노출시키고 닫을 것.
- (4) 위 방법으로 인화하지 않을 경우 0.5℃ 마다 시험불꽃을 시료컵에 1초간 노출시켜 인화 시까지 반복할 것

2) 신속평형법(세타밀폐식) 인화점 측정시험

- (1) 시험장소는 기압 1기압, 무풍의 장소로 할 것, 화염의 크기를 직경이 4 mm가 되도록 조정할 것
- (2) 측정기의 시료컵을 설정온도까지 가열 또는 냉각하여 시험물품 2 ml를 시료컵에 넣고 즉시 뚜껑 및 개폐기를 닫을 것
- (3) 시료컵의 온도를 1분간 설정온도로 유지할 것

- (4) 1분 경과 후 개폐기를 작동하여 시험불꽃을 시료컵에 2.5초간 노출시키고 닫을 것
- (5) 인화한 경우에 설정온도를 낮추고, 인화하지 않는 경우 인화 시 까지 설정온도를 높일 것

3) 클리브랜드(Cleveland)개방식 인화점 측정시험

- (1) 시험장소는 기압 1기압, 무풍의 장소로 할 것, 화염의 크기를 직경이 4 mm가 되도록 조정할 것
- (2) 측정기의 시료컵의 표선까지 시험물품을 채우고 시험물품의 표면의 기포를 제거할 것
- (3) 60초간 14℃ 씩 상승하도록 하고, 설정온도보다 55℃ 이하인 경우 가열을 조절하여 28℃ 낮은 온도로 60초간 5.5℃씩 온도를 상승 시킬 것
- (4) 설정온도보다 28℃ 낮은 경우 시험불꽃을 시료컵 중심으로 일직선으로 1초간 횡단시킬 것

3. 제4류 위험물의 위험등급 분류

품 명		지정수량	위험등급
특수인화물		50 L	I
제1석유류	비수용성	200 L	II
	수 용 성	400 L	
알코올류		400 L	
제2석유류	비수용성	1000 L	III
	수 용 성	2000 L	
제3석유류	비수용성	2000 L	
	수 용 성	4000 L	
제4석유류		6000 L	
동·식물 유류		10000 L	

4. 다른 유별 위험물과의 혼재가능 여부

위험물의 구분	제1류	제2류	제3류	제4류	제5류	제6류
제1류		×	×	×	×	○
제2류	×		×	○	○	×
제3류	×	×		○	×	×
제4류	×	○	○		○	×
제5류	×	○	×	○		×
제6류	○	×	×	×	×	

비고

- 1. "×"표시는 혼재할 수 없음을 표시한다.
- 2. "○"표시는 혼재할 수 있음을 표시한다.
- 3. 이 표는 지정수량의 1/10 이하의 위험물에 대하여는 적용하지 아니한다.

3-4. 층고가 낮은 지하주차장에서 장방형 금속제 제연덕트를 설치할 경우 단면형상과 시공방법에 대하여 설명하시오.

답)

금화도감 1권 p.620, 모아소방기술사 1권 p.353,p.366

1. 개요

- (1) 주차장 높이를 적용할 때 주차장법의 기준을 만족시키는 최소한의 높이로 적용하면 좁은 공간에 덕트, 배관, 케이블트레이 등이 지나가기 때문에 시공상세도 및 복합도면을 제작하여 배관, 트레이, 덕트등의 적절한 배치여부가 중요하다.
- (2) 또한 필요시에는 장방형 금속제 제연덕트의 설치를 고려해 봐야 될 수가 있다.

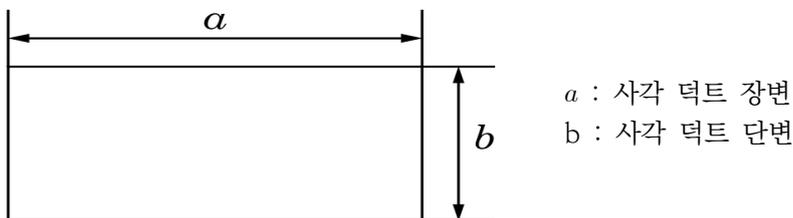
2. 장방형 금속제 덕트 단면형상

1) 단면형상 적용

- (1) 건축물의 층고에 적합한 종횡비를 선정하되 가능한 적정 종횡비를 유지한다.
- (2) 마찰손실을 최소화하기 위해 1:1.5~2 정도가 적당하고, 최대 1:4 이하로 선정한다.

2) 종횡비(Aspect Ratio)

사각 덕트 및 공기 취출구 등의 장변과 단변의 비(Aspect Ratio = a : b)



3) 사각 덕트를 원형 덕트 등가길이로의 환산식

$$d_{eq} = 1.3 \times \left[\frac{(ab)^5}{(a+b)^2} \right]^{\frac{1}{8}}$$

d_{eq} : 동일 저항인 원형 덕트 상당지름
 a : 사각 덕트 장변
 b : 사각 덕트 단변

4) 상당직경을 구한 후 Darcy Weisbach식을 이용하여 마찰손실수두를 구할 수 있다.

$$\Delta P = f \frac{l}{d_{eq}} \frac{v^2}{2g} \gamma$$

ΔP : 마찰손실(mmAq)
 f : 관마찰계수
 l : 덕트의 길이(m)
 d_{eq} : 덕트의 상당직경(m)
 v : 풍속(m/s), g : 중력가속도(m/s²)
 γ : 공기의 비중량(kgf/m³)

5) 총횡비를 제한하는 이유

총횡비가 클 경우	총횡비가 작을 경우
<ul style="list-style-type: none"> • 소음의 증가 • 마찰손실이 증가하므로 운전비 상승 • 풍량의 분배가 고르지 못함 • 원자재가 많이 소요되므로 공사비 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 천장고에 대응성 불리 • 마찰손실이 감소하므로 운전비 절감 • 저속 덕트에 적용

동일단면적에 총횡비가 클 경우 동일한 마찰손실을 갖기 위해서는 덕트의 단면적을 크게 해야 하므로 공사비가 증가한다. (총횡비가 큼 → 덕트의 표면적 증가 → 상당직경은 작아짐 → 마찰손실 커짐)

3. 덕트 시공 방법

1) 거실제연 배출풍도

(1) 재 질

- ① 아연도금강판 또는 이와 동등 이상의 내식성, 내열성이 있는 것
- ② 내열성(석면재료는 제외)의 단열재로 유효한 단열처리를 할 것

(2) 풍도 강판의 두께 (아래 기준 이상)

단위 : [mm]

풍도단면의 긴변 또는 직경의 크기	450 이하	450 ~ 750	750 ~ 1,500	1,500 ~ 2,250	2,250 초과
강판의 두께	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2

유입풍도 강판의 두께도 동일

2) 부속실제연 급기풍도

(1) 수직풍도

- ① 수직풍도는 내화구조로 할 것
- ② 수직풍도의 내부면은 두께 0.5 mm 이상의 아연도금강판으로 마감하되, 강판의 접합부는 통기성이 없도록 조치할 것

(2) 수직풍도 이외의 풍도로서, 금속판으로 설치하는 풍도

- ① 풍도는 아연도금강판 또는 이와 동등 이상의 내식성, 내열성이 있는 것으로 할 것
- ② 불연재료(석면재료 제외)인 단열재로 유효한 단열처리를 할 것
- ③ 강판의 두께 기준 단위 : [mm]

풍도단면의 긴변 또는 직경의 크기	450 이하	450 ~ 750	750 ~ 1,500	1,500 ~ 2,250	2,250 초과
강판의 두께	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2

- ④ 풍도에서의 누설량은 급기량의 10 %를 초과하지 않을 것
→ 보통 실측에 의하지 않고, 송풍기에 15 %의 여유율을 준다.

