

# »모아는 VISION이다« "소방기술사 대한민국 1위!" 제 124회 소방기술사 문제풀이

강사 : 유쾌한, 김정진, 곽영남, 황모아 기술사

모아소방전기학원 2012~2021년  
매년마다 **현** 수강생의 평균 **1/5** 을 합격시킨 합격신화!

합격률 대한민국 1위"  
"실제 수강생 합격률 대한민국 1위"  
"강의만족도 99% 대한민국 1위"  
"평균 강의 재수강률 80%"  
"8년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼"  
열정적으로 2021년을 시작합니다.

## 소방기술사 합격자 명단

103회 17명중 8명 합격! 문\*량,송\*익,이\*현,황\*영,이\*기,정\*웅,윤\*익,김\*백(47%)  
104회 5명중 3명 합격! 이\*선,임\*철,박\*효(60%)  
105회 6명 중 4명 합격! 김\*석,서\*길,이\*현,송\*수(67%)  
106회 5명 중, 5명 합격! 최\*기,명\*준,박\*권,이\*화,김\*환(100%)  
107회 12명중 5명 합격! 임\*창,고\*민,박\*욱,임\*훈,장\*익(42%)  
108회 16명 중 9명 합격! 장\*남,임\*수,문\*주,김\*오,유\*석,최\*영,권\*효,김\*호,서\*영(57%)  
109회 최종 23명 중 10명 합격! 이\*현,장\*남,서\*길,김\*선,위\*경,함\*덕, 이\*승,임\*수,김\*웅,임\*훈(45%)  
110회 최종 12명 중 6명 합격! 김\*오,최\*숙,문\*주,최\*재,권\*효,전\*인(50%)  
111회 최종 9명 중 4명 합격! 박\*수,김\*운,김\*영,하\*동(45%)  
112회 최종 14명 중 5명 합격! 노\*택,김\*근,배\*우,송\*남,김\*\* (35%)  
113회 최종 8명 중 4명 합격! 전\*근, 장\*익, 전\*진, 김\*중(50%)  
114회 최종 12명 중 7명 합격! 곽\*남, 설\*익, 남\*현, 이\*호, 문\*환, 서\*영, 권\*범(59%)  
115회 최종 19명 중 10명 합격! 김\*수, 김\*희, 김\*규, 박\*호, 방\*정, 윤\*철, 이\*수, 이\*근, 장\*남, 정\*비(53%)  
116회 최종 18명 중 9명 합격! 김\*식, 최\*희, 김\*호, 엄\*재, 이\*택, 박\*남, 김\*웅, 양\*성, 송\*주(50%)  
117회 최종 13명 중 2명 합격! 김\*섭, 박\*이(16%)  
118회 최종 11명 중 3명 합격! 이\*, 이\*웅, 정\*영(27%)  
119회 최종 15명 중 8명 합격! 김\*성, 정\*중, 양\*광, 윤\*오, 정\*호, 신\*섭, 목\*봉, 김\*지(53%)  
120회 최종 7명 중 2명 합격! 이\*현, 박\*근(29%)  
121회 최종 18명 중 7명 합격! 윤\*현, 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
토요일	모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	2021년 6월 19일 ~ 9월 18일 오전 8시 50분 ~ 오후 3시 (6시간 10분)	13강(80H)	모아 기술사 1권 “저자 직강”
	모아 기본반(오후반)	곽영남 기술사	2021년 6월 19일 ~ 9월 18일 오후 3시 10분 ~ 오후 9시 20분 (6시간 10분)	13강(80H)	모아 기술사 2권 “저자 직강”
	합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	2021년 6월 26일 ~ 9월 25일 오전 8시 50분 ~ 오후 2시 50분 (6시간)	13강(80H)	소방기술사 “요해” 1권 “저자 직강”
	금화도감 심화반	유쾌한 기술사	2021년 6월 26일 ~ 9월 25일 오후 4시 10분 ~ 오후 9시 40분 (5시간 30분)	13강(80H)	금화도감 2권 “저자 직강”
	토요 SBR 연구반	유쾌한 기술사	2021년 6월 26일 ~ 9월 25일 오전 8시 40분 ~ 오후 4시 (7시간 20분)	13강(80H)	금화도감 1, 2권 “저자 직강”

	강의명	교수	일정(10~13주)	강의수	교재
일요일	모아 기본반(오전반)		Coming Soon		
	모아 기본반(오후반)	이덕수 기술사	2021년 6월 13일 ~ 9월 12일 오후 3시 10분 ~ 오후 9시 20분 (6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권
	마스터 심화반	홍운성 기술사	2021년 6월 27일 ~ 9월 26일 오전 9시 ~ 오후 5시 10분 (7시간 10분)	11강(80H)	마스터 소방기술사 1권 + 기출풀이집 “저자 직강”



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) -> SBR 연구반 -> ‘말해바’면접반  
▶ 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)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 기본반 ▶ SBR연구반</li> <li>▶ 금화도감 심화반</li> <li>▶ 합격요해 심화반</li> <li>▶ 일요 마스터 심화반</li> <li>▶ 모아소방기술사 심화반</li> </ul>	<p>내일배움카드 자비부담금 <b>287,630원</b></p> <p>일반 685,000만원</p>

“합격자 1위” “수강 만족도 1위” “수강생 수 1위”



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



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



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

**제 124회 소방기술사 필기문제 (2021년 5월 23일)****[제 1 교 시]**

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 위험물안전관리법령에서 정하는 「수소충전설비를 설치한 주유취급소의 특례」상의 기준 중 충전설비와 압축수소의 수입설비(受入設備)에 대하여 설명하시오.
2. 독성에 관한 하버(Haber, F.)의 법칙에 대하여 설명하시오.
3. Aspect Ratio와 상당지름 환산식에 대하여 설명하시오.
4. 소화설비의 수원 및 가압송수장치 내진설계 기준에 대하여 설명하시오.
5. 방염대상물품 중 얇은 포와 두꺼운 포에 대하여 아래 내용을 설명하시오.  
1) 구분 기준      2) 방염성능 기준
6. 미분무소화설비의 설계도서 작성 시 고려사항에 대하여 설명하시오.
7. 비상용승강기 대수를 정하는 기준과 비상용승강기를 설치하지 아니할 수 있는 건축물의 조건에 대하여 설명하시오.
8. 화재플럼(Fire plume)의 발생 메커니즘(mechanism)과 활용 방안을 설명하시오.
9. 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법령에 따른 다중이용업소 화재위험평가의 정의, 대상, 화재위험유발지수에 대하여 설명하시오.
10. 연결송수관설비의 방수구 설치기준을 설명하시오.
11. 소방시설공사의 분리발주 제도와 관련하여 일괄발주와 분리발주를 비교하고, 소방시설 공사분리도급의 예외규정에 대하여 설명하시오.
12. ERPG(Emergency Response Planning Guideline) 1, 2, 3에 대하여 설명하시오.
13. 상업용 주방자동소화장치의 설치 기준과 소화시험 방법에 대하여 설명하시오.

**[제 2 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 변압기 화재, 폭발의 발생과정과 안전대책에 대하여 설명하시오.
2. 액체의 비등영역을 구분하고 비등곡선에 대하여 설명하시오.
3. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법령에 따라 재난예방 및 피해 경감계획의 수립 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.
4. 위험물안전관리에 관한 세부기준 중 탱크안전성능검사에 대하여 발생할 수 있는 용접부의 구조상 결함의 종류 및 비파괴시험 방법에 대하여 설명하시오.
5. 소방시설공사업법령에서 정한 소방시설공사 감리자 지정대상, 감리업무, 위반사항에 대한 조치에 대하여 설명하시오.
6. 내진설계기준의 수평력( $F_{pw}$ )과 세장비( $\lambda$ )를 설명하고 압력배관용 탄소강관 25A의 세장비가 300 이하일 때 버팀대 최대길이(cm)를 구하시오.

(단, 25A(Sch 40)의 외경 34.0mm, 배관의 두께 3.4mm,  $\lambda = \frac{L}{r}$ 을 이용하고,

여기서  $r$  : 최소회전반경( $\sqrt{\frac{I}{A}}$ ),  $I$  : 버팀대단면 2차모멘트,  $A$  : 버팀대의 단면적)

**[제 3 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 지하구의 화재안전기준이 2021년 1월 15일부터 시행되었다. 다음에 대하여 설명하시오
  - 1) 지하구의 화재안전기준 제정·개정 배경
  - 2) 지하구의 화재 특성
  - 3) 소방시설 등의 설치 기준
2. 액체가연물의 연소에 의한 화재패턴에 대하여 설명하시오.
3. 화재안전기준에서 명시한 비상조명등의 조도 기준을 KS표준 및 NFPA와 비교하여 설명하시오.
4. 건축물관리법령에서 정한 건축물 구조형식에 따른 화재안전성능 보강공법에 대하여 다음을 설명하시오.
  - 1) 필수적용 및 선택적용 항목
  - 2) 1층 상부 화재확산방지구조 적용공법에 대한 시공 기준
5. 방화지구 내 건축물에 설치하는 드렌처설비의 설치 대상, 수원의 저수량, 가압송수장치, 작동 방식에 대하여 설명하시오.
6. 위험물 안전관리법령에서 명시한 알코올류에 대하여 다음을 설명하시오.
  - 1) 알코올류의 정의(제외기준 포함)
  - 2) 알코올류의 종류별 분자구조식, 위험성, 저장·취급 방법

**[제 4 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 「소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준」에서 정하고 있는 화재 및 피난시물레이션의 시나리오 작성에 있어 인명안전 기준과 피난가능시간 기준에 대하여 설명하시오.
2. 소방시설 등의 전원과 관련하여 다음 사항을 설명하시오.
  - 1) 스프링클러설비의 상용전원회로 설치 기준
  - 2) 소방부하 및 비상부하의 구분
  - 3) 부하용도와 조건에 따른 자가발전설비 용량 선정 방법
3. 도로터널의 화재안전기준 중 다음 소방시설의 설치 기준에 대하여 설명하시오.
  - 1) 비상경보설비와 비상조명등
  - 2) 제연설비
  - 3) 연결송수관설비
4. 거실제연설비의 공기유입 및 유입량 관련 화재안전기준을 NFPA92와 비교하고 차이를 설명하시오.
5. 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 의한 방화구획의 설치 기준을 설명하시오.
6. 단열압축에 대하여 설명하고 아래 조건의 경우 단열압축 하였을 때 기체의 온도(°C)를 구하시오.  
 〈조건〉
  - 단열압축 이전의 기체 : 25 °C 1기압
  - 단열압축 이후의 기체 : 20기압
  - 여기서 정적비열  $C_V = 1[\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}]$ , 정압비열  $C_P = 1.4[\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}]$ 이다.

# 제 1 교 시 문제풀이

1-1. 위험물안전관리법령에서 정하는 「수소충전설비를 설치한 주유취급소의 특례」상의 기준 중 충전설비와 압축수소의 수입설비(受入設備)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 위험물안전관리법 시행규칙 별표13 [주유취급소의 위치·구조 및 설비의 기준]

## 1. 대상

전기를 원동력으로 하는 자동차등에 수소를 충전하기 위한 설비를 설치하는 주유취급소

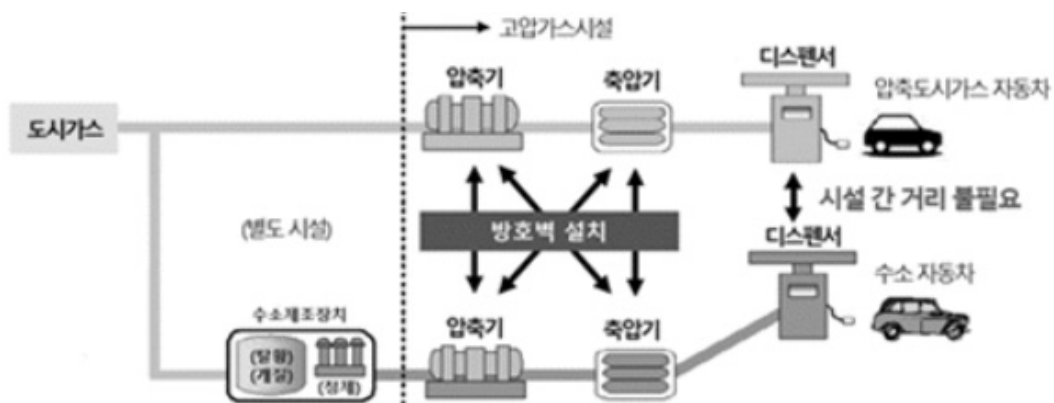
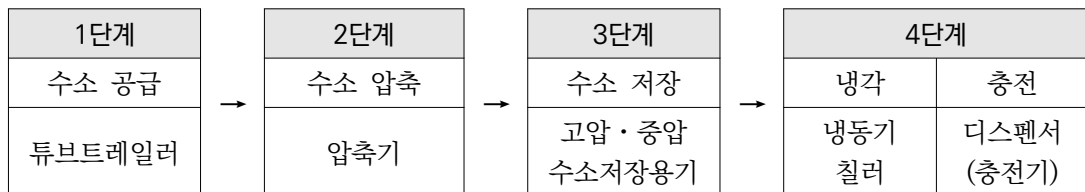
## 2. 수소충전소의 종류

1) Off Site 방식 : 공장에서 생산된 수소를 파이프라인, 튜브트레일러 등으로 수소 공급

2) On Site 방식 : 충전소 내에서 개질(추출), 수전해 등 통해 수소 생산

※현재 국내에 구축된 수소충전소는 대부분 튜브트레일러 방식이다.

## 3. 수소충전소의 구성 및 충전 과정(튜브트레일러 방식 기준)



## 4. 압축수소충전설비 설치 주유취급소에 설치하는 설비의 기술 기준

1) 개질장치의 위치, 구조 및 설비의 기준

(1) 개질장치는 자동차등이 충돌할 우려가 없는 옥외에 설치할 것

(2) 개질원료 및 수소가 누출된 경우에 개질장치의 운전을 자동으로 정지시키는 장치를 설치할 것

- (3) 펌프설비에는 개질원료의 토출압력이 최대상용압력을 초과하여 상승하는 것을 방지하기 위한 장치를 설치할 것
- (4) 개질장치의 위험물 취급량은 지정수량의 10배 미만일 것

## 2) 압축기의 기준

- (1) 가스의 토출압력이 최대상용압력을 초과하여 상승하는 경우에 압축기의 운전을 자동으로 정지시키는 장치를 설치할 것
- (2) 토출 측과 가장 가까운 배관에 역류방지밸브를 설치할 것
- (3) 자동차등의 충돌을 방지하는 조치를 마련할 것

## 3) 가스배관의 기준

- (1) 위치
 

주유공지 또는 급유공지 외의 장소로 하되, 자동차등이 충돌할 우려가 없는 장소로 하거나 자동차등의 충돌을 방지하는 조치를 마련할 것
- (2) 가스배관으로부터 화재가 발생한 경우 조치
 

주유공지·급유공지 및 전용탱크·폐유탱크등·간이탱크의 주입구로의 연소확대를 방지하는 조치를 마련할 것
- (3) 누출된 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 설치하는 경우
  - ① 접속부를 용접할 것
  - ② 당해 접속부의 주위에 가스누출 검지설비를 설치한 경우에는 예외
- (4) 축압기로부터 충전설비로의 가스 공급을 긴급히 정지시킬 수 있는 장치를 설치할 것 이 경우 당해 장치의 기동장치는 화재발생 시 신속히 조작할 수 있는 장소에 두어야 한다.

## 4) 충전설비의 기준

- (1) 위치
 

주유공지 또는 급유공지 외의 장소로 하되, 주유공지 또는 급유공지에서 압축수소를 충전하는 것이 불가능한 장소로 할 것
- (2) 충전호스
  - ① 자동차 등의 가스충전구와 정상적으로 접속하지 않는 경우에는 가스가 공급되지 않는 구조
  - ② 200kg중 이하의 하중에 의하여 파단 또는 이탈되어야 하며, 파단 또는 이탈된 부분으로부터 가스 누출을 방지할 수 있는 구조일 것
- (3) 자동차등의 충돌을 방지하는 조치를 마련할 것
- (4) 자동차등의 충돌을 감지하여 운전을 자동으로 정지시키는 구조일 것

## 5) 압축수소의 수입설비(受入設備)의 기준

- (1) 위치는 주유공지 또는 급유공지 외의 장소로 하되, 주유공지 또는 급유공지에서 가스를 수입하는 것이 불가능한 장소로 할 것
- (2) 자동차등의 충돌을 방지하는 조치를 마련할 것

## 1-2. 독성에 관한 하버(Haber, F.)의 법칙에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 P124

### 1. 독성물질의 흡입량 특성

- 1) 독성의 판단은 인체장기의 독성생성물 농도와 독성농도가 유지되는 시간과 관련된다.
- 2) 질식성 생성물의 농도는 대뇌에 혈액공급 등 뇌세포에 중요한 영향을 미친다.
- 3) 자극성 생성물의 농도는 코, 후두, 폐 등의 내부에서 중요한 영향을 미친다.
- 4) CO는 카르복시헤모글로빈(CO<sub>Hb</sub>)의 형태로 혈액에 축적된 농도가 영향을 미친다.

### 2. 독성과 흡입농도, 노출지속시간과의 관계(SFPE Handbook 62 Combustion Toxicity)

#### 1) Haber 법칙

- (1) 독성은 축적 흡입량(Dose)에 따라 다르며, 시간 및 농도의 곱은 일정하다.
- (2) 관련 식

$$W = C \times t$$

$W$  : 흡입량(ppm · minutes, g · min/m<sup>3</sup>)  
 $C$  : 농도(ppm, g/m<sup>3</sup>),  $t$  : 노출시간(min)

- (3) 농도(C)가 클수록, 노출시간(t)이 길수록 흡입량 증대

#### 2) 연소생성물의 독성 영향인자

- (1) 해당물질의 기본조성 및 유기물의 조성
- (2) 분해 조건

### 3. LC<sub>50</sub>의 의미(SFPE Handbook 62 Combustion Toxicity)

- 1) LC<sub>50</sub>에 해당하는 효과는 대상동물 50%가 사망하는 양을 말하며  $W = LC \times t_{50} [mg \cdot min / \ell]$ 으로 표현할 수 있고 시간에 따른 독성물질의 섭취량이 선형적으로 증가함을 나타낸다.
- 2) 독성물질은 폐에서 섭취와 배출이 동시에 발생하고 섭취율은 흡입농도와 체내농도 간의 차이에 따라 달라지며 지수함수로 표현할 수 있다. 농도(C)가 높을 경우 선형적인 Haber의 법칙에 가까워지며 높은 일산화탄소 농도에 대한 단시간 노출 시에는 흡입량이 거의 선형적이다.
- 3) 일산화탄소 섭취량에 대한 기초 방정식 :  $W = C(1 - e^{-kt})$

### 4. 독성시험 데이터 활용 시 한계

- 1) 물질의 독성은 고유특성이 아니라 해당물질의 사용방식 및 실제 화재의 분해 방법에 따라 다르므로 현실적인 방법이 아니다.
- 2) 소규모 화재시험에서 독성 데이터 활용은 실물화재와 상이하므로 측정변수를 실제 화재조건에서 독성을 판정하는 것이 중요하다.
- 3) 소규모 화재시험에서 독성 생성물을 파악해서 대규모 화재의 농도-시간 변화곡선을 측정하거나 모델링을 통해 독성위험을 평가할 수 있다.



### 1-3. Aspect Ratio와 상당지름 환산식에 대하여 설명하시오.

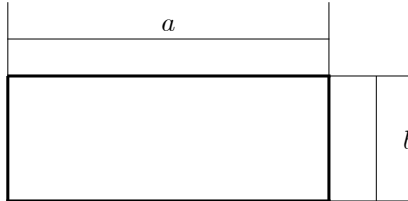
답)

출처 금화도감 1권 P627

#### 1. 종횡비(Aspect Ratio)

##### 1) 정의

사각 덕트 및 공기 취출구 등의 가로와 세로의 비(Aspect Ratio =  $a:b$ )



$a$  : 사각 덕트 장변

$b$  : 사각 덕트 단변

##### 2) 종횡비의 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.

##### 3) 종횡비를 제한하는 이유

종횡비가 너무 클 경우	종횡비가 너무 작을 경우
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소음의 증가</li> <li>• 마찰손실의 증가</li> <li>• 풍량의 분배가 고르지 못함</li> <li>• 공사비 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 낮은 천장고에 대응성 불리</li> <li>• 마찰손실의 감소</li> <li>• 저속 덕트에 적용</li> </ul>

#### 2. 상당지름 환산식

##### 1) 개념

- (1) 비원형 덕트의 마찰손실을 계산하려면 비원형 덕트를 원형덕트 직경으로의 환산이 필요한 데 이를 환산 상당지름이라 한다.
- (2) 배관의 경우 원형으로 마찰 계수가 일정하다.
- (3) 제연덕트는 각형 덕트 사용하므로 규격별로 마찰계수가 다르다.
  - ① 동일 면적의 덕트라도 형상에 따라 유체가 접하는 표면적이 틀려 손실이 다르다.
  - ② 일반적으로 동일 면적일때 ASPECT RATIO(덕트의 장 · 단변의 비)가 커질수록 표면적이 증가하므로 마찰 손실은 커진다.

##### 2) 상당지름 환산식

###### (1) 사각덕트일 경우 상당지름

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

$d_{eq}$  : 동일 저항인 원형 덕트 상당지름

$a$  : 사각 덕트 장변

$b$  : 사각 덕트 단변

## (2) 비사각덕트일 경우 상당 직경

$$d_{eq} = 4 \frac{A}{L}$$

$d_{eq}$  : 동일 저항인 원형 덕트 상당 직경

$A$  : 비원형 덕트의 단면적( $m^2$ )

$L$  : 비원형 덕트의 둘레길이( $m$ )

## 3) 상당지름의 적용

- (1) 상당지름 환산식은 원형 덕트와 동일한 저항 손실을 갖는 직사각형 덕트를 표를 이용하여 구할 수 있다.
- (2) 상당 직경을 구한 후 Darcy Weisbach식을 이용하여 마찰손실수두를 구할 수 있다.

