

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

## 제 128회 소방기술사 문제풀이

강사 : 황모아, 유쾌한, 백준우, 김정진, 곽영남, 전병호 기술사

모아소방전기학원 2012~2022년

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

"합격률 대한민국 1위"

"실제 수강생 합격률 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,이\*열,황\*영,이\*기,정\*웅,윤\*일,김\*백(47%)  
104회 5명중 3명 합격! 이\*선,임\*렬,박\*효(60%)  
105회 6명 중 4명 합격! 김\*석,서\*길,이\*열,송\*수(67%)  
106회 5명 중, 5명 합격! 최\*기,명\*준,박\*권,이\*화,김\*환(100%)  
107회 12명중 5명 합격! 임\*창,고\*민,박\*욱,임\*훈,장\*일(42%)  
108회 16명 중 9명 합격! 장\*남,임\*수,문\*주,김\*오,유\*석,최\*영,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,전\*인(50%)  
111회 최종 9명 중 4명 합격! 박\*수,김\*윤,김\*영,하\*동(45%)  
112회 최종 14명 중 5명 합격! 노\*택,김\*근,배\*우,송\*남,김\*\*\*(35%)  
113회 최종 8명 중 4명 합격! 전\*근, 장\*일, 전\*진, 김\*중(50%)  
114회 최종 12명 중 7명 합격! 곽\*남, 설\*일, 남\*현, 이\*호, 문\*환, 서\*영, 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, 장\*호, 신\*섭, 목\*봉, 김\*자(53%)  
120회 최종 7명 중 2명 합격! 이\*현, 박\*균(29%)  
121회 최종 18명 중 7명 합격! 윤\*열, 오\*경, 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! 전\*호, 소\*준(20%)  
126회 최종 8명 중 2명 합격! 윤\*주, 김\*태(25%)

# 2022년 소방기술사 개강 일정

강의명	교수	일정(10-13주)	강의수	교재
모아 기본반(오전반)	백준우 기술사	8월 06일 ~ 11월 05일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 1권 "저자직강"
모아 기본반(오후반)	곽영남 기술사	8월 06일 ~ 11월 05일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권 "저자직강"
합격요해심화반(오전반)	김정진 기술사	8월 20일 ~ 11월 19일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	소방기술사 "요해" 1권 "저자직강"
금화도감 심화반(오후반)	유쾌한 기술사	8월 27일 ~ 11월 26일 오후 3시 ~ 오후9시 10분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권 "저자직강"
토요 SBR 연구반	유쾌한 기술사	8월 27일 ~ 11월 26일 오전 8시 40분 ~ 오후 2시 50분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 1,2권, 기술문제집 "저자직강"

강의명	교수	일정(10-13주)	강의수	교재
모아 기본반(오전반)	황모아 기술사	8월 28일 ~ 11월 27일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권
모아 기본반(오후반)	이덕수 기술사	8월 28일 ~ 11월 27일 오후3시 10분 ~ 오후9시20분(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권
모아 심화반(오전반)	남유현 기술사	8월 28일 ~ 11월 27일 오전8시 50분 ~ 오후3시 (6시간 10분)	13강(80H)	모아기술사 2권

강의명	교수	일정(10-13주)	강의수	교재
금화도감 기본반(수반)	전병호 기술사	7월 06일 ~ 9월 28일 오전 10시 ~ 오후5시(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권
금화도감 심화반(월반)	전병호 기술사	6월 13일 ~ 9월 26일 오전 10시 ~ 오후5시(6시간 10분)	13강(80H)	금화도감 2권

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

※ 2022년 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)



심화반(2개)



일요일: 기본반(2개)



심화반(2개)



SBR 연구반(1개)



‘말해바’면접반

평 일: 기본반(1개)



심화반(1개)



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)**

- ▶ 기본반
- ▶ 금화도감 심화반
- ▶ 모아소방기술사 심화반
- ▶ 요해 심화반
- ▶ SBR연구반

80H

내일배움카드 **자비부담금 362,140원** 일반 685,000원

대한민국 소방기술사 **Legend of Moa**

**모아소방전기학원**

상 담: 02-2068-2851 www.moate.co.kr

**모아AI직업전문학교**

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

**동영상 전문 모아바**

상 담: 02-2068-2852 www.moa-ba.com

**제 128회 소방기술사 필기문제 (2022년 7월 2일)****[제 1 교 시]**

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각 10점)

1. 건축물의 구조안전 확인대상과 적용기준을 설명하시오.
2. 건축법령에 따라 건축물의 외벽에 설치하는 창호(窓戶)가 방화에 지장이 없도록 하기위해 규정하고 있는 방화유리창 대상건축물 및 적용기준에 대하여 설명하시오.
3. FREM(Fire Risk Evaluation Model)의 화재위험성 산정 개념과 평가항목에 대하여 설명하시오.
4. NFPA 72의 감지기 배선방식(Class A, Class B)을 설명하시오.
5. 소방펌프 설치 시 펌프의 방진장치 설치에 따른 내진용 스톱퍼 설치방법을 설명하시오.
6. 개방형 격자 천장의 스프링클러헤드 설치방법을 설명하시오.
7. 유체흐름을 나타내는 방법 중 라그랑제(Lagrange)방법에 대하여 설명하시오.
8. 확성기의 매칭트랜스에 대하여 설명하시오.
9. 히스테리시스 곡선(Hysteresis Loop)에 대하여 설명하시오.
10. 부차적손실(Minor Loss)의 정량적 표현방법 3가지를 설명하시오.
11. 할로겐화합물 소화약제 소화설비에서 방사시간을 제한하는 주된 이유와 방사시간결정요인을 설명하시오.
12. 물소화약제를 미립자로 방사하는 경우 사용목적과 적용대상을 설명하시오.
13. 자연발화가 일어나기 쉬운 조건을 설명하시오.

**[제 2 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 건축자재등 품질인정 및 관리기준(국토교통부고시 제2022-84호)에 따른 복합자재 및 외벽 마감 재료의 불연재료 성능기준과 실물모형시험기준에 대하여 설명하시오.
2. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙에 의해 설치하는 종합방재실의 설치위치, 면적, 구조, 설비에 대하여 설명하시오.
3. 스프링클러헤드에서 방출속도와 화재플럼(Fire Plume) 상승속도의 관계를 설명하시오.
4. 정적독성지수와 동적독성지수에 대하여 설명하시오.
5. 상업용 조리시설의 화재특성 및 손실저감 대책에 대하여 설명하시오.
6. LED용 SMPS(Switching Mode Power Supply)와 관련하여 다음을 설명하시오.
  - 1) 구조 및 동작원리 2) 소손패턴

**[제 3 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 건축물의 지하층 구조 및 지하층에 설치하는 비상탈출구의 기준에 대하여 설명하시오.
2. 화학공장의 정량적 위험도 평가(Quantitative Risk Assessment) 7단계에 대하여 설명하시오.
3. 가스계소화설비에서 설계농도 유지시간(Soaking Time)에 영향을 주는 요소 및 방호구역 밀폐시험에 대하여 설명하시오.
4. 복사 쉴드(Shield)와 관련하여 다음을 설명하시오.
  - 1) 복사 쉴드(Shield)의 개념 2) 복사 쉴드(Shield) 수에 따른 열유속 변화
5. 원심펌프 운전 시 발생할 수 있는 공동현상, 수격작용, 맥동현상, Air Binding에 대하여 각각의 문제점과 방지대책을 설명하시오.
6. 물질의 발열량과 관련하여 다음을 설명하시오.
  - 1) 발열량의 종류 2) 발열량 측정방법

**[제 4 교 시]**

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각 25점)

1. 소방시설공사업법령에서 감리업자가 수행해야 할 업무와 공사감리 결과를 통보 시 감리결과보고서에 첨부서류 및 완공검사의 문제점에 대하여 설명하시오.
2. 거실제연설비 제연댐퍼 제어방식을 일반적으로 4선식(전원2, 동작1, 확인1)으로 설계하는데 4선식의 문제점 및 해결 방안을 설명하시오.
3. 터널화재에서 백레이어링(Back Layering)현상과 영향인자 및 대책을 설명하시오.
4. 연기이동에 따른 영향과 관련하여 다음의 사항에 대하여 개념을 쓰고, 계산식으로 나타내어 설명하시오.  
1) 연기의 성층화 2) 암흑도 3)유효증상(FED; Fractional Effective Dose)
5. 스프링클러설비, 물분무설비, 미분무설비의 특징을 설명하고, 주된 소화효과 및 적응성을 비교하여 설명하시오.
6. 훈소(Smoldering Combustion)와 표면연소(Surface Combustion)을 비교하고, 훈소의화염 전환과 축열조건에 대하여 설명하시오.

# 제 1 교 시 문제풀이

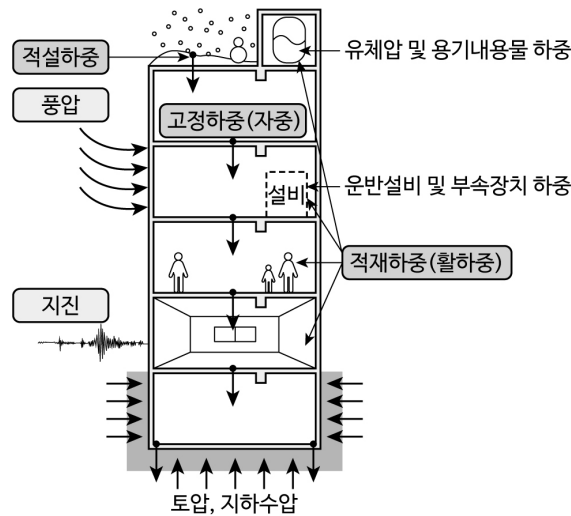
## 1-1. 건축물의 구조안전 확인대상과 적용기준을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 소방기술사 1권

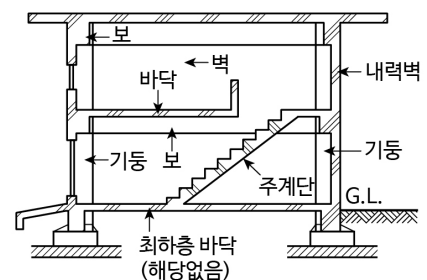
### 1. 구조내력 등 [건축법 제48조]

- 1) 건축물은 고정하중, 적재하중, 적설하중, 풍압, 지진, 그 밖의 진동 및 충격 등에 대하여 안전한 구조를 가져야 한다.
- 2) 건축물을 건축하거나 대수선하는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 구조의 안전을 확인해야 한다.
- 3) 지방자치단체의 장은 구조 안전 확인 대상 건축물에 대하여 허가 등을 하는 경우 내진성능 확보 여부를 확인해야 한다.
- 4) 구조내력의 기준과 구조 계산의 방법 등에 관하여 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.



### 2. 주요구조부 구성요소 [건축법 제2조]

구성요소	제외
내력벽, 기둥, 보, 바닥, 주계단, 지붕틀	사이기둥, 최하층 바닥, 작은 보, 차양, 옥외계단, 그밖에 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 않은 부분



### 3. 구조안전의 확인 [건축법 시행령 제32조]

구조 안전을 확인한 건축물 중 다음의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주는 해당 건축물의 설계자로부터 구조 안전의 확인 서류를 받아 착공신고를 하는 때에 그 확인 서류를 허가권자에게 제출하여야 한다.

- 1) 층수가 2층 이상인 건축물(기둥과 보가 목재인 목구조 건축물의 경우에는 3층)
- 2) 연면적이 200㎡ 이상인 건축물
- 3) 높이가 13m 이상인 건축물
- 4) 처마 높이가 9m 이상인 건축물
- 5) 기둥과 기둥 사이의 거리가 10m 이상인 건축물
- 6) 건축물의 용도 및 규모를 고려한 중요도가 높은 건축물로 국토교통부령으로 정하는 건축물
- 7) 국가적 문화유산으로 보존할 가치가 있는 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 것
- 8) 특수구조 건축물
  - (1) 한쪽 끝은 고정되고 다른 끝은 지지되지 아니한 구조로 된 보·차양 등이 외벽의 중심선으로부터 3m 이상 돌출된 건축물
  - (2) 특수한 설계·시공·공법 등이 필요한 건축물
- 9) 단독주택, 공동주택

### 4. 건축구조기술사의 협력 [건축법 시행령 제91조의 3]

다음 건축물의 설계자는 건축물에 대한 구조의 안전을 확인하는 경우에는 건축구조기술사의 협력을 받아야 한다.

- 1) 6층 이상인 건축물
- 2) 특수구조 건축물
- 3) 다중이용 건축물
- 4) 준다중이용 건축물
- 5) 3층 이상의 필로티형식 건축물
- 6) 건축물의 용도 및 규모를 고려한 중요도가 높은 건축물로서 국토교통부령으로 정하는 건축물 → 지진구역 1에 해당하는 건축물로 중요도가 특 또는 중요도 1에 해당하는 건축물



**1-2. 건축법령에 따라 건축물의 외벽에 설치하는 창호가 방호에 지장이 없도록 하기 위해 규정하고 있는 방화유리창 대상건축물 및 적용기준에 대하여 설명하시오.**

답)

출처 건축법령

### 1. 개요 (건축법 제52조 제4항)

대통령령으로 정하는 용도 및 규모에 해당하는 건축물 외벽에 설치되는 창호(窓戶)는 방화에 지장이 없도록 인접 대지와 의 이격거리를 고려하여 방화성능 등이 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.

### 2. 방화유리창 대상건축물

- 1) 상업지역(근린상업지역은 제외)의 건축물로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 것
  - (1) 제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운동시설 및 위락시설의 용도로 쓰는 건축물로서 그 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 2천㎡ 이상인 건축물
  - (2) 공장(국토교통부령으로 정하는 화재 위험이 적은 공장은 제외)의 용도로 쓰는 건축물로부터 6m 이내에 위치한 건축물
- 2) 의료시설, 교육연구시설, 노유자시설 및 수련시설의 용도로 쓰는 건축물
- 3) 3층 이상 또는 높이 9m 이상인 건축물
- 4) 1층의 전부 또는 일부를 필로티 구조로 설치하여 주차장으로 쓰는 건축물
- 5) 공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리 시설(자가난방과 자가발전 등의 용도로 쓰는 시설을 포함), 자동차 관련 시설의 용도로 쓰는 건축물

### 3. 적용기준 (건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제24조 “건축물의 마감재료 등”)

- 1) 건축물의 인접대지경계선에 접하는 외벽에 설치하는 창호(窓戶)와 인접대지경계선 간의 거리가 1.5m 이내인 경우 해당 창호는 방화유리창[한국산업표준 KS F 2845(유리구획 부분의 내화 시험 방법)에 규정된 방법에 따라 시험한 결과 비차열 20분 이상의 성능이 있는 것으로 한정]으로 설치해야 한다.
- 2) 다만, 스프링클러 또는 간이 스프링클러의 헤드가 창호로부터 60cm 이내에 설치되어 건축물 내부가 화재로부터 방호되는 경우에는 방화유리창으로 설치하지 않을 수 있다.

### 1-3. FREM(Fire Risk Evaluation Model)의 화재위험성 산정개념과 평가항목에 대해 설명하시오.

답)

출처 금화도감소방기술사 2권

#### 1. FREM 개요

- 1) FREM은 유럽에서 건축허가 또는 보험업무에서 위험성평가 도구로 널리 사용되고 있는 Gretener Method(Method for Fire Safety Evaluation)을 프로그램으로 제작한 것이다.
- 2) Gretener Method는 위험인자들의 곱과 모든 방호대책 인자들의 곱에 의한 값을 지수로 표현한 것으로 FREM은 Gretener Method를 개량하여 호주의 위험관리 컨설팅사에서 상업화한 것으로 화재 위험성을 산정하는 개념은 Gretener Method와 동일하다.
- 3) FREM은 위험요소를 확인하고 이에 대한 안전대책을 비교하여 건물 내의 화재위험성을 평가하기 위한 프로그램이다.
- 4) FREM은 “방화구획 지향적 모델”로서 한 차례에 하나의 방화구획을 관찰하여 구획 내에 있는 위험요소들이 방호대책에 의해 얼마나 잘 방호되는지 평가한다.