(3) 풍도는 정기적으로 풍도 내부를 청소할 수 있는 구조로 설치할 것.

3-5. 초고층건축물에서 고가수조방식의 가압송수장치를 적용할 경우 저층부의 과압발생 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하시오.

답)

출처 모아소방기술사 1권 p.139

1. 개 요

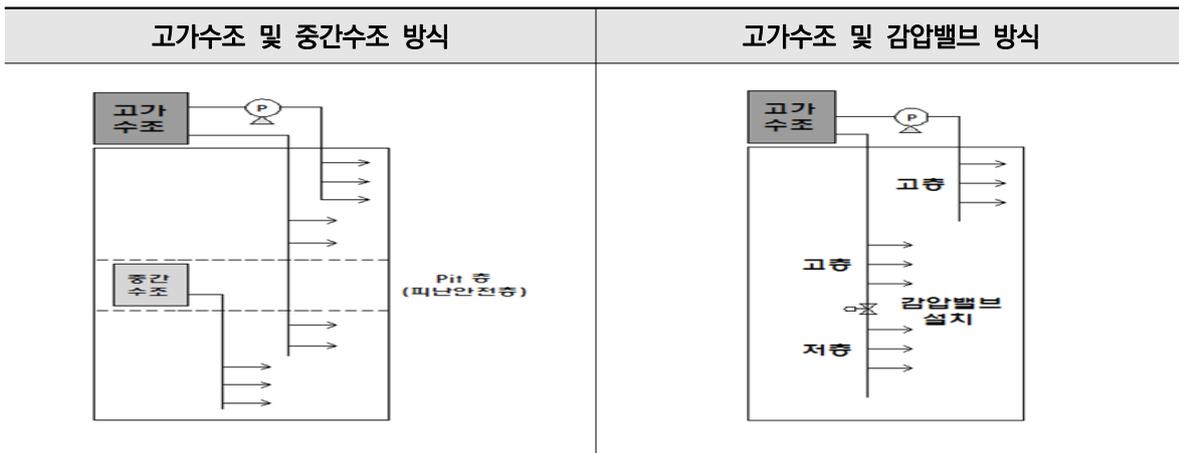
- (1) 최근에는 건축물이 고층화 및 대형화 되고 있어, 단일 가압송수장치로서는 그 성능을 만족시키기가 매우 어려운 실정이 되었다.
- (2) 고가수조를 이용한 가압송수장치 경우는 최하층에서는 과압이 최상층에서는 압력부족이 발생 할 수 있다. 따라서 초고층건축물 또는 대형건축물의 경우에는 가압송수장치의 구성을 그 건축물의 용도와 구성에 맞게 계획되어야 하겠다.

2. 고가수조 가압송수방식 선정시 고려사항

- 1) 건축물의 용도와 구조를 고려한다.
- 2) 고가수조, 중간수조의 여부를 고려한다.
- 3) 기계설비의 급수설비(수조)를 확인한다.
- 4) 피난안전구역 또는 중간에 PIT 층의 여부 확인한다.

3. 저층부 과압발생문제 해결방안

1) 개념도



2) 고가수조 및 중간수조 방식

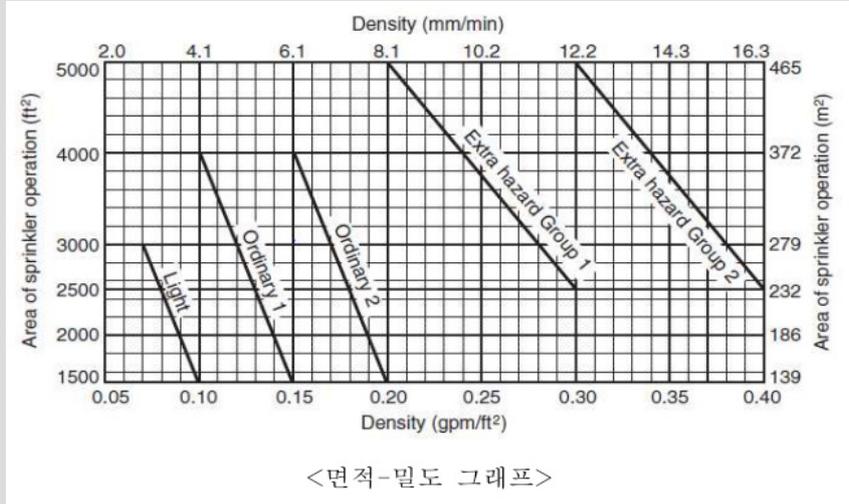
- (1) 저층부, 고층부를 구분하여 별도의 펌프와 별도의 배관을 설치하여 가압하는 방식으로 비교적 압력과 유량범위를 손쉽게 얻을 수 있다.
- (2) 저층부의 과압과 고층부의 압력부족현상을 해결할 수 있다.
- (3) 중간수조가 있는 경우나 중간층에 별도의 수조를 설치하는 경우에 고가수조와 같이 낙차를 이

용하여 가압송수장치로 사용할 수 있다.

3) 고가수조 및 감압밸브 방식

- (1) 많은 낙차를 가지고 있는 소방용 배관이라면 과압과 압력부족이 될 수 있는 필연적인 요소를 가지고 있다
- (2) 고층의 경우 낙차가 없어 별도의 펌프가 필요하고, 저층에서는 낙차가 클수가 있으므로 별도의 대책이 필요하다.
- (3) 특히, 초고층 건축물 같은 경우에는 과압에 대한 부분에 감압밸브를 설치하여 과압을 방지해야 한다.

3-6. 스프링클러설비의 화재안전성능기준에서 공동주택의 스프링클러헤드 수평거리 3.2m 이하를 「스프링클러헤드의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」의 유효반경으로 적용 하도록 규정하고 있다. 수평거리 3.2m를 적용한 경우와 2.6m를 적용한 경우의 살수 밀도를 계산하고, NFPA에서 규정하는 등급을 고려하여 여부를 설명하시오.



답)

출처 모아소방기술사 1권 p.225

1. 스프링클러 헤드의 살수반경 (헤드의 수평거리)

1) 국내의 헤드의 살수반경(수평거리)

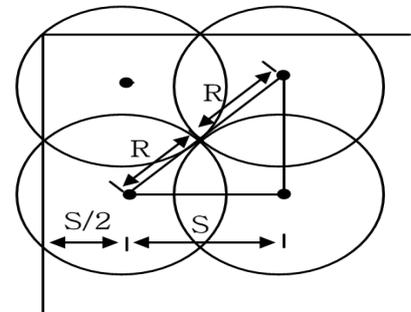
소방대상물	살수반경 [R]	소방대상물	살수반경 [R]	
무대부, 특수가연물 저장, 취급	1.7 m 이하	기타	비내화구조	2.1 m 이하
랙식 창고	2.5 m 이하		내화구조	2.3 m 이하
아파트	3.2 m 이하			

특수가연물을 저장, 취급하는 랙식창고 : 1.7 m

아파트 세대내 거실 : 스프링클러헤드의 형식승인 및 검정기술기준의 유효반경(2.6m)을 적용한 헤드를 사용함

2) 헤드의 배치방법

- (1) 그림에서 R : 헤드 살수반경, S : 헤드간 거리
- (2) 그림과 같은 헤드의 정사각형 배열에서 헤드간 거리는 $S = 2R\cos 45^\circ$ 가 된다.