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

$\Delta P$  : 마찰손실(mmAq)

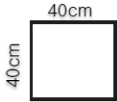
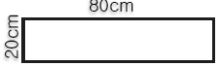

$f$  : 관마찰계수,  $l$  : 덕트의 길이( $m$ )

$d_{eq}$  : 덕트의 상당직경( $m$ ),  $v$  : 풍속( $m/s$ )

$g$  : 중력가속도( $m/s^2$ ),  $\gamma$  : 공기의 비중량( $kgf/m^3$ )

## ※ 동일한 풍량(10,800CMH)일 경우 아연도강판 덕트의 비교

## 1) 덕트의 면적과 둘레 비교

덕트 형태				비고
덕트 면적(m <sup>2</sup> )	0.4×0.4 = 0.16	0.2×0.8 = 0.16	0.1×1.6 = 0.16	면적동일
덕트 둘레(m)	0.4×4=1.6	0.8×2+0.2×2=2	1.6×2+0.1×2=3.4	

## 2) 풍량이 10,800CMH일 경우 아연도강판 덕트의 풍속과 압력손실

덕트 크기(mm)	400×400	800×200	1600×100
풍속(m/s)	19.5	23	30
압력손실(Pa/m)	8	12	23

## 3) 덕트의 풍속 및 정압 비교 예시

(1) 조건 : 풍량 8000CMH, 덕트 크기 500×400mm

(2) 덕트선도를 이용한 풍속

$$\textcircled{1} d_{eq} = 1.3 \left[ \frac{(ab)^5}{(a+b)^2} \right]^{\frac{1}{8}} = 1.3 \left[ \frac{(500 \times 400)^5}{(500+400)^2} \right]^{\frac{1}{8}} = 488mm$$

② 덕트선도를 이용하여 풍속을 구하면 13.5m/s

(3) 연속방정식을 이용한 풍속

$$\textcircled{1} v = Q/A = 8000 / (3600 \times 0.5 \times 0.4) = 11.1m/s$$

(4) 연속방정식은 마찰저항이 고려되지 않은 상태이므로 이를 이용하여 풍속 및 정압을 선정하면 안 됨

## ※ 덕트부속품의 정압손실 예시 (H : 300, W : 1,000, v = 20m/s)

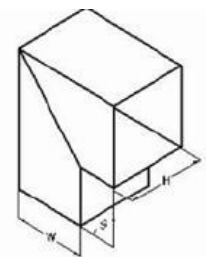
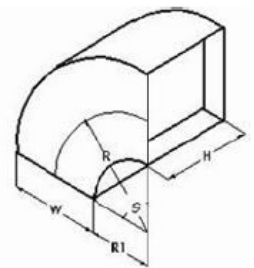
R/W	H/W		
	0.5	1.0	2.0
0.5	1.4	1.2	1.0
1.0	0.25	0.21	0.18

$$\Delta P = \zeta \frac{v^2}{2} \rho (Pa) = 0.25 \frac{20^2}{2} 1.2 = 60Pa$$

$\theta$	H/W		
	0.5	1.0	2.0
45°	0.37	0.34	0.31
90°	1.3	1.2	1.1

$$\Delta P = \zeta \frac{v^2}{2} \rho (Pa) = 1.3 \frac{20^2}{2} 1.2 = 312Pa$$

∴ 동일 요도의 부속이라도 종류에 따라 정압손실이 크게 차이난다.



## 1-4. 소화설비의 수원 및 가압송수장치 내진설계 기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 P303 (배포자료)

### 1. 개념

내진이란 먼진, 제진을 포함한 지진으로부터 소방시설의 피해를 줄일 수 있는 구조를 의미하는 포괄적인 개념이다.

### 2. 내진설계대상 소방시설[화재예방법 시행령 제15조의 2]

- 1) 옥내소화전설비
- 2) 스프링클러설비
- 3) 물분무 등 소화설비

### 3. 수원 내진설계 기준

- 1) 수조는 지진에 의하여 손상되거나 과도한 변위가 발생하지 않도록 기초(패드 포함), 본체 및 연결부분의 구조안전성을 확인하여야 한다.
- 2) 수조는 건축물의 구조부재나 구조부재와 연결된 수조 기초부(패드)에 고정하여 지진 시 파손(손상), 변형, 이동, 전도 등이 발생하지 않아야 한다.
- 3) 수조와 연결되는 소화배관에는 지진 시 상대변위를 고려하여 가요성이음장치를 설치하여야 한다.

### 4. 가압송수장치 내진설계 기준

- 1) 가압송수장치에 방진장치가 있어 앵커볼트로 지지 및 고정할 수 없는 경우에는 다음 각 호의 기준에 따라 내진스토퍼 등을 설치
  - (1) 정상운전에 지장이 없도록 내진스토퍼와 본체 사이에 최소 3mm 이상 이격하여 설치
  - (2) 내진스토퍼는 제조사에서 제시한 허용하중이 제3조의2제2항에 따른 지진하중 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치하여야 한다. 단, 내진스토퍼와 본체 사이의 이격거리가 6mm를 초과한 경우에는 수평지진하중의 2배 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치하여야 한다.
- 2) 가압송수장치의 흡입 측 및 토출 측에는 지진 시 상대변위를 고려하여 가요성이음장치를 설치하여야 한다.

**※ 제3조의2 제2항 (공통 적용사항) 지진하중은 다음 각 호의 기준에 따라 계산**

- 1) 소방시설의 지진하중은 "건축물 내진설계기준" 중 비구조요소의 설계지진력 산정 방법을 따른다.
- 2) 허용응력설계법을 적용하는 경우에는 제1호의 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력에 0.7을 곱한 값을 지진하중으로 적용
- 3) 지진에 의한 소화배관의 수평지진하중( $F_{pw}$ ) 산정은 허용응력설계법으로 하며 다음 각 호 중 어느 하나를 적용
  - (1)  $F_{pw} = C_p \times W_p$ ,  $F_{pw}$  : 수평지진하중,  $W_p$  : 가동중량,  $C_p$  : 소화배관의 지진계수
  - (2) 제1호에 따른 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력에 0.7을 곱한 값을 수평지진하중( $F_{pw}$ )으로 적용
- 4) 지진에 의한 배관의 수평설계지진력이  $0.5W_p$ 를 초과하고, 흔들림 방지 버팀대의 각도가 수직으로부터 45도 미만인 경우 또는 수평설계지진력이  $1.0W_p$ 를 초과하고 흔들림 방지 버팀대의 각도가 수직으로부터 60도 미만인 경우 흔들림 방지 버팀대는 수평설계지진력에 의한 유효수직반력을 견디도록 설치

## 1-5. 방염대상물품 중 얇은 포와 두꺼운 포에 대하여 아래 내용을 설명하시오.

## 1) 구분 기준

## 2) 방염성능 기준

답)

출처 금화도감 1권 P194, 방염성능기준

## 1. 구분 기준

## 1) 얇은 포

포지 형태의 방염성능검사물품으로서 1㎡의 중량이 450g 이하인 것

## 2) 두꺼운 포

포지 형태의 방염물품으로서 1㎡의 중량이 450g을 초과하는 것

## 2. 방염성능 기준

## 1) 성능 기준 (소방시설법 시행령 제20조)

구분	성능 기준
잔염시간	버너불꽃을 제거 후 불꽃을 올리며 연소상태 정지까지의 시간 20초 이내
잔신시간	버너불꽃을 제거 후 불꽃을 올리지 않고 연소상태 정지까지의 시간 30초 이내
탄화 면적	탄화면적 50cm <sup>2</sup> 이내, 탄화길이 20cm 이내
접염 횟수	불꽃에 완전히 녹을 때 까지 접촉 횟수는 3회 이상
발연량	최대연기밀도는 400 이하

## 2) 얇은 포와 두꺼운 포의 성능 기준(방염성능 기준)

구분	얇은 포	두꺼운 포	비고
잔염시간	3초 이내	5초 이내	내세탁성을 측정하는 물품은 세탁전과 세탁 후에 이 기준에 적합할 것
잔신시간	5초 이내	20초 이내	
탄화 면적	30 cm <sup>2</sup> 이내	40cm <sup>2</sup> 이내	
탄화 길이	20cm 이내	20cm 이내	
접염 횟수	3회 이상	3회 이상	
최대연기밀도	200 이하	200 이하	

※“내세탁성”이란 세탁한 경우에도 규정에 의한 기준 이상의 방염성능이 있는 것을 말함

## 1-6. 미분무소화설비의 설계도서 작성 시 고려사항에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 P273

### 1. 미분무소화설비의 개념

“미분무 소화설비”란 가압된 물이 헤드를 통과 후 미세한 입자로 분무됨으로써 소화성능을 가지는 설비로, 소화력을 증가시키기 위해 강화액 등을 첨가할 수 있다.

### 2. 설계도서 작성 시의 고려사항

- 1) 발화원을 가정한 설계도서는 다음 사항을 고려하여 작성되어야 하며, 설계도서는 일반설계도서와 특별설계도서로 구분한다.
  - (1) 점화원의 형태
  - (2) 초기 점화되는 연료 유형
  - (3) 화재 위치
  - (4) 문과 창문의 초기 상태(열림, 닫힘) 및 시간에 따른 변화 상태
  - (5) 공기조화설비, 자연형(문, 창문) 및, 기계형 여부
  - (6) 시공 유형과 내장재 유형
- 2) 일반설계도서는 화재사례 등을 이용하여 작성하고, 특별설계도서는 일반설계도서에서 발화 장소 등을 변경하여 위험도를 높게 만들어 작성한다.
- 3) 작성기준의 공통사항
  - (1) 설계도서는 건축물에서 발생 가능한 상황을 선정
  - (2) 건축물의 특성에 따라 일반설계도서와 특별설계도서 중 1개 이상을 작성

### 3. 일반설계도서 작성 기준

- 1) 건물용도, 사용자 중심의 일반적인 화재를 가상한다.
- 2) 다음 사항을 필수 포함하여 정확하게 설명한다.
  - (1) 건물사용자 특성
  - (2) 사용자의 수와 장소
  - (3) 실제 크기
  - (4) 가구와 실내 내용물
  - (5) 연소 가능한 물질들과 그 특성 및 발화원
  - (6) 환기 조건
  - (7) 최초 발화물과 발화물의 위치

### 4. 특별설계도서 작성 기준 : 특별설계도서 1 ~ 특별설계도서 6

**1-7. 비상용승강기 대수를 정하는 기준과 비상용승강기를 설치하지 아니할 수 있는 건축물의 조건에 대하여 설명하시오.**

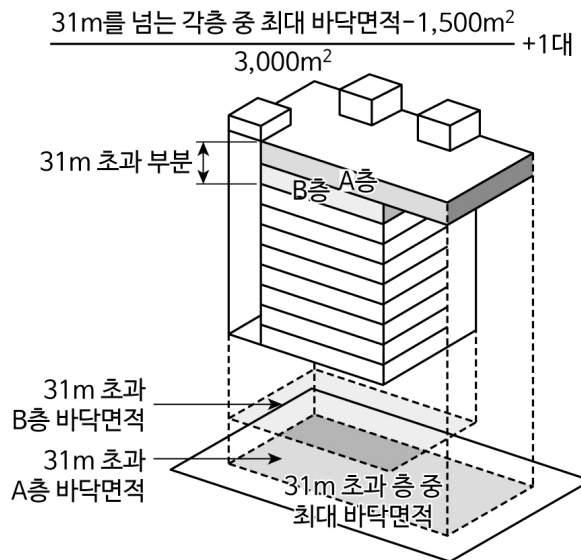
답)

출처 금화도감 1권 P304

**1. 개요**

- 1) 건축주는 6층 이상으로서 연면적이 2천㎡ 이상인 건축물을 건축하려면 승강기를 설치하여야 한다.
- 2) 높이 31m를 초과하는 건축물에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 승용승강기 뿐만 아니라 비상용 승강기를 추가로 설치해야 하며 화재가 발생할 경우 소방대가 화재진압과 인명구출을 위해 사용된다.

**2. 비상용승강기 대수를 정하는 기준[건축법 시행령 제90조]**



- 1) 설치 대상 : 높이 31m 이상인 건축물
- 2) 설치 수량
  - (1) 높이 31m를 넘는 각 층의 바닥면적 중 최대바닥면적(A)이 1,500㎡ 이하 : 1대
  - (2) 높이 31m를 넘는 각 층의 바닥면적 중 최대바닥면적(A)이 1,500㎡ 초과  
 : 1대+  $\frac{A - 1,500}{3,000}$  대
- 3) 2대 이상의 비상용 승강기를 설치할 경우 화재가 났을 때 소화에 지장이 없도록 일정한 간격을 두고 설치
- 4) 비상용 승강기의 구조 등에 관해 필요한 사항은 국토교통부령으로 정함



**3. 비상용승강기를 설치하지 아니할 수 있는 건축물의 조건[건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제9조]**

- 1) 높이 31m를 넘는 각 층을 거실 이외의 용도로 사용하는 건축물
- 2) 높이 31m를 넘는 전체 층의 바닥면적 합계가 500㎡ 이하인 건축물
- 3) 높이 31m를 넘는 층수가 4개층 이하로 당해 각층의 바닥면적이 200㎡(실내 마감재가 불연재료 일 경우는 500㎡) 이내마다 방화구획으로 구획 시

## 1-8. 화재플럼(Fire plume)의 발생 메커니즘(mechanism)과 활용 방안을 설명하시오.

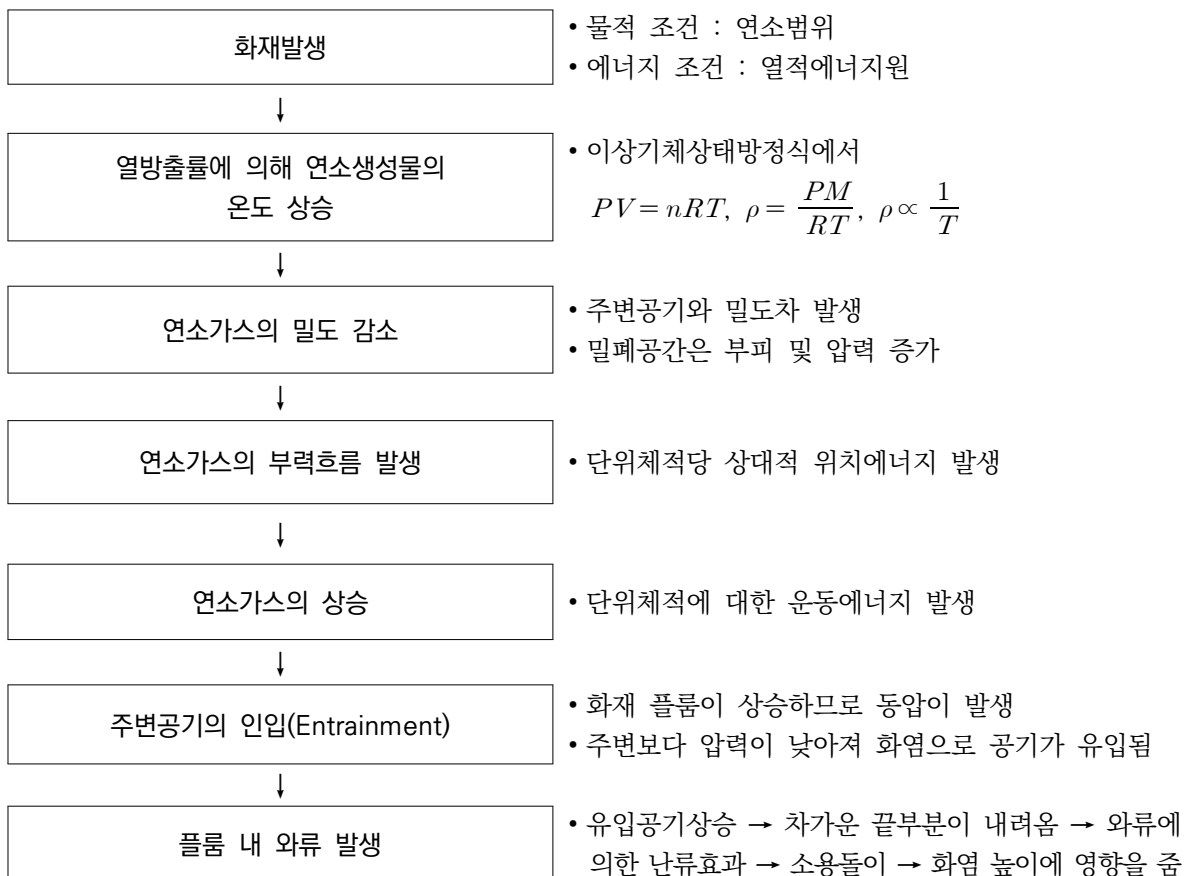
답)

출처 금화도감 1권 P106,110

### 1. 개요

- 1) 부력에 의한 화염기둥의 열기류를 화재 플룸이라 한다.
- 2) 화재로 인한 온도상승으로 인해 주변의 공기보다 연소가스의 밀도가 작아져 부력이 발생하여 상승기류가 형성된다.
- 3) 부력은 중력의 반대 힘으로 화재로 인한 고온의 가스가 주변의 공기보다 무거우면 아래로 가라앉고 주변의 공기보다 가벼우면 상승한다.
- 4) 화재 플룸의 구조는 연속화염영역, 간헐화염영역, 부력플룸영역으로 분류할 수 있다.

### 2. 화재플럼의 발생 메커니즘



### 3. 화재플럼에 의한 천장류(Ceiling Jet)의 온도와 속도

천장류는 Fire Plume축에서 멀어질수록 온도는 낮아지므로 화재감지기나 스프링클러의 작동에 영향을 주므로 이들의 작동시간을 예측하기 위해 천장류의 온도와 속도는 중요하다.

#### 1) 온도와 속도(Alpert Correlation)

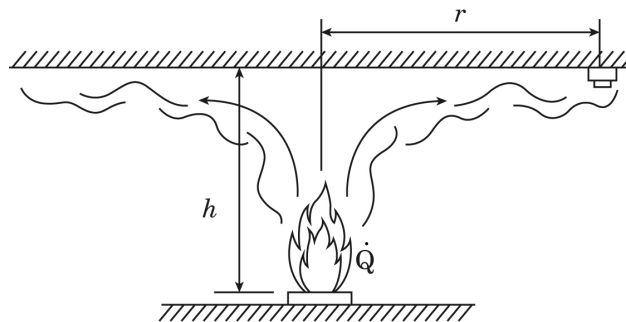
천장류의 온도(K)		천장류의 속도(m/s)	
$\frac{r}{h} \leq 0.18$	$T_g - T_i = 16.9 \frac{\dot{Q}^{2/3}}{h^{5/3}}$	$\frac{r}{h} \leq 0.15$	$v = 0.947 \left( \frac{\dot{Q}}{h} \right)^{1/3}$
$\frac{r}{h} > 0.18$	$T_g - T_i = 5.38 \frac{\dot{Q}^{2/3}/h^{5/3}}{(r/h)^{2/3}}$	$\frac{r}{h} > 0.15$	$v = 0.197 \frac{(\dot{Q}/h)^{1/3}}{(r/h)^{5/6}}$

#### 2) 화원의 위치에 따른 열방출률( $\dot{Q}$ ) 보정

(1) 화염이 중앙에 있다면 주변 공기의 인입에 제한이 없으므로 열방출률은 낮고 벽이나 코너에 화염이 있다면 주변 공기의 인입에 제한이 발생하므로 열방출률은 높다.

#### (2) 열방출률( $\dot{Q}$ )

화원의 위치	중앙	벽	내부코너	외부코너
화재위치계수(n)	1	2	4	$\frac{4}{3}$
열방출률(Q)	$\dot{Q}$	$2\dot{Q}$	$4\dot{Q}$	$\frac{4}{3}\dot{Q}$



### 4. 화재플럼의 활용 방안

- 1) 화재감지기의 작동시간 예측
- 2) 스프링클러의 작동시간 예측
- 3) 층고가 높은 장소(아트리움)에서의 소방대책 수립

**1-9. 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법령에 따른 다중이용업소 화재위험평가의 정의, 대상, 화재위험유발지수에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 금화도감 2권 P616

### 1. 화재위험평가 정의

“화재위험평가”란 다중이용업의 영업소가 밀집한 지역 또는 건축물에 대하여 화재 발생 가능성과 화재로 인한 불특정 다수인의 생명·신체·재산상의 피해 및 주변에 미치는 영향을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 마련하는 것을 말한다.

### 2. 화재위험평가 대상

- 1) 2,000 m<sup>2</sup> 지역 안에 다중이용업소가 50개 이상 밀집하여 있는 경우
- 2) 5층 이상인 건축물로서 다중이용업소가 10개 이상 있는 경우
- 3) 하나의 건축물에 다중이용업소 영업장 바닥면적의 합계가 1,000 m<sup>2</sup> 이상인 경우

### 3. 화재위험평가결과 조치

- 1) 소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 화재위험평가 결과 그 위험유발지수가 대통령령으로 정하는 기준 이상인 D, E 등급인 경우에는 소방대상물의 개수, 이전, 제거, 사용금지 등의 조치를 한다.
- 2) 소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 명령으로 인하여 손실을 입은 자가 있으면 보상한다.
- 3) 소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 화재위험평가의 결과 그 위험유발지수가 A등급인 다중이용업소에 대하여는 안전시설 등 일부 면제가 가능하다.
- 4) 소방청장, 소방본부장 또는 소방서장은 화재위험평가를 화재위험평가 대행자로 하여금 대행하게 할 수 있다.