#### 2. 적용대상

- 1) 일반인의 출입이 빈번하고 화재 시 많은 인명피해가 예상되는 건물
- 2) 공장, 상업용 건물
- 3) 다용도 건물

#### 3. FREM의 기본구조 및 개념

##### 1) 기본구조

- (1) 화재위험 : 건축물 내의 잠재위험과 활성위험의 곱
- (2) 방호대책 : 기본대책, 특별대책, 내화대책
- (3) 화재위험성은 화재위험을 정하고 방호대책으로 상쇄하여 산정

##### 2) 관련 식

$$\text{화재위험도}(R) = \frac{\text{화재위험}}{\text{방호대책}} = \frac{\text{잠재위험}(P) \times \text{활성위험}(A)}{\text{기본대책}(N) \times \text{특별대책}(S) \times \text{내화대책}(F)}$$

#### 4. 화재위험성 등급 : 5종류로 구분

화재위험성 값(R)	위험성 구분
$R \leq 1.2$	낮은 위험
$1.2 < R \leq 1.4$	보통 위험
$1.4 < R \leq 3$	약간 높은 위험
$3 < R \leq 5$	높은 위험
$5 < R$	매우 높은 위험

#### 5. 화재위험성 평가항목

구분	평가항목
잠재위험(P)	화재하중, 연소속도, 연기위험, 부식위험, 주요구조부, 외벽, 층수, 유효높이, 방화구획면적, 방화구획 형태, 지하층, 외부창문, 최고층높이
활성위험(A)	발화위험, 정리정돈, 방화점검, 비상계획 및 훈련, 건물복합성
기본대책(N)	소화기, 소화전, 소화수 공급 신뢰도, 소화수 공급압력, 소화수 공급유량, 건물과 소화전 거리, 방화교육
특별대책(S)	자동화재탐지설비, 경보전달, 자체소방대, 소방대 출동시간, 자동식소화설비, 열 및 연기 배 연구
내화대책(F)	주요구조부, 외벽(내화도), 창문, 방화구획내 층수, 관통부방호됨, 바닥(내화도)

#### 6. 화재위험성 산정 절차

[1단계]	
방화구획(평가대상)의 결정	<ul style="list-style-type: none"> <li>하나의 건물, 건물군에서 방화구획 수준 판정 후 각각의 구획에 대해 평가하거나 가장 중요(위험)한 구획부분 평가</li> </ul>
[2단계]	
자료 입력	<ul style="list-style-type: none"> <li>6개 분야(일반사항, 잠재위험, 활성위험, 기본대책, 특별대책, 구조물의 내화대책)를 프로그램에 입력</li> <li>세부입력사항 중 화재하중, 연소속도, 연기위험, 부식위험, 발화위험은 건물의 용도에 따라 표준값으로 정해져 있고, 기타 사항은 표 이용</li> </ul>
[3단계]	
위험성 산출	<ul style="list-style-type: none"> <li>입력 자료는 프로그램에 의해 자동 산출</li> <li>위험성 분류는 5등급으로 분류</li> </ul>
[4단계]	
위험성 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>보통 위험 한계인 1.4 초과 시 개선 필요</li> <li>2단계에서 기본대책, 특별대책, 내화대책 등을 새로 적용하여 산출된 값이 “보통위험”이나 “낮은 위험”이 되도록 개선</li> </ul>

#### 7. 결론

- 1) 화재위험성평가는 여러 형태의 접근방식에 의해 정성적 또는 정량적으로 위험을 도출하는 기법이다.
- 2) 화재위험성의 지수화는 화재 위험성(안전성)을 평가하는 방법으로 중요한 의미가 있으며, 위험의 모델링을 통해 신속하고 정확한 상대적 위험도를 산출함으로써 화재위험에 대한 정

## 1-4. NFPA 72의 감지기 배선방식(Class A, Class B)을 설명하시오.

답)

출처 금화도감소방기술사 2권

### 1. 개요

- 1) IDC, NAC, SLC는 선로의 고장인 단선, 단락, 지락상태에서도 기능을 계속할 수 있는 지 여부에 따라 Class A, B, C, D, E, N, X 등으로 분류한다.
- 2) NFPA 72 “National Fire Alarm and Signaling Code”에서는 종전에는 전기선을 이용한 전기 배선을 기준으로 Class와 Style로 구분하였으나 최근 LAN, 인터넷, 무선설비나 광섬유는 단락이나 지락의 경우가 전통적인 배선선로와 다른 상황으로 다양한 자동화재탐지설비가 개발되었으므로 다양한 경보설비에도 적용할 수 있도록 Style을 삭제하고 Class로 개정되었다.

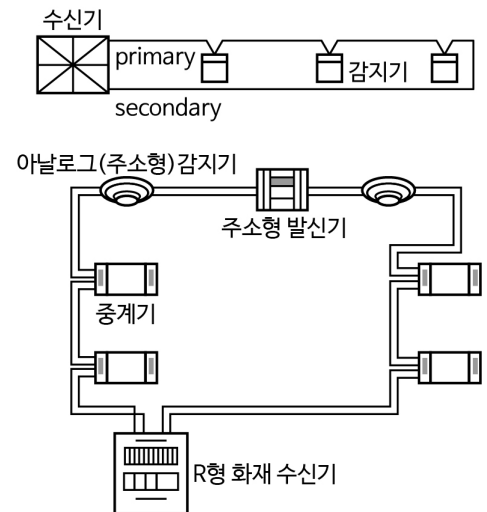
### 2. 화재경보설비의 고장 종류

- 1) 단선(Single Open)
- 2) 지락(Single Ground)
- 3) 단락(Wire To Wire Short)

### 3. Class의 구분

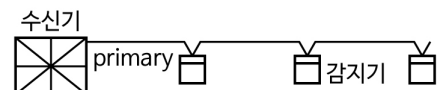
#### 1) Class A

- (1) 정의  
지락이나 단선 시에도 경보신호를 송신할 수 있는 Loop 배선방식의 회로
- (2) 특징
  - ① 수신기와 기기 간 양방향 통신을 하며 단락 시 통신 불가
  - ② 한쪽 선로고장 시 다른 쪽 선로로 통신 가능한 방식
  - ③ SLC와 같은 주요선로는 Class A를 적용
  - ④ Class B보다는 신뢰성이 높음



#### 2) Class B

- (1) 정의  
지락 시에도 경보신호를 송신할 수 있는 일반 배선방식의 회로
- (2) 특징
  - ① 수신기와 기기 간 단방향 통신으로 단선, 단락 시 통신 불가
  - ② 배선계통에서 수신기 사이의 Network에서 고장 시 고장기기 이후의 기기는 통신 불가
  - ③ 단선 지점이후는 IDC나 SLC는 경보나 감시신호의 전송이 불가하며, NAC는 해당 출력장치에 접속이 불가



#### 4. Class의 고장 시 회로성능

##### 1) 입력장치회로(IDC)

Class	구분	고장상태	
		단선	지락
A	표시	○	○
	경보능력	R	R
B	표시	○	○
	경보능력	-	R

##### 2) 통보장치회로(NAC)

Class	구분	고장상태		
		단선	지락	단락
A	표시	○	○	○
	경보능력	R	R	-
B	표시	○	○	○
	경보능력	-	R	-

##### 3) 신호선로회로(SLC)

Class	구분	단일고장			동시고장		
		단선	지락	단락	단선+지락	단선+단락	지락+단락
A	표시	○	○	○	○	○	○
	경보능력	R	R	-	R	-	-
B	표시	○	○	○	○	○	○
	경보능력	-	R	-	-	-	-

R : Required Capacity(요구 능력)

## 보충

**[Class A. A pathway shall be designated as Class A when it performs as follows:]**

- 1) It includes a redundant path.
- 2) Operational capability continues past a single open, and the single open fault shall result in the annunciation of a trouble signal.
- 3) Conditions that affect the intended operation of the path are annunciated as a trouble signal.
- 4) Operational capability is maintained during the application of a single ground fault.
- 5) A single ground condition shall result in the annunciation of a trouble signal.

**[Class B. A pathway shall be designated as Class B when it performs as follows:]**

- 1) It does not include a redundant path.
- 2) Operational capability stops at a single open.
- 3) Conditions that affect the intended operation of the path are annunciated as a trouble signal.
- 4) Operational capability is maintained during the application of a single ground fault.
- 5) A single ground condition shall result in the annunciation of a trouble signal.

**[국내 배선방법]****1) 감지기 사이의 회로 배선은 송배전식으로 할 것**

- (1) 도통시험을 위해 설치하는 방식
- (2) 감지기 말단에 종단저항을 설치하여 정상, 단선, 단락 시험

**2) 초고층 건축물(NFSC 604)**

- (1) 통신·신호 배선 : 2중 배선
- (2) 수신기와 수신기 : 통신 배선
- (3) 수신기와 중계기 : 신호 배선
- (4) 수신기와 감지기 : 신호 배선

### 1-5. 소방펌프 설치 시 펌프의 방진장치 설치에 따른 내진용 스톱퍼 설치방법을 설명하시오.

답)

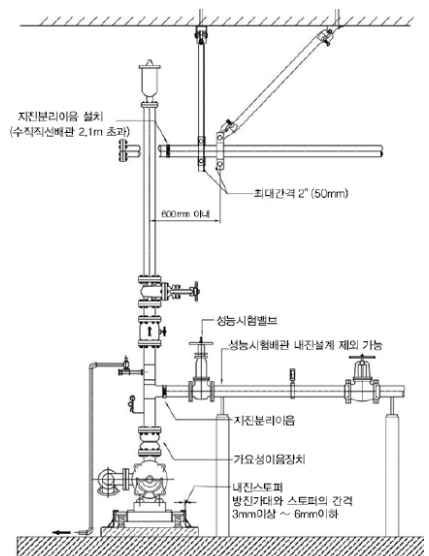
출처 소방시설의 내진설계기준 (소방청 고시)

#### 1. 가압송수장치의 내진설계의 개념

- 1) 가압송수장치는 소화용수를 화재가 발생한 장소까지 공급하는 장치로서 전동기 또는 내연기관 펌프 및 모터 등으로 구성된다. 화재안전기준상 전동장치에 의한 펌프를 주펌프로 정하고 있으므로 가압송수장치뿐 아니라 제어설비 등도 함께 내진설계가 되어야 한다.
- 2) 가압송수장치는 지진 발생 시 고정용 볼트에 과도한 하중이 작용하여 인발 또는 전단파괴가 발생할 가능성이 있다. 이 기준에서는 제3조의2제2항(지진 하중)에서 “가압송수장치 지진에 의한 가압송수장치의 수평방향 등가정적하중(  $F_p$  )은 “건축물 내진설계기준”의 수평설계지진력에 따르고 허용응력설계법으로도 환산하여 적용할 수 있다.
- 3) 가압송수장치는 전도방지와 기능유지를 목적으로 화재장소까지 소화용수를 공급할 수 있도록 해야 한다.
- 4) 가압송수장치의 압력챔버식은 지진하중에 본체 및 다리부분, 연결부가 파손 및 변형이 없도록 하고 이동, 전도가 되지 않도록 고정하여 구조안전성을 확인하여야 한다.

#### 2. 펌프의 방진장치 설치에 따른 내진용 스톱퍼 설치방법

- 1) 가압송수장치에 방진장치가 있어 앵커볼트로 지지 및 고정할 수 없는 경우에는 다음 각 호의 기준에 따라 내진스톱퍼 등을 설치하여야 한다. 다만, 방진장치에 이 기준에 따른 내진능력이 있는 경우는 제외
  - (1) 정상운전에 지장이 없도록 내진스톱퍼와 본체 사이에 최소 3mm 이상 이격하여 설치
  - (2) 내진스톱퍼는 제조사에서 제시한 허용하중이 제3조의 2 제2항에 따른 지진하중 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치하여야 한다. 단, 내진스톱퍼와 본체사이의 이격거리가 6mm를 초과한 경우에는 수평지진하중의 2배 이상을 견딜 수 있는 것으로 설치
- 2) 가압송수장치의 흡입 측 및 토출 측에는 지진 시 상대변위를 고려하여 가요성이음장치를 설치



## ※ 소방시설의 내진설계기준 해설서(소방청)

### 1) 내진용 스톱퍼 설치

- (1) 가압송수장치(일반형, 입형등)에 방진을 위한 스프링 및 스프링 댐퍼장치가 설치(방진장치라 한다)된 경우에는 지진 발생 시 응답증폭에 따른 가압송수 장치의 전도, 이동을 방지하기 위한 내진용 스톱퍼(방진장치에 내진 성능이 확인된 내진시스템 포함) 등이 반드시 설치되어야 하며, 이는 국내·외 내진설계기준을 적용하여 이동과 전도가 되지 않도록 구조계산(해석) 등을 통해 내진설계를 한다.
- (2) 내진용 스톱퍼는 본체와의 간격을 최소한 3mm 이상에서 6mm 이하를 유지하여 정상운전 중에 접촉하지 않는 간격이 되도록 내진 스톱퍼 등을 설치한다. 단, “건축물 내진설계기준”의 표에 지진설계계수의 적용 조건이 필수 사항으로 간격이 6mm 초과하여 스톱퍼가 충격을 받는 경우 수평지진하중( $F_p$ )을 2배로 계산하여야 한다.
- (3) 충격을 감소시키기 위해 내진스톱퍼 측면에 네오플렌 6mm 이상 부착시켜 내진스톱퍼와 펌프의 충격하중 완화를 권장하며, 이 경우 네오플렌 끝단에서 이격거리를 유지한다.

가압송수장치 방진가대용 내진스톱퍼 예



### 2) 내진용 스톱퍼의 사용확인

- (1) 내진용 스톱퍼 등을 설계하기 위해서는 가압송수장치에 작용되는 수평가속도 와 가동중량, 방진장치의 특성을 고려한 구조계산(해석)을 수행해야 하며, 그 결과로 내진 스톱퍼 등의 규격 및 고정방법을 결정하여야 한다.
- (2) 스톱퍼는 이 해설서의 “제2조, 해설 4항과 5항”에 따라 사용확인 받아 설치하여야 한다.

## ※ 제3조의 2(공통 적용사항)

- 1) 소방시설의 내진설계에서 내진등급, 성능수준, 지진위험도, 지진구역 및 지진구역계수는 “건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)”을 따르고 중요도계수( $I_p$ )는 1.5로 한다.
- 2) 지진하중은 다음 각 호의 기준에 따라 계산한다.
  - (1) 소방시설의 지진하중은 “건축물 내진설계기준” 중 비구조요소의 설계지진력 산정방법을 따른다.
  - (2) 허용응력설계법을 적용하는 경우에는 제1호의 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력 에 0.7을 곱한 값을 지진하중으로 적용한다.
  - (3) 지진에 의한 소화배관의 수평지진하중( $F_{pw}$ ) 산정은 허용응력설계법으로 하며 다음 각호 중 어느 하나를 적용 한다.
    - ①  $F_{pw} = C_p \times W_p$   
 $F_{pw}$  : 수평지진하중,  $W_p$  : 가동중량  $C_p$  : 소화배관의 지진계수(별표 1에 따라 선정한다.)
    - ② 제1호에 따른 산정방법 중 허용응력설계법 외의 방법으로 산정된 설계지진력에 0.7을 곱한 값을 수평지진 하중( $F_{pw}$ )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 설치해야한다.

3) 앵커볼트는 다음 각 호의 기준에 따라 설치한다.

- (1) 수조, 가압송수장치, 함, 제어반등, 비상전원, 가스계 및 분말소화설비의 저장용기 등은 "건축물 내진설계기준" 비구조요소의 정착부의 기준에 따라 앵커볼트를 설치하여야 한다.
  - (2) 앵커볼트는 건축물 정착부의 두께, 볼트설치 간격, 모서리까지 거리, 콘크리트의 강도, 균열 콘크리트 여부, 앵 커볼트의 단일 또는 그룹설치 등을 확인하여 최대허용하중을 결정하여야 한다.
  - (3) 흔들림 방지 버팀대에 설치하는 앵커볼트 최대허용하중은 제조사가 제시한 설계하중 값에 0.43을 곱하여야 한다.
  - (4) 건축물 부착 형태에 따른 프라잉효과나 편심을 고려하여 수평지진하중의 작용하중을 구하고 앵커볼트 최대허용하중과 작용하중과의 내진설계 적정성을 평가하여 설치하여야 한다.
  - (5) 소방시설을 팽창성·화학적 또는 부분적으로 현장타설된 건축부재에 정착할 경우에는 수평지진 하중을 1.5배 증 가시켜 사용한다.
- 4) 수조·가압송수장치·제어반등 및 비상전원 등을 바닥에 고정하는 경우 기초(패드 포함)부분의 구조 안전성을 확인하여야 한다.

## 1-6. 개방형 격자 천장의 스프링클러헤드 설치방법을 설명하시오.

답)

출처 소방청 공문, 소방공사 표준시방서

### 1. 배경

- 1) 개방형 격자천장을 스프링클러설비의 화재안전기준에서 표현된 1.2m를 초과하는 장애물로 인정해야 하는 지 여부로 인해 혼동이 있다.
- 2) 즉, 개방형 격자 천장의 스프링클러 헤드 설치에 대한 화재안전기준이 명확하지 않아 현장에서 혼란이 발생하고 있어 소방청에서는 업무지침을 알려 소방공사시 적용하도록 했다.
- 3) 일반적으로 개방형 격자천장은 공동주택의 지하주차장에서 세대 입구로 가는 부분의 천장에 인테리어 측면에서 많이 시공되고 있다.

### 2. 관련근거 : 스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103 제10조 “헤드”)

#### 1) 제1항

스프링클러헤드는 특정소방대상물의 천장·반자·천장과 반자사이·덕트·선반 기타 이와 유사한 부분(폭이 1.2m를 초과하는 것에 한함)에 설치하여야 한다. 다만, 폭이 9m 이하인 실내에 있어서는 측벽에 설치할 수 있다.

→ 폭이 1.2m를 초과하는 경우 살수장애가 있다고 보므로 스프링클러헤드의 설치의미가 없으므로 하부에 헤드를 추가로 설치함

→ 반면 1.2m이하인 경우에는 덕트 등의 유사한 부분에는 상부에만 설치가능함

덕트, 선반, 트레이등의 폭	헤드 추가설치	비고
1.2m 이하	미설치	살수장애가 발생할 경우 : 헤드추가설치
1.2m 초과	설치	

#### 2) 제7항 제1호 ~ 제3호

- (1) 살수가 방해되지 아니하도록 스프링클러헤드로부터 반경 60cm 이상의 공간을 보유할 것. 다만, 벽과 스프링클러헤드간의 공간은 10cm 이상으로 한다.
- (2) 스프링클러헤드와 그 부착면(상향식헤드의 경우에는 그 헤드의 직상부의 천장·반자 또는 이와 비슷한 것을 말함)과의 거리는 30cm 이하로 할 것
- (3) 배관·행가 및 조명기구 등 살수를 방해하는 것이 있는 경우에는 (1), (2)에도 불구하고 그로부터 아래에 설치하여 살수에 장애가 없도록 할 것. 다만, 스프링클러헤드와 장애물과의 이격거리를 장애물 폭의 3배 이상 확보한 경우에는 그렇지 않다.