2. 살수밀도 계산 (정사각형 배열 가정)

1) 헤드 1개의 방호면적 공식

$$S^2 = (2R \cos 45^\circ)^2$$

S = 헤드간 거리

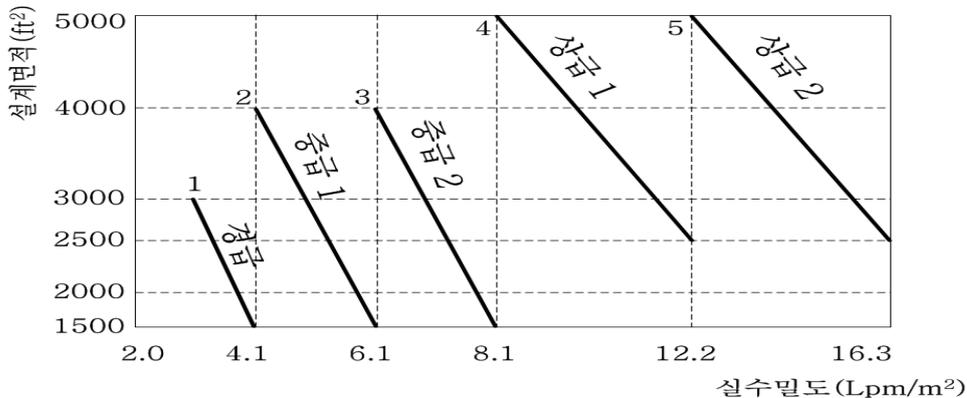
R = 수평 거리(살수반경)

2) 3.2m와 2.3m 살수밀도 계산

구 분	수평거리 2.6m	수평거리 3.2m
헤드 간 거리 (S)	$S = 2 \times 2.6 \times \cos 45^\circ = 3.68m$	$S = 2 \times 3.2 \times \cos 45^\circ = 4.53m$
헤드 1개의 방호면적(S^2)	$S^2 = 3.68^2 = 13.54m^2$	$S^2 = 4.53^2 = 20.52m^2$
살수밀도	$\frac{80 (lpm)}{13.54 (m^2)} = 5.91 (lpm/m^2)$	$\frac{80 (lpm)}{20.52 (m^2)} = 3.9 (lpm/m^2)$

3. NFPA에서 규정하는 등급을 고려여부

1) 면적 밀도 그래프 (lpm/m^2)



2) NFPA 등급 고려 여부

구 분	수평거리 2.6m	수평거리 3.2m
살수밀도	$\frac{80 (lpm)}{13.54 (m^2)} = 5.91 (lpm/m^2)$	$\frac{80 (lpm)}{20.52 (m^2)} = 3.9 (lpm/m^2)$
위험용도 등급	중급1	경급

- (1) 경급위험용도의 대상에 주거시설이 포함되어 있기 때문에 수평거리 3.2m도 적정
- (2) 다만 공동주택에는 거주자가 주로 생활하는 공간이고 화재발생비율도 높기 때문에 위험용도를 중급1로 하여 경급보다 상대적으로 높은 살수밀도로 조기진압하는 것이 인명 및 재산피해를 최소화하는데 더 효과적임



제 4 교 시 문 제 풀 이

4-1. 전기자동차 화재와 관련하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 리튬이온 배터리의 열폭주 현상 및 발생요인
- 2) 지하 주차구역(충전장소)의 화재대응대책

답)

출처 금화도감 2권, 전기차 전용주차구역 소방안전가이드(부산시 소방재난본부)

1. 전기자동차 화재의 위험성

1) 배터리 열폭주 현상

- (1) 리튬이온배터리는 에너지 밀도가 매우 높으며, 처음에 화재가 발생한 배터리에서 주변 배터리의 온도를 급상승시킴
- (2) 메커니즘
배터리 충격 → 분리막 파손 → 양극과 음극 접촉 → 1개의 셀 온도 급상승 → 전체 배터리의 온도 급상승

2) 불산 등 유독가스 발생

- (1) 배터리 전해질(LiPF₆)이 액체인 특성상 외부로 누출이 용이하며, 약 70℃에서 가수분해하여 매우 유독한 불화수소(HF) 기체가 발생
- (2) 주수의 경우도 불화수소의 확산을 막기 위한 분무 주수와 화재 온도를 최대한 낮추기 위한 봉상 주수가 동시에 이루어져야 할 것으로 생각된다. 특히 주수에 따라 바닥에서 발생하는 불화수소가 물에 녹으면서 생성되는 불산에 대한 조치가 필요
- (3) 화학반응식 : $\text{LiPF}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HF} + \text{PF}_5 + \text{LiOH}$
- (4) 기타 주요발생가스 : CO₂, CO, H₂, C₂H₄, CH₄, C₂H₆, C₃H₆

2. 리튬이온 배터리의 열폭주 현상 및 발생요인

1) 열폭주의 정의

- (1) “열폭주”란 온도 상승이 역학적 과정에 의해 에너지 방출을 증가시켜 온도 상승을 더욱 가속화 시키는 현상
- (2) 열폭주는 양극재와 음극재 사이의 분리막 손상에 의한 양극과 음극의 단락에서 시작

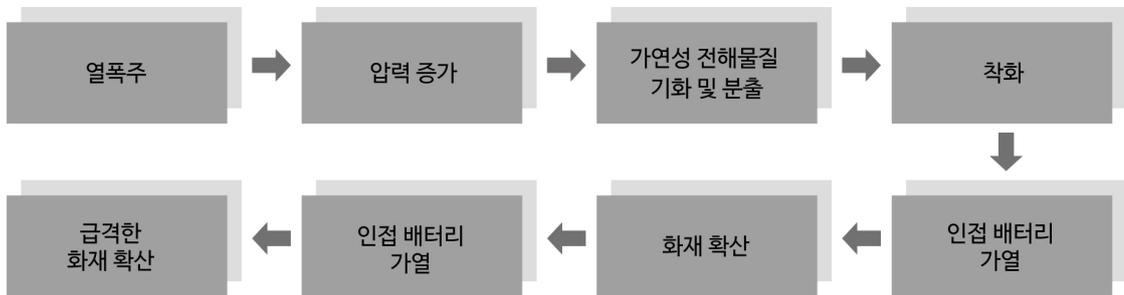
2) 열폭주의 주요 발생요인

- (1) 물리적 충격 : 분리막의 천공
- (2) 전기적 요인 : 과충전 및 과방전
- (3) 제품 자체의 결함, 외부요인(기상조건, 내부 냉각장치 오작동, 화재 등)에 의해 가열

구분	내용
과충전	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 과충전 • BMS 오류로 인한 과충전
기계적 충격	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리 충격에 따른 크랙 및 절연체 손상 • 충돌사고에 따른 화재
과열	<ul style="list-style-type: none"> • 충·방전에 따른 과열로 인한 방열 부족 • 냉각장치 손상에 따른 과열
절연물 불량 및 파손	<ul style="list-style-type: none"> • 배터리셀 내부 양극판과 음극판 사이의 분리막 손상