### 4. 화재위험유발지수

등급	평가 점수	위험 수준	비고
A	80 이상	20 미만	1. 평가 점수 가연물의 양, 소방시설의 화재진화를 위한 성능 등을 고려한 영업소의 화재안전성을 100점 만점 기준으로 환산한 점수를 말한다. 2. 위험 수준 가연물의 양, 화기취급의 종류 등을 고려한 영업소의 화재 발생 가능성을 100점 만점 기준으로 환산한 점수를 말한다.
B	60 이상 79 이하	20 이상 39 이하	
C	40 이상 59 이하	40 이상 59 이하	
D	20 이상 39 이하	60 이상 79 이하	
E	20 미만	80 이상	

## 1-10. 연결송수관설비의 방수구 설치기준을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 P290

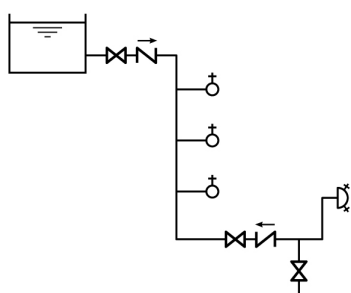
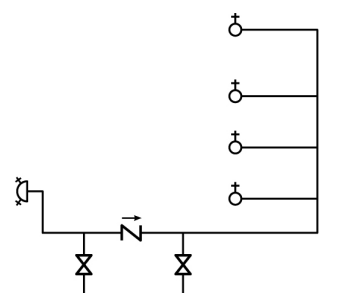
### 1. 개념

고층건축물에 설치하여 소방대가 건물 내 소화 작업 시 외부의 송수구에서 물을 공급하여 사용하는 설비이다.

### 2. 연결송수관설비의 구성

- 1) 송수구 : 소화용수의 공급을 위해 건물 외벽에 설치한 관
- 2) 방수구 : 소화용수의 방수를 위해 건물 내벽에 설치한 관
- 3) 방수 기구함 : 호스 및 노즐 보관함
- 4) 가압송수장치

### 3. 연결송수관 설비의 종류

항목	습식	건식
구성도		
개념	입상관에 상시 물이 채워져 있는 방식	입상관에 물이 없는 방식(소방 펌프차로 공급)
대상	높이 31m 이상, 11층 이상의 고층 건물	10층 이하 저층 건물
설치 순서	송수구 → 자동 배수밸브 → 체크밸브 → 개폐 밸브	송수구 → 자동 배수밸브 → 체크밸브 → 자동 배수밸브(개폐 밸브 불필요)

### 4. 방수구 설치 기준

- 1) 설치대상 : 층마다 설치
- 2) 설치예외
  - (1) 아파트의 1층 및 2층
  - (2) 소방차의 접근이 가능하고 소방대원이 소방차로부터 각 부분에 쉽게 도달할 수 있는 피난층
  - (3) 송수구가 부설된 옥내소화전을 설치한 특정소방대상물(집회장 · 관람장 · 백화점 · 도매시장 · 소매시장 · 판매시설 · 공장 · 창고시설 또는 지하가를 제외한다)로서 다음의 어느 하나에 해당

### 하는 층

- ① 지하층을 제외한 층수가 4층 이하이고 연면적이 6,000㎡ 미만인 특정소방대상물의 지상층
- ② 지하층의 층수가 2 이하인 특정소방대상물의 지하층

### 3) 설치 수량

- (1) 아파트 또는 바닥면적 1,000㎡ 미만의 층 : 계단에서 5m 이내에 최대 1대
- (2) 바닥면적 1,000㎡ 이상의 층(아파트 제외) : 계단에서 5m 이내에 최대 2대

### 4) 1층 이상의 부분에 설치하는 방수구는 쌍구형으로 할 것

### 5) 호스접결구의 높이 : 바닥으로부터 0.5m 이상 1m 이하

### 6) 방수구 형태 : 연결송수관설비의 전용방수구 또는 옥내소화전방수구로서 구경 65mm의 것으로 개폐기능을 가진 것으로 설치하며 평상 시 닫힌 상태를 유지할 것

### 7) 방수구의 위치 표시 : 표시등 또는 축광식 표지

- (1) 표시등을 설치하는 경우에는 함의 상부에 설치
- (2) 축광식 표지를 설치하는 경우에는 소방청장이 고시한 기준에 적합한 것으로 설치

**1-11. 소방시설공사의 분리발주 제도와 관련하여 일괄발주와 분리발주를 비교하고, 소방시설 공사분리도급의 예외규정에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 소방시설공사업법

**1. 개요**

- 1) 소방시설공사업법 개정 (시행 2020.9.10.)으로 소방시설공사를 다른 업종의 공사(건설, 전기 등)와 분리해서 도급해야 하고 이를 위반할 경우 300만 원 이하의 벌금을 부과하도록 하고 있다.
- 2) 개정 전에는 건축주 등이 소방시설공사를 건설공사에 묶어 발주하고 전문소방업체가 하도급을 받는 방식으로 저가 공사 수주가 부실 공사로 이어져 화재안전에 심각한 우려가 제기되어 왔다.
- 3) 1970년대부터 분리발주 제도를 시행하고 있는 정보통신과 전기공사와 다르게 소방공사는 해당 규정이 없었다.

**2. 소방시설공사 분리발주 근거 : 소방시설공사업법 제21조 소방시설공사등의 도급**

- 1) 특정소방대상물의 관계인 또는 발주자는 소방시설공사 등을 도급할 때에는 해당 소방시설업자에게 도급하여야 한다.
- 2) 소방시설공사는 다른 업종의 공사와 분리하여 도급하여야 한다. 다만, 공사의 성질상 또는 기술관리상 분리하여 도급하는 것이 곤란한 경우로서 대통령령으로 정하는 경우에는 다른 업종의 공사와 분리하지 아니하고 도급할 수 있다.

**3. 공사분리도급의 예외규정 : 소방시설공사업법 시행령 제11조의 2 소방시설공사 분리 도급의 예외**

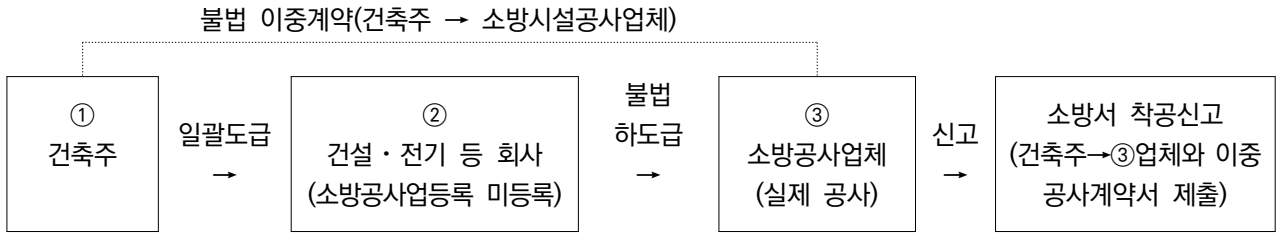
- 1) 재난의 발생으로 긴급하게 착공해야 하는 공사
- 2) 국방·국가안보 등과 관련해 기밀을 유지해야 하는 공사
- 3) 제4조(소방시설공사의 착공신고 대상)의 각 호에 따른 소방시설공사에 해당하지 않는 공사인 경우
  - (1) 특정소방대상물에 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 설비를 신설하는 공사
    - ① 옥내소화전설비(호스릴옥내소화전설비 포함), 옥외소화전설비, 스프링클러설비·간이스프링클러설비(캐비닛형 간이스프링클러설비를 포함) 및 화재조기진압용 스프링클러설비(이하 "스프링클러설비등"), 물분무소화설비·포소화설비·이산화탄소소화설비·할론소화설비·할로젠화합물 및 불활성기체 소화설비·미분무소화설비·강화액소화설비 및 분말소화설비(이하 "물분무등소화설비"), 연결송수관설비, 연결살수설비, 제연설비, 소화용수설비, 연소방지설비
    - ② 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비(소방용 외의 용도와 겸용되는 비상방송설비를 「정보통신공사업법」에 따른 정보통신공사업자가 공사하는 경우는 제외), 비상콘센트설비(비상콘센트설비를 「전기공사업법」에 따른 전기공사업자가 공사하는 경우는 제외) 또는 무선통신보조설비(소방용 외의 용도와 겸용되는 무선통신보조설비를 「정보통신공사업법」에 따른 정보통신공사업자가 공사하는 경우는 제외)





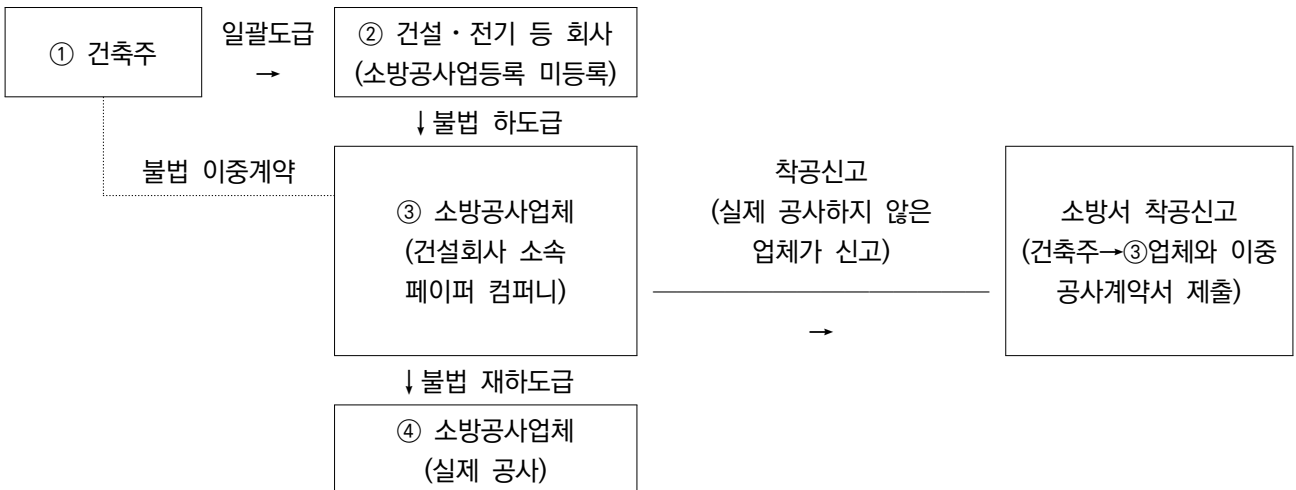
## ※ 소방시설공사 분리발주 위반사례

### 1. 소방시설업 무면허 건설업체에 소방시설공사 일괄발주 및 불법 이중계약



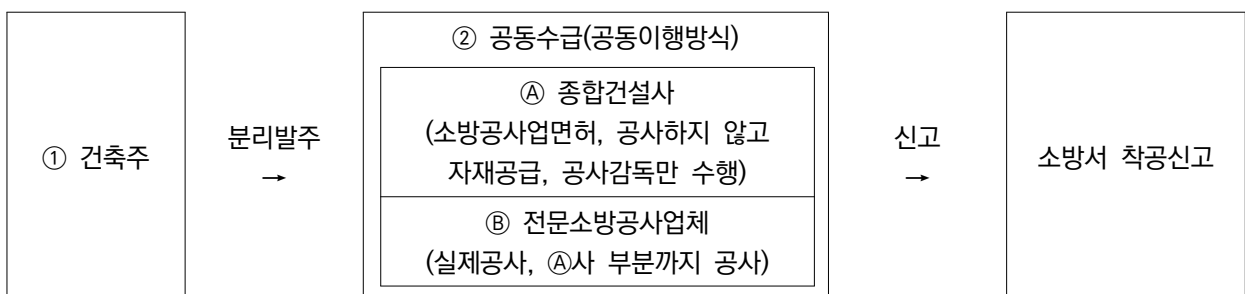
- ① 건축주 : 법 제21조 제1항 도급위반(법 제36조 벌칙) / 법 제21조 제2항 분리도급 위반
- ② 건설·전기 등 회사 : 법 제4조 소방시설업 등록을 하지 않고 영업한 자
- ③ 소방공사업체 : 법 제13조 착공신고 위반

### 2. 미등록업체에 일괄도급 → 건설회사 소속 소방업체(페이퍼컴퍼니)에 불법 하도급 → 공사업체에 재하도급 → 건설회사 소속 소방업체(페이퍼컴퍼니)에서 착공신고



- ① 건축주 : 법 제21조 제1항 도급위반 / 법 제21조 제2항 분리도급 위반
- ② 건설·전기 등 회사 : 법 제4조 소방시설업 등록 위반
- ③ 소방공사업체 : 법 제13조 착공신고 위반

### 3. 분리발주 → 소방시설공사업체 간 공동수급(종합건설사는 실제공사하지 않고 전문소방공사업체가 전체공사) → 공동 착공신고 → 실제 공사는 전문소방업체에서만 공사



- ① 건축주 : 위법사항 없음
- ②-㉠ 종합건설사 : 법 제13조 착공신고 거짓신고
- ②-㉡ 소방공사업체 : 법 제13조 착공신고 거짓신고

## 1-12. ERPG(Emergency Response Planning Guideline) 1, 2, 3에 대하여 설명하시오.

답)

출처 금화도감 1권 P126

### 1. ERPG(Emergency Response Planning Guideline)의 정의

- 1) 미국 산업위생학회인 AIHA에서 정한 화학물질 누출로 인한 지역사회의 사고대응에 대한 가이드라인이다.
- 2) 비상대응계획수립지침은 관심의 우선순위, 취급, 저장평가, 누출 시 확산지역의 파악 및 지역사회의 비상대응계획을 수립하는데 사용되는 지침을 말한다.

### 2. ERPG(Emergency Response Planning Guideline)의 구분

- 1) 비상대응 계획 시 한 시간 동안 노출될 수 있는 수준으로 3단계로 구분한다.
- 2) 구분 : ERPG-1, ERPG-2, ERPG-3

### 3. ERPG(Emergency Response Planning Guideline)의 내용

구분	내용
ERPG 1	거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 오염물질의 냄새를 인지하지 못하거나 건강상 영향이 나타나지 않는 공기 중의 최대 농도
ERPG 2	거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 보호조치 불능의 증상을 유발하거나 회복 불가능 또는 심각한 건강상의 영향이 나타나지 않는 공기 중의 최대 농도
ERPG 3	거의 모든 사람이 1시간 동안 노출되어도 생명의 위험을 느끼지 않는 공기 중의 최대 농도

### 1-13. 상업용 주방자동소화장치의 설치 기준과 소화시험 방법에 대하여 설명하시오.

답) 출처 자동소화장치의 화재안전기준(NFSC 101), 상업용주방자동소화장치의 성능인증 및 제품검사의 기술기준

#### 1. 상업용 주방자동소화장치의 정의

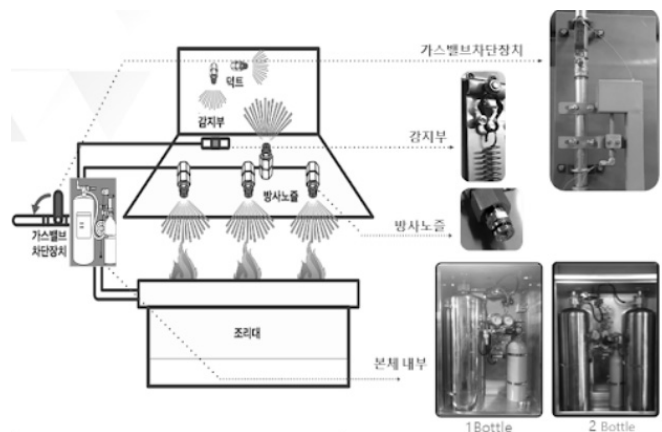
가정에서 사용하는 조리시설이 아닌 상업용 주방에 설치된 열발생 조리기구의 사용으로 인한 화재 발생 시 열원(전기 또는 가스)을 자동으로 차단하며 소화약제를 방출하는 소화장치를 말한다.

#### 2. 상업용 주방에 사용되는 조리기구

튀김기, 부침기, 레인지, 워(Wok), 가스식 숯브로일러, 전기식 숯브로일러, 화강암·부석 또는 합성 암석 숯불 브로일러, 천연 숯불 브로일러, 메스키트 나무 브로일러, 상향식 브로일러

#### 3. 상업용 주방자동소화장치의 설치 기준

- 1) 소화장치는 조리기구의 종류 별로 성능 인증 받은 설계 매뉴얼에 적합하게 설치할 것
- 2) 감지부는 성능인증 받는 유효높이 및 위치에 설치할 것
- 3) 차단장치(전기 또는 가스)는 상시 확인 및 점검이 가능하도록 설치할 것
- 4) 후드에 방출되는 분사헤드는 후드의 가장 긴 변의 길이까지 방출될 수 있도록 약제 방출 방향 및 거리를 고려하여 설치할 것
- 5) 덕트에 방출되는 분사헤드는 성능인증 받는 길이 이내로 설치할 것



#### 4. 소화시험 방법

- 1) 소화시험 : 각각의 조리기구에 대해 시험 실시
  - (1) 1분 이내에 약제 방출을 완료하고 모든 화염은 소화
  - (2) 튀김기, 워, 레인지 소화시험 시 약제 방출 종료 후 20분 동안 또는 그리스(grease)의 온도가 소화시험 시 측정된 발화온도의 33℃ 아래로 내려갈 때 까지 재연되지 않을 것
  - (3) (2)에서 정하는 조리설비 이외의 조리설비 소화시험 시에는 약제 방출 종료 후 5분 동안 재연되지 않을 것
- 2) 스플래시 소화시험
 

고압의 약제 방출에 의한 화재의 소화여부 및 약제 방출로 인한 그리스의 비산 여부 확인

- (1) 1분 이내에 약제 방출을 완료하고 완전소화되어 재연되지 않을 것
  - (2) 소화장치 작동에 의한 약제 방출로 연소중인 그리스가 시험용기 밖으로 비산된 흔적이 없을 것
- 3) 스플래시 액적시험
- 고압 약제 방출에 의해 조리기구에서 그리스가 비산되는 정도를 조리기구별로 각각 시험한 경우 비산된 그리스의 액적(droplet) 크기는 직경 5.0 mm를 초과하지 않을 것
- 4) 후드, 덕트 소화시험
- (1) 소화장치 작동 후 완전 소화될 것
  - (2) 화재가 소화된 후 덕트와 후드를 검사하였을 때 덕트와 후드 내부에는 그리스 잔여물이 남아있을 것
- 5) 플리넘 소화시험
- 완전 소화되어야 하며 잔염이 자진 소화될 것



## 제 2교시 문제풀이

### 2-1. 변압기 화재, 폭발의 발생과정과 안전대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 P 634

#### 1. 개 요

일반적으로 대용량의 변압기는 액체 절연유가 봉입된 변압기를 사용하는 데 여러 가지 원인에 의하여 화재 및 폭발의 위험이 있다.

#### 2. 화재 위험

##### 1) 1차 위험

- (1) 열적, 전기적 응력에 의한 열화
- (2) 심한 전압변동(Voltage Surge)
- (3) 변압기 애자 표면의 오염

##### 2) 2차 위험

- (1) 아크
- (2) 절연유 유출
  - ① 절연유의 발화온도가 낮고 연소성이 있다. 따라서 대용량 변압기의 경우는 별도의 안전장치가 필요하다.
  - ② 절연물의 내열온도가 A종 (105 ℃)으로 과부하 사용 시 열화되기가 쉽다.

##### 3) 외부 요인에 의한 위험

- (1) 낙뢰
- (2) 외부 화재 등

#### 3. 변압기 화재 메커니즘

- 1) 단락 등에 의해 절연 파괴
- 2) 아크 발생
- 3) 분해가스 발생
- 4) 내부압력 상승
- 5) 고장과 동시에 전원이 자동 차단되지 않고 분출된 절연유에 계속적인 아크로 점화되는 경우
- 6) 분출되어 점화되는 경우도 있다(3차원 화재).

#### 4. 예방 대책

- 1) 난연성 절연유를 사용하여 절연유의 인화점을 높인다.
- 2) 점화원 예방
  - (1) 전기적 충격 방지
  - (2) 열적보호
  - (3) 압력보호

#### 5. Passive 대책

- 1) 변압기의 방호를 위한 방호벽 설비
  - (1) 변압기와 변압기 사이에는 2시간 이상 버틸 수 있는 방호벽 설치
  - (2) 방호벽의 크기는 수직으로 0.3 m 이상 수평으로는 0.6 m의 벽을 설치하여야 한다.
- 2) 변압기의 외함의 강도 보강
- 3) 고온의 절연유 누출 시 절연유 냉각을 위한 변압기 주위의 자갈 포설
- 4) 누출된 절연유의 저장을 위한 저유조 설치

#### 6. 감지설비

- 1) 정온식 열감지기 (Fixed Temperature Detectors)
- 2) 보상식 열감지기 (Rate Compensated Detectors)
- 3) 정온식 감지선형 열감지기 (Linear Heat Detection System)
 

감지 설비별로 장·단점은 있으나 외기에 노출된 상태에서의 설치 조건과 우리나라의 기후 조건에서의 적응성 등을 고려하면 정온식 감지선형 열감지기가 적합하다.

#### 7. 소화설비

- 1) 변압기 화재는 3차원 화재 가능성이 있으므로 포 (고팽창포) 또는 물분무/미분무 소화설비가 적응성이 있다.
- 2) 포소화설비
  - (1) 저팽창포
    - ① 압축공기포 소화설비
    - ② 팽창비는 1:10 이상으로 혼합 (Dry foam, 건식포)
 

팽창비를 크게 하면 건식포(Dry foam)로서 환원시간이 길어(수손 피해 감소) 전기화재에 적응성이 있고 부착성도 증가한다.
  - (2) 고팽창포
 

옥외 변압기에 적용 시 바람 등 외기의 영향을 고려하여야 한다.
- 3) 물분무 소화설비
  - (1) NFSC : 절연유 봉입 변압기에 있어서는 바닥부분을 제외한 표면적을 합한 면적  $1\text{m}^2$ 에 대하여  $10\text{ l/min}$ 로 20분간 방수할 수 있는 양 이상으로 할 것

- (2) 변압기의 모든 노출된 표면에 대해 물이 분사되도록 노즐을 설치하여야 한다.
- (3) 구조적으로 분사노즐을 통해 직접 분사하기 곤란한 변압기 하부 표면 등의 지역에는 수평 분사 방식 또는 변압기 하부지역을 냉각하는 방식 등의 방법을 적용할 수 있다.
- 4) 미분무수 소화설비
- (1) 기상냉각, 질식, 가연물 적심 등의 소화원리를 이용하여 소화
- (2) 미분무소화설비는 그 대상물과 용도에 따라서 그에 적합한 압력, 살수밀도 또는 물입자 크기 등을 적용하여야만 원하는 효과를 얻을 수 있다.
- (3) 따라서 사양 위주의 일괄적인 설계의 적용보다는 소방대상물별로 성능 위주의 설계가 이루어져야 하고 이를 위한 자료와 실험치를 얻기 위해서 다양한 연구와 실험이 필요하다.