### 3. 설치방법(소방공사 표준시방서)

#### 1) 원칙 (격자 상, 하부 모두설치)

개방형 격자 천장의 폭이 1.2m 이상인 경우에는 그 아래에 스프링클러 헤드를 추가설치

## 2) 예외 (격자 상부에만 설치가능)

아래의 조건을 충족하는 경우로서 개방형 격자 천장 윗부분에만 스프링클러헤드 설치가능

- (1) 개방형 격자천장의 재료 두께가 격자구멍의 가장 작은 크기 미만
- (2) 개구부의 개구율이 천장 면적의 70%이상
- (3) 개구부의 가장 작은 수치가 6.4mm 이상인 경우
- (4) 격자천장의 상부 표면과 스프링클러헤드의 최소 이격거리가 450mm 이상

[개방형 격자천장]



[폭이 1.2m를 초과하는 장애물로 보았을 경우 시공예]



## 1-7. 유체흐름을 나타내는 방법 중 라그랑제(Lagrange)방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처 인터넷 자료

### 1. 개요

- 1) 운동학적 기술법이란 임의 물체의 거동을 공간상에서 표현하기 위해 기준이 되는 좌표를 설정하는 것을 말한다.
- 2) 운동학적 기술법에는 라그랑제기술법과 오일러 기술법이 있으며 이를 이용하여 유체의 흐름을 나타낼 수 있다.
- 3) 공기나 물의 흐름에 있어 주된 관심사는 속도, 온도, 압력, 밀도의 변화이고, 물체내 열의 전달에서는 온도의 변화에 관심을 가진다.
- 4) 이러한 물리량은 시간뿐만 아니라 공간 상의 위치에 따라서도 변하게 되는데, 시간에 따른 변화 정도를 시간이력으로, 공간에 따른 변화를 해당 물리량의 분포라 부른다.
- 5) 흐름에 수반된 물리량은 공간상에서 고정된 각 지점에서 측정된 값으로 나타내는 것이 편리하다. 물론 계속해서 움직이는 공기나 물의 입자를 따라 물리량을 측정하여 표현할 수도 있지만 표현하는 방법이 어렵고 이렇게 표현된 물리량은 이해가 어렵다.

### 2. 라그랑제(Lagrange)방법

#### 1) 정의

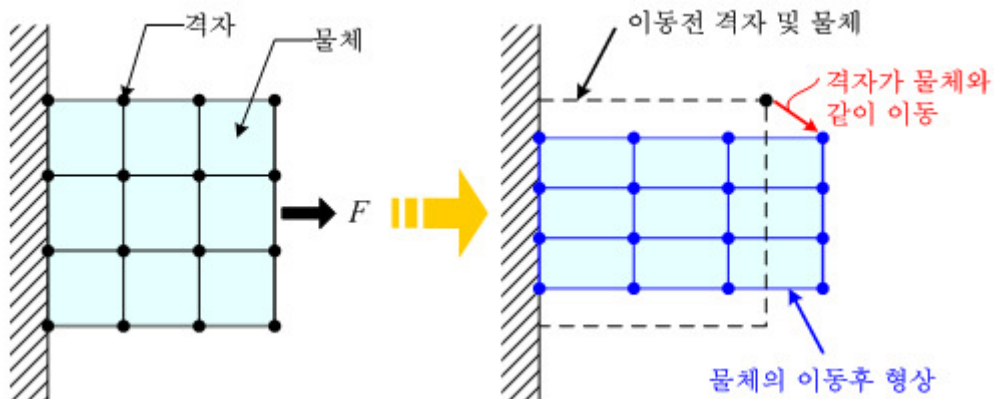
입자 하나하나에 초점을 맞추어 각각 입자를 따라가면서 그 입자의 물리량(위치, 속도, 가속도)을 나타내는 기술법

#### 2) 표현

각 입자의 시발점을  $x_0, y_0, z_0$ 이라 두고 위치  $s(x_0, y_0, z_0, t)$ , 가속도  $a(x_0, y_0, z_0, t)$ 로 나타낸다.

#### 3) 적용

유체의 유동, 열유동, 전자기력과 같이 공간 상의 흐름과 연관된 물리량을 표현하는 데 주로 사용된다.



### 3. 오일러 방법

#### 1) 정의

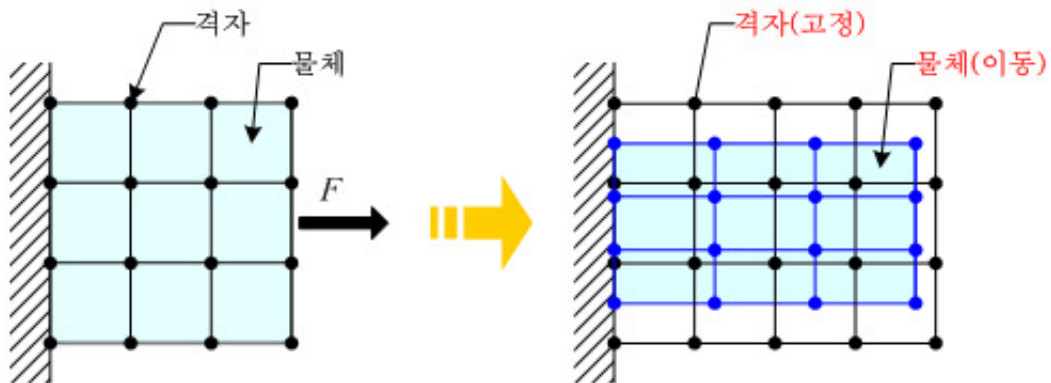
공간상에서 고정되어 있는 각 지점을 통과하는 물체의 물리량(속도변화율)을 표현하는 방법

#### 2) 표현

속도와 같은 유동 특성은 공간과 시간의 함수이며 직교좌표계에서  $v=v(x,y,z,t)$ 로 표현되고 관찰하고자 하는 유동영역을 유동장이라 부른다.

#### 3) 적용

구조물과 같은 고체의 변형에 따른 변형률이나 응력 등을 표현하는 데 주로 사용된다.



## 1-8. 확성기의 매칭트랜스에 대하여 설명하시오.

답)

출처 화재안전기준 해설서

### 1. 개요

- 1) 전력을 송신부에서 수신부까지 최대로 전달하기 위하여는 임피던스 정합이 되어야 정상적으로 확성기에서 출력을 활용할 수 있다.
- 2) 정상적인 확성기 연결 수 보다 과도하게 연결한 경우에는 합성임피던스가 낮아지게 되면 출력이 증가하게 되어 앰프에 과부하(Over Load)가 발생한다.
- 3) 반대로 정상적인 확성기 연결 수 보다 적게 연결한 경우에는 합성임피던스가 높아지게 되므로 출력이 감소하게 되어서 정상적인 확성기 출력을 활용할 수 없게 된다.

### 2. 매칭트랜스 사용이유

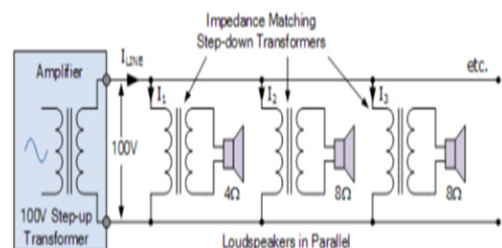
- 1) 많은 수의 확성기를 사용을 하면 앰프에서 확성기까지의 신호전송 중에 전력손실이 크게 발생하므로 고전력으로 앰프에서 출력을 하고 확성기에서는 고전력을 다시 저전력으로 변환하기에 매칭트랜스가 필요하다.
- 2) 앰프 출력단자에는 4Ω, 8Ω, 16Ω, 70V, 100V 등이 있으며 4Ω, 8Ω, 16Ω을 로우임피던스라 (Lo-Z)고 하고 70V, 100V를 하이임피던스(Hi-Z)라고 하고 있으며, 앰프 출력단자에서 하이임피던스(Hi-Z)에 연결된 경우에는 반드시 확성기에 매칭트랜스를 설치해야 한다.

### 3. 확성기의 임피던스 현황

- 1) 가정용 : 로우임피던스(Lo-Z)를 사용
- 2) 전관방송설비(PA : Public Address System) : 하이임피던스(Hi-Z)를 사용  
→ 많은 수의 확성기를 사용하기 때문임
- 3) 고정형 : 하이임피던스(Hi-Z)
- 4) 겸용형 : 하이임피던스(Hi-Z) 및 로우임피던스(Lo-Z) 겸용형

### 4. 적용

- 1) 하이임피던스(Hi-Z) 확성기는 확성기 내부에 매칭트랜스를 설치하고 있으므로 주위환경의 변화 · 확성기의 노후화 및 임피던스 부정합에 의하여 누설전류 또는 과전류로 인한 매칭트랜스에서의 화재위험이 상존하는 기구이다.

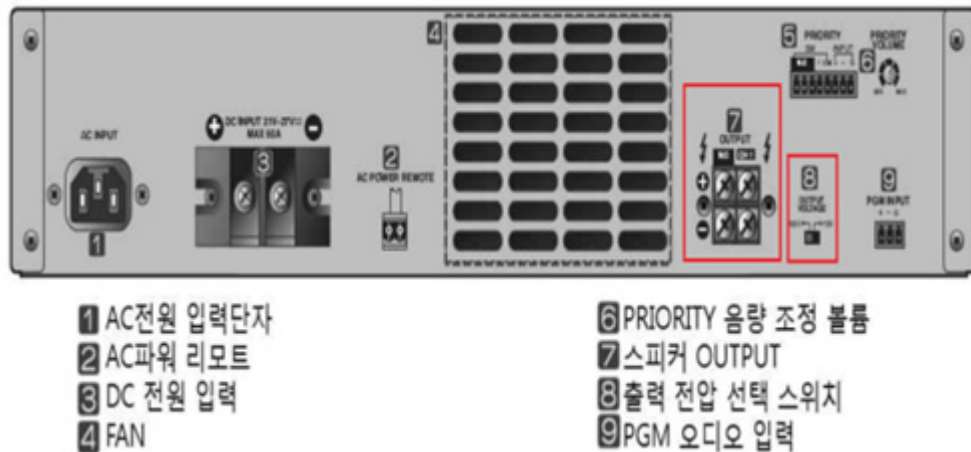


[매칭트랜스 도식도]



## [전력증폭기의 후면패널]

- 1) 출력단자 : 확성기에 연결하는 부분으로서 연결하는 확성기의 총 임피던스가 정격임피던스보다 낮지 않도록 주의하여야 한다.
- 2) OUTPUT VOLTAGE 선택스위치 : 출력전압을 100V / 70V를 선택 적용할 수 있다.

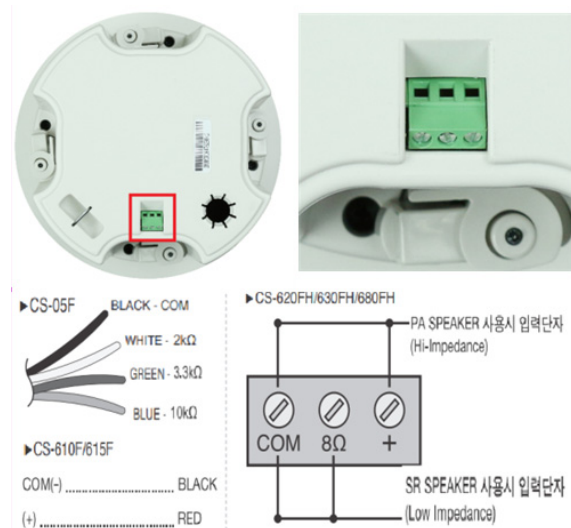


## [하이임피던스 고정형 사진]



Model	CS-301F	
Type	3" Full-range Ceiling	
Driver	3"	
Power Handling(AES)	1W	
Input Power	100V	1W
	70V	-
Impedance	100V	10kΩ
	70V	-
	LOW	-

## [하이임피던스, 로우임피던스 겸용형]



### 1-9. 히스테리시스 곡선(Hysteresis Loop)에 대하여 설명하시오.

답)

출처 인터넷 자료

#### 1. 개념

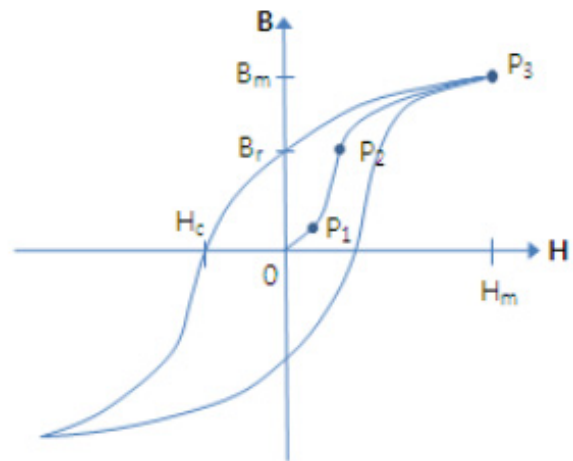
- 1) 자성체의 자기장 세기  $H$ 의 변화에 따라 자속밀도  $B$ 의 변화를 나타낸 곡선을 히스테리시스 곡선 또는 자화곡선,  $B$ - $H$ 곡선이라고도 한다.
- 2) 자성체의 자화는 외부 자기장에 단순 비례한다고 가정하나 강자성체의 경우에는 비선형적인 이력 특성을 보인다.

#### 2. 관련식

$$B = \mu H \quad B : \text{자속밀도}, \mu : \text{투자율}, H : \text{자계}$$

#### 3. 히스테리시스 곡선

- 1) 외부 자기장의 세기를 증가 시키면, 내부 자속 밀도는 이차 곡선의 형태로 계속 증가하다가 (O-P2) 점차 기울기가 완만한 곡선(P2-P3)의 형태를 이룬다.
- 2) 이후 자기장의 세기를 계속 증가 시켜 자속 밀도는 더 이상 증가하지 않게 되는데, 이 시점(P3)을 자기 포화 상태( $B_m$ )라고 한다.
- 3) 만약 외부 자기장의 세기를 0이 되게 해도 철심 내부에는 아주 약간의 자속 밀도가 남아 있는데, 이를 잔류 자기( $B_r$ )라고 한다.
- 4) 잔류 자기를 없애기 위해 반대방향으로 가해주는 자계의 크기를 보자력( $H_c$ )이라 한다.



#### 4. 히스테리시스 곡선을 통해 알 수 있는 사항

- 1) 자성체에 인가된 자기장을 지속적으로 증가시켰을 때 도달하게 되는 포화자속밀도
- 2) 인가 자계를 제거하였을 때 남아있는 잔류자속밀도
- 3) 자성체에 남아있는 잔류자속밀도를 제거하기 위한 역 자기장의 세기인 보자력
- 4)  $B=\mu H$  이므로 히스테리시스 곡선의 접선 기울기인 해당 자성체의 투자율
- 5) 히스테리시스 곡선의 내부면적인 히스테리시스손 (전류 → 자계발생 → 잔류자기 → 손실발생)



# 1-10. 부차적손실(Minor Loss)의 정량적 표현방법 3가지를 설명하시오.

답)

출처 금화도감소방기술사 2권

## 1. 개요

- 1) 직관에서 발생하는 손실인 직관마찰손실을 주손실(Main Loss)이라 하고, 수력계통의 구성은 관이나 배관 이외에도 많은 부속품을 포함하는데, 부속품에서 발생하는 손실을 부차손실(Minor Loss)이라 한다.
- 2) 부차손실이란 유로의 방향 변화에 의한 2차 유동, 단면 변화에 의한 속도 변화, 장애물이나 단면 교축에 의한 교란 등으로 인한 부가적인 손실을 말한다.
- 3) 주로 배관의 입구와 출구, 단면의 확대·축소 등 배관의 부속품에서 발생하고, 부속품은 엘보우, 리턴 밴드, 티, 리듀서, 유니언 등이 있다.

## 2. 부차손실(Minor Loss)을 구하는 방법

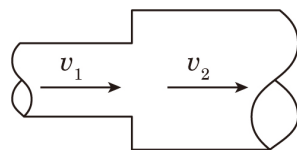
- 1) 손실계수(저항계수)에 의한 방법
- 2) 등가길이(상당길이, Equivalant Length)에 의한 방법
- 3) 유량계수에 의한 방법

## 3. 손실계수(저항계수)에 의한 방법

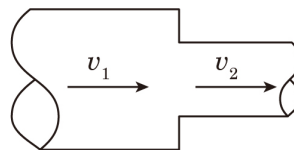
### 1) 공식

$$H = K_L \frac{v^2}{2g} = f \frac{l_{eq}}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad K_L = f \frac{l_{eq}}{d}, \quad l_{eq} = \frac{K_L d}{f}$$

$K_L$  : 손실 계수 (관로단면의 기하학적 모형에 의해 결정되는 실험상수)  
 $v$  : 큰 쪽의 속도,  $l_{eq}$  : 관의 등가길이



(a)  $h_L = K_L \frac{v_1^2}{2g}$



(b)  $h_L = K_L \frac{v_2^2}{2g}$

### 2) 손실계수의 결정인자 : 관로단면의 기하학적 모형

- (1) 배관 출구의 형태
- (2) 단면적의 변화
- (3) 방향 전환 등

### 3) 적용

화학 공장의 공정 배관이나 Utilities 배관은 곡률이 큰 곡관이나 점진 확대관과 같은 부품이 사용되고, 이는 규격품이 있는 것이 아니어서 사용 목적에 맞게 제작해야 하므로 손실이 작게 설계·제작해야 한다.