3) 열폭주 발생 메커니즘

단락 → 내부에 충전된 에너지의 급격한 방출(온도 상승) → 유기 용매인 전해액 열분해 → 인화성 가스 발생(Off-gas) → 가스 팽창 → 내부압력 증가 → 배터리 셀 밖으로 가스와 전해액이 누출되어 발화



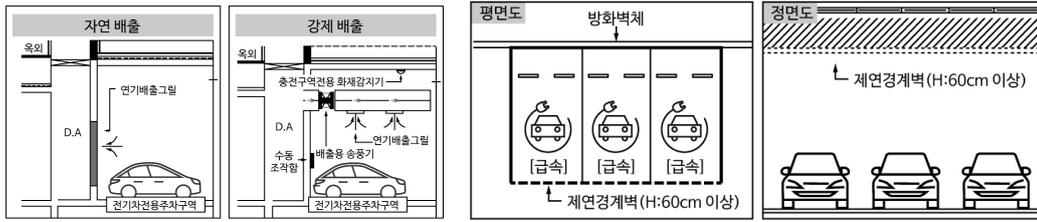
3. 지하 주차구역(충전장소)의 화재대응대책

1) 구조 및 시설

(1) DA(Dry Area) 인근에 설치하여 굴뚝효과에 따라 연기가 자연적으로 배출되도록 하되 구조상 불가피하게 DA 인근에 설치가 어려운 경우 연기배출을 위하여 다음 각 호의 기준에 따른 전용의 배출설비를 설치할 것

- ① 배풍기·배출덕트·후드 등을 이용하여 옥외로 강제적으로 배출하되 배출덕트는 아연도금강판 또는 이와 동등 이상의 내식성·내열성이 있는 것으로 할 것
- ② 전용주차구역 바닥면적 1m²에 27m³/h 이상의 용량을 배출할 것
- ③ 전용주차구역용 화재감지기의 감지에 따라 작동하되 직통계단의 인근에서 수동기동에 따라서도 작동될 수 있도록 할 것
- ④ 옥외와 면하는 벽체에 설치할 것

(2) 주차구역 전면에는 전기차 화재 시 발생한 연기가 다른 구역으로 유출되지 않도록 내화구조 또는 불연재료로 된 60cm 이상의 제연경계벽을 설치하되 화재 시 쉽게 변형·파괴되지 아니하고 연기가 누설되지 않는 기밀성 있는 재료로 할 것



- (3) 주차단위구획별(최대 3대까지 하나의 방화구획으로 구획 가능)로 3면을 내화성능 1시간 이상의 벽체로 방화구획을 할 것

2) 소화설비

- (1) 수원의 수량은 방화구획된 전용주차구역(여러 개의 전용주차구역이 있는 경우 가장 큰 면적)의 바닥면적 1㎡에 분당 18.4L 이상의 방수량을 30분 이상 방수할 수 있도록 하거나 방출량이 큰 k-factor 115 이상의 헤드를 설치하되 수리계산을 통한 30분 이상 방수할 수 있도록 수원량을 추가로 확보할 것
- (2) 전기차 전용주차구역 전용의 연결송수관설비 방수구와 방수기구함을 추가로 설치할 것
- (3) 물막이판이 작동 또는 설치(4면이 구획)된 후 전기차 전용주차구역 내부로 물을 채울 수 있는 65mm 이상의 별도의 급수배관(65mm 이상의 급수배관에서 분기, 소화배관에서 연결 금지)을 설치할 것
- (4) 초기 소화 및 연소확대 방지를 위한 질식포를 전용주차구역 인근의 식별이 용이한 위치에 “전기차 소화질식포”라고 표시한 표지판을 부착하여 보관함에 비치할 것(감전방지를 위한 방전화·방전장갑 2set 포함)

3) 집수설비

소화 오염수 처리를 위한 전용의 집수설비(가장 큰 전용주차구역의 소화수를 수용할 수 있는 용량 이상)를 설치하거나 차수판 내부의 오염수를 직접 전문 폐기물 업체에서 처리할 수 있도록 할 것

4) 감시설비

전기차 전용주차구역 감시용 CCTV를 설치하여 방재실, 관리실 등에서 상시 감시할 수 있도록 할 것

5) 충전구역 표시 및 표지판

- (1) 주차단위구획 바닥에는 전기차 충전구역임을 쉽게 알 수 있도록 구획선 또는 문자 등을 표시할 것
- (2) 전용주차구역 인근의 식별이 용이한 위치에 충전 방해행위 및 주차금지 등에 대한 표지를 할 것
- (3) 과태료 부과대상 시설: 모든 환경친화적 자동차 충전구역 및 전용주차구역

4-2. 주거용 주방자동소화장치에 대한 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 주거용 주방자동소화장치의 종류, 주요구성요소, 작동메커니즘
- 2) “주거용자동소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준”에서 규정하는 소화성능 시험기준

답)

출처 금화도감1권, 인터넷자료

1. 개요

- 1) 주거용 주방에 설치된 열 발생 조리기구의 사용으로 인한 화재 발생 시 열원(전기 또는 가스)을 자동으로 차단하며, 소화약제를 방출하는 소화장치를 말한다.
- 2) 주방화재란 주방에서 동·식물유를 취급하는 조리기구에서 일어나는 화재를 말한다. 주방화재에 대한 소화기의 적응 화재별 표시는 ‘K’로 표시한다.
- 3) 주거용 주방자동소화장치는 아파트의 세대별 주방, 오피스텔의 모든 층에 설치한다.