## 8. 폭발 대책

### 1) 예방

- (1) 케이블 접속개소 과열여부 확인(열화상 카메라 활용)
- (2) 피뢰시스템 구축

### 2) Passive

폭연 방출구 설치

$$A = \frac{C \cdot A_s}{\sqrt{P}}$$

$A_s$  : 방출구 면적

$P$  : 구조체 최고 허용 압력

가스 : 연소속도

$A_s$  : 내부 표면적

$C$  : 가연물 특정 상수

분진 :  $K_{st}$

### 3) Active

초고속 물분무소화설비

## 9. 절차적 대책

주기적인 절연상태 확인 등 점검

## 10. 결론

- 1) 변압기의 화재는 매우 복잡한 과정과 다양한 원인에서 기인되나, 일단 변압기에 문제가 발생되면 전력공급에 차질이 발생하므로 재산적 손실을 발생하고 아울러 사업수행에 심각한 영향을 주게 된다.
- 2) 포/물분무/미분무 소화설비 적용 시 화재 특성, 구획실 특성을 고려하여 설치하여야 한다.



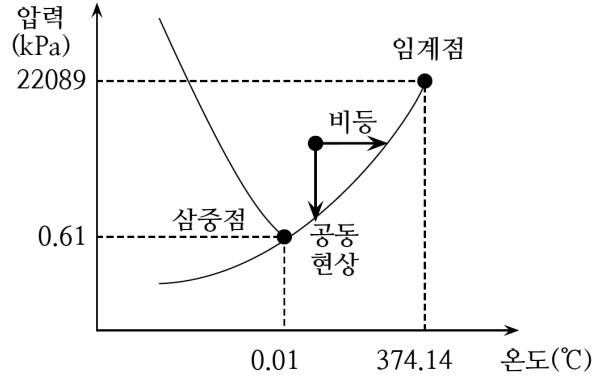
## 2-2. 액체의 비등영역을 구분하고 비등곡선에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 1권 P28

### 1. 개요

- 1) 액체가 비등하는 원인은 크게 온도가 증가하는 경우와 압력이 감소하는 경우 2가지가 있다.

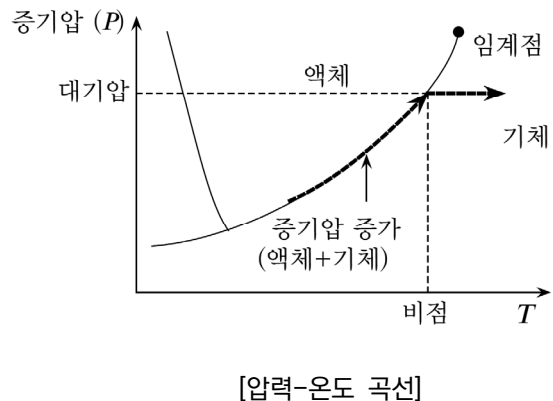
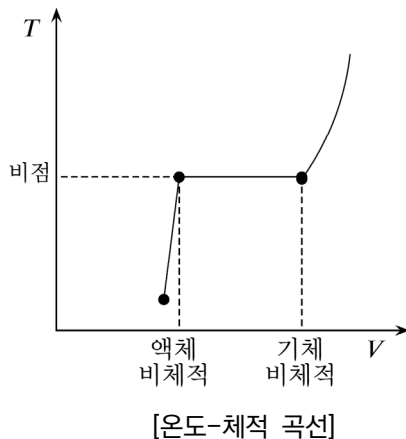


- 2) 특히 펌프의 경우 소화수의 비등은 펌프 운전에서 중요하다.

- (1) 체절운전 : 온도상승에 의한 비등
- (2) 펌프 흡입 측 : 압력 감소에 의한 비등

### 2. 온도 증가

- 1) 증기압 = 대기압
- 2) 온도가 상승함에 따라 액체의 증기압은 증가하고, 증기압이 액체 표면상의 압력(대기압)과 동일해지면 액체가 끓게 된다. 이때의 온도가 비점이다.
- 3) 액체 표면이 상승할 수 있는 최대 액면 온도(유입되는 열 = 증발잠열)



### 3. 압력 감소

- 1) 펌프가 공동현상(캐비테이션)등의 장애를 일으키지 않고 운전되어야 하므로 펌프의 순수흡입수두 (Net Positive Suction Head)에 대한 검토가 필요하다.

- 2) 공동현상은 임펠러 부위(impeller eye)에서 발생하는 이상현상으로, 이로 인해 펌프흡입이 불가능해지기도 한다. 펌프내부에서 소규모로 진행되는 공동현상도 소음과 진동을 일으키며 펌프의 성능을 크게 저하시키거나 펌프를 손상시킨다.
- 3) 펌프나 관로상에서 국부적으로 압력강하가 일어나 액체의 포화증기압보다 낮아지면, 순간적으로 액체가 증발하여 기화(기포형성)되는데, 이후 유체 이동에 따라 압력이 회복되면 기포가 터지며 충격, 소음, 진동을 발생한다.
- 4) 이 기포의 생성과 소멸이 이루어지는 짧은 시간동안에 국부적으로 충격력이 발생하며 임펠러를 손상시켜 내부 부식을 유발시키기도 하고 영역이 커지면 성능 저하가 일어난다.
- 5) 고온수의 경우 포화증기압이 상대적으로 높으므로 캐비테이션의 발생에 특히 유의하여야 하며, 액화가스의 이송 시 등의 경우에도 이러한 현상에 유의하여야 한다.

**2-3. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법령에 따라 재난예방 및 피해 경감계획의 수립 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 소방기술사 요해 2권 P784

## 1. 개 요

초고층 및 지하연계 복합건축물의 경우 화재 시 막대한 피해가 예상되므로 사전재난 영향성 검토가 필요하다.

## 2. 사전재난 영향성 검토협의 대상

- 1) 초고층 건축물 등의 설치 허가 · 승인 · 인가 · 협의 · 계획수립 등의 신청을 받은 경우
- 2) 초고층 건축물 등의 건축에 대한 사전 결정 신청을 받은 경우
- 3) 용도변경 허가신청을 받은 경우로서 다음 각 항의 어느 하나에 해당하는 경우
  - (1) 건축물 또는 시설물이 용도 변경 또는 용도 변경에 따른 수용 인원 증가로 초고층 건축물 등이 되는 경우
  - (2) 초고층 건축물 등이 문화 및 집회시설로 용도 변경되어 거주밀도가 증가하는 경우

## 3. 위의 사항을 검토하기 위하여 필요한 사항

- 1) 해일 대비 · 대응계획 (초고층 건축물 등이 해안으로부터 1km 이내에 건축되는 경우만 해당)
- 2) 건축물 대테러 설계 계획 (CCTV 등 대테러 시설 및 장비 설치계획을 포함)
- 3) 관계지역 대지 경사 및 주변 현황
- 4) 관계지역 전기, 통신, 가스 및 상하수도 시설 등의 매설 현황

## 4. 재난예방 및 피해경감계획의 수립 · 시행

- 1) 재난 유형별 대응 · 상호응원 및 비상전파 계획
- 2) 피난시설 및 피난유도 계획
- 3) 재난 및 테러 등 대비 교육 · 훈련 계획
- 4) 재난 및 안전관리 조직의 구성 · 운영
- 5) 시설물의 유지관리계획
- 6) 소방시설 설치 · 유지 및 피난계획
- 7) 전기 · 가스 · 기계 · 위험물 등 다른 법령에 따른 안전관리계획
- 8) 건축물의 기본현황 및 이용계획
- 9) 대통령령으로 정하는 필요한 사항

- (1) 초고층 건축물 등의 층별 · 용도별 거주밀도 및 거주인원
- (2) 법 제11조에 따른 재난 및 안전관리협의회 구성 · 운영 계획
- (3) 법 제16조에 따른 종합방재실 설치 · 운영계획
- (4) 법 제17조에 따른 종합재난관리체제 구축 · 운영계획
- (5) 재난예방 및 재난발생 시 안전한 대피를 위한 홍보계획

## 5. 사전재난 영향성 검토협의 내용

- 1) 종합방재실 설치 및 종합재난관리체제 구축계획
- 2) 내진설계 및 계층설비 설치계획
- 3) 공간 구조 및 배치계획
- 4) 피난안전구역 설치 및 피난시설, 피난유도계획
- 5) 소방설비 · 방화구획, 방연 · 배연 및 제연계획, 발화 및 연소확대 방지계획
- 6) 관계지역에 영향을 주는 재난 및 안전관리계획
- 7) 방법 · 보안, 테러대비 시설설치 및 관리계획
- 8) 지하공간 침수방지계획
- 9) 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항

**2-4. 위험물안전관리에 관한 세부기준 중 탱크안전성능검사에 대하여 발생할 수 있는 용접부의 구조상 결함의 종류 및 비파괴시험 방법에 대하여 설명하시오.**

답)

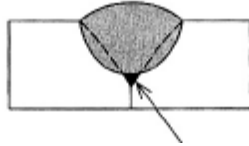
출처 소방방재청 위험물 실무해설서 3  
위험물안전관리에 관한 세부기준122조

### 1. 개요

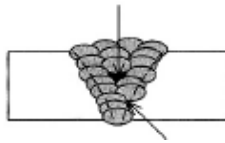
배관 등의 부분에 생기는 균열, 언더컷(undercut) 등의 흠집은 응력 집중의 원인이 되므로 용접부분은 배관의 규모가 설치형태에 따라 방사선 투과시험 등의 비파괴시험을 실시하고 이에 합격을 하여야 한다.

### 2. 용접부의 구조상 결함의 종류

- 1) 용해부족 : 본래 완전하게 용해되어야 하는 용접부에 용해되지 않는 부분이 있는 것



- 2) 용합주족 : 용접경계면이 충분히 용합되지 않은 것



- 3) 용접이탈 : 용융금속이 접합하는 2부분 재료의 사이에 생기는 고랑으로 뒤쪽에 용접이탈된 것



- 4) Slag 말립 : 용접접착 금속내부 또는 모재료와의 용합부분에 slag가 남는 것

- 5) 공기집 : 용접금속 안에 가스에 의해 생긴 기공

- 6) Undercut : 용접 지단(부분재료와 용접표면이 교차하는 부분)을 따라 모재료가 굴곡으로 용접접착금속이 충만되지 않아 도랑으로 남아있는 부분



- 7) 피트 : 비드(bead) 표면에 생긴 작은 움덩이 구멍

- 8) 오버랩 : 용접접착 금속이 지단에서 모재료에 용합되지 않고 겹쳐진 부분



### 3. 비파괴시험 방법

- 1) 배관 등의 용접부에는 방사선투과시험 또는 영상초음파탐상시험을 실시한다.
- 2) 다만, 방사선투과시험 또는 영상초음파탐상시험을 실시하기 곤란한 경우에는 다음 각 호의 기준에 따른다.
  - (1) 두께가 6mm 이상인 배관에 있어서는 초음파탐상시험 및 자기탐상시험을 실시할 것. 다만, 강자성체 외의 재료로 된 배관에 있어서는 자기탐상시험을 침투탐상시험으로 대체할 수 있다.
  - (2) 두께가 6mm 미만인 배관과 초음파탐상시험을 실시하기 곤란한 배관에 있어서는 자기탐상시험을 실시할 것
- 3) 용접부의 방사선투과시험
  - (1) 강 용접이음부의 방사선 투과 시험 방법
  - (2) 알루미늄 평판 접합 용접부의 방사선투과시험 방법
  - (3) 알루미늄관의 원둘레 용접부의 방사선투과시험 방법
- 4) 초음파탐상시험  
강 용접부의 초음파탐상시험 방법
- 5) 자기탐상시험  
철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류
- 6) 침투탐상시험  
침투탐상시험 방법 및 침투 지시 모양의 분류
- 7) 다만, 방사선투과시험에서 투과사진의 상질적용구분은 내부선원촬영 및 내부필름촬영 방법의 경우에는 A급을 적용하고 2중벽편면 및 양면촬영 방법은 P1급을 적용한다.

## 2-5. 소방시설공사업법령에서 정한 소방시설공사 감리자 지정대상, 감리업무, 위반사항에 대한 조치에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 요해 2권 p 850, 853

### 1. 감리자 지정 대상

#### 1) 설비를 신설하는 공사

- (1) 옥내소화전설비, 옥외소화전설비, 스프링클러설비·간이스프링클러설비 및 화재조기진압용 스프링클러설비, 물분무소화설비·포소화설비·이산화탄소소화설비·할론소화설비·할로겐화합물 및 불활성기체 소화설비·미분무소화설비·강화액소화설비 및 분말소화설비, 연결송수관설비, 연결살수설비, 제연설비, 소화용수설비 또는 연소방지설비
- (2) 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비, 비상콘센트설비 또는 무선통신보조설비

#### 2) 설비 또는 구역 등을 증설하는 공사

- (1) 옥내·옥외소화전설비
- (2) 스프링클러설비·간이스프링클러설비 또는 물분무등소화설비의 방호구역, 자동화재탐지설비의 경계구역, 제연설비의 제연구역, 연결살수설비의 살수구역, 연결송수관설비의 송수구역, 비상콘센트설비의 전용회로, 연소방지설비의 살수구역

#### 3) 아래의 어느 하나에 해당하는 설비의 전부 또는 일부를 개설·이전하거나 정비할 때

- 1) 수신반
- 2) 소화펌프
- 3) 동력(감시)제어반

### 2. 소방공사 감리업무

#### 1) 공사착수단계 감리업무

- (1) 현장사무소의 설치
- (2) 착수단계 행정업무
  - ① 착공신고서 검토 및 보고
  - ② 소방시설공사 시공과 관련된 각종 인·허가 사항을 포함한 제반법규 등을 시공자에게 준수하도록 지도·감독
  - ③ 하도급 관련사항

#### (3) 설계도서 검토

- ① 현장 조건에 부합 여부
- ② 시공의 실제 가능 여부 (Construction practicability)
- ③ 타 사업 또는 타 공정과의 상호 부합 여부
- ④ 설계도면, 시방서, 계산서, 산출내역서 등의 내용에 대한 상호 일치 여부
- ⑤ 설계서에 누락, 오류 등 불명확한 부분의 존재 여부

- ⑥ 발주자가 제공한 공종별 목적물의 물량내역서와 시공자가 제출한 산출내역서 수량과의 일치 여부
- ⑦ 시공에 따른 예상 문제점 등

## 2) 공사시행단계 감리업무

### (1) 일반 업무 및 검토 보고

- ① 사업개요 : 공사 및 감리용역 개요
- ② 공정현황 : 주요공정별 간략한 설명이 포함되고 계획 및 실적이 표시된 공정현황
- ③ 품질관리 현황 및 자재관리 시험실적 : 자재선정·관리·검사 및 의뢰시험 실적
- ④ 주요자재 검사 및 수불현황 : 지급자재 입출고가 명시된 수불현황
- ⑤ 검측
- ⑥ 설계변경에 관한 사항
- ⑦ 우수시공 사례 및 새로운 기술, 특수공법 사용 실적
- ⑧ 안전관리 실적 : 교육, 안전관리비 사용 실적, 안전사고 발생건수 및 원인·방지대책
- ⑨ 기타 감리에 관하여 중요하다고 인정하는 사항

### (2) 의견제시 및 지시사항 처리

### (3) 품질관리

### (4) 시공계획

- ① 시공계획서의 검토·확인
- ② 시공상세도 승인

### (5) 시공확인

- ① 일일작업실적 및 계획서의 검토·확인
- ② 시공확인
- ③ 검측업무

### (6) 기술검토

- ① 특수공법 검토
- ② 기술검토 의견서

### (7) 자재관리

- ① 주요 기자재 공급원의 검토 승인
- ② 주요 기자재 검수 및 관리
- ③ 지급자재의 검수 및 관리

### (8) 공정관리

- |            |             |           |
|------------|-------------|-----------|
| ① 현장상황의 보고 | ② 공사중지 명령   | ③ 공정관리    |
| ④ 공사 진도 관리 | ⑤ 부진공정 만회대책 | ⑥ 수정 공정계획 |
| ⑦ 공정보고     | ⑧ 공사현장 정리   |           |

### (9) 안전관리



## 3) 설계변경 및 계약금액의 조정 관련 감리업무

- (1) 설계변경
- (2) 설계변경에 따른 계약금액의 조정
- (3) 물가변동에 따른 계약금액의 조정

## 4) 기성 및 준공검사 관련 감리업무

## 5) 시설물의 인수·인계관련 감리업무

- (1) 시설물 인수·인계
- (2) 유지관리 및 하자보수

**3. 위반사항에 대한 조치**

## 1) 3년 이하의 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금

소방시설업 등록을 하지 아니하고 영업을 한 자

## 2) 1년 이하의 징역 또는 1천만 원 이하의 벌금

- (1) 영업정지처분을 받고 그 영업정지 기간에 영업을 한 자
- (2) 위반하여 감리를 하거나 거짓으로 감리한 자
- (3) 공사감리자를 지정하지 아니한 자
- (4) 보고를 거짓으로 한 자
- (5) 공사감리 결과의 통보 또는 공사감리 결과보고서의 제출을 거짓으로 한 자
- (6) 소방시설업자가 아닌 자에게 소방시설공사 등을 도급한 자

## 3) 어느 하나에 해당하는 자는 300만 원 이하의 벌금

- (1) 소방시설공사 현장에 감리원을 배치하지 아니한 자
- (2) 자격수첩 또는 경력수첩을 빌려 준 사람
- (3) 제27조제3항을 위반하여 동시에 둘 이상의 업체에 취업한 사람
- (4) 관계인의 정당한 업무를 방해하거나 업무상 알게 된 비밀을 누설한 사람

## 4) 어느 하나에 해당하는 자는 100만 원 이하의 벌금

- (1) 명령을 위반하여 보고 또는 자료 제출을 하지 아니하거나 거짓으로 한 자
- (2) 정당한 사유 없이 관계 공무원의 출입 또는 검사·조사를 거부·방해 또는 기피한 자

## 5) 양벌규정

법인의 대표자나 법인 또는 개인의 대리인, 사용인, 그 밖의 종업원이 그 법인 또는 개인의 업무에 관하여 제35조부터 제38조까지의 어느 하나에 해당하는 위반행위를 하면 그 행위자를 벌하는 외에 그 법인 또는 개인에게도 해당 조문의 벌금형을 과(科)한다. 다만, 법인 또는 개인이 그 위반행위를 방지하기 위하여 해당 업무에 관하여 상당한 주의와 감독을 게을리하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다.

2-6. 내진설계기준의 수평력( $F_{pw}$ )과 세장비( $\lambda$ )를 설명하고 압력배관용 탄소강관 25A의 세장비가 300 이하일 때 버팀대 최대길이(cm)를 구하시오.

(단, 25A(Sch 40)의 외경 34.0mm, 배관의 두께 3.4mm,  $\lambda = \frac{L}{r}$ 을 이용하고,

여기서  $r$  : 최소회전반경( $\sqrt{\frac{I}{A}}$ ),  $I$  : 버팀대단면 2차모멘트,  $A$  : 버팀대의 단면적)

답)

출처 소방기술사 요해 1권 P855

## 1. 수평력

- 1) 수평지진하중( $F_{pw}$ )이란 지진 시 흔들림 방지 버팀대에 전달되는 배관의 동적지진하중 또는 같은 크기의 정적지진하중으로 환산한 값으로 허용응력설계법으로 산정한 지진하중
- 2) 소방시설의 내진설계에서 내진등급, 성능수준, 지진위험도, 지진구역 및 지진구역계수는 "건축물 내진설계기준"을 따르고 중요도계수( $I_p$ )는 1.5로 한다.
- 3) 가동중량( $W_p$ )이란 수조, 가압송수장치, 함류, 제어반등, 가스계 및 분말소화설비의 저장용기, 비상전원, 배관의 작동상태를 고려한 무게를 말하며 다음 각 목의 기준에 따른다.
  - (1) 배관의 작동상태를 고려한 무게란 배관 및 기타 부속품의 무게를 포함하기 위한 중량으로 용수가 충전된 배관 무게의 1.15배를 적용한다.
  - (2) 수조, 가압송수장치, 함류, 제어반등, 가스계 및 분말소화설비의 저장용기, 비상전원의 작동상태를 고려한 무게란 유효중량에 안전율을 고려하여 적용한다.
- 4) 지진하중
  - (1) 소방시설의 지진하중은 "건축물 내진설계기준" 중 비구조요소의 설계지진력 산정방법을 따른다.
  - (2) 허용응력설계법을 적용하는 경우에는 제1호의 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력에 0.7을 곱한 값을 지진하중으로 적용한다.
  - (3) 지진에 의한 소화배관의 수평지진하중( $F_{pw}$ ) 산정은 허용응력설계법으로 하며 다음 각 호 중 어느 하나를 적용한다.

$$\textcircled{1} F_{pw} = C_p \times W_p$$

$W_p$  : 가동중량     $C_p$  : 소화배관의 지진계수

단주기 응답지수(SS)	지진계수(Cp)
0.33 이하	0.35
0.40	0.38
0.50	0.40
0.60	0.42
0.70	0.42
0.80	0.44
0.90	0.48
0.95	0.50
1.00	0.51

1. 표의 값을 기준으로 SS의 사이값은 직선보간법 이용하여 적용할 수 있다.