#### 4. 등가길이(상당길이, Equivalent Length)에 의한 방법

##### 1) 자료를 이용하여 부속품을 직관길이(등가길이)로 환산한다.

- (1) 배관용 탄소강관 등가길이 표(KS D 3507)
- (2) 압력배관용 탄소강관 등가길이 표(KS D 3562, Sch. 40)
- (3) (1), (2)의 표에 포함되지 않은 부속류는 공인기관에서 인증한 데이터 적용

##### 2) 등가길이의 보정

- (1) 등가길이 표에 제시된 배관과 다른 내경을 가진 배관(Sch 40이 아닌 경우)

① 계산식에 따라 산출된 계수를 등가길이 값에 곱하여 산출

$$\textcircled{2} \text{ 환산계수} = \left( \frac{\text{실제내경}}{\text{Sch 40 SPPS의 내경}} \right)^{4.87}$$

- (2) 조도계수(C)가 120이 아닌 배관

① C가 120일 경우에는 등가길이 표에 의해 산출

② C가 120이 아닐 경우에는 C가 120일 경우의 표에 의한 등가길이를 구한 후 표에 의한 환산계수를 곱해 부속품의 등가길이를 산출

$$\textcircled{3} \text{ 환산계수} = \left( \frac{\text{실제조도}}{120} \right)^{1.85}$$

C 값	100	120	130	140	150
환산 계수	0.713	1.00	1.16	1.33	1.51

#### 5. 유량계수에 의한 방법

##### 1) 관부속품의 유량계수(C)를 이용하여 마찰손실을 계산함

##### 2) 관련식

$$(1) \text{ 유량}(Q) = C \sqrt{h} = C \sqrt{\frac{P}{\gamma}}$$

$$(2) \text{ 압력손실}(P) = \left( \frac{Q}{C} \right)^2 \gamma$$

### 1-11. 할로겐화합물 소화약제 소화설비에서 방사시간을 제한하는 주된 이유와 방사시간 결정요인을 설명하시오.

답)

출처 금화도감소방기술사 1권

#### 1. 개요

- 1) 방출시간이란 분사헤드로부터 소화약제가 방출되는 시점부터 최소설계농도의 95%를 방사하는데 소요되는 시간이다.
- 2) 약제 저장용기가 개방될 때부터 약제가 헤드에서 방사될 때까지의 시간은 제외된다.
- 3) 5%의 여유는 방출 시 용기와 배관 내의 잔류가스가 존재하기 때문에 방출시간 내 100%가 될 수 없기 때문이다.

#### 2. 방사시간

##### 1) 이산화탄소 소화설비

전역 방출방식		국소 방출방식
표면화재	심부화재	
1분 이내	7분 이내 (2분 이내에 설계농도의 30% 방사)	30초 이내 (표면화재에만 적용)

##### 2) 할론 소화설비 : 10초 이내

##### 3) 할로겐화합물 및 불활성기체소화 설비

- (1) 할로겐화합물(Halocarbon Agent) : 10초 이내
  - (2) 불활성기체 : A·C급화재(2분 이내), B급화재(1분 이내)
- ※ NFPA 2001에서 불활성가스의 방출시간은 화재종류와 무관하게 60초였으나 A, C급화재는 120초 이내, B급화재는 60초 이내로 개정되었다.

#### 3. 방사시간 제한 이유

##### 1) 할로겐화합물

- (1) 열분해생성물 최소화
  - ① Halon 1301( $CF_3Br$ )은 열분해 후 분해부산물로 HF와 HBr이 생성
  - ② 할로겐화합물은 약제 방사 시 HF 등의 분해 부산물 발생을 최소화
    - 독성부산물은 HCl, HF,  $COCl_2$  등이며, HF가 가장 문제가 됨
  - ③ 독성물질의 발생을 감소시켜 인명 안전을 도모

## (2) 일정한 유속 확보

- ① 용기의 액체가 배관으로 흐를 시 기화하면서 액상과 기상의 2상계 흐름
- ② 충분한 유속을 확보하지 못할 시 액상과 기상의 분리로 마찰손실 증가
- ③ 신속한 소화 : 약제를 단시간에 방사하여 신속히 설계농도에 도달

## (3) 높은 유량 확보

- ① 약제를 단시간에 방사하여 방호구역내 약제를 신속하게 확산시켜 설계농도에 도달하기 위해 높은 유량(Flow Rate)을 확보
- ② 즉 10초 이내의 단시간 방사시간을 필요로 함

## 2) 불활성기체

- (1) 불활성기체는 질식소화를 주체로 하고 보조 소화효과로 냉각소화를 한다. 심부화재는 고농도로 장시간 방사해야 하고, 화재 성장이 느리므로 A·C급화재는 2분, 화재 성장이 빠른 B급화재는 1분으로 규정한다.
- HF와 같은 열분해생성물을 발생시키지 않아 10초로 제한하지 않음
- (2) 심부화재는 고농도로 장시간 방사하여 냉각효과를 주어야 하므로 불활성기체는 심부화재가 표면화재보다 방출시간이 길다.
- (3) 화재의 직·간접 피해 최소화 : 방출시간이 길면 화재에 의한 피해가 커짐
- (4) 질식소화를 주체로 하므로 산소가 부족하면 불완전연소가 되어 독성가스 발생

## 4. 방사시간 결정요인

## 1) 열분해생성물의 제한

- (1) HF, HCl 등 열분해생성물의 발생을 최소화 하기 위해 시간을 제한해야 한다.
- (2) 질식소화를 하는 경우에는 HF, HCl 등의 열분해생성물이 발생하지 않으므로 방사시간을 길게 해도 된다.

## 2) 설계농도

- (1) 화재의 종류에 따라 방사시간이 결정된다.
- (2) 심부화재일 경우 고농도로 장시간 방사해야 하므로 방사시간이 길어진다.

## 3) 화재 피해 및 그 영향으로 인한 제한

열방출률이 큰 인화성 액체의 경우에는 방사 시간을 짧게하여 신속히 소화해야 한다.

## 4) 방호구역 내 과압발생의 제한

방호구역에 가스의 압력에 의해 구조적 강도가 영향을 받으므로 과압을 고려하여 방사시간을 제한다.

## 1-12. 물소화약제를 미립자로 방사하는 경우 사용목적과 적용대상을 설명하시오.

답)

출처 금화도감소방기술사 1권

### 1. 개요

- 1) “미분무”란 물만을 사용하여 소화하는 방식으로, 최소설계압력에서 헤드로부터 방출되는 물 입자 중 99%의 누적체적분포가  $400\mu m$  이하로 분무되고 A, B, C급 화재에 적응성을 갖는 것을 말한다.
- 2) “미분무 소화설비”란 가압된 물이 헤드를 통과 후 미세한 입자로 분무됨으로써 소화성능을 가지는 설비로, 소화력을 증가시키기 위해 강화액 등을 첨가할 수 있다.

### 2. 소화원리

#### 1) 냉각소화

- (1) 미세한 물방울 → 비표면적 큼 → 열 흡수가 용이 → 주변 열을 쉽게 흡수 → 온도저하
- (2) 고체 가연물의 표면을 적시어 가연물의 열분해 속도를 줄인다.

#### 2) 질식소화(Oxygen Displacement)

물방울이 쉽게 기화되어 수증기로 되므로 산소 농도가 저하된다.

#### 3) 복사열감소(Radiant Heat Attenuation)

- (1) Ceiling Jet → 가연물에 복사열 전달 → 가연성 가스 발생 촉진 → 플래시오버 발생
- (2) 물방울이 화재 주변의 복사열을 흡수하여 주변 가연물로의 화재 확산을 억제하고, 물방울이 작을수록 복사열 흡수효과가 크다.

### 3. 미분무 소화설비의 성능목적(Performance Objective) (NFPA 750)

#### 1) 화재제어(Fire Control)

화심 속으로의 침투보다 화재발생 주변의 열방출률을 억제하여 온도를 감소시킨다.

#### 2) 화재진압(Fire Suppression)

연소 중인 연료표면과 불꽃에 충분한 양의 물을 분사하여 미분무의 입자가 화심을 뚫고 침투하여 화재 시 열방출률을 급격히 감소시켜 화세를 경감시키고 화재의 재성장을 방지

#### 3) 화재소화(Fire Extinguishment)

냉각, 질식, 복사열 차단 등 복합적인 작용으로 화재를 완전하게 진압하는 것을 의미

#### 4) 온도제어(Temperature Control)

화열을 억제하여 화재실의 온도를 낮춤

#### 5) 노출부분의 방호(Exposure Protection)

미연소 가연물이 열전달에 의해 점화되는 것을 방지함

#### 4. 적용 대상

- 1) 해사분야 : 선박의 숙소 공간, 가스·증기터빈 설치 공간
- 2) 전기설비 : 통신기기, 컴퓨터실의 바닥 공간
- 3) 가연성액체 : 도장부스, 페인트 락카실
- 4) 물에 민감한 장소 : 박물관, 도서관
- 5) 항공기 : 화물칸, 승무원실 및 객실, 엔진
- 6) 소화용수의 급수가 제한된 지역
- 7) 폭발 억제 장소

#### 5. 적응장소 및 비적응 장소

##### 1) 적응장소(NFPA 750) : ABC급 화재에 적응

- |            |                  |             |
|------------|------------------|-------------|
| (1) 일반 가연물 | (2) 인화성 및 가연성 액체 | (3) 가스 제트화재 |
| (4) 전기위험   | (5) 통신장치 등 전자장치  |             |

##### 2) 비적응장소(NFPA 750) : 물과 격렬한 반응

- (1) 물과 반응하는 금속(K, Na, Mg, Li 등)
- (2) 카바이드( $CaC_2$ )
- (3) 할로젠화합물(염화벤조일, 염화알루미늄)
- (4) 실란(3염화메틸실란)
- (5) 물로 인해 가열되어 끓는 초저온액화가스(LNG)
- (6) 황화물(오산화인 :  $P_2S_5$ )

### 1-13. 자연발화가 일어나기 쉬운 조건을 설명하시오.

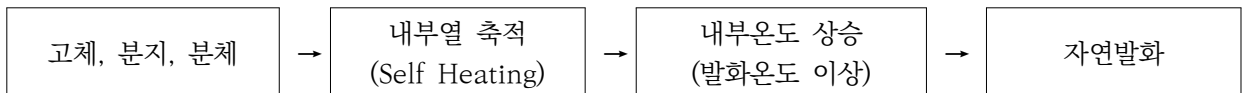
답)

출처 금화도감소방기술사 1권

#### 1. 자연발화의 정의

- 1) 연료를 점점 고온으로 가열하면 혼합기체 분자들이 활성화되고 점화원 없이도 혼합물에서 화염이 스스로 발생하는 현상으로 축열과정이 필요하다. 축열이 되기 위해 가연물 내로 들어온 열량이 나간 열량보다 커야 하며, 축열될 수록 가연물 내의 온도가 상승하고 내부에너지는 증가한다.
- 2) 자기가열(Self Heating)이 연료를 열분해할 정도까지 진행되어 충분한 증기가 형성되었을 때 연료 내 축적된 에너지가 최소점화에너지에 도달해야 발화된다.
- 3) 발화의 시작은 물질 자체에서의 화학반응에 의해 발생하며, 특정 연료농도와 온도가 필요하다.

#### 2. 자연발화의 Mechanism



#### 3. 자연발화의 영향인자(조건)

- 1) 통풍이 불량할 경우 : 발열이 방열보다 크므로 쉽게 발생
- 2) 휘발성이 낮은 가연성 액체 : 열 축적 용이
- 3) 축적된 열량이 클 때 : 통풍이 작은 실내에서 단열재로 보온된 상태에서 열 축적
- 4) 공기와의 접촉 면적이 클 때 : 산화반응 촉진(예 : 분말, 섬유, 먼, 종이, 우레탄)
- 5) 고온 다습한 경우 : 금속성 물질이 수분과 반응하여 발열
- 6) 보온재의 자연발화 : 파라핀, 왁스 등 탄화수소계열의 유류가 보온재에 침투할 경우 피보온물체가 발화점 이하에서 발화
- 7) 퇴적방법 : 가연물을 쌓아 놓은 경우 열의 축적이 쉬움
- 8) 단열압축
  - ① 디젤엔진 등에서 오일, 윤활유 등이 열분해

$$\textcircled{2} \quad \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad \text{공기의 비열비 } \gamma = \frac{\text{정압비열}(C_p)}{\text{정적비열}(C_v)} = 1.4, \quad T_1, T_2 : \text{절대온도(K)}$$

#### 4. 자연발화의 방지대책

- 1) 저장실의 온도를 낮게 함
- 2) 저장실은 통풍이 잘 되게 함
- 3) 저장실의 습도를 낮게 함
- 4) 저장실의 압력을 낮게 함
- 5) 퇴적 및 수납 시 열 축적을 작게 함

## 제 2교시 문제풀이

2-1. 건축자재등 품질인정 및 관리기준(국토교통부고시 제2022-84호)에 따른 복합자재 및 외벽 마감재료의 불연재료 성능기준과 실물모형시험기준에 대하여 설명하시오.

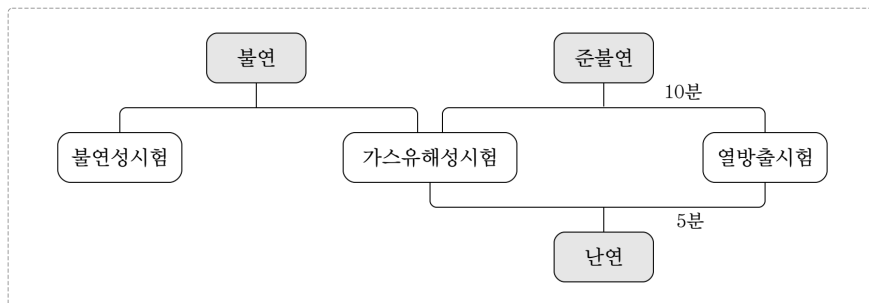
답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P442

### 1. 개 요

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

### 2. 마감재 시험



1) 불연재료 : 불에 타지 아니하는 성질을 가진 재료

- (1) 불연성시험
- (2) 가스유해성시험

2) 준불연재료 : 불연 재료에 준하는 성질을 가진 재료

- (1) 열방출시험
- (2) 가스유해성시험

3) 난연재료 : 불에 잘 타지 아니하는 성능을 가진 재료

- (1) 열방출시험
- (2) 가스유해성시험



## 3. 성능기준

시험방법	시험방법 / 기준	
불연성시험 (불연재료)	시험방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시험체는 총 3개이며, 각각의 시험체에 대하여 1회씩 총 3회의 시험</li> <li>• 복합자재의 경우, 강판을 제거한 심재를 대상으로 시험하여야 하며, 심재가 둘 이상의 재료로 구성된 경우에는 각 재료에 대해서 시험하여야 한다.</li> <li>• 액상 재료(도료, 접착제 등)인 경우에는 지름 45mm, 두께 1mm 이하의 강판에 사용두께 만큼 도장 후 적층하여 높이 (50±3)mm가 되도록 시험체를 제작하여야 한다.</li> </ul>
	성능기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고온도가 최종평형온도를 20K 초과 상승하지 않을 것</li> <li>• 가열종료 후 시험체의 질량 감소율이 30% 이하일 것</li> </ul>
열방출률시험 (준불연, 난연)	시험방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시험은 시험체가 내부마감재료의 경우에는 실내에 접하는 면에 대하여 3회 실시 하며, 외벽 마감재료의 경우에는 앞면, 뒷면, 측면 1면에 대하여 각 3회 실시. 다만, 다음 각 목에 해당하는 외벽 마감재료는 각 목에 따라야 한다. 가. 단일재료로 이루어진 경우 : 한면에 대해서만 실시 나. 재질이 달라 성능이 다른 경우 : 앞면, 뒷면, 각 측면에 대하여 각 3회씩 실시</li> <li>• 복합자재의 경우, 강판을 제거한 심재를 대상으로 시험하여야 하며, 심재가 둘 이상의 재료로 구성된 경우에는 각 재료에 대해서 시험하여야 한다.</li> <li>• 가열강도는 50kW/m<sup>2</sup> 로 한다.</li> <li>• 가열시간 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 준불연 : 10분</li> <li>- 난연 : 5분</li> </ul> </li> </ul>
	성능기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가열 개시 후 총방출열량이 8MJ/m<sup>2</sup> 이하일 것</li> <li>• 최대 열방출률이 10초 이상 연속으로 200kW/m<sup>2</sup> 를 초과하지 않을 것</li> <li>• 시험체를 관통하는 방화상 유해한 균열 구멍 및 용융 등이 없어야 하며, 시험체 두께의 20%를 초과하는 일부 용융 및 수축이 없어야 한다.</li> </ul>
가스유해성 시험 (불연, 준불연, 난연)	시험방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시험은 시험체가 내부마감재료인 경우에는 실내에 접하는 면에 대하여 2회 실시 하며, 외벽 마감재료인 경우에는 외기(外氣)에 접하는 면에 대하여 2회 실시한다.</li> <li>• 시험은 시험체가 실내에 접하는 면에 대하여 2회 실시한다.</li> <li>• 복합자재의 경우, 강판을 제거한 심재를 대상으로 시험하여야 하며, 심재가 둘 이상의 재료로 구성된 경우에는 각 재료에 대해서 시험하여야 한다.</li> </ul>
	성능기준	취의 행동정지시간이 9분 이상

#### 4. 강판과 심재로 이루어진 복합자재 (불연/준불연재)

##### 1) 강판 : 다음의 구분에 따른 기준을 모두 충족할 것

- (1) 두께 [도금 이후 도장(塗裝) 전 두께를 말한다]: 0.5 mm 이상
- (2) 앞면 도장 횟수: 2회 이상
- (3) 도금의 부착량: 도금의 종류에 따라 다음의 어느 하나에 해당할 것. 이 경우 도금의 종류는 한국산업표준에 따른다.
  - ① 용융 아연 도금 강판: 180g/m<sup>2</sup> 이상
  - ② 용융 아연 알루미늄 마그네슘 합금 도금 강판: 90g/m<sup>2</sup> 이상
  - ③ 용융 55% 알루미늄 아연 마그네슘 합금 도금 강판: 90g/m<sup>2</sup> 이상
  - ④ 용융 55% 알루미늄 아연 합금 도금 강판: 90g/m<sup>2</sup> 이상
  - ⑤ 그 밖의 도금: 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준 이상