2. 주거용 주방자동소화장치의 종류, 주요구성요소, 작동메커니즘

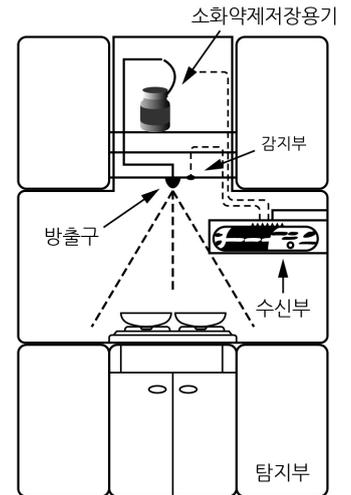
1) 주거용 주방자동소화장치의 종류

(1) 가압식 자동소화장치

소화약제의 방출원이 되는 가압가스를 별도의 전용용기에 충전한 방식의 자동소화장치

(2) 축압식 자동소화장치

저장용기 중에 소화약제와 소화약제의 방출원이 되는 질소 등의 압축가스를 함께 봉입한 방식의 자동소화장치



2) 주요구성요소

(1) 소화약제저장용기

- ① 소량의 약제를 가진 간이형 용구가 설치됨
- ② ABC분말약제, 강화액 소화약제

(2) 수신부

감지부 또는 탐지부로부터 발하는 신호를 수신하여 경보를 발하고, 가스차단장치 또는 작동장치의 제어신호를 발신하는 부분

(3) 감지부

화재 시 발생하는 열 또는 불꽃을 감지하는 부분

(4) 탐지부

가스누설을 탐지하여 수신부로 가스누설신호를 발신하는 부분

(5) 작동장치

① 수신부 또는 감지부에서 발하는 신호를 받아 밸브 등을 개방시켜 소화약제 저장용기 등으로부터 소화약제를 방출시키는 장치

② 종류 : 전기적 작동, 기계적 작동, 가스 발생에 의해 작동

(6) 차단장치

수신부에서 발하는 신호를 받아 가스 또는 전기의 공급을 차단시키는 장치

(7) 방출구

화재의 소화를 위하여 소화약제를 유효하게 방사되도록 하는 부분

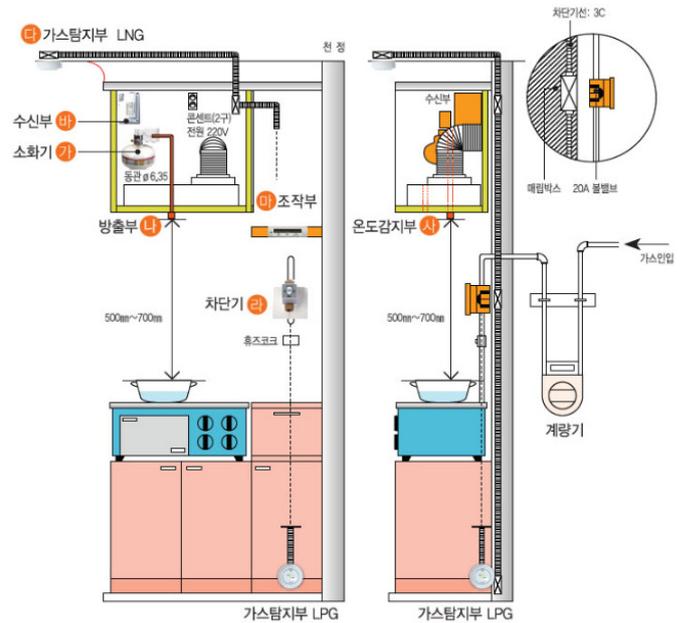
3) 작동메커니즘

(1) 가스누설

가스누설 → 탐지부 → 수신부 → 차단장치 → 차단

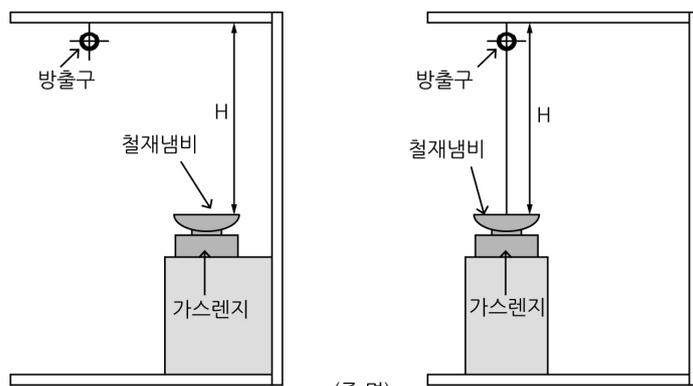
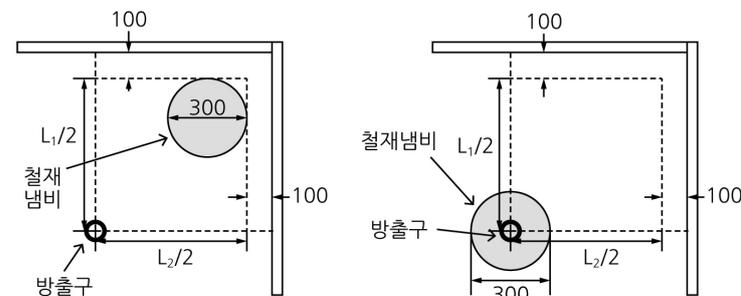
(2) 화재발생

화재발생 → 감지부 → 수신부 → 방출구 → 소화



3. 소화성능시험기준(주거용 주방자동소화장치의 형식승인 및 제품검사의 기술기준)

(평면)

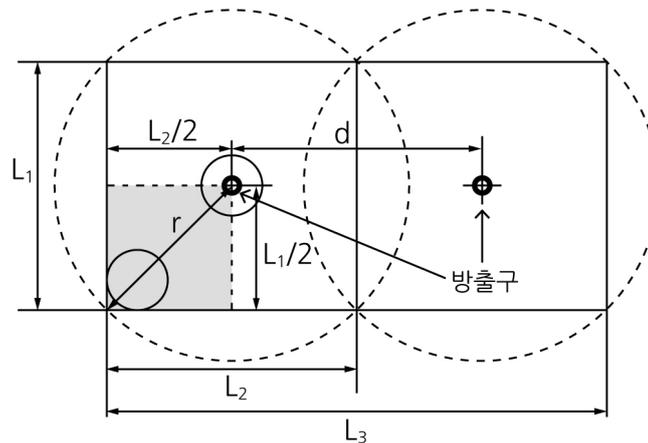


[1모형]

(측면)

[2모형]

- 1) 그림과 같이 소화시험모형(1모형과 2모형)을 설치하여 철제냄비(직경 300mm, 높이 50mm)에 대두유 800mL(발화점이 360℃부터 370℃까지의 범위)를 넣고 가열하여 발화시키는 경우 두 모형 모두 소화(소화약제 방사종료 후 2분 이내에 재연하지 아니하는 것을 포함)될 것
- 2) 철제냄비 대두유에 점화된 후 2분 이내에 소화약제가 방출
- 3) 각 방출구의 최소공칭방호면적은 0.4㎡ 이상
- 4) 2개 이상의 방출구를 사용하는 경우에는 1개의 방출구에 대한 공칭방호면적을 적용하여 소화시험을 실시하며, 나머지 방출구에서 방출되는 소화약제는 소화시험에 영향이 없을 것
- 5) 공칭방호면적의 계산방법
 - (1) 그림과 같이 방출구를 위치시키고 소화시험을 실시하여 소화되었을 때 방출구의 방호면적(A)은 πr^2
 - (2) 이때 자동소화장치의 공칭방호면적은 $L_1 \times L_2$ 이며, 공칭방호면적($L_1 \times L_2$)은 방호면적 내에 위치
 - (3) 방출구가 2개 이상인 경우 방출구와의 거리가 d일 때 공칭방호면적은 $L_1 \times L_3$ 이며, 공칭방호면적($L_1 \times L_3$)은 방출구 방호면적 내에 위치



- 6) 방출구의 유효설치 높이가 범위로 설계된 경우에는 최소 및 최대 높이에서 각각 소화시험을 실시
- 7) 감지부는 설치위치 및 높이의 범위 내에서 화원과 가장 먼 지점에 설치 후 소화시험을 실시

4-3. 건축관련법에서 규정하는 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 건축물의 경사지붕 아래에 설치하는 '대피공간'의 설치대상 및 설치기준
- 2) 공동주택 중 아파트 '대피공간'의 설치대상, 설치기준 및 면제기준

답)