2. SS : 단주기 응답지수(Short period response parameter)로서 최대고려 지진의 유효지반가 속도 S를 2.5배한 값

② ① 따른 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력에 0.7을 곱한 값을 수평지진하중( $F_{pw}$ )으로 적용한다.

(4) 지진에 의한 배관의 수평설계지진력이 0.5Wp를 초과하고, 흔들림 방지 버팀대의 각도가 수직으로부터 45도 미만인 경우 또는 수평설계지진력이 1.0Wp를 초과하고 흔들림 방지 버팀대의 각도가 수직으로부터 60도 미만인 경우 흔들림 방지 버팀대는 수평설계지진력에 의한 유효수직반력을 견디도록 설치해야 한다.

## 2. 세장비(Slenderness ratio)

- 1) 흔들림 방지 버팀대는 인장력(Tension)과 압축력(Compression)을 받는데, 지진 발생 시 특히 압축력에 저항하는 세장비가 중요하다.
- 2) 세장비( $L/r$ )란 흔들림 방지 버팀대 지지대의 길이( $L$ )와, 최소단면2차반경( $r$ )의 비율을 말하며, 세장비가 커질수록 좌굴(buckling)현상이 발생하여 지진 발생 시 파괴되거나 손상을 입기 쉽다.
- 3) 흔들림 방지 버팀대의 세장비( $L/r$ )는 300을 초과하지 않아야 한다.

## 3. 계산

$$\text{세장비 } (\lambda) = \frac{l}{r} \quad \text{회전반경 } (r) = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) \quad A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$D = 3.4 \text{ cm}, \quad d = 3.4 - 2 \times 0.34 = 2.72 \text{ cm}$$

$$1) \text{ 단면 2차 모멘트 } (I) = \frac{\pi}{64} (3.4^4 - 2.72^4) = 3.872$$

$$2) \text{ 단면적 } (A) = \frac{\pi}{4} (3.4^2 - 2.72^2) = 3.268$$

$$3) \text{ 회전반경 } (r) = \sqrt{\frac{3.872}{3.286}} = 1.0855$$

$$4) \text{ 세장비 } 300 = \frac{L}{1.0855}$$

$$\text{버팀대 최대길이 : } L \approx 326 \text{ cm}$$



## 제 3교시 문제풀이

3-1. 지하구의 화재안전기준이 2021년 1월 15일부터 시행되었다. 다음에 대하여 설명하시오

- 1) 지하구의 화재안전기준 제정·개정 배경
- 2) 지하구의 화재 특성
- 3) 소방시설 등의 설치 기준

답)

출처 소방기술모아 2권 P230, NFSC 605

### 1. 개 요

- 1) 각종 설비의 지하설치는 부지의 효율적 이용과 환경개선에 큰 도움을 주기 때문에 최근 전력, 통신, 난방, 상수도 등과 같은 각종 부대설비의 수용 및 관통을 위한 지하구의 설치가 늘고 있다.
- 2) 지하구는 지하공간에 위치하여 화재 시 접근이 어렵고, 화재발생지점의 파악과 진압의 어렵다.
- 3) 지하구는 전력 및 통신케이블 등이 집중 설치되어 화재 시 공장의 가동중단, 사회기반시설의 마비 등의 큰 손실이 발생할 가능성이 높다.
- 4) 지하구의 정의
  - (1) 전력, 통신용의 전선이나 가스, 냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합 수용하기 위하여 설치한 지하 공작물로서, 사람이 점검 또는 보수를 하기 위하여 출입이 가능한 것 중에서 다음의 어느 하나에 해당하는 것
    - ① 전력 또는 통신사업용 지하 인공구조물로서 전력구(케이블 접속부가 없는 경우에는 제외한다) 또는 통신구 방식으로 설치된 것
    - ② 폭 1.8 m 이상, 높이 2 m 이상, 길이가 50 m 이상인 것
  - (2) 「국토의 이용에 관한 법률」제2조 제9호에 따른 공동구

### 2. 지하구의 화재안전기준 제정·개정 배경

- 1) 2018년 11월 24일 발생한 KT 아현지사 지하구 화재사고를 계기로 지하구 내 감지기 성능 강화, 연소방지설비 설치 확대 등 안전기준 강화 필요성이 대두되었다.
- 2) 이에따라, 지하구 관련 기준들이 다수 포함되어 있는 ‘연소방지설비의 화재안전기준(NFSC 506)’을 폐지하고, 지하구 관련 화재안전 규정을 포괄적으로 정하는 지하구 전용의 화재안전기준으로 전부 개정하였다.
- 3) 주요내용
  - (1) 적용범위 및 기준에서 명시한 다양한 용어를 정의 (안 제2조, 제3조)
  - (2) 온도와 발화지점을 정확히 확인할 수 있는 감지기 설치 (안 제5조)

- (3) 소방대원 진입이 용이하도록 출입구(환기구 등)마다 연소방지헤드 설치 (안 제7조)
- (4) 연소확대 방지를 위하여 방화벽 설치 (안 제9조)
- (5) 통합감시시설 설치 세부기준을 정함 (안 제11조)
- (6) 지하구와 관련된 현행 화재안전기준 4개 동시 일부개정 (부칙)
  - ① 소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준 (제4조)
  - ② 미분무소화설비의 화재안전기준 (제10조)
  - ③ 비상경보설비 및 단독경보형감지기의 화재안전기준 (제4조)
  - ④ 자동화재탐지설비 및 시각경보기의 화재안전기준 (제4조, 제7조, 제9조)

### 3. 지하구 화재 특성

#### 1) 지하구 내의 Cable bundle

- (1) 화재 시 주변 Cable로의 계속적으로 연소 확대되기 쉽다.
- (2) 고분자물질 화재로 인해 유해가스가 다량 발생된다.

#### 2) 지하의 밀폐공간

- (1) 산소부족으로 인한 불완전 연소로 CO가 많이 발생된다.
- (2) 가시도가 낮아 발화지점의 조기발견이 어렵다.
- (3) 공간이 좁아 소화 작업이 어렵다.

#### 3) 주된 피해

사람이 상주하지 않으므로 인명피해는 거의 없지만, 사회에 근간이 되는 전력 및 통신 등의 공급 원 차단으로 인한 많은 피해가 발생된다.

### 4 소방시설 등의 설치 기준

#### 1) 소화기구 및 자동소화장치

##### (1) 소화기

- ① 소화기의 능력단위는 A급 화재는 개당 3단위 이상, B급 화재는 개당 5단위 이상 및 C급화재에 적응성이 있는 것으로 함
- ② 소화기 한대의 총중량은 사용 및 운반의 편리성을 고려하여 7kg 이하로 함
- ③ 소화기는 사람이 출입할 수 있는 출입구(환기구, 작업구를 포함) 부근에 5개 이상 설치
- ④ 소화기는 바닥면으로부터 1.5m 이하의 높이에 설치함
- ⑤ 소화기의 상부에 “소화기”라고 표시한 조명식 또는 반사식의 표지판을 부착함

##### (2) 자동소화장치

지하구 내 발전실·변전실·송전실·변압기실·배전반실·통신기기실·전산기기실·기타 이와 유사한 시설이 있는 장소 중 바닥면적이 300㎡ 미만인 곳에는 유효설치 방호체적 이내의 가스·분말·고체에어로졸·캐비닛형 자동소화장치를 설치하여야 한다. 다만 해당 장소에 물 분무등소화설비를 설치한 경우에는 설치하지 않을 수 있다.

- (3) 제어반 또는 분전반마다 가스·분말·고체에어로졸 자동소화장치 또는 유효설치 방호체적 이

내의 소공간용 소화용구를 설치하여야 한다.

- (4) 케이블접속부(절연유를 포함한 접속부에 한한다.)마다 다음 각 호의 자동소화장치를 설치하되 소화능력이 확보될 수 있도록 방호공간을 구획하는 등 유효한 조치를 하여야 한다.

① 가스·분말·고체에어로졸 자동소화장치

② 중앙소방기술심의위원회의 심의를 거쳐 소방청장이 인정하는 자동소화장치

## 2) 자동화재탐지설비

### (1) 감지기

① 「자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)」제7조제1항 각 호의 감지기 중 먼지·습기 등의 영향을 받지 아니하고 발화지점(1m 단위)과 온도를 확인할 수 있는 것을 설치할 것

② 지하구 천장의 중심부에 설치하되 감지기와 천장 중심부 하단과의 수직거리는 30cm 이내로 할 것. 다만, 형식승인 내용에 설치방법이 규정되어 있거나, 중앙기술심의위원회의 심의를 거쳐 제조사 시방서에 따른 설치방법이 지하구 화재에 적합하다고 인정되는 경우에는 형식승인 내용 또는 심의결과에 의한 제조사 시방서에 따라 설치할 수 있다.

③ 발화지점이 지하구의 실제거리와 일치하도록 수신기 등에 표시할 것

④ 공동구 내부에 상수도용 또는 냉·난방용 설비만 존재하는 부분은 감지기를 설치하지 않을 수 있다.

(2) 발신기, 지구음향장치 및 시각경보기는 설치하지 않을 수 있다.

### 3) 유도등

사람이 출입할 수 있는 출입구(환기구, 작업구를 포함한다.)에는 해당 지하구 환경에 적합한 크기의 피난구유도등을 설치하여야 한다.

## 4) 연소방지설비

### (1) 연소설비방지의 배관

① 배관용 탄소강관(KS D 3507) 또는 압력배관용 탄소강관(KS D 3562)이나 이와 동등 이상의 강도·내식성 및 내열성을 가진 것으로 하여야 한다.

② 급수배관(송수구로부터 연소방지설비 헤드에 급수하는 배관을 말한다. 이하 같다)은 전용으로 하여야 한다.

### ③ 배관의 구경

가. 연소방지설비전용헤드를 사용하는 경우에는 다음 표에 따른 구경 이상으로 할 것

하나의 배관에 부착하는 살수헤드의 개수	1개	2개	3개	4개 또는 5개	6개 이상
배관의 구경(mm)	32	40	50	65	80

나. 개방형 스프링클러헤드를 사용하는 경우에는 「스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)」[별표 1]의 기준에 따를 것

④ 교차배관은 가지배관과 수평으로 설치하거나 또는 가지배관 밑에 설치하고, 그 구경은 제3호에 따르되, 최소구경이 40mm 이상이 되도록 할 것

⑤ 배관에 설치되는 행가는 다음 각 목의 기준에 따라 설치하여야 한다.

가. 가지배관에는 헤드의 설치지점 사이마다 1개 이상의 행가를 설치하되, 헤드간의 거리가 3.5m를 초과하는 경우에는 3.5m 이내마다 1개 이상 설치할 것 이 경우 상향식헤드와 행가 사이에는 8cm 이상의 간격을 두어야 한다.

나. 교차배관에는 가지배관과 가지배관 사이마다 1개 이상의 행가를 설치하되, 가지배관 사이의 거리가 4.5m를 초과하는 경우에는 4.5m 이내마다 1개 이상 설치할 것

다. 제1호와 제2호의 수평주행배관에는 4.5m 이내마다 1개 이상 설치할 것

- ⑥ 분기배관을 사용할 경우에는「분기배관의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 적합한 것으로 설치하여야 한다.

## (2) 연소방지설비의 헤드

- ① 천장 또는 벽면에 설치할 것
- ② 헤드간의 수평거리는 연소방지설비 전용헤드의 경우에는 2m 이하, 스프링클러헤드의 경우에는 1.5m 이하로 할 것
- ③ 소방대원의 출입이 가능한 환기구·작업구마다 지하구의 양쪽방향으로 살수헤드를 설정하되, 한쪽 방향의 살수구역의 길이는 3m 이상으로 할 것. 다만, 환기구 사이의 간격이 700mm를 초과할 경우에는 700mm 이내마다 살수구역을 설정하되, 지하구의 구조를 고려하여 방화벽을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.
- ④ 연소방지설비 전용헤드를 설치할 경우에는「소화설비용헤드의 성능인증 및 제품검사 기술기준」에 적합한 ‘살수헤드’를 설치할 것

## (3) 송수구

- ① 소방차가 쉽게 접근할 수 있는 노출된 장소에 설치하되, 눈에 띄기 쉬운 보도 또는 차도에 설치할 것
- ② 송수구는 구경 65mm의 쌍구형으로 할 것
- ③ 송수구로부터 1m 이내에 살수구역 안내표지를 설치할 것
- ④ 지면으로부터 높이가 0.5m 이상 1m 이하의 위치에 설치할 것
- ⑤ 송수구의 가까운 부분에 자동배수밸브(또는 직경 5mm의 배수공)를 설치할 것 이 경우 자동배수밸브는 배관안의 물이 잘 빠질 수 있는 위치에 설치하되, 배수로 인하여 다른 물건 또는 장소에 피해를 주지 아니하여야 한다.
- ⑥ 송수구로부터 주배관에 이르는 연결배관에는 개폐밸브를 설치하지 아니할 것
- ⑦ 송수구에는 이물질을 막기 위한 마개를 씌어야 한다.

## 5) 연소방지재

지하구 내에 설치하는 케이블·전선 등에는 다음 각 호의 기준에 따라 연소방지재를 설치하여야 한다. 다만, 케이블·전선 등을 다음 제1호의 난연성능 이상을 충족하는 것으로 설치한 경우에는 연소방지재를 설치하지 않을 수 있다.

- (1) 연소방지재는 한국산업표준(KS C IEC 60332-3-24)에서 정한 난연성능 이상의 제품을 사용하되 다음 각 목의 기준을 충족하여야 한다.

- ① 시험에 사용되는 연소방지재는 시료(케이블 등)의 아래쪽(점화원으로부터 가까운 쪽)으로부터 30cm 지점부터 부착 또는 설치되어야 한다.
- ② 시험에 사용되는 시료(케이블 등)의 단면적은 325mm<sup>2</sup>로 한다.



③ 시험성적서의 유효기간은 발급 후 3년으로 한다.

(2) 연소방지재는 다음 각 목에 해당하는 부분에 제1호와 관련된 시험성적서에 명시된 방식으로 시험성적서에 명시된 길이 이상으로 설치하되, 연소방지재 간의 설치 간격은 350m를 넘지 않도록 하여야 한다.

- ① 분기구
- ② 지하구의 인입부 또는 인출부
- ③ 절연유 순환펌프 등이 설치된 부분
- ④ 기타 화재발생 위험이 우려되는 부분

#### 6) 방화벽

방화벽은 다음 각 호에 따라 설치하고 항상 닫힌 상태를 유지하거나 자동폐쇄장치에 의하여 화재 신호를 받으면 자동으로 닫히는 구조로 하여야 한다.

- ① 내화구조로서 홀로 설 수 있는 구조일 것
- ② 방화벽의 출입문은 갑종방화문으로 설치할 것
- ③ 방화벽을 관통하는 케이블·전선 등에는 국토교통부 고시(내화구조의 인정 및 관리기준)에 따라 내화충전 구조로 마감할 것
- ④ 방화벽은 분기구 및 국사·변전소 등의 건축물과 지하구가 연결되는 부위(건축물로부터 20m 이내)에 설치할 것
- ⑤ 자동폐쇄장치를 사용하는 경우에는「자동폐쇄장치의 성능인증 및 제품검사의 기술기준」에 적합한 것으로 설치할 것

#### 7) 무선통신보조설비

무선통신보조설비의 무전기접속단자는 방재실과 공동구의 입구 및 연소방지설비 송수구가 설치된 장소(지상)에 설치하여야 한다.

#### 8) 통합감시시설

통합감시시설은 다음 각 호의 기준에 따라 설치한다.

- ① 소방관서와 지하구의 통제실 간에 화재 등 소방활동과 관련된 정보를 상시 교환할 수 있는 정보통신망을 구축할 것
- ② 제1호의 정보통신망(무선통신망을 포함한다)은 광케이블 또는 이와 유사한 성능을 가진 선로일 것
- ③ 수신기는 지하구의 통제실에 설치하되 화재신호, 경보, 발화지점 등 수신기에 표시되는 정보가 [별표1]에 적합한 방식으로 119상황실이 있는 관할 소방관서의 정보통신장치에 표시되도록 할 것

### 5. 지하공동구 관리를 위한 개선 대책

- (1) 지하구 설계에 대한 기술 기준 확립 : 구조, 내진, 지질조건, 지하수조건 등
- (2) 조직적 유지관리를 위한 정부기관의 독립부서 신설 : 시설물, 수용물, 보안관리
- (3) 소방서·경찰서·시설관리기관 간의 비상시 협조체제의 개선

- (4) 사고 시 각 수용기관에서의 감지정보의 종합 관리실로의 자동연락 체제의 구축
- (5) 수용시설물에 대한 전산화 및 수용시설물 수용 시 공간 활용을 고려한다.

#### **NFPA기준의 소방시설 (NFPA 805 E.2.9.2 cable tunnels)**

- (1) 케이블 터널은 인접지역과 3시간 내화구조로 방화구획 될 것
- (2) 케이블 터널에는 연기감지기를 설치할 것 (케이블 트레이를 3단 이상 높이거나, 폭이 457.2 mm 이상일 경우에는 감지선형 감지기의 설치가 권장된다.)
- (3) 화재진압설비
  - ① 자동식 고정 진압설비를 설치할 것(자동식 스프링클러의 경우, 가장 먼 방호구역의 가장 먼 100 ft에서 살수밀도가  $12.2 \text{ lpm/m}^2$  이상이 되도록 할 것)
  - ② 헤드는 케이블 트레이 배열과 가연물 위치를 고려하여 적절한 살수효과를 낼 것
  - ③ 일제살수식은 배수설비를 고려하여 방호면적이 제한되도록 구획할 것
- (4) 케이블은 물에 의해 손상을 받지 않도록 설계할 것
- (5) 15 m 이상인 케이블 터널에는 다음 사항을 갖출 것
  - ① 소방대 접근이 가능한 최소 2개 이상의 이격된 출입구
  - ② 케이블 트레이 사이에는 최소 폭 0.9 m, 높이 2.4 m 이상의 통로를 갖출 것
  - ③ 터널 외부 인근에는 소화전과 소화기를 갖출 것(잔화 진압의 목적)

### 3-2. 액체가연물의 연소에 의한 화재패턴에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술모아 1권 P483, 전기안전(2008. 5월) 및 전기화재 감식

#### 1. 개 요

- 1) 화재조사에 있어 발화원인 및 연소확대 요인을 규명하는데 화재패턴 분석은 중요한 요소이며, 일반화재와 액체가연물의 연소에 의한 화재패턴은 분명한 차이가 있다.
- 2) 액체가연물 연소에 의한 화재패턴은 인화성액체 가연물이 화재 후 연소생성물에 의해 화재실 평면에 가시적인 흔적이 남는 것을 말한다.
- 3) 액체가연물 연소에 의한 화재패턴은 퍼붓기 패턴, 스플래시 패턴, 고스트마크 패턴, 틈새연소패널, 트레일러 패턴 등이 있다.

#### 2. 퍼붓기 패턴(pour pattern)

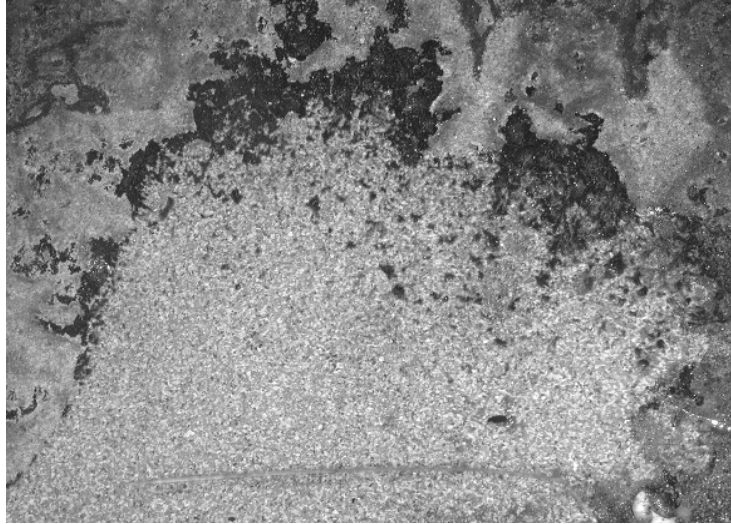
- 1) 인화성액체 가연물이 바닥에 쏟아졌을 때 액체가연물이 쏟아진 부분과 쏟아지지 않은 부분의 탄화경계 흔적을 말하며, 이러한 형태는 화재가 진행되면서 액체가연물이 있는 곳은 다른 곳보다 연소가 강하기 때문에 탄화정도의 강·약에 의해서 구분된다.
- 2) 때로는 액체가 자연스럽게 낮은 곳으로 흐른 부드러운 곡선형태를 나타내기도 하고, 쏟아진 모양 그대로 불규칙한 형태를 나타내기도 하지만 연소된 부분과 연소되지 않은 부분에서 뚜렷한 경계선을 나타낸다.



#### 3. 스플래시패턴(splash pattern)

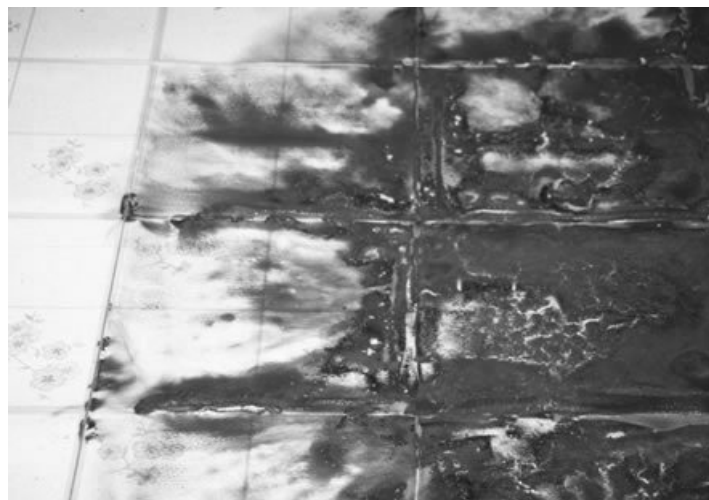
- 1) 액체가연물이 연소되면서 발생하는 열에 의해 스스로 가열되어 액면(液面)에서 끓으며 주변으로 튕 액체가 포어패턴의 미연소부분에서 국부적으로 점처럼 연소된 흔적을 말한다. 이 패턴은 주변으로 튀어 나간 가연성 방울에 의해 생성되므로 약한 풍향에도 영향을 받는다. 따라서 바람이 부는 방향으로 잘 생기지 않으며 반대 방향으로 비교적 멀리까지 생긴다.