##### 2) 심재: 강판을 제거한 심재가 다음 각 목의 어느 하나에 해당할 것

- (1) 한국산업표준에 따른 그라스올 보온판 또는 미네랄을 보온판으로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 적합한 것
- (2) 불연재료 또는 준불연재료인 것

##### 3) 강판과 심재 전체를 하나로 보아 실물모형시험을 실시한 결과가 기준을 충족할 것

- (1) 시험체 개구부 외 결합부 등에서 외부로 불꽃이 발생하지 않을 것
- (2) 시험체 상부 천정의 평균 온도가 650℃를 초과하지 않을 것
- (3) 시험체 바닥에 복사 열량계의 열량이 25 kW/m<sup>2</sup>를 초과하지 않을 것
- (4) 시험체 바닥의 신문지 뭉치가 발화하지 않을 것
- (5) 화재 성장 단계에서 개구부로 화염이 분출되지 않을 것

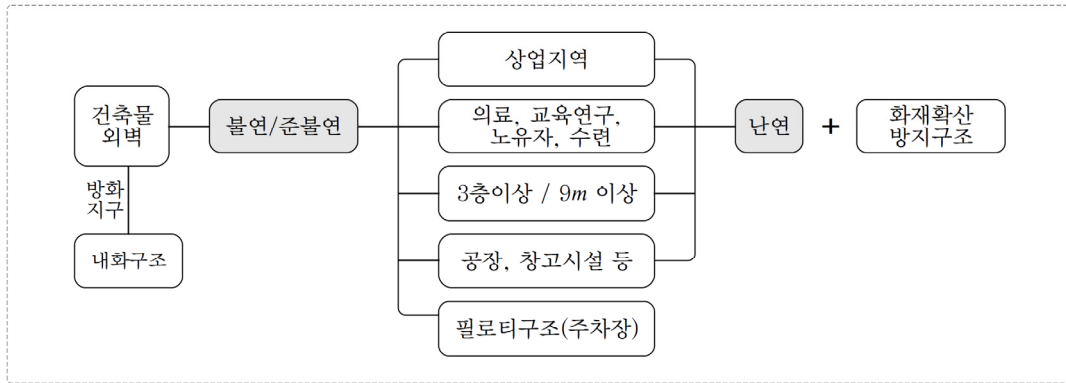
#### 5. 마감재료 또는 단열재가 둘 이상의 재료로 제작된 경우

##### 1) 각각의 재료는 불연 / 준불연 / 난연재료의 기준을 만족하고

##### 2) 실물모형시험 기준

- (1) 외부 화재 확산 성능 평가 : 시험체 온도는 시작 시간을 기준으로 15분 이내에 레벨 2(시험체 개구부 상부로부터 위로 5m 떨어진 위치)의 외부 열전대 어느 한 지점에서 30초 동안 600℃를 초과하지 않을 것
- (2) 내부 화재 확산 성능 평가 : 시험체 온도는 시작 시간을 기준으로 15분 이내에 레벨 2(시험체 개구부 상부로부터 위로 5m 떨어진 위치)의 내부 열전대 어느 한 지점에서 30초 동안 600℃를 초과하지 않을 것

## ※ 보충



## 1. (준) 불연재료로 마감해야 하는 대상 (건축법 시행령 제61조 ②항)

## 1) 상업지역 (근린상업지역은 제외)의 건축물

- (1) 근생, 문화 및 집회, 종교, 판매, 운동 및 위락 : 바닥면적의 합계가 2,000 m<sup>2</sup> 이상
- (2) 공장 (국토부령으로 정하는 화재 위험이 적은 공장은 제외)의 용도로 쓰는 건축물로부터 6 m 이내에 위치한 건축물

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

## 3) 3층 이상 또는 높이 9 m 이상인 건축물

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

## 5) 공장, 창고시설, 위험물 저장 및 처리 시설 (자가난방과 자가발전 등의 용도로 쓰는 시설을 포함), 자동차 관련 시설의 용도로 쓰는 건축물

## 2. 마감재료 (건축물방화구조규칙 제24조)

## 1) 2의 1), 2), 3), 5)

- (1) 불연재료 또는 준불연재료를 마감재 (단열재, 도장 등 코팅재료 및 그 밖에 마감재료를 구성하는 모든 재료를 포함)로 사용해야 한다.
- (2) 다만, 화재 확산 방지구조 기준에 적합하게 마감재료를 설치하는 경우에는 난연재료(강판과 심재로 이루어진 복합자재가 아닌 것으로 한정)를 사용할 수 있다.

## 2) 2의 1), 3), 5)로 5층 이하이면서 높이 22 m 미만인 건축물

- (1) 난연재료 (강판과 심재로 이루어진 복합자재가 아닌 것으로 한정)를 마감재료로 할 수 있다.
- (2) 다만, 화재 확산 방지구조 기준에 적합하게 설치하는 경우에는 난연성능이 없는 재료(강판과 심재로 이루어진 복합자재가 아닌 것으로 한정한다)를 마감재료로 사용할 수 있다.

## 3) 2의4)

건축물의 외벽 [필로티 구조의 외기에 면하는 천장 및 벽체를 포함한다] 중 1층과 2층 부분에는 불연재료 또는 준불연재료를 마감재로 해야 한다.

### 3. 용도변경 기준

#### 1) 대상

목욕탕, 의원, 산후조리원, 공연장 (500 m<sup>2</sup> 이상), PC방 (500 m<sup>2</sup> 이상), 학원 (500 m<sup>2</sup> 이상) 골프 연습장, 놀이형시설, 단란주점 (1500 m<sup>2</sup> 이상), 안마시술소, 노래연습장, 유흥주점, 등으로 용도변경되는 경우

#### 2) 적용기준

(1) 불연, 준불연 외벽 마감

(2) 난연재료 적용 가능

① 화재확산방지구조에 적합한 경우

② 5층 이하이면서 높이 22 m 미만인 건축물

(화재확산방지구조인 경우 난연성능 없는 재료로 마감 가능)

③ 마감재료의 구성전체로 하나로 보아 불연·준불연에 해당하는 경우

#### 3) 용도변경 시 마감재 적용 제외

헤드 (간이 포함)가 창문으로부터 60 cm 이내에 설치되어 건축물내부가 화재로부터 방호되는 경우

### 4. 창호 관련 기준

**2-2. 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙에 의해 설치하는 종합방재실의 설치위치, 면적, 구조, 설비에 대하여 설명하시오.**

답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P599

### 1. 종합방재실의 개수 및 상주 인원

- 1) 1개 다만, 100층 이상인 초고층 건축물 등 (공동주택은 제외)는 종합방재실이 그 기능을 상실하는 경우에 대비하여 종합방재실을 추가로 설치하거나, 관계지역 내 다른 종합방재실에 보조 종합재난관리체제를 구축하여 재난관리 업무가 중단되지 아니하도록 하여야 한다.
- 2) 상주 인원 : 3명 이상

### 2. 종합방재실의 위치

- 1) 1층 또는 피난층  
다만, 초고층 건축물 등에 특별피난계단이 설치되어 있고, 특별피난계단 출입구로부터 5 m 이내에 종합방재실을 설치하려는 경우에는 2층 또는 지하 1층에 설치할 수 있으며, 공동주택의 경우에는 관리사무소 내에 설치할 수 있다.
- 2) 비상용 승강장, 피난전용 승강장 및 특별피난계단으로 이동하기 쉬운 곳
- 3) 재난정보 수집 및 제공, 방재 활동의 거점 역할을 할 수 있는 곳
- 4) 소방대가 쉽게 도달할 수 있는 곳
- 5) 화재 및 침수 등으로 인하여 피해를 입을 우려가 적은 곳

### 3. 종합방재실의 구조 및 면적

- 1) 다른 부분과 방화구획으로 설치할 것. 다만, 다른 제어실 등의 감시를 위하여 두께 7 mm 이상의 망입 유리 (두께 16.3 mm 이상의 접합유리 또는 두께 28 mm 이상의 복층유리를 포함한다)로 된 4 m<sup>2</sup> 미만의 불박이창을 설치할 수 있다.
- 2) 인력의 대기 및 휴식 등을 위하여 종합방재실과 방화구획된 부속실을 설치할 것
- 3) 면적은 20 m<sup>2</sup> 이상
- 4) 재난 및 안전관리, 방법 및 보안, 테러 예방을 위하여 필요한 시설·장비의 설치와 근무 인력의 재난 및 안전관리 활동, 재난 발생 시 소방대원의 지휘 활동에 지장이 없도록 설치할 것
- 5) 출입문에는 출입 제한 및 통제 장치를 갖추는 것

### 4. 종합방재실의 설비 등

- 1) 조명설비 (예비전원을 포함) 및 급수·배수설비
- 2) 상용전원과 예비전원의 공급을 자동 또는 수동으로 전환하는 설비

- 3) 급기·배기 설비 및 냉방·난방 설비
- 4) 전력 공급 상황 확인 시스템
- 5) 공기조화·냉난방·소방·승강기설비의 감시 및 제어시스템
- 6) 자료 저장 시스템
- 7) 지진계 및 풍향·풍속계
- 8) 소화장비 보관함 및 무정전전원공급장치
- 9) 피난안전구역, 피난용 승강기 승강장 및 테러 등의 감시와 방법·보안을 위한 CCTV

## ※ 보 총 (성능위주설계 표준가이드 라인)

### 종합방재실 설치

- (1) 종합방재센터는 CCTV를 통해 화재발생 상황을 상시 모니터링 가능한 구조로 설치하고, 보완 요원 등이 상시 근무할 수 있도록 할 것
- (2) 소방대가 쉽게 접근할 수 있도록 피난층 또는 지상1층에 설치할 것
  - ① 다만, 종합방재실(감시제어반)로 통하는 전용출입구가 확보되는 경우에는 지하1층 또는 지상2층에 설치할 수 있음)
  - ② 소방자동차 진입로 동선과 일치하도록 하고, 종합방재실(감시제어반실) 출입문은 양방향에서 출입할 수 있도록 최소 2개소 이상 설치할 것
- (3) 소방대가 지휘 및 재난 정보수집 등 원활한 소방활동을 할 수 있도록 충분한 공간을 확보할 것
  - 급수전(식수공급) 1개소 이상과 화장실을 설치하고, 소방관 휴게 및 장비배치 공간을 확인할 수 있는 상세도 제출할 것
- (4) 용도별 관리 권원을 분리하여 2개소 이상 설치할 경우에는 상호 재난관리 상황을 확인하고 제어할 수 있는 시스템을 갖출 것
- (5) 종합방재실(감시제어반실)과 관리사무실은 상호 인접하여 설치할 것
  - ① 수직적, 수평적으로 최대한 근접하게 설치할 것
  - ② 종합방재실과 관리사무실을 같은 공간에 구획하여 설치하는 경우에는 상호 출입이 가능하도록 출입문 설치할 것

## 2-3. 스프링클러헤드에서 방출속도와 화재플럼(Fire Plume) 상승속도의 관계를 설명하시오.

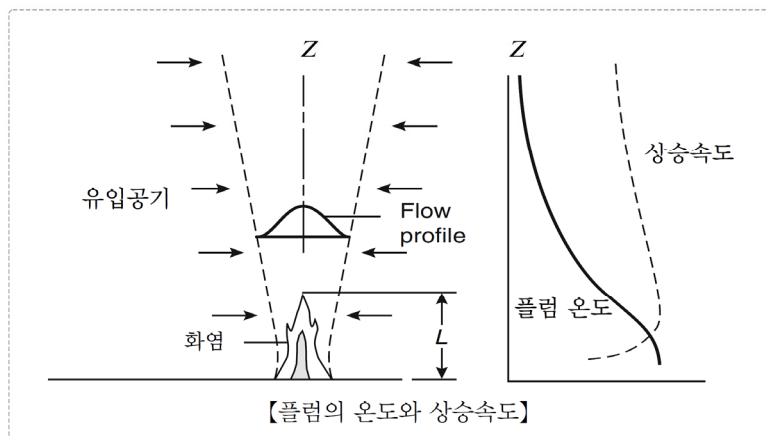
답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P105

### 1. 기본개념

- 1) 스프링클러설비의 소화특성은 화재플럼의 상승속도와 밀접한 관계가 있다.
- 2) 특히 화재진압 (Fire suppression)의 경우 플럼의 상승속도 대비 연소중인 가연물 표면에 충분한 양의 물을 직접 방수되는 소화수의 양과 소화수 입자 크기이다.

### 2. 화재플럼의 상승속도



- 1) 상승속도 : 플럼의 상승속도는 플럼내에서 높이에 대한 변화(감소)가 적다.

$$v = \frac{0.77 Q^{1/3}}{(h - Z_0)^{1/3}}$$

$Q$  : 열방출률 (kW)  
 $h$  : 가연물에서의 높이  
 $Z_0$  : Virtual origin

- 2) 간헐화염(Intermittent flame)내 최고 상향속도

스프링클러설비의 화재진압과 관계가 있다.

$$v_{\max} = 1.9 Q_c^{1/5}$$

$V_{\max}$  : 최고 상향속도  
 $Q_c$  : 대류열방출률

### 3. 스프링클러 소화

- 1) 화재 제어 (Fire Control)

- (1) 화재제어 메커니즘

- ① 방수된 소화수가 열방출률 (Heat Release Rate)을 감소시키고
- ② 인접 (미연소) 가연물을 미리 물로 적심으로서 화재의 크기를 제한하며
- ③ 천장의 연기 온도제어 : 구조물의 손상 및 Flash Over의 발생 방지

- (2) 일반적인 스프링클러설비가 해당

## 2) 화재 진압 (Fire Suppression) : ESFR이 해당

화염과 연소중인 가연물 표면에 충분한 양의 물을 직접 방수하여 열방출률을 급격히 감소시키고 화재의 재성장 (Regrowth)을 방지하는 것이다.

## 4. 스프링클러헤드의 방출속도와 화재진압

- 1) 소화수의 방출속도는 압력의 제곱근에 비례한다.

$$v \propto \sqrt{P}$$

- 2) 소화수 입자 크기는 압력에 반비례한다.

$$\text{소화수 입자 크기}(d_m) \propto \frac{D^{\frac{2}{3}}}{P^{\frac{1}{3}}}$$

- 3) 헤드에서의 방출압력이 클수록 방출속도가 증가되지만 물입자 크기가 감소하여, 연소중인 화염면에 다다른 양이 감소하여 화재진압 측면에서 불리하다.
- 4) 화재진압 측면에서 방출압력(방출속도)보다는 물입자 크기(K-값)가 중요한 요소이다.
- 5) ESFR의 경우 위험도가 증가할수록(최대충고나 최대저장높이가 큰 경우) 살수밀도가 증가하여야 하는데 K-값이 작은 경우 압력이 커야한다.
- 6) 이런 경우 소화수 입자 크기가 작아져서 화재진압에 악영향을 때문에 적용할 수 없다.

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

## 5. 스프링클러헤드의 방출속도와 화재제어

### 1) NFSC

화재제어의 경우 주 소화원리가 플럼을 뚫고 화염면에 직접 도달하는 소화수보다는 인접 가연물의 적심이 중요한 요소이므로 압력 제한값이 크다.(1.2MPa)

### 2) NFPA13

- (1) 방수압이 규정 값 이상인 경우 적심에 의한 냉각효과는 감소하지만 화염냉각(기상냉각) 및 질식 효과가 증가한다.
- (2) NFPA13의 경우 압력제한이 없다(상급위험은 제외).



## 2-4. 정적독성지수와 동적독성지수에 대하여 설명하시오

답)

출처: 소방기술사 요해 전 자료,

### 1. 정적독성지수 (Toxic Factor)

- 1) 독성지수 (Toxic Factor)는 재료의 단위 중량당 발생하는 유해가스의 양
- 2) 독성  $t$ 의 정의 : 유해가스의 농도를  $C$ 라 하고, 30분 간 노출되었을 때 치명적인 영향을 줄 수 있는 농도를  $C_f$ 라 하면

$$t = \frac{C}{C_f}$$

- 3) 독성  $t$  값은 무차원이며, 일반적으로 0.01~20 의 범위에 있다.

- 4) 독성지수

$$T = t \cdot \frac{V}{W}$$

$V$  : 독성가스의 부피  
 $W$  : 재료의 중량

- 5) 일반적으로 1~1200 정도이다.

- 6) 혼합가스의 독성

$$t = \sum t_i$$

$$T = \sum T_i$$

### 2. 동적독성지수 (Dynamic Toxicity Factor)

- 1) 단위 시간당, 단위 면적당 발생하는 독성가스의 양

$$T_d = \frac{\dot{V}}{A \cdot C_f} [m^3 / m^2 \cdot s]$$

$\dot{V}$  : 유해가스의 부피발생속도  
 $A$  : 재료의 면적

- 2) 일반적으로 0.1~100 정도이다.

- 3) 혼합가스의 경우

$$T_d = \frac{1}{A} \sum (\dot{V} / C_f)_i$$

## 2-5. 상업용 조리시설의 화재특성 및 손실저감 대책에 대하여 설명하시오

답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P162, 화보자료

### 1. 개 요

- 1) 상업용 조리시설의 화재는 일반가연물과 식용유 화재가 결합된 화재특성을 가진다.
- 2) 식용유 화재의 경우 과거에는 B급 화재에 포함시켜 분류하였으나, 일반 유류화재와는 연소형태와 소화 방법에서 큰 차이가 있기 때문에 NFPA에서는 K급 화재, ISO에서는 F급 화재로 별도로 분류하고 있다.