출처 금화도감소방기술사 1권

1. 건축물의 경사지붕 아래에 설치하는 '대피공간'의 설치대상 및 설치기준

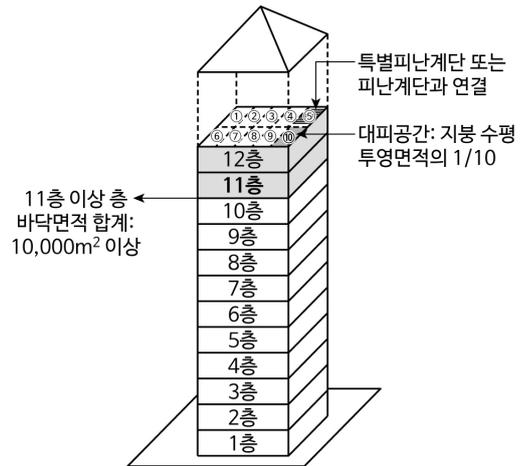
1) 설치대상(건축법 시행령 제40조)

층수가 11층 이상인 건축물로서 11층 이상의 층의 바닥면적 합계가 10,000㎡ 이상인 건축물의 옥상에는 아래의 공간을 확보

구분	공간
평지붕	헬리포트나 헬리콥터를 통해 인명 등을 구조할 수 있는 공간
경사지붕	대피 공간

2) 설치기준

- (1) 대피공간의 면적은 지붕 수평투영면적의 1/10 이상
- (2) 특별피난계단 또는 피난계단과 연결되도록 할 것
- (3) 출입구·창문을 제외한 부분은 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획
- (4) 출입구는 유효너비 0.9m 이상으로 하고, 그 출입구에는 60+방화문 또는 60분방화문을 설치하고 방화문에는 비상문자동개폐장치를 설치
- (5) 내부마감재료는 불연재료로 할 것
- (6) 예비전원으로 작동하는 조명설비를 설치
- (7) 관리사무소 등과 긴급 연락이 가능한 통신시설을 설치



2. 공동주택 중 아파트 '대피공간'의 설치대상, 설치기준 및 면제기준

1) 설치대상(건축법 시행령 제46조)

- (1) 공동주택 중 아파트로서 4층 이상인 층의 각 세대가 2개 이상의 직통계단을 사용할 수 없는 경우
- (2) 발코니에 인접한 세대와 공동으로 설치하거나 각 세대별로 설치

2) 설치기준

- (1) 설치요건(건축법 시행령 제46조)
 - ① 대피공간은 바깥의 공기와 접할 것
 - ② 대피공간은 실내의 다른 부분과 방화구획으로 구획될 것

- ③ 대피공간의 바닥면적은 인접 세대와 공동으로 설치하는 경우에는 3㎡ 이상, 각 세대별로 설치하는 경우에는 2㎡ 이상일 것

- ④ 국토교통부장관이 정하는 기준에 적합할 것

(2) 대피공간의 구조(발코니 등의 구조변경절차 및 설치기준 제3조)

- ① 대피공간은 채광방향과 관계없이 거실 각 부분에서 접근이 용이

- ② 외부에서 신속하고 원활한 구조활동을 할 수 있는 장소에 설치

- ③ 출입구에 설치하는 갑종방화문은 거실 쪽에서만 열 수 있는 구조로서 대피공간을 향해 열리는 밖여단으로 할 것

- ④ 대피공간임을 알 수 있는 표지판을 설치할 것

- ⑤ 1시간 이상의 내화성능을 갖는 내화구조의 벽으로 구획되어야 하며, 벽·천장 및 바닥의 내부마감재로는 준불연재료 또는 불연재료를 사용

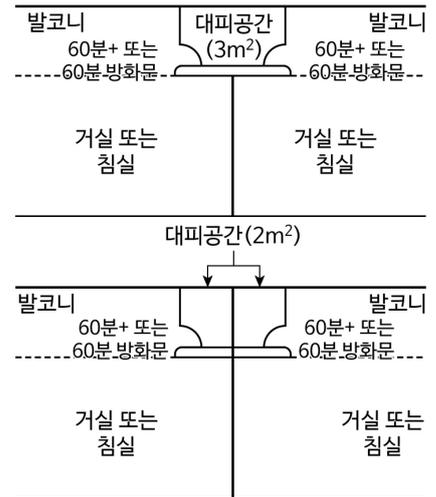
- ⑥ 외기에 개방될 것. 다만 창호를 설치하는 경우에는 폭 0.7m 이상, 높이 1.0m 이상은 반드시 외기에 개방될 수 있어야 하며, 비상시 외부의 도움을 받는 경우 피난에 장애가 없는 구조로 설치

- ⑦ 정전에 대비해 휴대용 손전등을 비치하거나 비상전원이 연결된 조명설비가 설치

- ⑧ 대피공간은 대피에 지장이 없도록 시공·유지 관리하고 대피공간을 보일러실 또는 창고 등 대피에 장애가 되는 공간으로 사용해서는 안 됨. 다만 에어컨 실외기 등 냉방설비의 배기장치를 대피공간에 설치하는 경우에는 다음의 기준에 적합할 것

(가) 냉방설비의 배기장치를 불연재료로 구획할 것

(나) (가)에 따라 구획된 면적은 대피공간 바닥면적 산정 시 제외할 것



3) 면제기준

- (1) 발코니와 인접 세대와의 경계 벽이 파괴하기 쉬운 경량구조 등인 경우
- (2) 발코니의 경계 벽에 피난구를 설치한 경우
- (3) 발코니의 바닥에 하향식 피난구를 설치한 경우
- (4) 국토교통부장관이 대피공간과 동일하거나 그 이상의 성능이 있다고 인정하여 고시하는 구조 또는 시설을 갖춘 경우

4-4. 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우 펌프 흡입측 배관의 구성 및 설치 시 유의사항에 대하여 설명하시오.

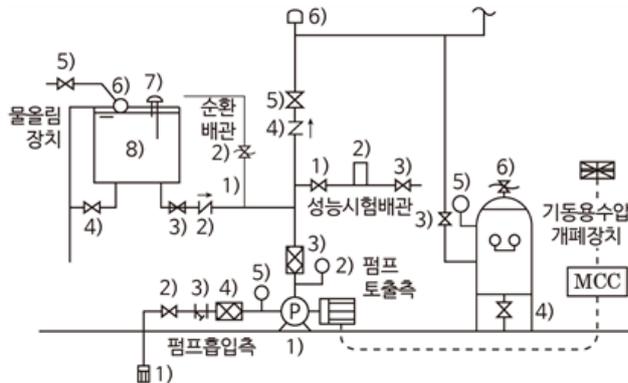
답)

출처 금화도감2권, 금화도감 기출문제풀이집

1. 개요

- 1) 펌프 운전 시 캐비테이션 발생 없이 펌프를 안전하게 운전할 수 있는 흡입에 필요한 수두를 유효흡입수두($NPSH_{av}$, Available Net Positive Suction Head)라 한다.
- 2) $NPSH_{av}$ 는 펌프의 수면과 펌프와의 거리, 흡입관경, 흡입배관의 길이, 이송 액체의 온도 등에 의해 결정되는 수두로 펌프의 설치조건 및 배관 System에 의해 결정된다.
- 3) 수조가 펌프보다 높게 설치된 경우는 물은 펌프에 가압을 하게되므로 흡수면에서 임펠러 중심까지의 거리는 양이 되며, 역으로 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우는 펌프는 물을 흡입해야 하므로 흡수면에서 임펠러 중심까지의 거리는 음이 되므로 유효흡입수두는 상대적으로 작아지게 되므로 캐비테이션에 특히 유의해야 한다.
- 4) 흡입측 배관은 캐비테이션이 발생하지 않도록 하기위해 화재안전기준에서는 설치기준을 규정하고 있다.