- 2) 유류연소에 의한 패턴은 일반적 액체의 특징인 낮은 곳으로 흐르며 고인다는 점과 바닥재의 특성에 따라서 광범위하게 퍼지거나 흡수될 수 있다는 특징이 있고 증발하면서 잠열에 의한 냉각효과가 있으며, 끓게 되면 주변으로 방울이 튈 수 있다는 점과 또 어떤 액체가연물은 고분자물질을 침식시키거나 변형시키는 등 용매로서의 성질을 가지기도 한다.



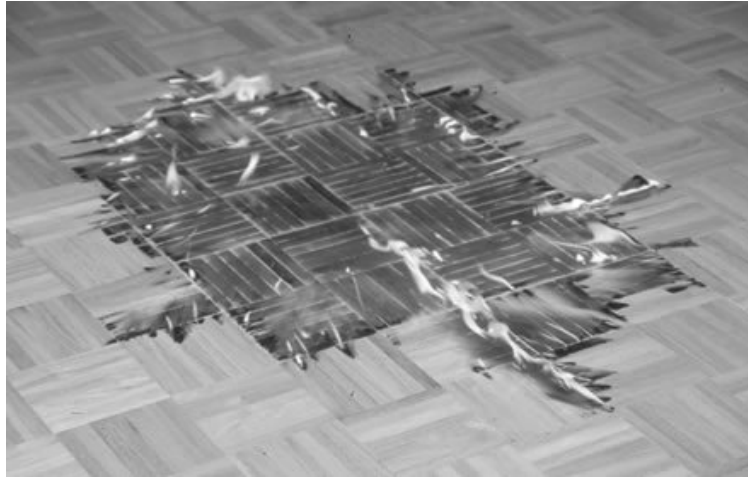
#### 4. 고스트마크(Ghost Mark)

- 1) 콘크리트, 시멘트 바닥에 비닐타일 등이 접착제로 부착되어 있을 때 그위로 석유류의 액체가연물이 쏟아져 화재가 발생하면 열과 솔벤트 성분은 타일의 가장자리 부분에서부터 타일을 박리시키고, 이때 액체가연물은 타일 사이로 스며들며 부분적으로 접착제를 용해한다.
- 2) 화재가 발생한 방이나 실(室)에 화염에 의한 열기가 가득하게 되면 액체가연물과 접착제의 화합물은 타일의 틈새에서 더욱 격렬하게 연소하게 되고, 결과적으로 타일 아래의 바닥에는 타일 등 바닥재의 틈새모양으로 변색이 되고 종종 박리되기도 한다.
- 3) 이때 바닥에서 보이는 흔적을 고스트마크라고 한다. 이 패턴은 다른 패턴과 달리 플래시오버 직전과 같은 강렬한 화재열기 속에서 발생한 특징이 있다.



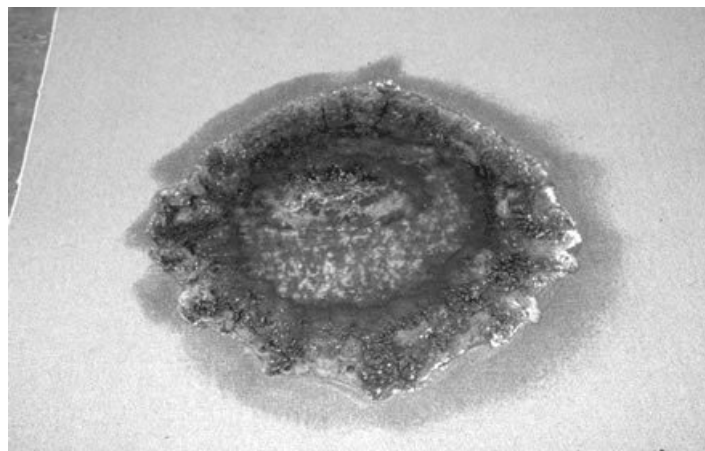
## 5. 틈새연소패턴(Gap combustion pattern)

- 1) 목재마루 및 타일 등의 틈새, 문지방 및 벽과 바닥의 틈새 및 모서리에 가연성액체가 흘러질 경우 틈새를 따라서 흘러가거나 더 많은 액체가 고이게 되는데, 이 액체가 연소하면서 타 부위에 비하여 더 강하게, 더 오래 연소하게 되므로 진화 후에는 탄화정도에 따라서 구별을 할 수가 있다.
- 2) 고스트마크와 외형이 유사하나 단순히 가연성액체의 연소라는 점, 콘크리트나 시멘트 바닥이 아니라 마감재 표면에서 보이는 패턴이라는 점, 화재초기에 나타나며 프리시오버와 같은 강한 화염 속에서도 쉽게 사라질 수 있다는 점이 다르다. 방화현장에서 많이 볼 수 있다.



## 6. 도넛패턴(Doughnut pattern)

- 1) 거친 고리모양으로 연소된 부분이 덜 연소된 부분을 둘러싸고 있는 '도넛모양'형태는 가연성액체가 웅덩이처럼 고여 있을 경우 발생한다. 고리처럼 보이는 주변부나 얇은 곳에서는 바닥이나 바닥재를 탄화시키는 반면에 비교적 깊은 중심부는 액체가 증발하면서 증발잠열에 의해 웅덩이 중심부를 냉각시키는 현상 때문에 기인한다.
- 2) 도넛과 같은 동그란 형태를 가지고 있지 않더라도 대부분의 패턴은 유류가 쏟아진 곳의 가장자리 부분이 내측에 비하여 강한 연소현상을 보이는 것이 일반적이다.



## 7. 트레일러 패턴(Trailer pattern : 지나간 자국 형태)

- 1) 의도적으로 한 장소에서 다른 장소로 연소를 확대시키기 위해 뿌려진 가연물의 흔적으로 반드시 액체가연물의 흔적만을 말하는 것은 아니다. 짚단이나 신문종이, 두루마리 화장지 및 나무 등의 고체 가연물도 있으며, 연소의 촉매제로 주로 많이 사용하는 것은 시너나 휘발유 및 석유 등의 액체가연물이 있다.
- 2) 또한 고체가연물에 시너나 휘발유 등의 연소촉매제를 뿌려서 사용하는 경우도 있다. 시너나 휘발유 등의 액체가연물을 이용한 트레일러의 패턴은 포어패턴이라고도 한다.

### 3-3. 화재안전기준에서 명시한 비상조명등의 조도 기준을 KS표준 및 NFPA와 비교하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술모아 1권 P644, 한국소방안전원 실무교재 자료

#### 1. 개 요

- 1) 비상조명설비는 화재로 인한 상용전원의 차단 시 피난을 위한 최소한의 조도유지를 위해 설치하는 것이다.
- 2) 비상조명등이란 화재발생 등에 따른 정전시에 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 거실 및 피난통로 등에 설치되어 자동 점등되는 조명등을 말한다.
- 3) 비상조명등은 화재안전기준에서도 일관적인 조도기준을 제시하지 않아 혼란의 우려가 있다.
- 4) 조도와 관련하여 비상조명 제품의 배광번호가 다양하여 관련기준에 적절한 성능을 유지하기 위해서는 제품의 선정 시 배광번호와 설치높이의 제한을 고려하여야 한다.

#### 2. 화재안전기준에서 명시한 비상조명등의 조도기준

- 1) 비상조명등의 화재안전기준(NFSC 304) 제4조
 

제4조(설치기준) ① 비상조명등은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

  1. 특정소방대상물의 각 거실과 그로부터 지상에 이르는 복도·계단 및 그 밖의 통로에 설치할 것 <개정 2012. 8. 20.>
  2. 조도는 비상조명등이 설치된 장소의 각 부분의 바닥에서 1lx 이상이 되도록 할 것
- 2) 도로터널의 화재안전기준(NFSC 603) 제8조
 

제8조(비상조명등) 비상조명등은 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>

  1. 상시 조명이 소등된 상태에서 비상조명등이 점등되는 경우 터널안의 차도 및 보도의 바닥면의 조도는 10lx 이상, 그 외 모든 지점의 조도는 1lx 이상이 될 수 있도록 설치할 것
  2. 비상조명등은 상용전원이 차단되는 경우 자동으로 비상전원으로 60분 이상 점등되도록 설치할 것
  3. 비상조명등에 내장된 예비전원이나 축전지설비는 상용전원의 공급에 의하여 상시 충전상태를 유지할 수 있도록 설치할 것
- 3) 고층건축물의 화재안전기준(NFSC 604) 별표 3
 

피난안전구역의 비상조명등은 상시 조명이 소등된 상태에서 그 비상조명등이 점등되는 경우 각 부분의 바닥에서 조도는 10lx 이상이 될 수 있도록 설치할 것

### 3. KS표준 조도기준(KS A 3011)

[표1] 조도 분류와 일반활동 유형에 따른 조도 값

활동 유형	조도분류	조도범위(Lux)	[참고] 작업면조명방법
어두운 분위기 중의 시식별 작업장	A	3-4-6	공간의 전반조명
어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은장소	B	6-10-15	
어두운 분위기의 공공장소	C	15-20-30	
잠시동안의 단순 작업장	D	30-40-60	
시작업이 빈번하지 않은 작업장	E	60-100-150	

### 4. NFPA 조도기준

#### 섹션 7.9 비상조명

##### 7.9.1 일반

1) 탈출 수단을 위한 비상조명시설은 다음에 대해 7.9절에 따라 제공되어야 한다.

(1) 11장부터 42장까지 필요한 건물 또는 구조물

7.9.1.2 7.9.1.1의 목적상 출구 접근에는 지정된 계단, 통로, 복도, 경사로, 에스컬레이터 및 출구로 이어지는 통로만 포함되어야 합니다. 7.9.1.1의 목적 상 출구 배출에는 지정된 계단, 통로, 복도, 경사로, 에스컬레이터 및 공공 도로로 이어지는 통로만 포함되어야 한다.

7.9.1.3 조명의 유지가 한 에너지원에서 다른에너지원으로의 변화에 의존하는 경우 10초 이하의 지연이 허용되어야 한다.

2) 시스템 성능

7.9.2.1 비상조명은 정상 조명에 장애가 발생한 경우 1-1/2시간 이상 제공되어야 합니다. 비상조명시설은 경로를 따라 측정하여 평균 10.8lx(1ft-candle)이상의 초기 조명을 제공하고 어느지점에서나 1.1lx (0.1ft.-candle) 이상의 초기 조명을제공하도록 배치되어야합니다. 바닥 수준에서 탈출의 조도 수준은 평균 6.5lx (0.6ft.-candle) 이상으로 감소 할 수 있으며, 어떤 지점에서든 1-1/2 끝에 6.5lx (0.6ft.-candle) 이상으로 감소할 수 있습니다. 2시간, 40:1의 최대 대 최소 조명 균일성 비율을 초과하지 않아야 한다.

### 5. 비상조명등의 조도관련 문제점

1) 비상조명등 조도기준

- ① 비상조명등의 조도기준은 화재안전기준에서 서로 다른 기준으로 명시되어 있다.
- ② 조도의 기준은 1lx와 10lx 두가지로 되어있고, 피난로 전체를 조도가 아닌 비상조명등이 설치된 장소의 조도로 표기되어 있어 피난에 필요한 조도가 부족한 실정이다.
- ③ 비상조명등의 설치간격 기준이 없어 현장마다 다른 이격거리의 기준으로 설치되고 있다.

2) 비상조명등의 조도시험 방법



- ① 비상조명등은 다음 각 호의 방법에 의하여 시험한 경우 비상조명등의 광중심을 통하는 연직선에서 바닥면 수평거리가 제품에 표시된 배광번호에 따라 별표1에 표시하는 수치 이상이어야 한다. 이 경우 비상용 광원이 백열램프인 경우에는 별표1중 수평면조도 0.5 lx 및 1.0 lx란을, 형광램프인 경우에는 1.0 lx 및 2.0 lx란을 적용한다.
- ② 제품을 규정된 높이(2 m, 3 m, 4 m)에 정상 사용상태로 부착하여 시험한다.

조도(lx)		0.5			1			2		
부착높이(m)										
배광번호		2	3	4	2	3	4	2	3	4
D	31	2.7	2.5	1.7	1.8	1.0	-	0.8	-	-
	32	3.4	3.4	3.0	2.4	2.0	0.8	1.5	-	-
	33	4.1	4.3	4.2	3.0	2.9	2.4	2.1	1.5	-
	34	4.9	5.3	5.4	3.7	3.8	3.6	2.7	2.5	1.7

※ 번호가 높을수록 수평거리를 길게 할 수 있다.

비상조명등(전용형 · LED식 · 돌출형 · 유효점등시간 60분)				배광번호		D-31		
정 격 전 압	AC220V	니켈카드늄축전지	4.8V 400mAh	배광번호표				
정 격 입 력 전 류	16 mA	광 속 표 준 전 압	4.4V	조도(LUX)		1 LUX		
정 격 입 력 전 력	1.5 W	제 조 번 호		부착높이(m)		2	3	4
광 원 의 종 류	LED 1W (0.5W×2EA)	제 조 년 월		수평거리(m)		1.8	1.0	-
중 량	1.4kg	모 델 명	G2-EL-320L					
형 식 번 호	비10-15							

- ③ 시중에 유통되는 제품들은 배광거리가 다양하고, 이에 따라 수평거리가 표시되어 있어, 설계 · 감리 · 공사에 어려움이 예상된다.

## 6. 개선방안

- 1) 평상시 조도가 3~400lx에서 비상시 비상조명이 점등되면 1lx의 밝기로 피난자는 암순응 시간이 필요하고, 시력 및 인지능력저하로 피난에 지연이 발생하여 2차 재해가 우려된다.
- 2) 산업안전표준의 최저 등급인 A,B의 평균이 4lx, 10lx임을 봐도 비상조명등의 조도 기준이 매우 낮은 기준임을 알 수 있다.
- 3) 재실자의 조기피난을 위한 조도기준은 최소 10lx이상의 밝기로 하여 피난자의 암순응 시간의 증가 및 피난의 장애를 최소화시킬 필요가 있다.
- 4) 피난경로의 조도는 바닥에 고르게 측정되어야 하나, 현재 시중의 제품(D-31, 2m 설치)은 1.8m마다 설치되어야 해서 현실적으로는 어려운 부분이 있다.
- 5) 비상조명등의 면제 조건(거실의 각 부분으로부터 하나의 출입구에 이르는 보행거리가 15m이내인 부분)을 고려하여 비상조명등은 15m 이내로 설치하고 1lx 이상의 밝기가 될 수 있도록 배광번호가 높은 제품의 선정과 높이의 제한(3m 이내)이 필요하다.

### 3-4. 건축물관리법령에서 정한 건축물 구조형식에 따른 화재안전성능 보강공법에 대하여 다음을 설명하시오.

- 1) 필수적용 및 선택적용 항목
- 2) 1층 상부 화재확산방지구조 적용공법에 대한 시공 기준

답)

출처 건축물의 화재안전성능보강 방법 등에 관한 기준, 관련 논문자료

#### 1. 개요

- 1) 대부분 필로티 구조 건물은 필로티를 통해야만 출입이 가능한 구조이고 주차장으로 사용할 경우 차량이 연쇄적으로 소훼되면서 짧은 시간에 필로티 전체로 확산된다.
- 2) 연소 하중이 높은 차량과 천장 단열재에서 생성된 뜨거운 열기와 유독가스는 출입문을 파손시키고 건물내부로 유입되어 계단과 승강기 그리고 전선이 지나가는 피트(EPS)와 같은 경로를 통해 건물 상층으로 확대된다.
- 3) 1층 필로티 상부 및 외벽마감재료를 교체하도록 하고, 일반 건축물은 (간이)스프링클러 또는 외벽마감재료를 교체하여 화재안전성능을 향상시킬 수 있도록 법안을 마련했다.
- 4) 필수적용사항과 선택적용을 통해 현장에 적용하는데 있어 선택의 폭을 넓혀 화재안전성능 보강공법을 반영하도록 하였다.

#### 2. 필수적용 및 선택적용 항목

건축물 구조형식에 따른 화재안전성능 보강공법(제5조 관련)

구 분			비 고
필수 적용	필로티 건축물	1층 필로티 천장 보강 공법	필수
		(1층 상부) 차양식 캔틸레버 수평구조 적용 공법	택1 필수
		(1층 상부) 화재확산방지구조 적용 공법	
		(전층) 외벽 준불연재료 적용 공법	
		(전층) 화재확산방지구조 적용 공법	
		옥상 드렌처 설비 적용 공법	
	일반 건축물	스프링클러 또는 간이스프링클러 설치 공법	택1 필수
		(전층) 외벽 준불연재료 적용 공법	
		(전층) 화재확산방지구조 적용 공법	
선택 적용	스프링클러 또는 간이스프링클러 설치 공법		* 일반건축물은 필수
	옥외피난계단 설치 공법		모든 층
	방화문 설치 공법		-
	하향식 피난구 설치 공법		-

### 3. 1층 상부 화재확산 방지구조 적용공법에 대한 시공기준

- 1) 1층 필로티 기둥 최상단을 기준으로 2,500mm이내에 적용된 단열재를 포함한 외부마감재료를 완전히 제거하여야 한다.
- 2) 단열재를 포함한 가연성 외부 마감재료 제거 부위의 마감은 두께 155mm이상의 불연재료로 한다.

### 4. 결론

- 1) 필로티와 같은 개방된 구조는 바람의 영향을 많이 받기때문에 화염의 확산이 빠르고 연소 하중이 높은 차량과 단열재 등으로 인해 유리 출입문이 깨어지면 건물 내부로 유입된 화염과 유독가스는 계단, 승강기 및 피트와 같은 공간을 통해 상층으로의 연소가 급격히 진행된다.
- 2) 필로티는 주차장으로 활용을 자제하고, 주차장으로 사용할 경우 스프링클러 설치를 의무화 하여야 한다.
- 3) 필로티의 출입문은 항상 닫힌 상태를 유지하는 방화문으로 하고 별도의 비상구를 갖추어야 하고 초기 화재 발생을 알릴 수 있는 화재경보장치를 설치하여야 한다.
- 4) 건축물 구조형식에 따른 화재안전성능 보강공법을 기존건물에도 단계적으로 적용하여 안전을 확보해야겠다.

#### 건축물 구조형식에 따른 화재안전성능 보강공법(제5조 관련)

※비고

1. 1층 필로티 천장 보강 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
  - 가. 외기에 노출된 천장면의 가연성 외부 마감재료를 완전히 제거하여야 한다.
  - 나. 마감재료는 화재, 지진 및 강풍 등으로 인한 탈락을 방지할 수 있도록 고정철물로 고정하여야 하며 준불연재료 또는 난연재료로 한다.
2. 1층 상부 차양식 캔틸레버 수평구조 적용 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
  - 가. 차양식 캔틸레버 구조물은 1층 필로티 기둥 최상단을 기준으로 높이 400mm이내에서 200mm 이상의 마감재료를 제거한 부위에 설치하여야 한다.
  - 나. 차양식 캔틸레버 구조물은 금속재질의 브라켓을 외벽 구조체 표면에서 800mm 이상 돌출되어야 하고 두께는 200mm이상 확보하여야 하며, 브라켓의 내부 충진을 위한 단열재는 불연재료로 한다.
  - 다. 차양식 캔틸레버 구조물과 기존 외부 마감재료와의 틈은 내화성능을 확보할 수 있는 재료로 밀실하게 채워야 한다.
  - 라. 차양식 캔틸레버 구조물은 불연속 구간이 없도록 하여야 한다. 다만 현장 여건에 따라 설치 불가능한 구간이 발생할 경우, 해당 구간은 다른 화재안전성능보강 공법을 적용하여야 한다.
3. 1층 상부 화재확산방지구조 적용 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
  - 가. 1층 필로티 기둥 최상단을 기준으로 2,500mm이내에 적용된 단열재를 포함한 외부 마감재료를 완전히 제거하여야 한다.

- 나. 단열재를 포함한 가연성 외부 마감재료 제거 부위의 마감은 두께 155mm이상의 불연재료로 한다.
4. 전층 외벽 준불연재료 적용 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
- 가. 외벽 전체에 적용된 단열재를 포함한 가연성 외부 마감재료를 완전히 제거하여야 한다.
- 나. 단열재를 포함한 가연성 외부 마감재료를 제거한 외벽의 마감은 두께 90mm이상의 준불연재료로 한다.
5. 전층 화재확산방지구조 적용 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
- 가. 외벽 전체에 적용된 단열재를 포함한 가연성 외부 마감재료를 완전히 제거하여야 한다.
- 나. 불연재료띠는 1층 필로티 기둥 최상단을 기준으로 높이 400mm의 연속된 띠를 형성하도록 시공하고 최대 2,900mm이내의 간격으로 반복 시공하여야 한다.
- 다. 불연재료띠 이외의 외벽 마감은 두께 155mm이상의 난연재료로 한다.
6. 옥상 드렌처 설비 적용 공법에 대한 시공기준은 다음 각 목과 같다.
- 가. 옥상 드렌처 설비는 아래의 마목을 제외하고는 ‘스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)’을 따른다.
- 나. 소화펌프는 설계도서에서 정하고 있는 토출압 및 토출량을 만족시킬 수 있어야 하며, 콘크리트와 같이 지지력이 있는 바닥면에 고정시켜 진동에 대한 안전성을 확보할 수 있도록 시공되어야 한다.
- 다. 배관은 설계도서에 정하고 규격의 사이즈로 소화펌프에서 보강대상 건축물의 최상층부의 스프링클러 헤드까지 연결되어야 하며, 동파방지 조치를 취해야 한다.
- 라. 소화펌프에 전원을 공급하기 위하여 전기배관 및 전기배선은 내화배선으로 시공하여야 한다.
- 마. 드렌처 설비는 각각의 드렌처 헤드 선단에 방수압력 0.05Mpa 이상이어야 하며, 헤드와 신속히 개방가능한 전동밸브를 적용하여야 한다. 또한 최상층부의 드렌처 헤드는 설계도서에 따라 고르게 분배하여 시공하여야 한다.
7. 스프링클러, 간이스프링클러, 하향식 피난구, 방화문, 옥외피난계단의 시공기준은 다음 각 목과 같다.
- 가. 스프링클러 설비는 ‘스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)’에 적합하게 설치하여야 한다.
- 나. 간이스프링클러 설비는 ‘간이스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103A)’에 적합하게 설치하여야 한다.
- 다. 하향식 피난구는 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제14조제3항에 따라 설치하여야 한다.
- 라. 방화문은 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제26조에 따른 비차열 1시간 이상 방화문을 건축공사표준시방서에 따라 설치하여야 한다.
- 마. 옥외피난계단은 건축공사표준시방서에 따라 설치하여야 한다.