### 2. K급 화재 연소 특성

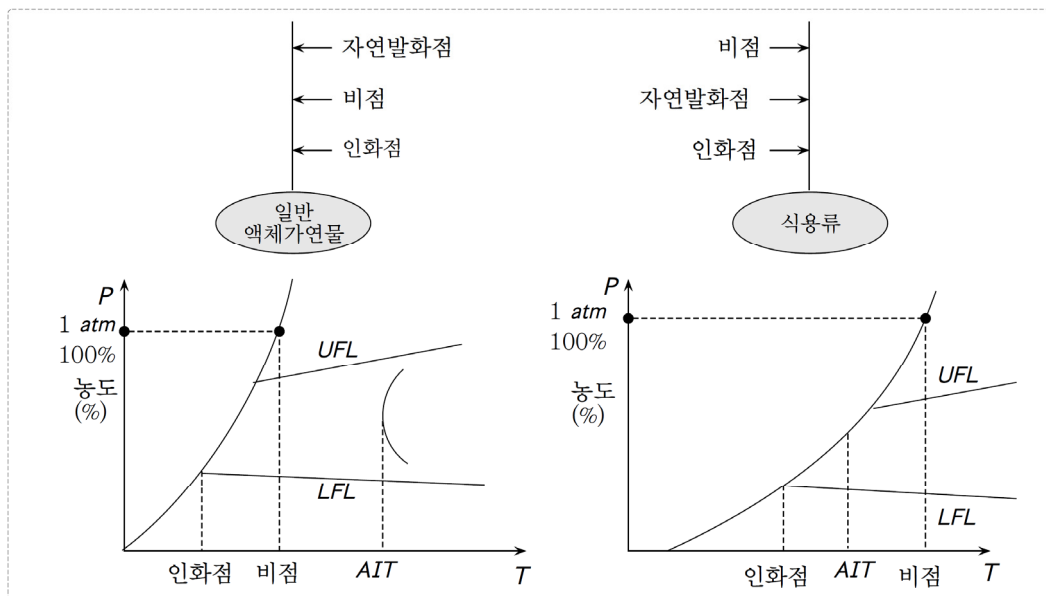
- 1) 일반 가연성 액체의 비점은 자연발화점 (AIT)보다 낮다.

→ 재발화는 주로 외부 착화에너지 (Pilot Ignition)에 의해서 발생

- 2) 그러나, 식용유, 액체 파라핀, 왁스의 경우는

- (1) 발화점이 비점보다 낮아서
- (2) 발화점이 비점 이하인 식용유 등이 화재 시 유온이 상승하여 자연발화점 이상이 된다.
- (3) 유면상의 화염을 제거하여도 유면 온도가 발화점 이상이기 때문에 재발화 가능성이 크다.
- (4) 그러므로 식용유 화재는 일반 유류 화재와는 다른 소화방법이 필요하다.

→ 가연물을 발화 온도 미만으로 냉각



### 3. 기존 소화

#### 1) 제1종 분말 ( $NaHCO_3$ )

- (1) 1종 분말 약제가 방출되면 가연물(식용유)과 직접 반응하여 비누화 작용을 일으켜 비누막을 형성 → 가연물의 기화 억제 및 질식
- (2) 현재 주방에서 사용하는 식용유는 대부분 식물성 기름이다.
  - ① 식물성 기름은 동물성 기름보다 비점이 높다 → 유면의 온도가 더 높다.
  - ② 기존 1종 분말은 식물성 기름과는 비누화율이 작고, 식용유 표면이 고온인 관계로 비누막이 파괴되어 재발화 가능성이 크다.

#### 2) 이산화탄소에 의한 냉각 및 질식효과

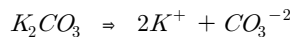
- (1) NFPA 12에서는 이런 화재를 준 심부화재 → 방출시간을 3분 이상
- (2) 상업용 조리시설은 사람이 상주하는 장소에 준하므로 적용할 수 없다.

### 4. Wet Chemical (강화액)

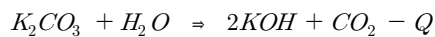
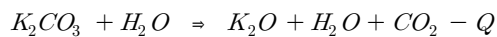
#### 1) 구성 : $K_2CO_3 + H_2O$

#### 2) 화학 / 분해 반응

##### (1) 화학반응



##### (2) 분해반응



#### 3) 소화원리

- (1) 칼륨 이온( $K^+$ )에 의한 부촉매 효과
- (2)  $H_2O$ 에 의한 냉각
- (3)  $H_2O$ ,  $CO_2$ 에 의한 희석
- (4) 수산화칼륨( $KOH$ ) 피막에 의한 비누화 작용

#### 4) 특징

현재 NFPA에서는 Wet Chemical을 적용하도록 규정

### 5. 소손 대책

- 1) 상업용 주방자동소화장치 법적 의무화
- 2) K급 소화기 제도 보완
  - (1) 기존 소화기는 기름 등이 튀는 현상(Splashing) 발생
  - (2) 조리기구 가까이 배치
- 3) 유지관리기준 법적 의무화

## 2-6. LED용 SMPS(Switching Mode Power Supply)와 관련하여 다음을 설명하시오.

### 1) 구조 및 동작원리 2) 소손패턴

답)

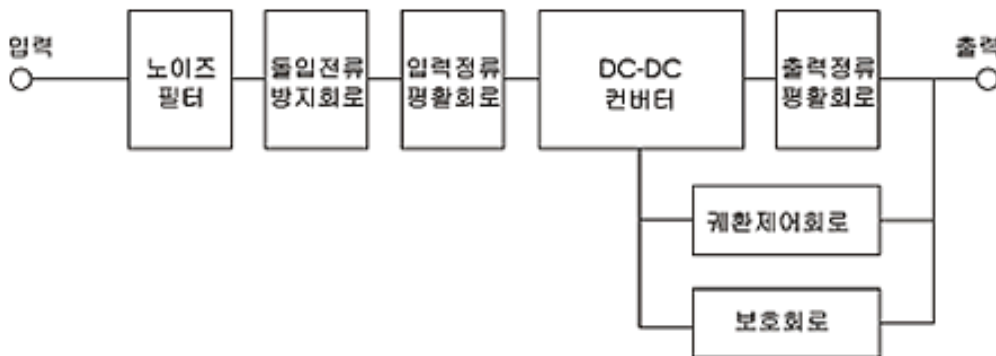
출처' 각종 전기 자료

#### 1. 개 요

- 1) SMPS는 교류를 직류로 바꿔주는 전원 변환 장치로 모든 유도등 LED는 SMPS가 필요하다.
- 2) 현재 LED용 유도등에서 LED만 놓고 보았을 때 수명시간이 3만~5만 시간으로 정하였으나 그 전에 SMPS 부분이 먼저 불량 발생하는 경우가 많다.
- 3) 이로 인하여 실제 LED 조명의 수명시간을 만족하지 못하며, 안정기 수명시간도 대체적으로 3년 정도 소모가 되면 퓨즈 및 컨덴서 등의 부품 수명으로 인하여 불량이 발생하게 된다.

#### 2. SMPS의 기본구성

- 1) SMPS의 기본구성은 교류 입력 전원으로부터 입력 정류 평활 회로를 통해 얻은 직류 입력 전압을 직류출력 전압으로 변화하는 DC-DC 컨버터, 출력 전압을 안정화 시키는 궤환 제어 회로, 과전압, 과전류 보호 회로 등으로 되어있다.



#### 2) 궤환 제어 회로

- (1) 출력 전압의 오차를 증폭하는 오차 증폭기
- (2) 증폭된 오차와 삼각파를 비교하여 구동 펄스를 생성하는 비교기
- (3) DC-DC 컨버터의 주 스위치를 구동하는 구동회로 등으로 구성

#### 3) DC-DC 컨버터

- (1) 주 스위치와 환류 다이오드
- (2) 2차의 저역 통과 필터인 LC 필터 등으로 구성

- 4) SMPS의 회로 방식은 고주파 트랜스포머의 유무에 따라 크게 비절연형과 절연형으로 나눌 수 있는데, 비절연형 으로서는 Buck 방식, Boost 방식, Buck-Boost 방식, Cuk 방식 등이 있고, 절연형 으로서는 Flyback 방식, Forward 방식, Full-Bridge 방식, Half-bridge 방식 등이 있다

### 3. 동작원리

AC 전원  $\Rightarrow$  정류기  $\Rightarrow$  노이즈필터/돌입전류 방지  $\Rightarrow$  DC-DC 컨버터  $\Rightarrow$  출력

### 4. 소손패턴

#### 1) 과 열

- (1) 고조파 등에 의한 과열로 콘덴서 소손
- (2) 과부하에 의한 과열

#### 2) 서지 유입 등에 의한 소손

#### 3) LED와 SMPS의 결선 불량

## 제 3교시 문제풀이

### 3-1. 건축물의 지하층 구조 및 지하층에 설치하는 비상탈출구의 기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 2권 305P

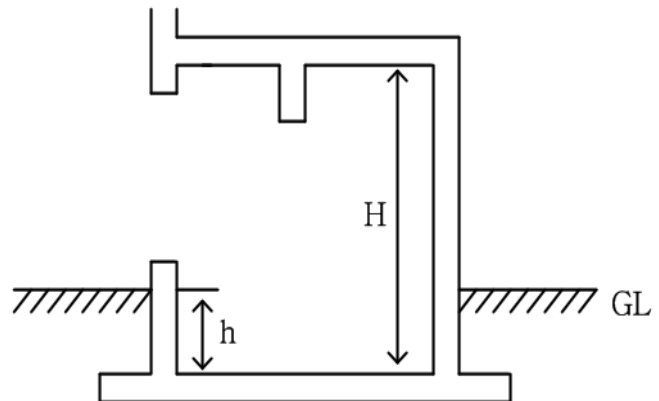
#### 1. 개요

- 1) 건축물의 지하층은 도시의 고밀도화 및 활용도를 높이기 위해 설치하는 필수적이라 할 수 있다.
- 2) 지하층은 주차장·지하가·지하철·지하공동구 등 다양한 형태가 있으며 지상에서의 화재와는 다른 화재특성을 가지고 있다.
- 3) 비상탈출구는 비교적 소규모 지하층에서 양방향 피난을 위해 설치하는 중요한 수단임에도 불구하고 유지관리가 잘 이루어지지 않아 유사시 이용하기 적합하지 않은 경우가 많다.

#### 2. 지하층의 정의

- 1) 건축물의 바닥이 지표면 아래에 있는 층,
- 2) 바닥에서 지표면까지 평균높이가 해당 층 높이의 2분의 1 이상

$$h \geq \frac{1}{2}H$$



#### 3. 지하층의 구조 및 설비

- 1) 거실의 바닥면적이  $50m^2$  이상인 층에는 직통계단 외에 피난층 또는 지상으로 통하는 비상탈출구 및 환기통을 설치할 것. 다만, 직통계단이 2개소 이상 설치 시 제외.
- 2) 2종근린생활 중 공연장 단란주점 당구장 노래연습장 문화 및 집회시설 중 음식점·공연장·수련시설, 숙박시설 중 여관·여인숙, 위락시설 중 단란주점·유흥주점, 다중이용업소의 용도로서 그 층 거실 바닥면적합계가  $50m^2$  이상인 건축물에는 직통계단을 2개소 이상 설치할 것.
- 3) 바닥면적이  $1,000m^2$  이상인 층에는 피난층(지상)으로 통하는 직통계단을 방화구획으로 구획되는 각 부분마다 1개소 이상 설치하고, 피난계단 또는 특별피난계단구조로 할 것.
- 4) 거실 바닥면적 합계가  $1,000m^2$  이상인 층에는 환기설비를 설치할 것.
- 5) 지하층의 바닥면적이  $300m^2$  이상 층은 급수전(식수공급)을 1개소 이상 설치할 것.

#### 4. 비상탈출구 설치기준

- 1) 비상탈출구의 유효너비는 0.75 m, 유효높이는 1.5 m 이상으로 할 것.
- 2) 비상탈출구의 문은 피난방향으로 열리도록 하고, 실내에서 항상 열 수 있는 구조로 하여야 하며, 내부 및 외부에는 비상탈출구의 표시를 할 것.
- 3) 비상탈출구는 출입구로부터 3 m 이상 떨어진 곳에 설치할 것.
- 4) 지하층의 바닥으로부터 비상탈출구의 아랫부분까지의 높이가 1.2 m 이상이 되는 경우에는 벽체에 발판의 너비가 20 cm 이상인 사다리를 설치할 것.
- 5) 비상탈출구는 피난층 또는 지상으로 통하는 복도나 직통계단에 직접 접하거나 통로 등으로 연결 될 것.
- 6) 피난층 또는 지상으로 통하는 복도나 직통계단까지 이르는 피난통로의 유효너비는 0.75 m 이상으로 하고, 피난통로의 실내에 접하는 부분의 마감과 그 바탕은 불연재료로 할 것
- 7) 비상탈출구의 진입부분 및 피난통로에는 통행에 지장이 있는 물건을 방치하거나 시설물을 설치하지 아니할 것.
- 8) 비상탈출구의 유도등과 피난통로의 비상조명등의 설치는 소방법령이 정하는 바에 의할 것.

#### 5. 결론

- 1) 지하층에 설치하는 비상탈출구는 피난안전성 확보를 위해 평상시에 유지관리를 철저히 하여야한다. 비상탈출구 진입부분이나 피난통로를 막는 등의 위법행위를 하지 않도록 해야한다.
- 2) 지하층 이용자에 대해 다중이용업소 특별법에 규정하는 비상구처럼 피난경로에 대해 안내를 통한 사전 숙지가 필요하다.

### 3-2. 화학공장의 정량적 위험도 평가(Quantitative Risk Assessment) 7단계에 대하여 설명하시오.

답)

출처 안전보건공단 연구보고서

#### 1. 화학공장의 정량적 위험도 평가 개요

- 1) 위험성평가란 유해·위험 요인을 사전에 찾아내어 어느 정도로 위험한지 정량화하고 그 정량화한 위험성의 크기에 따라 대책을 세워 사고를 미연에 방지하기 위한 일련의 과정이다.
- 2) 정량적 평가는 정성적인 위험요소를 확률적으로 분석·평가하는 정량적인 평가기법이다.

#### 2. 화학공장의 정량적 위험도 평가 7단계

- 1) 1단계 : 플랜트 건물의 식별 및 분류
  - (1) 화학공장의 위험물 및 가연성 물질 등의 종류 확인
  - (2) 화학공장의 주된 용도 및 규모 확인
  - (3) 평가대상을 공정단계별 분류
- 2) 2단계 건물에 영향을 미칠수 있는 중대사고의 확인
  - (1) 위험요소 확인(정성적 평가)
  - (2) 과거 사고 자료를 통한 사고 발생확률 계산
  - (3) 건축물 및 공정 등에 영향을 미치는 요인 분석
- 3) 3단계 : 잠재적인 Consequence의 모델링
  - (1) 공정상의 위험이 사고로 진전되었을 때 인명과 재산 손실의 크기를 평가
  - (2) 누출원 모델링: 누출용기의 상태 누출시간 등을 고려하여 평가
  - (3) 확산·화재·폭발 모델링 및 사고영향 모델링 분석
- 4) 4단계 : 건물 건전성 평가
  - (1) 3단계의 결과로 인한 건물 및 공정상의 건전성 평가
  - (2) 건물의 구조적 안전성 및 기능 유지 평가
- 5) 5단계 : 정량적 위험성평가의 필요성 평가
 

정량적 위험성 평가에 대한 결과의 유효성 확인 및 평가
- 6) 6단계 : 잠재위험 사건 결과의 빈도 계산
  - (1) 특정기간 혹은 환경에서 어떤 원하지 않는 상황들을 유발시키는 사건들이 발생할 확률을 수치화하여 보다 안전한 공정을 도입할 수 있다.
  - (2) 일반적으로 FTA와 ETA를 조합하여 특정사고 에 대한 빈도를 구한다.
    - ① FTA
      - Top event를 발생시키는 원인들과의 관계를 논리기호를 사용하여 Fault tree를 만들고 이를 근거로 시스템의 고장확률을 구하는 정량적이 평가 방법
      - FTA는 하나의 특정사고에 대한 원인을 파악하는 연역적 기법으로서 결함수로부터 장치이상 및 운전자 실수의 조합을 알아내는 방법이다.



② ETA

- ETA는 초기 사건에서부터 마지막 결과까지 발생경로를 추론하는 귀납적 분석으로서 각 발생 경로별 확률을 계산하는 정량적 분석기법이다.
- 사건수를 작성하여 초기 사건으로부터 후속 사건까지의 순서 및 상관관계의 파악이 가능하다.

7) 7단계 : 위험성 수준 계산(Risk Measure & Presentation)

- (1) Risk는 손실 또는 상해의 가능성 및 크기라는 관점에서 경제적인 손실 또는 인간의 상해의 척도로 정의할 수 있다.

(2) 표현방법

- ① Risk Indices : 단순히 위험의 정도를 제시하는 간단한 숫자 또는 도표
- ② Individual Risk : 사고의 영향 범위내의 어느 지점에 있을지도 모르는 개인에 대한 위험을 표시
- ③ Societal Risk : 사고의 영향 범위 내에 있을지도 모르는 일반 대중에 대한 위험을 표시

8) 최종단계 : 허용 가능한 위험성 지침과 위험성 결과의 비교

### 3-3. 가스계소화설비에서 설계농도 유지시간(Soaking Time)에 영향을 주는 요소 및 방호구역 밀폐시험에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 1권 388p, 391P

#### 1. Soaking Time의 개념

1) Soaking Time이란 가스계 소화약제가 방사되어 소화를 하고, 재발화를 방지하기 위하여 필요한 설계농도의 유지시간으로서 심부화재에서는 약제가 가연물 내부로 침투하는데 필요한 시간을 말한다.