2. 소화펌프주변의 배관 구성도



번호	명칭	번호	명칭	번호	명칭	번호	명칭
1. 펌프 흡입 측		2)	압력계	6)	불 탕	5. 순환배관	
1)	후드밸브	3)	플렉시블조인트	7)	감수경보장치	1)	순환배관
2)	개폐밸브	4)	체크밸브	8)	물올림탱크	2)	릴리프밸브
3)	스트레이너	5)	개폐밸브	4. 펌프성능시험배관		6. 기동용수압개폐장치	
4)	후렉시블조인트	6)	수격 방지기	1)	개폐밸브	3)	개폐밸브
5)	연성계(진공계)	3. 물올림장치		2)	유량계	4)	배수밸브
2. 펌프토출 측		2)	체크밸브	3)	유량조절밸브	5)	압력계
1)	펌프	3)4)5)	개폐밸브	-		6)	안전밸브

3. 펌프 흡입측 배관의 구성 및 설치 시 유의사항

1) 펌프 흡입측 배관의 구성

(1) 후드밸브

- ① 기능 : 체크밸브 및 이물질 여과 기능
- ② 설치목적

수원의 위치가 펌프보다 아래에 설치되어 있을 경우 즉시 물을 공급할 수 있도록 유지시켜 줌(펌프 흡입 측 배관의 물이 누설되지 않도록 함)

(2) 개폐표시형 개폐밸브

- ① 기능 : 배관의 개폐 기능
- ② 설치목적 : 후드밸브 보수 시 사용

(3) 스트레이너

- ① 기능 : 이물질 제거(여과기능)
- ② 설치목적 : 펌프 기동 시 흡입측 배관내의 이물질을 제거하여 임펠러를 보호함

(4) 후렉시블조인트

- ① 기능 : 충격흡수
- ② 설치목적

펌프의 진동이 펌프의 흡입측배관으로 전달되는 것을 흡수하여, 흡입측 배관을 보호함

(5) 연성계(진공계)

- ① 기능 : 흡입압력 표시
- ② 설치목적 : 펌프의 흡입양정을 알기 위해 설치

2) 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우 펌프 흡입측 배관설치 시 유의사항

(1) 물올림탱크 설치(캐비테이션 방지목적)

(2) 흡입측배관은 펌프마다 각각 설치

- ① 수조가 펌프보다 낮게 설치된 경우에는 각 펌프(충압펌프를 포함)마다 수조로부터 별도로 설치
- ② 물올림탱크를 펌프2대에 공용으로 사용 시 흡입측 배관을 겸용으로 사용할 경우 에어포켓 현상이 발생함

(3) 흡입배관의 마찰손실을 줄임

$$H_f = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

- ① 배관마찰손실수두 = 주손실 + 부차적 손실
- ② 주손실↓ : 흡입배관의 길이를 짧게 하고, 직경이 큰 배관 사용
- ③ 부차적 손실↓ : 엘보우, 밸브류 등의 피팅류를 줄임

(4) 펌프의 설치위치를 가급적 낮게 하여 흡입 실양정의 값을 줄임

소화펌프와 수원과의 높이차는 4m이하가 바람직

(5) 흡입측양정이 커질 경우 입형 펌프사용

(6) 흡입측배관이 펌프흡입측 구경보다 클 경우에 편심레듀샤 사용(공기고임이 생기지 아니하는 구조)

- (7) 흡입측배관에 연성계 또는 진공계 설치
- (8) 흡입배관은 기포가 생기지 않도록 수평으로 설치
- (9) 흡입배관 끝에 후드밸브 설치
- (10) 흡입측배관에 버터플라이밸브 설치 금지
 - ① 유체(물)가 버터플라이밸브를 통과할 때 밸브시트로 인해 단면적이 축소되는 부분에서 유체의 속도가 순간적으로 증가하게 되며, 이로 인해 유체의 정압이 순간적으로 낮아져 캐비테이션의 발생요인이 될 수 있으며 유동 저항이 크게 증가하여 마찰손실이 커지게 된다.
 - ② 흡입관상의 마찰손실 증가는 NPSH_{av} 값의 감소로 이어져 캐비테이션 가능성이 높다.
 - ③ 밸브개폐 조작이 순간적으로 이루어져 수격작용(Water Hammering)을 일으키기 쉽다.

4-5. NFPA 11(포소화설비)에서 포소화설비가 적절하게 설치되었는가를 판단하기 위해 필요한 인수시험(세정 포함), 압력시험, 작동시험, 방출시험 절차에 대하여 각각 설명하시오.

답)

출처 NFPA 11 (2021 Edition)

1. 개요

- 1) 주기적으로 방수시험을 하여 방수압력, 방수량을 측정하고 발포기, 혼합장치 등의 막힘 유무 등을 확인하여야 한다. 방수시험 후에는 배관 내의 물을 배수하고 각 밸브를 정상위치로 하여야 한다.
- 2) 방수시험과 병행하여 주기적으로 포방출시험을 실시하여 포방출량, 발포배율, 혼합율 및 포의 분포상태(포헤드의 경우)를 확인하여야 하며, 포방출시험 후에는 통수하여 배관 안을 청소한 후에 배수하여야 한다.
- 3) NFPA11 “Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam. Chapter 11 Testing and Acceptance”에서 인수시험, 압력시험, 작동시험, 방출시험을 제시하고 있다.

2. 인수시험(세정 포함)

1) 설치후 세정 (Flushing after Installation)

- (1) 설치 시 지상과 지하 물공급 배관의 이물질 제거하기 위해 배관시스템의 연결 전에 최대 유량으로 세정해야 한다.
- (2) 세정을 위한 최소유량은 설계 시 반영된 시스템의 물공급량 이상이어야 한다.
- (3) 유량은 완전히 청소가 될 때까지 지속되어야 한다.
- (4) 모든 포 배관은 설치 후에 정상급수를 이용하여 세정해야 한다.
- (5) 세정을 할 수 없는 경우에는 배관 설치 시 내부청결상태를 육안으로 점검해야한다.
 - ① 압축공기포(CAFS) 배관내부는 주의깊게 육안 검사해야 하며, 필요하다면 배관을 설치 시 청소해야 한다.
 - ② 압축공기포(CAFS) 배관은 설치 후 물대신 압축공기로 세정해야 한다.

※ 설치전 세정 : 주공급관은 시스템 배관에 연결 전 유입 이물질 제거를 위해 최대유량으로 철저히 수행한 후 설치(완전 세정 될 때 까지 연속 수행)

2) 인수시험(Acceptance Tests)

- (1) 완성된 시스템은 관계기관의 승인을 받은 자격자가 시험을 해야 한다.
- (2) 시험은 시스템이 승인된 설계와 사양에 따라 설치되었는 지 확인하는 데 사용된다.
- (3) 포수용액 적절한 농도, 압력, 방출률로 방사시 인화성 액체 소화가능 시험 실시
 - 포의 농도 확인 필요
 - 정수압 / 포소화약제소비량 / 원거리 배관에서의 안정된 유수압력

3. 압력시험(Pressure Tests)

- 1) 표면하주입방식을 제외한 모든 배관은 NFPA 13에 따라 200psi(1379kPa) 또는 최대사용압력 +50psi(345kPa) 중 높은 압력에서 2시간 정수압시험을 해야 한다.
- 2) 건식 수평배관에 대한 배수 기울기가 확인되어야 한다.