### 3-5. 방화지구내 건축물에 설치하는 드렌처설비의 설치 대상, 수원의 저수량, 가압송수 장치, 작동 방식에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 P277, 부산시소방재난본부 지침

#### 1. 드렌처 설비의 개념

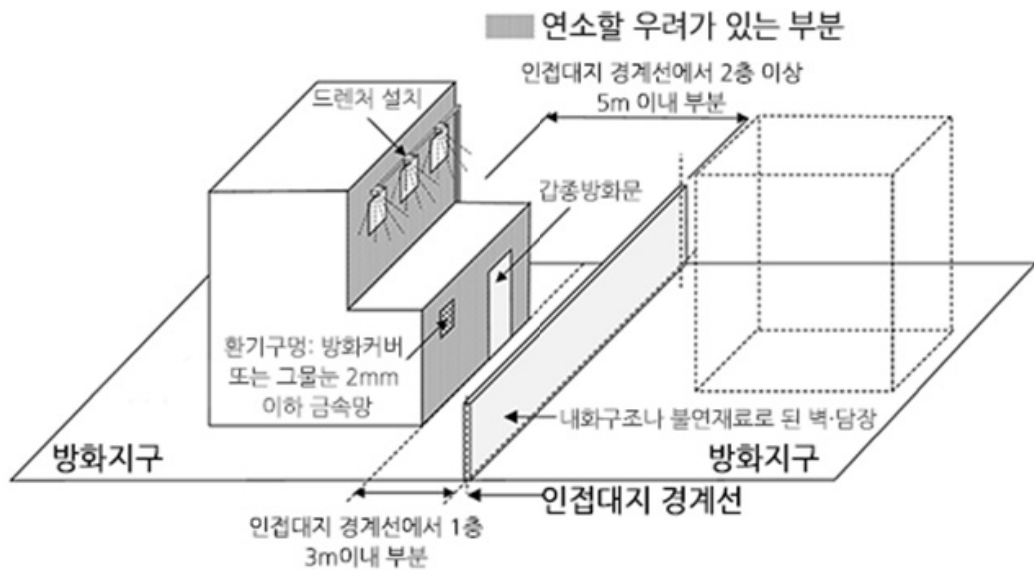
- 1) 드렌처(Drencher)란, 물로 흠뻑 적시는 것이라는 의미로서, 드렌처 설비는 소화 목적보다는 방사 열 차단(연소확대 방지)이나 냉각의 목적으로 사용된다.
- 2) 드렌처 설비에는 실내에 설치하는 것과 옥외에 설치하는 것이 있다.
- 3) 드렌처는 화염에 대하여 보호해야 할 대상물(벽, Curtain Wall)에 물을 뿌려서 화염으로부터 보호하여 화염확산을 방지하는 장치이다.
- 4) 방화지구 내 건축물에 설치하는 드렌처설비는 소방법에 적합하게 설치하여야 하나 현재는 없는 실정으로 부산시소방방재본부에서 지침을 통하여 적용하고 있다.

#### 2. 드렌처 설비의 종류

- 1) 소방법상 ‘연소할 우려가 있는 개구부’에 설치하는 경우
  - (1) 방화구획을 관통하는 컨베이어, 에스컬레이터 등 방화구획을 할 수 없는 부분이다.
  - (2) 개방형 헤드를 설치하도록 규정하고 있다.
  - (3) 방화구획 부분의 개구부에 수막을 형성시켜 연소확대를 방지하고, 열, 연기를 차단하기 위한 것이다.
- 2) 방화셔터나 유리벽 등에 방수하는 것
  - (1) 화재시 방화셔터가 가열되어 복사열로 인해 연소가 확대되는 것을 방지하기 위하여 셔터를 냉각시키는 용도
  - (2) 아트리움과 층간 경계에 설치된 망입 또는 적층 유리의 방호용도  
 [NFPA 101 Life Safety Code : 유리벽 방호용 스프링클러]
    - 이 설비가 설치된 유리벽은 방화구획으로 인정된다.
    - 유리벽은 망입유리 또는 적층 유리 동일 것
    - 유리벽은 스프링클러의 작동 전에 깨지지 않고, 유리의 변형 시에도 제 위치를 유지할 것
    - 이 설비는 유리벽의 아트리움 측에는 설치하지 않는다.
  - (3) 국내에는 이에 대한 설치규정은 없다.
- 3) 방화지구 내 건축물의 연소할 우려가 있는 부분
  - (1) 연면적 1,000 m<sup>2</sup> 이상의 목조건축물의 외벽, 처마 밑의 연소할 우려가 있는 부분
  - (2) 인접건물이나 산림화재로부터의 복사열, 비화 등에 의해 발화되는 것을 방지하기 위하여 지상, 외벽, 창, 출입구 등 외부 전부가 물을 뒤집어 쓰도록 하여 연소를 방지하는 것이다.
  - (3) 근접건물, 위험물 시설, 중요 문화재 등에 설치하여 개방형 드렌처 헤드로 외부를 적셔 냉각시키는 것이다.

### 3. 방화지구 내 건축물에 설치하는 드렌처설비의 설치대상

- (1) 방화지구 내 건축물의 연소할 우려가 있는 부분
- (2) 연면적  $1,000 \text{ m}^2$  이상의 목조건축물의 외벽, 처마밑의 연소할 우려가 있는 부분
- (3) 건축법에서 규정한 연소할 우려가 있는 부분  
인접대지경계선, 도로중심선 또는 동일대지 안에 있는 2동 이상의 건축물 상호 외벽간의 중심선에서 1층은 3 m 이내, 2층 이상은 5 m 이내에 있는 건축물의 각 부분을 말한다.
- (4) 연소할 우려가 있는 창문 등에 소방법령이 정하는 기준에 적합한 드렌처 설비를 설치함



### 4. 수원의 저수량

- 1) 소방법령이 정하는 기준  
소방법에는 이에 적합한 드렌처 설비의 설치규정이 없다.
- 2) 부산시소방재난본부 지침
  - (1) 수원을 수조로 설치하는 경우에는 드렌처설비의 전용수조로 하여야 한다. 다만, 소화설비의 수원과 겸용하는 경우에는 각 설비에 필요한 저수량을 합한 양 이상이 되도록 할 것
  - (2) 수원은 드렌처헤드가 가장 많이 설치된 제어밸브의 드렌처헤드 설치개수에  $1.6\text{m}^3$ 을 곱하여 얻은 수치 이상으로 할 것. 다만, 층수가 30층 이상인 건축물의 경우에는  $3.2\text{m}^3$ , 50층 이상인 건축물의 경우에는  $4.8\text{m}^3$ 를 곱한 양 이상이 되도록 하여야 한다.
  - (3) 다만, 소규모 건축물(인접대지경계선에 접하는 건축물 1면의 개구부의 수가 2개 이하인 경우에 한함.)에 드렌처설비로 간이스프링클러설비를 설치한 경우 2개의 헤드에서 최소 10분 이상 방수할 수 있는 양 이상으로 할 수 있다.

## 5. 가압송수장치

### 1) 소방법령이 정하는 기준

- (1) 드렌처설비는 드렌처헤드가 가장 많이 설치된 제어밸브에 설치된 드렌처헤드를 동시에 사용하는 경우에 각각의 헤드선단에 방수압력이 0.1 MPa 이상, 방수량이 80 l/min 이상으로 함

### 2) 부산시소방재난본부 지침

- (1) 펌프는 전용으로 할 것. 다만, 소화설비의 펌프와 겸용하는 경우 각 설비에 필요한 토출량 중 최대의 것 이상(드렌처헤드가 설치되는 개구부에 방화유리 등이 설치되어 있는 경우에 한함)으로 할 수 있다.
- (2) 가압송수장치의 종류는 전동기 또는 내연기관에 따른 펌프와 고가수조로 하되 정격토출압력은 드렌처헤드가 가장 많이 설치된 제어밸브에 설치된 드렌처헤드를 동시에 사용하는 경우에 각각의 헤드선단에 방수압력이 0.1MPa 이상, 방수량이 80L/min 이상이 되도록 할 것
- (3) 다만, 소규모 건축물(인접대지경계선에 접하는 건축물 1면의 개구부의 수가 2개 이하인 경우에 한함.)에 드렌처설비로 간이스프링클러설비를 설치한 경우 2개의 헤드를 동시에 개방할 경우 헤드 선단의 방수압력이 0.1MPa 이상, 방수량이 50L/min 이상이 되도록 할 수 있다.

## 6. 드렌처설비 작동 방식

- 1) 드렌처설비에 사용하는 제어밸브(수동식 기동장치 포함)는 화재 발생 시 드렌처 전용의 감지기의 작동 또는 폐쇄형스프링클러헤드의 개방에 따라 제어밸브가 열려지도록 하여야 하며, 감지기와 폐쇄형스프링클러헤드는 연소할 우려가 있는 창문 등의 외벽 또는 그 부분으로부터 수평거리 50cm 이내의 천장 또는 반자의 옥내에 면하는 부분에 설치할 것

### 2) 수동식 기동장치에 따라 개방

- ① 24시간 관리인이 근무하는 건축물
- ② 자동화재탐지설비 경계구역을 드렌처설비 전용으로 별도의 회로를 구성하고 감지기(연기감지기 제외)를 연소할 우려가 있는 부분으로부터 수평거리 50cm 이내에 설치된 경우(관계인이 상시 거주하여 자동화재탐지설비 감지기의 화재경보에 따라 수동으로 드렌처설비를 작동시킬 수 있는 건축물에 한함.)

### 3) 드렌처설비의 기동장치로 폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 경우 기준

- ① 표시온도가 79℃ 미만의 것을 사용하고, 1개의 스프링클러헤드의 경계면적(창문면적)은 20㎡ 이하로 할 것
- ② 부착면의 높이는 바닥으로부터 5m 이하로 하고, 화재를 유효하게 감지할 수 있도록 할 것



### 3-6. 위험물 안전관리법령에서 명시한 알코올류에 대하여 다음을 설명하시오.

- 1) 알코올류의 정의(제외기준 포함)
- 2) 알코올류의 종류별 분자구조식, 위험성, 저장·취급 방법

답)

출처 소방기술사 2권 P448, 소방방재신문

#### 1. 개 요

- 1) 코로나19 바이러스 등 신종 전염병이 발생하면 감염 예방을 위해 에탄올이 함유된 세정제와 소독제를 많이 사용한다. 에탄올은 위험물안전관리법에서 위험물로 분류되는 물질이다. 위험물안전관리법은 에탄올의 함량에 따라 위험물 여부를 결정한다.
- 2) 에탄올은 휘발성이 좋아 온도 상승 시 쉽게 인화하는 물질이다. 알코올은 연소 시 그을음이 발생하지 않기 때문에 화재 발생 시 쉽게 인지하기 힘들고 휘발성이 높다. 폭발범위는 3.3~19%로 유증기 발생 시 폭발 위험성 또한 높다.
- 3) 위험물안전관리법에서 알코올 함유량이 60중량퍼센트를 초과하면 위험물로서 인화점은 22.0℃, 연소점(태그개방식 측정)은 33.0℃이다.
- 4) 미국 쇼핑몰에서는 담배를 피우다 손소독제를 사용하여 화재가 발생하기도 하였다.

#### 2. 알코올류의 정의

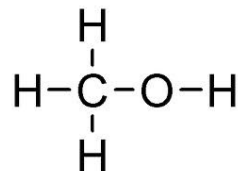
- 1) 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개부터 3개까지인 포화1가 알코올(변성알코올을 포함)
- 2) 알코올류에서 제외되는 것
  - (1) 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개 내지 3개의 포화1가 알코올의 함유량이 60중량 퍼센트 미만인 수용액
  - (2) 가연성액체량이 60중량퍼센트 미만이고 인화점 및 연소점(태그개방식 인화점측정기에 의한 연소점을 말한다. 이하 같다)이 에틸알코올 60중량퍼센트 수용액의 인화점 및 연소점을 초과하는 것

#### 3. 알코올류의 종류별 분자구조식, 위험성, 저장·취급 방법

##### 1) 메틸알코올(Methyl alcohol, Methanol, 목정)

###### (1) 분자구조식 및 일반적 성질

- ① 방향성이 있고 무색투명한 휘발성 액체로 독성을 지닌다.
- ② 알코올류 중에서 물에 가장 잘 녹는다.
- ③ 알칼리금속(K, Na)과 반응하면 수소를 발생한다.



###### (2) 위험성

- ① 밝은 곳에서 연소시 불꽃이 잘 보이지 않으므로 화상의 위험이 있다.
- ② 인화점 이상이 되면 폭발성 혼합가스가 생성되어 밀폐된 상태에서는 폭발한다.

- ③ 메탄올을 마시거나 증기를 흡입하면 독성이 있다.

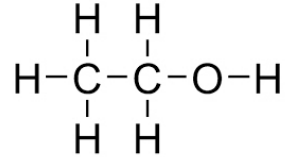
(3) 저장 및 취급 방법

- ① 화기 등을 멀리하고 액체의 온도가 인화점 이상으로 올라가지 않도록 한다.  
 ② 밀봉, 밀전하여 통풍이 잘 되는 냉암소 등에 저장한다.  
 ③ 소화방법은 알코올포 또는 이산화탄소나 분말소화약제에 의한 질식소화를 실시한다.

2) 에틸알코올(Ethyl alcohol, Ethanol, 주정)

(1) 분자구조식 및 일반적 성질

- ① 방향성이 있고 무색, 투명한 향의 냄새를 지닌 휘발성이 강한 액체이다.  
 ② 물에 잘 녹으며 유기용매 등에는 농도에 따라 녹는 정도가 다르며 수지 등을 잘 용해시킨다.  
 ③ 에탄올은 벤젠보다 탄소(C)의 함량이 적기 때문에 그을음이 적게 난다.  
 산화하면 에틸알코올 → 아세트알데히드 → 초산(아세트산)이 된다.  
 알칼리금속(K, Na)과 반응하면 수소(H<sub>2</sub>)를 발생한다.



(2) 위험성

- ① 밝은 곳에서 연소시 불꽃이 잘 보이지 않으므로 화상의 위험이 있다.  
 ② 인화점 이상되면 폭발성 혼합가스가 생성되어 밀폐된 상태에서는 폭발한다.  
 ③ 독성이 있다.

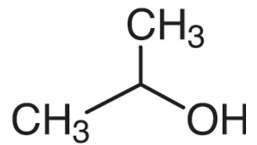
(3) 저장 및 취급 방법

- ① 화기 등을 멀리하고 통풍이 잘 되는 찬 곳에 저장 후 인화점 이하로 관리한다.  
 ② 밀봉, 밀전하며 통풍이 잘 되는 냉암소 등에 저장한다.  
 ③ 소화방법은 알코올포 또는 이산화탄소나 분말 소화약제에 의한 질식소화를 실시한다.

3) 이소프로필알코올(Iso Propyl alcohol, Propanol)

(1) 분자구조식 및 일반적 성질

- ① 분자식 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O의 화학 약품으로, 무색이며, 인화성 약품이다.  
 ② 무극성 물질을 용해하며 자기 얼룩을 남기지 않고 쉽게 증발하는 특징이 있어 반도체, LCD 등 IT 부품 세정액으로 많이 활용되며, 페인트, 잉크, 용매 등의 용제로도 사용되는 강한 알콜향의 무색 유기 용제이다.  
 ③ 물과 유기용제에 잘 녹는다.  
 ④ 산화하면 아세톤이 되고 탈수하면 프로필렌이 된다.



4) 변성알코올

- (1) 에틸알코올에 메탄올, 피리딘, 가솔린 등을 첨가하여 공업용으로 사용되는 알코올이다.  
 (2) 음료용으로는 사용할 수 없다.

#### 4. 에탄올의 인화점 및 연소점

- 1) 에탄올 60중량퍼센트의 연소점은 22℃이고 연소점은 33℃이다.
- 2) 시중에 유통되는 세정제와 소독제는 이 수치를 초과하기 때문에 위험물안전관리법에 의한 위험물이라 할 수 있다.

Ethanol % (wt)	Flash point(℃)		Fire point(℃)
	Tag Closed Cup	Cleveland Open Cup	Tag Open Cup
10	46	60	74
20	36	50	52
30	30	42	44
40	27	38	37
50	24	34	34
60	22	30	33
70	21	28	32
80	19	25	31
90	17	23	28
100	12	20	25

▲ [표 1] 에탄올의 밀폐식과 개방식의 인화점

##### 위험물안전관리법 시행령 [별표 1]

14.알코올류"라 함은 1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개부터 3개까지인 포화 1가 알코올(변성알코올을 포함한다)을 말한다. 다만, 다음 각목의 1에 해당하는 것은 제외한다.

가.1분자를 구성하는 탄소원자의 수가 1개 내지 3개의 포화1가 알코올의 함유량이 60중량퍼센트 미만인 수용액

나.가연성액체량이 60중량퍼센트 미만이고 인화점 및 연소점(태그개방식인화점 측정기에 의한 연소점을 말한다. 이하 같다)이 에틸알코올 60중량퍼센트 수용액의 인화점 및 연소점을 초과하는 것

▲ [표 2] 위험물안전관리법상 알코올 분류

#### 5. 알코올 화재 소화대책

- 1) 대형 알코올 저장소 화재

구분	금속비누형	고분자 Gel형	불화단백형(불소단백형)
성분	단백포에 금속비누와 지방산에 탄을 아민복염을 녹인 것	알킬산 나트륨에 계면활성제 첨가	단백포에 불소계 계면활성제를 결속
원리	금속비누가 알코류 배척	알킬산나트륨이 알콜이 닿으면 Gel이 되는 것을 이용.	불소계 계면활성제가 알코류를 배척
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내화성 좋다.</li> <li>• 가격이 저렴하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소화적용범위 넓다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유류화재도 가능</li> <li>• 표면하방식 가능</li> <li>• 내유성우수</li> <li>• Transit time 제한 없음</li> <li>• 가열장치 필요없다.</li> <li>• 수명이 길다.</li> <li>• 윤화(Ring Fire)없다0</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유동성 불량</li> <li>• 금속비누의 분리·침전으로 경년기간이 짧다.</li> <li>• 이전시간(Transit time)짧다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도제한 5℃이하 사용 불가 5~30℃ 사용 가능</li> <li>• 별도 가열장치 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단백질에 비해 가격 비싸다</li> </ul>
적용 화재	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수용성 액체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수용성 액체</li> <li>• 유류화재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수용성 액체</li> <li>• 유류화재</li> </ul> <p>(주로 대형알코올 저장탱크 사용)</p>

## 2) 알코올 세정제 및 소독약 화재

- (1) 점화원을 가까이 하지 않는 예방이 중요하다.
- (2) 화재 발생 즉시 소화기 등을 사용하여 초기 진화를 해야한다.

## 5. 결론

- 1) 알코올(에탄올) 소독약은 에탄올 함량이 60중량퍼센트 이상이기 때문에 위험물안전관리법상 알코올류로 분류될 수 있다. 따라서 알코올 소독제의 경우 위험물안전관리법상의 위험물로 분류되므로 위험물안전관리법상의 제4류 위험물 알코올류라고 표기되어 있다.
- 2) 세정제와 소독제는 휘발성이 높고 인화점이 낮은 물질이다. 외부 점화원에 의해 쉽게 화재가 발생할 수 있으므로 실생활에서 사용할 때 점화원의 노출 또는 부주의로 인한 화재 발생 가능성을 줄이기 위해선 화기를 피해 안전하게 취급 보관해야 할 것이다

## 제 4교시 문제풀이

4-1. 「소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준」에서 정하고 있는 화재 및 피난시뮬레이션의 시나리오 작성에 있어 인명안전 기준과 피난가능시간 기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2 P327

### 1. 성능위주설계 정의

- 1) 성능위주설계는 소방시설법 및 화재안전기준 등에 따라 제도화된 설계를 대체하여 설계하는 경우를 말한다.
- 2) 이 경우 성능위주설계 대상이 되는 건축물에 대하여는 화재안전기준 등 법규에 따라 설계된 화재안전성능 보다 동등 이상의 화재안전성능을 확보하도록 설계하여야 한다.

### 2. 시나리오 작성

- 1) 시나리오는 실제 건축물에서 발생 가능한 시나리오를 선정하되, 건축물의 특성에 따라 제2호의 시나리오 적용이 가능한 모든 유형 중 가장 피해가 클 것으로 예상되는 최소 3개 이상의 시나리오에 대하여 실시한다.
- 2) 시나리오는 1~7로 구성된다.

### 3. 인명안전 기준

구분	성능기준		비고
호흡 한계선	바닥으로부터 1.8m 기준		
열에 의한 영향	60℃ 이하		
가시거리에 의한 영향	용도	허용가시거리 한계	단, 고휘도 유도등, 바닥유도등, 축광유도표지 설치시, 집회시설 판매시설 7m 적용 가능
	기타시설	5m	
	집회시설 판매시설	10m	
독성에 의한 영향	성분	독성기준치	기타, 독성가스는 실험결과에 따른 기준치를 적용 가능
	CO	1,400ppm	
	O2	15%이상	
	CO2	5% 이하	

※ 이 기준을 적용하지 않을 경우 실험적·공학적 또는 국제적으로 검증된 명확한 근거 및 출처 또는 기술적인 검토자료를 제출하여야 한다.