##### 2) Descending Interface Mode

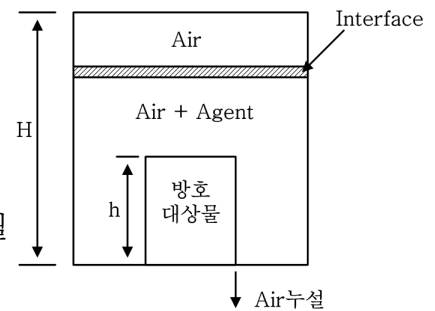
(1) 경계면(Interface)이 시간에 따라 강하하는 형태

① Air부 : 소화불가능

② Air + Agent부 : 소화가능

(2) 설계농도유지시간 : 경계면이 초기 높이( $H$ )에서  $h$ 로 강하될 때까지의 시간

(3) 방호구역 하부의 개구부가 Soaking Time에 영향을 미친다.

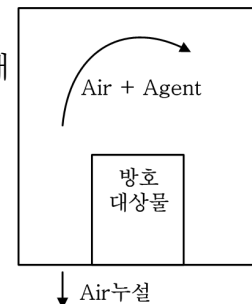


##### 3) Mixing Mode

(1) 방호구역 전체에 걸쳐서 Air+Agent의 혼합기체가 분포되는 형태

(2) 설계농도유지시간: 혼합기체의 농도가 최소 설계농도로 저하될 때까지의 시간

(3) 방호구역의 모든 개구부가 Soaking Time에 영향을 미친다.



#### 2. Soaking Time의 필요성

1) 전역방출방식의 가스계 소화설비에서는 화재 시 일정시간 내에 규정된 농도만큼 약제를 방출하여 일정시간동안 그 농도를 유지해야 소화가 가능하다.

2) 방호구역에는 개구부나 누설 틈새가 존재하며 이를 통해 가스·공기의 혼합기체가 누설되면 농도 유지가 어려워지므로 이를 보완하기 위하여 보통 개구부에 대한 약제량 보정을 하고 있다.

##### 3) Soaking Time의 목적

(1) A급 심부화재의 재발화 방지 및 소화

(2) 비상조치반의 활동 개시시간 고려

(3) 고온 표면 등에 의한 재착화 방지

##### 4) Soaking Time의 영향인자

(1) 개구부의 크기 : 클수록 짧아진다.

(2) 개구부의 높이 : 높이가 높을수록 같은 면적이어도 누출량이 적다.

- (3) 개구부의 위치 : 가스약제는 공기보다 무거우므로 아래쪽의 개구부에서의 약제 누출량이 많다.
- (4) 설계농도 : 농도가 높으면 그에 따른 압력차로 인해 더 많은 양이 누출된다.
- (5) 방사시간 : 단시간에 모두 방사할수록 압력차로 인해 더 많이 누출된다.

### 3. Soaking Time에 대한 국내외 규정

- 1) 국내기준 : Soaking Time과 관련한 명시된 기준 없다.
- 2) NFPA 기준
  - (1) CO<sub>2</sub> 소화설비: 심부화재에 대해 20분
  - (2) Halon/Clean Agent 소화설비 : 각 10분

### 4. 방호구역 밀폐시험의 개념

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

#### 4) 방호구역 밀폐시험의 종류

- (1) 실제방출시험
  - ① Full Discharge Test : 소화약제 방출
  - ② Puff Test
 

극히 일부 저장용기의 소화약제만을 방출시키는 소위 간이시험으로 농도유지에 대한 성능은 확인 불가능하고, 방출 경로 및 밸브동작여부의 확인 가능하다.
- (2) 간접시험
  - ① 컴퓨터시뮬레이션 시험
 

실제 개구부에 대한 변수들을 모두 정확하게 대입하기는 어렵다.
  - ② Enclosure Integrity Test(밀폐테스트)
- (3) 기밀도 검사(Door Fan Test)
  - ① NFPA 2001 관련규정 : 기밀도 검사는 최소 12개월마다 시행
  - ② GAP Guidelines : 기밀도 검사는 최소 6개월마다 시행

## 5. Door Fan Test

### 1) 개념

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

### 2) 시험절차

- (1) 자료준비 : 건축·공조·소화설비 도면 등을 준비
- (2) 자료검토
  - ① 준비한 도면을 통해 방호구역의 체적·개구부 크기·공조 방법 등 확인
  - ② 소방 도면을 통해 설치된 가스계 소화설비의 설계기준 확인
- (3) 온도·압력·풍압·풍량 측정
- (4) Door Fan 설치
  - ① Door Fan은 방호구역 출입문에 설치
  - ② 자동폐쇄장치가 있는 개구부는 폐쇄
  - ③ 계측기기 (유량계, 압력측정장치)의 보정 및 설치
- (5) 감/가압 시험
  - ① 실내외의 정압차 측정
  - ② 감/가압 범위 결정
  - ③ Door Fan 가동
  - ④ 감/가압 및 유량 측정
  - ⑤ 실내외의 공기온도 측정
- (6) 시험 결과 분석
  - ① 시험 자료를 프로그램에 입력
  - ② 설계 농도 유지시간의 산출
- (7) 정밀도 검증 : 시험 결과에 대한 정밀도를 검증한다.
- (8) 조 치
  - ① 시험 결과가 부적합한 경우, 누출부를 확인하여 기밀성 보완
  - ② 기밀 보완후 시험을 반복하여 효과를 확인

### 3) 특 징

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

### 3-4. 복사 쉴드(Shield)와 관련하여 다음을 설명하시오.

#### 1) 복사 쉴드(Shield)의 개념 2) 복사 쉴드(Shield) 수에 따른 열유속 변화

답)

출처 소방기술모아 1권 530p

#### 1. 복사 쉴드(Shield)의 개념

1) 열전달의 하나인 복사에 있어서 열의 출력이 저하되는 요소가 복사쉴드이다.

2) 복사 쉴드(Shield)의 요소는 방사율과 형태계수 등이 있다.

#### 3) 방사율(Emissivity, 복사능)

##### (1) 방사율 개념

- ① 방사율이란 실제출력과 최고출력 간의 비율이다. 물체는 열을 최고출력으로 복사하지 못하며, 표면에 따라 그 출력이 감소된다.
- ② 방사율은 수열체가 아닌 방열체에 따라 결정된다.
- ③ 방사율은 일반적으로  $0.8 \pm 0.2$ 의 범위이다.

##### (2) 방사율( $\epsilon$ ) 계산식

$$\epsilon = 1 - e^{-kd}$$

k : 유효방사계수 또는 흡수계수 [ $m^{-1}$ ], d : 화염의 두께 [m]

#### 4) 형태 계수 또는 배치 계수( $\Phi$ ; Configuration factor)

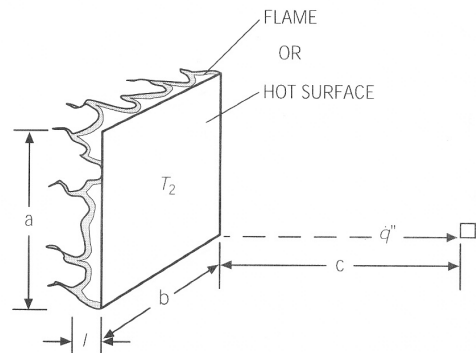
##### (1) 형태 계수의 개념

- ① 복사열의 방열체와 수열체 간의 거리, 위치 및 각각의 형태를 고려하는 인자. 즉, 방열체와 수열체의 기하학적인 배치 형태에 대한 계수이다.
- ② 화재나 열원으로부터 멀리 떨어진 목표물이 받는 복사열류는 방사된 열류보다 감소되는데, 이러한 감소된 에너지분을 배치계수라 한다.
- ③ 이러한 배치계수는 거리와 방사열원의 크기, 형태 및 복사체와 수열체간의 위치에 따라 달라진다.

##### (2) 형태 계수의 계산식

$$\Phi = \frac{1}{90} \left[ \frac{x}{\sqrt{1+x^2}} \tan^{-1} \left( \frac{y}{\sqrt{1+x^2}} \right) + \frac{y}{\sqrt{1+y^2}} \tan^{-1} \left( \frac{x}{\sqrt{1+y^2}} \right) \right]$$

$$x = \frac{a}{c} = \frac{\text{높이}}{\text{거리}}, \quad y = \frac{b}{c} = \frac{\text{폭}}{\text{거리}}$$



## 2. 복사 쉴드(Shield) 수에 따른 열유속 변화

### 1) 복사열 계산식

#### (1) 면 열원인 경우

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

$\Phi$  : 형태계수,  $\epsilon$  : 복사능,  $T$  : 절대온도 [K]  
 $\sigma$  : 스테판-볼츠만 상수 [ $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ]

#### (2) 점 열원인 경우(수열체가 화염으로부터 화염 직경 2배 이상 떨어진 경우)

$$\dot{q}'' = \frac{X_r \times \dot{Q}}{4\pi c^2}$$

$\dot{Q}$ : 열 방출속도 [kW],  $X_r$ : 전체 발열량 중 복사로 방출되는 비율  
 $c$ : 화염과 수열체 간의 거리 [m]

### 2) 방사율(Emissivity)에 의한 열유속 변화

$$\dot{q}'' = \epsilon \times \sigma \times T^4$$

$\epsilon$  : 복사능,  $T$  : 절대온도 [K]  
 $\sigma$  : 스테판-볼츠만 상수 [ $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ]

#### (1) 방사율에 의한 열유속 변화

- ① 실제출력과 최고출력 간의 비율로서 물체는 열을 최고출력으로 복사하지 못하며, 표면에 따라 그 출력이 감소된다.
- ② 방사율은 수열체가 아닌 방열체에 따라 결정된다.
- ③ 방사율은 일반적으로  $0.8 \pm 0.2$ 의 범위이다.

#### (2) 완전 흑체(Black body)

- ① 흡수능  $\alpha = 1$ 인 물체로서, 복사에너지를 모두 흡수한다.
- ② 열역학 제1법칙에 의하여, 복사능 ( $\epsilon$ )도 1이 된다.
- ③ 모든 물체의 복사능은  $0 < \epsilon < 1$ 이므로, 복사에너지는 흑체보다 작다.

### 3) 형태 계수 ( $\Phi$ ; Configuration factor)에 의한 열유속 변화

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

$\Phi$  : 형태계수,  $\epsilon$  : 복사능,  $T$  : 절대온도 [K]  
 $\sigma$  : 스테판-볼츠만 상수 [ $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ]

- ① 복사열의 방열체와 수열체 간의 거리, 위치 및 각각의 형태를 고려하는 인자. 즉, 방열체와 수열체의 기하학적인 배치 형태에 대한 계수이다.
- ② 화재나 열원으로부터 멀리 떨어진 목표물이 받는 복사열류는 방사된 열류보다 감소되는데, 이러한 감소된 에너지분을 배치계수라 한다.
- ③ 이러한 배치계수는 거리와 방사열원의 크기, 형태 및 복사체와 수열체간의 위치에 따라 달라진다.

### 3. 결론

- 1) 방사율 및 형태계수 등에 의해 복사열 수가 많은 경우 열유속이 감소한다.
- 2) 이에따라 화재확산의 억제는 가능하나 화재실의 온도를 더욱 상승 시킬 수 있다.
- 3) 복사열 수가 적을 경우 외부로 빠져나가는 열유속이 커서 화재확산 위험성이 증가 하며 화재실 온도 상승효과는 작아지므로 화재실 화재 성장을 늦추는 효과는 있다.

#### ※ 임계 복사 수열량

- 1) 통증 한계 :  $1 \text{ kW/m}^2 \rightarrow$  단시간 내 수포발생 :  $4 \text{ kW/m}^2$
- 2) 목재의 발화한계 :  $10 \text{ kW/m}^2$   
인접건물로의 연소확대에서 고려하는 수치
- 3) 바닥 수열량  
열유속은  $20 \text{ kW/m}^2$ 이고, Flash over의 발생한계 수치

### 3-5. 원심펌프 운전 시 발생할 수 있는 공동현상, 수격작용, 맥동현상, Air Binding에 대하여 각각의 문제점과 방지대책을 설명하시오.

답)

출처 소방기술사 1권 31p

#### 1. 공동현상

##### 1) 개념

공동현상이란, 펌프 흡입 측 배관내의 압력이 국부적으로 포화증기압 이하로 내려가 물이 증발하여 기포가 생기는 현상을 말한다

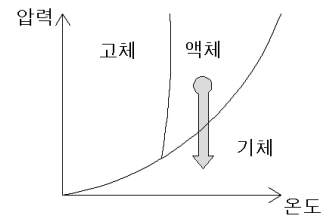
##### 2) 공동현상 발생원인

###### (1) 압력과 비등점

압력이 낮을수록 저온에서도 액체는 기화된다.

###### (2) 물의 증발원인

- ① 물은 대기압에서는 100℃에서 기화되지만, 대기압보다 낮은 압력에서는 100℃보다 낮은 온도에서도 기화된다.
- ② 원심식 펌프 흡입측 부분은 물의 흡입을 위해 대기압보다 낮은 압력이 형성된다.
- ③ 흡입측의 좁은 유로로의 고속유입(속도수두 증대)이나 배관 내의 요철(마찰증대) 등으로 인해 압력이 저하되어 주위 온도의 포화증기압 이하로 낮아져 물이 증발된다.



##### 3) 문제점

- (1) 발생된 기포가 펌프의 토출 지점에서 터져 충격, 소음, 진동의 원인이 된다.
- (2) 펌프 안내 갭 부근에서 발생될 경우 펌프의 효율이 저하된다.
- (3) 충격이 심한 경우 벽면이 침식되고 임펠러가 손상된다.

##### 4) 방지대책

###### (1) 흡입배관 내에 물을 채워둔다.

- ① Foot valve를 설치하여 흡입배관 내의 물이 수조 내부로 역류되는 것을 방지한다.
- ② 물올림 장치를 설치

###### (2) $NPSH_{av}$ 를 크게 한다.

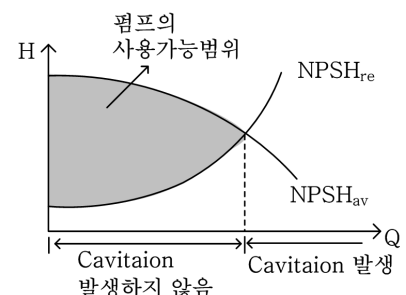
- ①  $P_a$ 의 증가 : 압력수조를 사용하여 대기압보다 높은 압력을 수면에 가한다.

###### ② $H_h$ 의 감소

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

###### ③ $H_f$ 의 감소

- 흡입측 배관길이를 가급적 짧게 설계한다.
- 굴곡부나 불필요한 배관부속을 설치하지 않는다.
- 흡입측에는 버터플라이 밸브를 설치하지 않는다.





- 배관경을 크게 한다.
- ④  $H_v$ 의 감소 : 임펠러의 회전속도를 줄인다.
- (3)  $NPSH_{re}$ 를 작게 한다.
  - ① 펌프의 선정 시  $NPSH_{re}$ 가 충분히 작은 모델을 선정한다.
  - ② 양흡입 펌프로 설계한다.

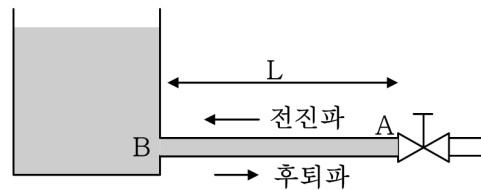
## 2. 수격작용

### 1) 개념

- (1) 흐르던 유체가 갑자기 정지하면, 감속된 운동에너지가 압력에너지로 변환되어 상류 측으로 압축파가 진행된다.
- (2) 진행 중에 막힌 부분이 있으면 이에 부딪혀 다시 압축파가 되돌아오며, 이러한 압축파의 왕복이 반복되면서 소음, 진동이 발생하고 마치 망치로 배관을 두드리는 소리가 나는 현상을 Water Hammering이라 한다.

### 2) 발생원인

- (1) 펌프의 급정지
- (2) 밸브의 급격한 폐쇄
- (3) 유속에 급격한 변화가 발생한 경우
- (4) 유체의 압력변동이 있는 경우



### 3) 수격현상의 문제점

- (1) 배관의 파손
- (2) 압력상승

$$P = \frac{9.81 \times a \times v}{g}$$

$\Delta P$  : 상승된 압력 [kPa]  
 $v$  : 유속 [m/s]

$a$  : 압력파 속도 [m/s]  
 $g$  : 중력가속도 [ $m/s^2$ ]

$$\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma}$$

유체의 속도차 에너지가 압력차 에너지로 발생한다.

- ① 유속 및 압력파의 속도에 비례
- ② 충격파의 속도는 유체 내부에서 음속과 동일하다.
- ③ 배관의 길이 및 형태는 무관하다.
- (3) 배관의 진동 충격음 발생
- 4) 수격작용의 방지대책
  - (1) 배관경을 크게 하여 배관 내 유속을 낮춘다.
  - (2) 밸브 개폐를 서서히 한다.
    - ① NFPA기준에서는 모든 소방기기의 개폐조작은 최소 5초 이상 소요시키도록 규정
    - ② 기어식 버터플라이 밸브를 사용

- (3) 펌프에 fly wheel을 설치한다. fly wheel은 펌프의 정지 시 급격한 속도 변화를 방지한다.
- (4) 펌프 토출측에는 스모렌스키 체크밸브를 설치하여 충격파로부터 펌프를 보호한다.
- (5) 배관에 수격방지기를 적절한 위치에 설치한다.