4. 작동시험(Operating Tests)

- 1) 승인 전에 모든 작동장치 및 장비는 기능을 시험해야 한다.
- 2) 전역방출방식에 대한 시험은 문, 창문, 컨베이어의 개구부에 대해 자동밀폐장치와 자동장치의 인터락, 열·연기 환기구에 대해 정립되어야 하며, 시스템 작동 시 연동되어야 한다.
- 3) 시험에는 전기제어회로 및 감시시스템을 점검하여, 고장이 발생할 경우에도 작동과 감시가 정상 작동되어야 한다.
- 4) 물공급시험(Water Supply Test)
 - (1) 주배수밸브는 개방된 후 시스템의 수압에서 정상작동 되는지 여부를 확인하여야 한다.
 - (2) 정수압과 잔류압은 시험성적서에 측정 기록 한다.
- 5) 제어밸브의 작동시험

제어밸브는 시스템의 수압에서 완전히 닫히거나 열려서 적절히 작동하는 지 확인해야 한다.
- 6) 공급자는 운전지침서를 제공해야 하며 장치의 식별이 확인되어야 한다.

5. 방출시험(Discharge Tests)

- 1) 유량시험을 해서 위험으로 부터 설계사양에 맞게 완전히 보호되는지 확인해야 한다.
- 2) 방출시험 진행시 확인 필요함
 - (1) 정수압
 - (2) 제어밸브에서 잔류압과 시스템에서 가장 먼 지점에서 잔류수압
 - (3) 실제 방출률
 - (4) 포 약제 방출량
 - (5) 포수용액의 농도 확인
- 3) 방출시험시 데이터 기록유지 필요
 - (1) 정수압
 - (2) 제어밸브 및 시스템의 가장 먼 지점에서 잔류수압
 - (3) 실방출률
 - (4) 발포제 소비율
 - (5) 포수용액의 농도
 - (6) 압축공기포시스템의 경우(잔류압, 제어밸브 잔류압, 시스템공기압, 발포액 농도)

- 4) 포혼합장치는 시험방법으로 인정된 항목시험 또는 포농축액의 방출률이 불필요한 승인 인정 방법으로 측정 가능하여야 한다.
- 5) 포혼합기의 포농도는 포수용액(포+물)의 비율로 표현된다. 혼합농도는 제조사가 제시하는 농도의 0% ~ 30% 범위 내에 있거나 PLUS(+) 1% 이내 범위 이내일 것

4-6. 소방시설 비상전원에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 비상전원의 정의
- 2) 비상전원설비가 갖추어야 할 기준
- 3) 다음 소방시설에 관한 사항
 - 가. 옥내소화전설비의 비상전원 설치대상 및 종류
 - 나. 유도등, 제연설비 및 고층건축물 스프링클러설비의 비상전원 종류 및 용량

답)

출처 금화도감 2권, 화재안전기준

1. 비상전원의 정의

- 1) 상용 전원이 정전된 경우라도 기기를 정상적으로 작동할 수 있도록 설치한 전원을 비상전원이라 한다.
- 2) 소방법에서는 비상전원으로, 건축법에서는 예비전원으로 표현한다.

2. 비상전원설비가 갖추어야 할 기준

- 1) 점검에 편리하고 화재 및 침수 등의 재해로 인한 피해를 받을 우려가 없는 곳에 설치할 것
- 2) 유효하게 20분 이상 작동할 수 있어야 할 것
- 3) 상용전원으로부터 전력의 공급이 중단된 때에는 자동으로 비상전원으로부터 전력을 공급받을 수 있도록 할 것
- 4) 비상전원(내연기관의 기동 및 제어용 축전기를 제외)의 설치장소는 다른 장소와 방화구획 할 것. 이 경우 그 장소에는 비상전원의 공급에 필요한 기구나 설비 외의 것(열병합발전설비에 필요한 기구나 설비는 제외한다)을 두어서는 안 된다.
- 5) 비상전원을 실내에 설치하는 때에는 그 실내에 비상조명등을 설치할 것

3. 옥내소화전설비의 비상전원 설치대상 및 종류

1) 비상전원 설치대상

- (1) 층수가 7층 이상으로서 연면적 2,000㎡ 이상인 것
- (2) (1)에 해당하지 않는 특정소방대상물로서 지하층의 바닥면적 합계가 3,000㎡ 이상인 것
- (3) 비상전원의 면제
 - ① 2 이상의 변전소에서 전력을 동시에 공급받을 수 있는 경우
 - ② 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되는 때에는 자동으로 다른 변전소로부터 전원을 공급받을 수 있도록 상용전원을 설치한 경우
 - ③ 가압수조방식

2) 비상전원의 종류

- (1) 자가발전설비
- (2) 축전지설비(내연기관에 따른 펌프를 사용하는 경우에는 내연기관의 기동 및 제어용 축전지를 말함)
- (3) 전기저장장치(외부 전기에너지를 저장해 두었다가 필요한 때 전기를 공급하는 장치)

4. 유도등, 제연설비 및 고층건축물 스프링클러설비의 비상전원 종류 및 용량

1) 유도등(NFPC 303, NFTC 303)

- (1) 비상전원 종류 : 축전지
- (2) 비상전원 용량
 - ① 유도등을 20분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량
 - ② 60분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량으로 해야 하
 - 지하층을 제외한 층수가 11층 이상의 층
 - 지하층 또는 무창층으로서 용도가 도매시장·소매시장·여객자동차터미널·지하역사 또는 지하상가

2) 제연설비(NFPC 501, NFTC 501)

- (1) 비상전원 종류
 - ① 자가발전설비
 - ② 축전지설비
 - ③ 전기저장장치
- (2) 비상전원 용량

제연설비를 유효하게 20분 이상 작동할 수 있도록 할 것

※ 특별피난계단의 부속실 및 부속실제연설비의 비상종류 및 용량은 제연설비와 동일
(단 비상전원 용량은 30층 ~ 49층 : 40분 이상, 50층이상 건축물 : 60분이상)

3) 고층건축물 스프링클러설비(NFPC 604, NFTC 604)

- (1) 비상전원 종류
 - ① 자가발전설비
 - ② 축전지설비
 - ③ 전기저장장치
- (2) 비상전원 용량
 - ① 30층 ~ 49층 : 스프링클러설비를 유효하게 40분이상 작동
 - ② 50층 이상 : 스프링클러설비를 유효하게 60분 이상 작동

4) 종합

구분		자가발전 설비	축전지 설비	비상전원수 전설비	전기저장 장치	비고 (고층건축물)
피난구조 설비	유도등		○ (20분 이상)			11층 이상, 지무도소여지는 60분 이상
소화활동 설비	특피 및 부속실 제연설비	○	○		○	30~49층 : 40분 50층 이상 : 60분
소화설비	스프링클러설비	○	○	○ (고층제외)	○	30~49층 : 40분 50층 이상 : 60분

※ 피난구조설비의 “지무도소여지” : 지하층 또는 무창층으로서 용도가 도매시장·소매시장·여객
자동차터미널·지하역사 또는 지하상가