## 4. 피난가능시간 기준

(단위 : 분)

용도	W1	W2	W3
사무실, 상업 및 산업건물, 학교, 대학교 (거주자는 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 상시 깨어 있음)	< 1	3	> 4
상점, 박물관, 레저스포츠 센터, 그 밖의 문화집회시설 (거주자는 상시 깨어 있으나, 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하지 않음)	< 2	3	> 6
기숙사, 중/고층 주택 (거주자는 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 수면상태일 가능성 있음)	< 2	4	> 5
호텔, 하숙용도 (거주자는 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하지도 않고, 수면상태일 가능성 있음)	< 2	4	> 6
병원, 요양소, 그 밖의 공공 숙소 (대부분의 거주자는 주변의 도움이 필요함)	< 3	5	> 8

〈비고〉

W1 : 방재센터 등 CCTV 설비가 갖춰진 통제실의 방송을 통해 육성 지침을 제공 할 수 있는 경우 또는 훈련된 직원에 의하여 해당 공간 내의 모든 거주자들이 인지할 수 있는 육성지침을 제공할 수 있는 경우

W2 : 녹음된 음성 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송 제공할 수 있는 경우

W3 : 화재경보신호를 이용한 경보설비와 함께 비 훈련 직원을 활용할 경우

#### 4-2. 소방시설 등의 전원과 관련하여 다음 사항을 설명하시오.

- 1) 스프링클러설비의 상용전원회로 설치 기준
- 2) 소방부하 및 비상부하의 구분
- 3) 부하용도와 조건에 따른 자가발전설비 용량 선정 방법

답)

출처 모아소방기술사1 P659

#### 1. 스프링클러설비의 상용전원회로 기준

- 1) 스프링클러설비에는 다음 각 호의 기준에 따른 상용전원회로의 배선을 설치하여야 한다.  
다만, 가압수조방식의 20분상 유효 지속 시 제외
  - (1) 저압수전인 경우에는 인입개폐기의 직후에서 분기하여 전용배선으로 하여야 하며, 전용의 전선관에 보호되도록 할 것
  - (2) 특별고압수전 또는 고압수전일 경우에는 전력용 변압기 2차 측의 주차단기 1차 측에서 분기하여 전용배선으로 하되, 상용전원의 상시공급에 지장이 없을 경우에는 주차단기 2차 측에서 분기하여 전용배선으로 할 것
- 2) 스프링클러설비에는 자가발전설비, 축전지설비 또는 전기저장장치에 따른 비상전원을 설치해야 함 [설치 제외 기준]
  - (1) 차고·주차장으로서 스프링클러설비가 설치된 부분의 바닥면적의 합계가 1,000m<sup>2</sup> 미만인 경우에는 비상전원수전설비로 설치
  - (2) 2 이상의 변전소에서 전력을 동시 공급받을 수 있거나 하나 변전소로부터 전력의 공급이 중단되는 때에는 자동으로 다른 변전소로부터 전력을 공급받을 수 있도록 상용전원을 설치한 경우
  - (3) 가압수조방식

#### 2. 소방부하 및 비상부하의 구분

구분	내용
소방부하	① 소방법령에 의한 소방시설 및 건축법에 의한 방화시설을 포함한 전력부하 ② 종류 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소방시설 : 소화펌프, 제연설비, 비상방송설비, 비상콘센트설비 등</li> <li>• 방화시설 : 비상용승강기, 피난용승강기, 피난구조명등, 방화문, 방화셔터</li> </ul>
비상부하	① 소방부하 이외의 급배수, 통신, 공조 등 건축설비의 기능을 유지 및 안전성 등을 위해 사용하는 비상용 부하설비 ② 종류: 승용승강기, 환기시설, 비상급배수시설, 위생시설, 조명시설, 전열시설, 방범시설 등의 부하가 포함

### 3. 부하용도와 조건에 따른 자가발전설비 용량 선정 방법

- 1) 자가발전기의 용량은 부하의 종류와 용량을 산정하고 장래계획을 고려하여 여유를 두고 결정함
- 2) 일반적으로 다음과 같은 방식에 의해 산출한 값 중 최대용량의 것으로 한다.

#### (1) 단순한 부하

- ① 단순한 부하인 경우는 다음 식과 같이 발전기에 걸리는 부하의 총 합계에 부하율 또는 수용률을 곱한 값 이상으로 한다.
- ② 발전기용량 :  $P_n [kVA] > \text{부하입력의 합계} \times \text{수용률} \times \text{여유율}$
- ③ 수용률은 일반적으로 동력의 최대 입력이고, 최초의 1대에 대해서는 100%로 적용하고, 기타 동력의 입력은 80 %로 적용한다.
- ④ 전등은 발전기 회로에 접속되는 전 부하에 대해서 100 %를 적용한다.

#### (2) 기동용량이 큰 부하

##### ① 발전기용량

$$P_n [kVA] > \left(\frac{1}{e} - 1\right) \times X_d \times P$$

e: 부하투입시 허용전압 강하      P: 기동용량  
 $X_d$ : 발전기과도리액턴스(20~30 %)

- ② 기동용량은 2대 이상의 전동기가 동시에 기동할 때에는 2대의 기동용량을 합한 값과 1대의 기동용량을 비교하여 큰 값을 선택한다.

#### (3) 순 부하와 기동용량이 큰 부하가 혼합된 경우

일반적으로 전등부하가 먼저 발전기에 걸리고, 그 다음에는 전동기 부하가 걸리게 되므로 (1)과 (2)의 경우에 의해서 계산한 출력의 합을 발전기의 출력으로 한다.

- 3) 소방부하인 경우에는 별도의 비상발전기 용량산정방식을 적용한다(RG, PG).

- 4) 소방부하의 비상발전기 용량계산방식의 경우 발전기의 시스템 구성방법이 소방전용발전기, 소방부하겸용발전기, 소방전원보존형 발전기로 구분된다.



#### 4-3. 도로터널의 화재안전기준 중 다음 소방시설의 설치 기준에 대하여 설명하시오.

- 1) 비상경보설비와 비상조명등
- 2) 제연설비
- 3) 연결송수관설비

답)

출처 요해소방기술사 2 P814

#### 1. 비상경보설비

- 1) 발신기는 주행차로 한쪽 측벽에 50m 이내의 간격으로 설치하며, 편도 2차선 이상의 양방향 터널이나 4차로 이상의 일방향 터널의 경우에는 양쪽의 측벽에 각각 50m 이내의 간격으로 엇갈리게 설치할 것
- 2) 발신기는 바닥면으로부터 0.8m 이상 1.5m 이하의 높이에 설치할 것
- 3) 음향장치는 발신기 설치위치와 동일하게 설치할 것. 다만, 「비상방송설비의 화재안전기준(NFSC 202)」에 적합하게 설치된 방송설비를 비상경보설비와 연동하여 작동하도록 설치한 경우에는 비상경보설비의 지구음향장치를 설치하지 아니할 수 있다.
- 4) 음향장치의 음량은 부착된 음향장치의 중심으로부터 1m 떨어진 위치에서 90dB 이상이 되도록 할 것
- 5) 음향장치는 터널내부 전체에 동시에 경보를 발하도록 설치할 것
- 6) 시각경보기는 주행차로 한쪽 측벽에 50m 이내의 간격으로 비상경보설비 상부 직근에 설치하고, 전체 시각경보기는 동기방식에 의해 작동될 수 있도록 할 것

#### 2. 제연설비

- ① 제연설비는 다음 각 호의 사양을 만족하도록 설계하여야 한다.
  1. 설계화재강도 20MW를 기준으로 하고, 이 때 연기발생률은  $80\text{m}^3/\text{s}$ 로 하며, 배출량은 발생한 연기와 혼합된 공기를 충분히 배출할 수 있는 용량 이상을 확보할 것
  2. 제1호에도 불구하고 화재강도가 설계화재강도 보다 높을 것으로 예상될 경우 위험도분석을 통하여 설계화재강도를 설정하도록 할 것 <개정 2012. 8. 20.>
- ② 제연설비는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다. <개정 2012. 8. 20.>
  1. 종류환기방식의 경우 제트팬의 소손을 고려하여 예비용 제트팬을 설치하도록 할 것
  2. 횡류환기방식(또는 반횡류환기방식) 및 대배기구 방식의 배연용 팬은 덕트의 길이에 따라서 노출온도가 달라질 수 있으므로 수치해석 등을 통해서 내열온도 등을 검토한 후에 적용하도록 할 것
  3. 대배기구의 개폐용 전동모터는 정전 등 전원이 차단되는 경우에도 조작상태를 유지할 수 있도록 할 것
  4. 화재에 노출이 우려되는 제연설비와 전원공급선 및 제트팬 사이의 전원공급장치 등은  $250^\circ\text{C}$ 의

온도에서 60분 이상 운전상태를 유지할 수 있도록 할 것

- ③ 제연설비의 기동은 다음 각 호의 어느 하나에 의하여 자동 또는 수동으로 기동될 수 있도록 하여야 한다.
1. 화재감지기가 동작되는 경우
  2. 발신기의 스위치 조작 또는 자동소화설비의 기동장치를 동작시키는 경우
  3. 화재수신기 또는 감시제어반의 수동조작스위치를 동작시키는 경우
- ④ 비상전원은 60분 이상 작동할 수 있도록 하여야 한다.

### 3. 연결송수관설비

- 1) 방수압력은 0.35MPa 이상, 방수량은 400L/min 이상을 유지할 수 있도록 할 것
- 2) 방수구는 50m 이내의 간격으로 옥내소화전함에 병설하거나 독립적으로 터널출입구 부근과 피난 연결통로에 설치할 것
- 3) 방수기구함은 50m 이내의 간격으로 옥내소화전함 안에 설치하거나 독립적으로 설치하고, 하나의 방수기구함에는 65㎜ 방수노즐 1개와 15m 이상의 호스 3본을 설치하도록 할 것

#### 4-4. 거실제연설비의 공기유입 및 유입량 관련 화재안전기준을 NFPA92와 비교하고 차이를 설명하시오.

답)

출처 요해소방기술사 2 P300

##### 1. 거실제연설비의 공기유입 개요

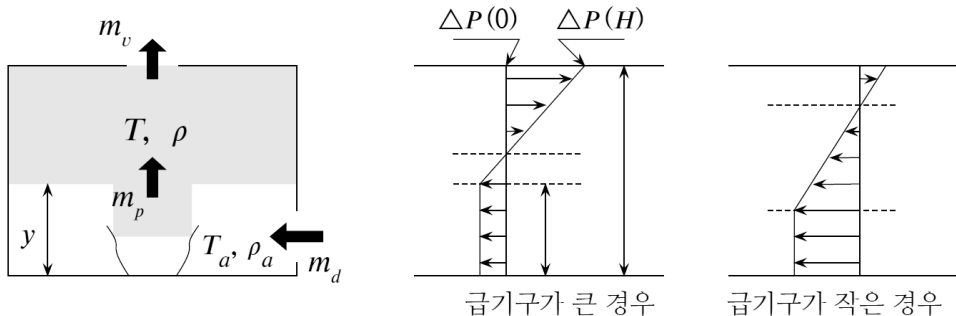
- 1) 거실제연의 목적은 화재실 제실자의 안전을 위하여 연기발생량 이상을 배출하여 청결층을 유지하는 것이다.
- 2) 연기를 효율적으로 배출하기 위해서는 화재실이 일정 압력 이상을 유지하여야 하며 이때 중요한 요소가 급기량이다.

##### 2. 급기구가 커야 하는 이유

급기구 면적이 클수록 화재실 압력이 증가(중성대 상부의 길이 증가)하여 연기배출량이 증가

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

$h_2$  : 중성대 상부 길이       $A_1$  : 급기구 면적  
 $T_i$  : 내부 온도               $T_o$  : 외부 온도

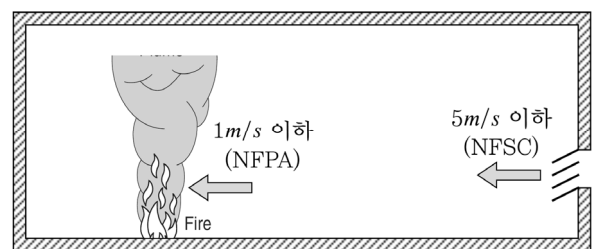


##### 3. NFPA 204 급기 속도 제한 이유

플럼에서의 공기 유입 속도 1m/s 이하로 제한

- 1) 화재 시 화재 플럼 (fire plume)의 교란과 과잉 공기가 공급될 수 있으므로
- 2) 제연구역에 대한 압력의 변화 및 이로 인한 출입문 개폐 시 영향을 최소화

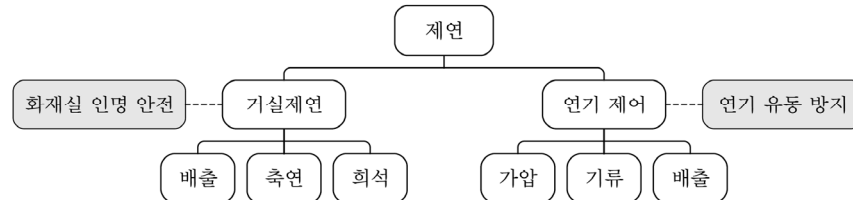
과잉 급기량으로 인하여 밀폐된 제연구역에 압력의 변화가 발생할 경우 출입문의 개방이 안쪽 방향의 출입문은 개방이 곤란해지며 바깥쪽 방향의 출입문은 쉽게 개방되어 연기가 외부로 유동하게 된다.



- 3) 빠른 속도로 유입공기가 급기 될 경우 이로 인하여 재실자의 피난을 방해할 수 있다

#### 4. 제연 구분

- 1) 연기 배출(Smoke venting) : 화재실 인명 보호(NFSC 501)  
연기발생량 이상을 배출, 청결층을 유지하여 화재실 인명 보호
- 2) 연기 제어(Smoke control) : 인접구역 인명 보호(NFSC 501A)  
화재실 외부로의 연기 유동을 방지하여 화재실 주변 인명 보호



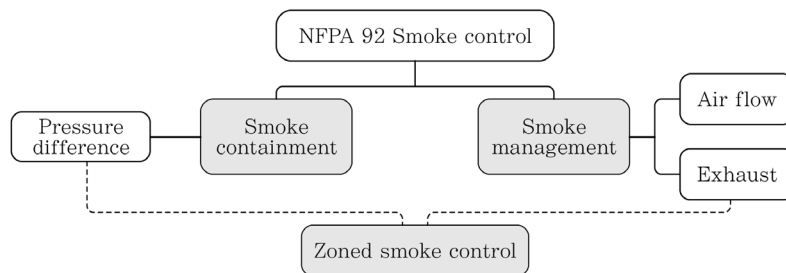
#### 5. NFPA 92 smoke control system

NFPA 92의 배출의 목적은 화재실의 압력을 낮추어서 연기의 유동을 막는 것이 목적이므로 급기량이 배출량보다 작아야 한다.

#### 6. 결론

- 1) 거실제연과 NFPA 92 smoke control system의 배출 목적이 다르고, 배출량 및 화재실 압력의 중요한 영향 인자가 급기량이다.
- 2) 제연설비 설계에서 목적에 맞는 급기량 설정이 중요하다.

*Annex*



3.3.23.6\* Smoke Exhaust System. A mechanical or gravity system intended to move smoke from the smoke zone to the exterior of the building, including smoke removal, purging, and venting systems, as well as the function of exhaust fans utilized to reduce the pressure in a smoke zone

4.4.4.1.2 Mechanical makeup air shall be less than the mass flow rate of the mechanical smoke exhaust.

A4.4.4.1 It is recommended that makeup air be designed at 85 percent to 95 percent of the exhaust, not including the leakage through small paths. This is based on experience that the remaining air (5 percent to 15 percent) to be exhausted will enter the large-volume space as leakage through the small paths.

#### 4-5. 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 의한 방화구획의 설치 기준을 설명하시오.

답)

출처 모아소방기술사 2 P274

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙[2021.6.27]

### 1. 방화구획 구획 기준

- 1) 10층 이하의 층은 바닥면적 1,000m<sup>2</sup>(스프링클러 기타 이와 유사한 자동식 소화설비를 설치한 경우에는 바닥면적 3,000m<sup>2</sup>) 이내마다 구획할 것
- 2) 매 층마다 구획할 것. 다만, 지하 1층에서 지상으로 직접 연결하는 경사로 부위는 제외한다.
- 3) 11층 이상의 층은 바닥면적 200m<sup>2</sup>(S/P 및 유사 자동식 소화설비 설치 시 600m<sup>2</sup>) 이내마다 구획할 것. 다만, 벽 및 반자의 실내에 접하는 부분의 마감을 불연재료로 한 경우에는 바닥면적 500m<sup>2</sup>(S/P 및 유사 자동식 소화설비 설치 시 1,500m<sup>2</sup>) 이내마다 구획하여야 한다.
- 4) 필로티나 그 밖에 이와 비슷한 구조의 부분을 주차장으로 사용하는 경우 그 부분은 건축물의 다른 부분과 구획할 것

### 2. 방화구획 방법

- 1) 방화구획으로 사용하는 60+방화문 또는 60분방화문은 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 화재로 인한 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 것. 다만, 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 수 없는 경우에는 온도를 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 수 있다.
- 2) 외벽과 바닥 사이에 틈이 생긴 때나 급수관·배전관 그 밖의 관이 방화구획으로 되어 있는 부분을 관통하는 경우 그로 인하여 방화구획에 틈이 생긴 때에는 그 틈을 한국건설기술연구원이 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 따라 내화채움성능을 인정한 구조로 메울 것
- 3) 환기·난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에 다음 각 목의 기준에 적합한 댐퍼를 설치할 것. 다만, 반도체공장건축물로서 방화구획을 관통하는 풍도의 주위에 S/P 헤드 설치 시 제외한다.
  - 가. 화재로 인한 연기 또는 불꽃을 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 것. 다만, 주방 등 연기가 항상 발생하는 부분에는 온도를 감지하여 자동적으로 닫히는 구조로 할 수 있다.
  - 나. 국토교통부장관이 정하여 고시하는 비차열 성능 및 방연성능 등의 기준에 적합할 것
- 4) 자동방화셔터는 피난이 가능한 60+방화문 또는 60분방화문으로부터 3m 이내 별도로 설치할 것

### 3. 하향식 피난구 설치 기준

- 1) 피난구의 덮개는 품질시험을 실시한 결과 비차열 1시간 이상의 내화성능을 가져야 하며, 피난구의 유효 개구부 규격은 직경 60cm 이상일 것
- 2) 상층·하층 간 피난구의 설치 위치는 수직 방향 간격을 15cm 이상 띄워서 설치할 것

- 3) 아래층에서는 바로 위층의 피난구를 열 수 없는 구조일 것
- 4) 사다리는 바로 아래층의 바닥면으로부터 50cm 이하까지 내려오는 길이로 할 것
- 5) 덮개가 개방될 경우에는 건축물관리시스템 등을 통하여 경보음이 울리는 구조일 것
- 6) 피난구가 있는 곳에는 예비전원에 의한 조명설비를 설치할 것

#### 4. 방화구획 관통부분

- 1) 외벽과 바닥 사이에 틈이 생긴 때나 급수관·배전관 그 밖의 관이 방화구획으로 되어 있는 부분을 관통하는 경우 그로 인하여 방화구획에 틈이 생긴 때에는 그 틈을 한국건설기술연구원장이 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 따라 내화채움성능을 인정한 구조로 메울 것
- 2) 건축물의 외벽과 바닥 사이의 내화채움방법에 필요한 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.

4-6. 단열압축에 대하여 설명하고 아래 조건의 경우 단열압축 하였을 때 기체의 온도(°C)를 구하시오.

<조건>

- 단열압축 이전의 기체 : 25 °C 1기압
- 단열압축 이후의 기체 : 20기압
- 여기서 정적비열  $C_v=1[\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}]$ , 정압비열  $C_p=1.4[\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}]$ 이다.

답)

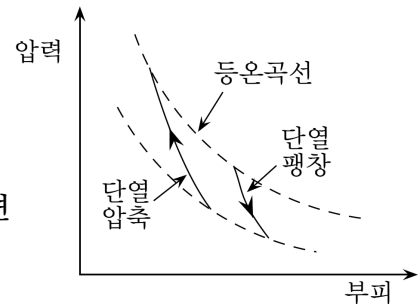
출처 모아소방기술사 2 P20, 요해소방기술사 1 P72

### 1. 단열압축 개요

- 1) 기체를 단열 압축하면 온도가 상승한다.
- 2) 단열이므로  $\Delta H = 0$ , 일과 내부에너지는 부호가 반대이고 압축인 경우 일( $w$ )의 부호는 (-) 이므로 내부에너지는 증가하므로 온도가 상승한다.

### 2. 단열압축 특성

- 1) 대표적인 기체의 자연발화 원인
- 2) 폭굉에서 중요한 화염 전파 원인이다.
- 3) 압력 상승에 의해 온도가 증가하므로 충분한 냉각 시설이 없으면 압축기 윤활유가 열분해 되어 폭발 위험이 있다.
- 4) 화학 공장에서는 중요한 사고 원인 중 하나이다.



【단열압축 & 단열팽창】

### 3. 단열압축 계산식

$$1) PV^\gamma = C \Rightarrow P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \Rightarrow \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^\gamma = \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$2) TV^{\gamma-1} = C \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

$$\left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} \Rightarrow \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad \text{여기서 } \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

## 4. 계산

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{1.4}{1} = 1.4$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = (25+273) \times \left( \frac{20}{1} \right)^{\frac{1.4-1}{1}}$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = (25+273) \times \left( \frac{20}{1} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$= 701.357K \quad \therefore 428.36^{\circ}\text{C}$$