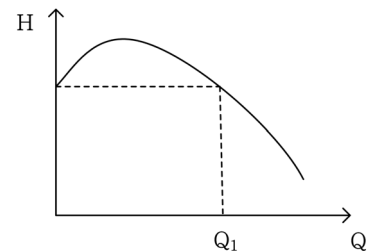
### 3. 맥동현상

#### 1) 개념

- (1) 송풍기 또는 펌프의 운전 초기에 저유량 영역에서 발생하는 현상으로, 유량(풍량)과 압력이 주기적으로 변화하여 안정된 운전이 불가능한 현상이다.
- (2) 펌프가 운전 중에 한숨을 쉬는 것과 같은 상태가 되어 펌프의 입구와 출구의 진공계, 압력계의 지침이 흔들리고 동시에 송출유량이 변화하는 현상을 말하며, 송출압력과 송출유량 사이에 주기적인 변동이 일어나는 현상을 말한다.
- (3) 서징현상은 원칙적으로 고유량 송풍기를 저유량 영역에서 사용 시 발생한다. 펌프도 서징현상이 발생할 수 있으나, 소방용 원심펌프의 대부분은 우하향곡선이라서 서징현상이 발생하기 어렵다.

#### 2) 맥동현상의 발생

- (1) 펌프의 H-Q 곡선이 그림과 같이 산형구배가 있다.
- (2) 토출관로 길고, 중간에 수조·공기고임부가 있다.
- (3) 공기 고임부 이후에 있는 밸브에서 토출량을 조절한다.
- (4) 서어징 발생영역인 토출량  $Q_1$  이하로 운전된다.

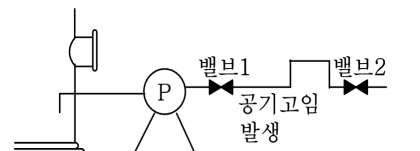


#### 3) 문제점

- (1) 규정 방수압 및 규정 방수량 공급이 어려움  
사람이 없는 상태에서 화재가 발생되어 펌프가 기동한 상태에서 서어징현상이 발생되면, 규정 방수압과 유량을 설비에 공급할 수 없다.
- (2) 토출량이 계속 변하므로, 안정된 물 공급이 되지 못한다.
- (3) 흡입 및 토출배관에 주기적인 진동과 소음을 발생시킨다.
- (4) 장시간 서어징 상태를 유지하게 되면, 설비가 파손될 수 있다.

#### 4) 맥동현상 방지대책

- (1) 펌프의 H-Q 곡선이 우하향 구배인 펌프를 사용한다.
- (2) 유량조절밸브를 펌프 토출측 직근에 설치한다.
- (3) 바이패스관을 사용하여 운전점이 펌프의 우하향 구배 구간이 되도록 한다.
- (4) 배관 중에 수조 또는 기체 상태인 부분이 없도록 배관한다.
- (5) 송풍기 맥동현상 방지대책
  - ① 방 풍 : 가장 일반적인 방법으로 토출밸브를 열어 풍량을 대기중으로 방출한다. 낭비가 크고 신뢰도 저하
  - ② By-Pass : 방풍한 여분의 풍량을 송풍기 흡입측으로 되돌린다.



- ③ 흡입조임 : 흡입댐퍼나 Vane을 조여 성능곡선 우측의 운전점으로 이동시킨다.
- ④ 우하향 성능곡선의 송풍기의 사용

#### 4. Air Binding

##### 1) 개념

원심펌프 내에 공기가 차 있으면 공기의 밀도는 물의 밀도보다 작으므로 수두를 감소시켜 송수가 되지 않는 현상

##### 2) 문제점

- (1) 펌프내 공기에 따른 부압형성으로 송수불능
- (2) 캐비테이션 발생으로 임펠러 손상
- (3) 펌프의 공회전에 따른 과열로 펌프 손상

##### 3) 방지대책

- (1) 입상관 최상부에 Air Vent 밸브를 설치한다.
- (2) 펌프 및 배관 내의 물 유출 방지한다.
- (3) 펌프의 작동전 공기를 빼거나 자동공기제거펌프(Selp Priming Pump)를 사용한다.
- (4) 펌프설치 시 흡입배관은 펌프쪽으로 1/50 이상 오름경사를 두어 시공한다.

### 3-6. 물질의 발열량과 관련하여 다음을 설명하시오.

#### 1) 발열량의 종류 2) 발열량 측정방법

답)

출처 소방기술사 1권 44p, 논문자료

#### 1. 개요

- 1) 발열량은 단위질량의 물질이 완전연소했을 때 방출하는 열량이며 연소열이라고도 한다.
- 2) 연소생성물(H<sub>2</sub>O)이 기체인지 액체인지에 따라서 연소열은 다르다.

#### 2. 발열량의 종류

##### 1) 고위발열량

- (1) 연료가 연소한 후 연소가스의 온도를 최초 온도까지 내릴 때 분리하는 열량
- (2) 연소가스 중의 수증기는 응축하여 액체가 되며 응축할 때 응축열을 발산하고 그 응축열까지 포함하여 열량을 계산한 것으로 발생한 H<sub>2</sub>O가 액체형태로 존재한다.
- (3) 고위발열량  $H_H = H_L(\text{저위발열량}) + H_s(\text{응축열 } 539\text{kcal/kg})$

##### 2) 저위발열량

- (1) 고위발열량에서 H<sub>2</sub>O의 응축잠열을 뺀 열량으로 연소생성물(H<sub>2</sub>O)이 기체 상태이다.
- (2) 저위발열량  $H_L = H_H(\text{고위발열량}) - H_s(\text{응축열 } 539\text{kcal/kg})$

##### 3) 소방에서의 적용

화학의 기본개념은 고위 발열량이지만 화재와 관련된 경우 연소생성물(H<sub>2</sub>O)이 기체 상태이므로 저위 발열량을 적용한다.

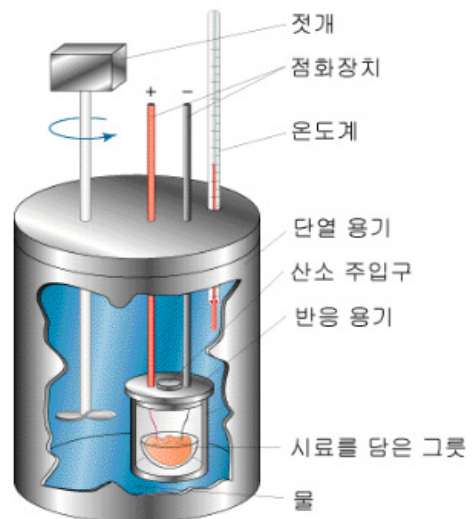
#### 3. 발열량 측정 방법

##### 1) 열량계에 의한 방법

###### (1) 봄베 열량계

- ① 고체 및 액체연료의 고위발열량 측정에 사용
- ② 시험 절차
  - 1g의 시료를 용기에 넣고 전원에 의해 순수 산소 20~35 기압에서 점화
  - 연소된 시료에 의해 발생한 열이 봄베를 둘러싼 물을 가열
  - 온도상승된을 연속적으로 측정하여 발열량 측정

###### (2) 윤켈스식 유수형 열량계 시험절차



약 1리터의 의 시료가스를 일정한 압력하에서 공기와 함께 연소

→ 연소생성물을 최초의 가스 온도까지 냉각시키며 발생한 열의 총량을 물로 흡수

→ 시료가스량, 유수량, 유수의 온도 증가로부터 발열량 계산

→ 보정 후 표준상태에 있어서의 건조가스 1m<sup>3</sup>의 발열량을 산출함 kcal로 표시한 값을 고발열량산출, 저발열량은 고위발열량으로부터 응축수의 응축잠열을 감하여 산출한다.

### (3) 시그마 열량계

2중의 동심원에 배제된 금속제의 팽창제를 일정 조건의 가스로 가열하여 금속을 팽창시키면서 온도의 변화에 따른 상호 위치가 달라지는 원리로 발열량을 측정하는 방법

## 2) 원소분석에 의한 방법

### (1) 가연 3원소 발열량

가연 3원소의 연소열이 기본으로 탄소, 수소, 황이 연소 시 발생 되는 열량을 각각 산출하는 방법으로 고체, 액체의 발열량 계산 시 적용된다.

### (2) 기체 연료의 발열량 계산

① 기체연료 내의 가연성분 등의 발열량을 산출하는 방법

② 공업용 연료에서는 일산화탄소, 수소, 포화탄화수소와 불포화탄화수소 등 각각의 가연성분의 발열량을 전체 합산하여 발열량으로 계산한다.

## 3) 공업분석에 의한 방법

(1) 폐기물의 3가지 성분(고정탄소+휘발분, 수분, 회분)의 조성비를 통해 발열량을 측정

(2) 간편한 방식이지만 오차가 있으므로 열량계에서 측정한 발열량과 비교할 필요가 있다

(3) 연료가 불균일한 물질인 경우와 수분을 50% 이상 함유할 경우 측정신뢰도 저하된다.

# 제 4교시 문제풀이

4-1. 소방시설공사업법령에서 감리업자가 수행해야 할 업무와 공사감리 결과를 통보 시 감리결과보고서에 첨부서류 및 완공검사의 문제점에 대하여 설명하시오.

답)

출처 소방설비감리실무, 소방공사감리 업무절차서

## 1. 감리업자 수행업무

### 1) 감리자 및 감리원의 기본업무

구분	주요 업무내용
적법성 (관련법 준수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>소방시설 등의 설치계획표 검토</li> <li>소방시설 등의 시공이 설계도서와 화재안전기준(NFSC)에 맞는지도, 감독</li> <li>피난 및 방화시설 검토</li> <li>실내 장식물의 불연화와 방염물품 검토</li> </ul>
적합성 (적법성과 기술상의 합리성)	<ul style="list-style-type: none"> <li>소방시설 등의 설계도서 검토</li> <li>소방시설 등의 설계변경 사항 검토</li> <li>소방용품 등의 위치, 규격 및 사용 자재 검토</li> <li>공사업자가 작성한 시공상세도 검토</li> </ul>
성능시험	<ul style="list-style-type: none"> <li>완공된 소방시설물의 성능시험</li> </ul>

\* 소방시설공사업법 제16조

### 2) 감리의 역할

- (1) 발주자 대행으로서 공정관리, 품질관리, 시공관리, 안전관리 등에 대한 기술지도
- (2) 발주자의 감독권한을 대행
- (3) 월간보고서, 감리결과보고서 작성, 검측업무 및 완공검사 등

### 3) 소방감리 준공업무

- (1) 감리결과보고서 등 준공 첨부서류 작성 및 준비
- (2) 소방서 준공서류 제출 및 접수
- (3) 소방시설 완공검사 증명서 교부
- (4) 유지관리지침서, 시설물 인수인계, 감리결과통보서 제출

과거	소방 완공증명서 득	→	건축물 사용승인 득	최종 사용승인까지 수개월~수년 소요 문제점 발생
현재	건축물 사용승인 신청	→	소방 완공증명서	최종 사용승인 시점 앞당겼으나 개선점 있음

## 2. 감리결과보고서의 첨부서류(소방공사업법 시행규칙 제19조)

### 1) 소방청장이 정하여 고시하는 소방시설 성능시험조사표

- (1) 감지 및 소방대상물 개요
- (2) 설치된 각 소방설비의 성능시험조사표, 시험성적서 등
- (3) 방염 및 형식승인, 성능인증 확인표, 시험성적서 등
- (4) 방화 및 피난시설 등 확인표, 시험성적서 등

### 2) 착공 후 변경된 설계변경 소방도면(설계자 날인첨부)

- (1) 소방시설 산출표(착공 시점과의 비교산출표)
- (2) 변경 사유서
- (3) 최종 도면, 시방서, 계산서 등

### 3) 소방공사 감리일지

### 4) 건축 사용승인 신청서 등 증빙서류

## 3. 완공검사시의 문제점

### 1) 현장 확인 / 미확인에 대상에 따른 문제점 발생

- (1) 완공검사 방법(소방시설공사업법 제14조)
  - ① 현장 확인
  - ② 감리결과보고서로 갈음(현장 미확인)
- (2) 완공검사 현장확인 대상(소방시설공사업법 시행령 제5조)
  - ① 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 노유자시설, 수련시설, 운동시설, 숙박시설, 창고 시설, 지하상가 및 다중이용업소
  - ② 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 설비가 설치되는 특정소방대상물
    - ㉠ 스프링클러설비등
    - ㉡ 물분무등소화설비(호스릴 제외)
  - ③ 연면적 1만제곱미터 이상이거나 11층 이상인 특정소방대상물(아파트 제외)
  - ④ 가연성가스를 제조·저장 또는 취급하는 시설 중 지상에 노출된 가연성가스탱크의 저장용량 합계가 1천톤 이상인 시설
- (3) 미확인 현장은 시공사, 감리자가 놓친 사항에 대하여 최종 발견하지 못할 가능성 ↑
- (4) 현장 확인시에도 인력·시간이 부족하므로 모든 것을 다 확인할 수 없기에 한계 발생
- (5) 현장 확인시 미비한 부분의 수정은 비용부담이 많으므로, 사전협의를 통한 필요성 대두

### 2) 사용승인 일정에 맞춘 무리한 공사로 소방설비의 신뢰성 저하

- (1) 순서 자체는 건축 사용승인 신청 → 소방 완공검사 교부로 바뀌었으나, 여전히 무리한 사용승인 일정으로 인한 무리한 공사, 보완공사, 추가공사 등이 여전히 많은 실정임
- (2) 소방완공검사 필증 교부 후 소방감리 배치가 종료되므로, 이후 추가공사시 소방시설의 신뢰성을 보증할 수 없음

### 3) 성능시험 장비 및 인력 부족

- (1) 주감리 및 보조감리 2인으로 모든 건축물의 감지기, 헤드, 시각경보기, 비상방송설비 등 동작확인, 시설점검 하기에는 한계가 있음
- (2) 소방 시설점검에 준하는 장비 및 인력 pool 협력이 필요

### 4) 공정간 간섭사항 협조 어려운 부분이 있음

- (1) 소방설비는 건축-설비-전기 간 협력 공정이 필요한 만큼, 상호연계가 미비한 부분 발생. 안전성, 신뢰성 저하

\* 예시

배연장 전원누락, 미동작(건축-전기)	Access Floor 방화구획 조적 불량(건축-전기)
제연 외기취입구 연기유입(건축-기계-소방)	비상발전기 가동불량(전기)
방화문 도면 누락, 현장 미설치(건축)	연기식 방화댐퍼 기동 불량, 미설치(기계-전기)
소방차 진입로 확보 미비(건축-조경-토목)	비상방송설비 앰프 고장, 음량 불량(전기-소방)

## 4. 보완대책, 개선안

### 1) 완공검사 6개월 소방시설법 '최초점검' 제도 도입

- (1) 기존 사용승인 1년 이내 점검에서 60일 이내 점검으로 단축
- (2) 완공검사 미비 사항을 보다 빠르게 개선 가능

### 2) 준공 전 검사 강화 필요

- (1) 완공 후 미비 사항 개선보다 완공 전 개선이 효율적이므로, 완공검사 시점에 소방시설 점검에 준하는 대규모 점검이 가능하도록 제도개선 검토 필요
- (2) TAB 대상 및 범위 확대 및 현장점검 가능 시스템 구축, 인력지원 등 검토 필요

### 3) CM 제도 정착으로 공정간 시공 완성도 증대

- (1) 계획단계부터 준공 및 유지관리까지 고려한 커미셔닝으로 공정간 완성도 증대
- (2) 이를 통한 소방시설 신뢰성 재고, 시공수정비 및 유지관리비용 절약, 인명안전 도모

### 4) 소방감리 준공업무 관련 교육 확대

### 5) 무리한 사용승인을 제한할 수 있도록 공정관리 제도개선



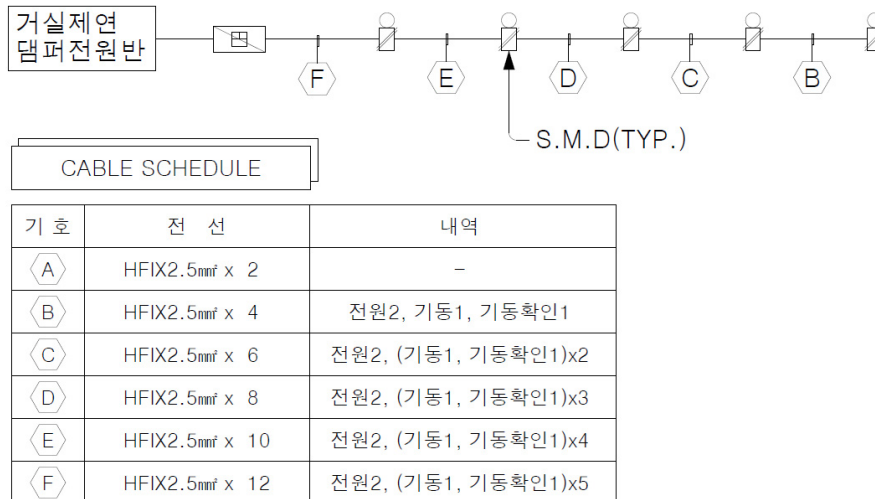
## 4-2. 거실제연설비 제연댐퍼 제어방식을 일반적으로 4선식(전원2, 동작1, 확인1)으로 설계하는데 4선식의 문제점 및 해결 방안을 설명하시오.

답)

출처 실무내용

### 1. 거실제연설비 제연 스케줄댐퍼의 역할과 중요성

#### 1) 제연 댐퍼 설치 흐름도 및 케이블 스케줄



\* 기본가닥수 : 전원 +, - 2가닥 / (댐퍼기동 1가닥, 기동확인 1가닥) × 댐퍼 수

#### 2) 기동, 확인이 1가닥인 이유 : 전원선과 공통선을 겸용

#### 3) 제연 스케줄 댐퍼(Smoke Motor Damper)의 역할과 중요성

- (1) 화재실 : 배출풍도로 전환토록 배출측 SMD 개방, 급기측 SMD 폐쇄
- (2) 인접실 : 유입공기 공급을 위한 급기측 SMD 개방, 배출측 SMD 폐쇄
- (3) 공조점용시 상용환기측 SMD 폐쇄, 제연설비측 SMD 개방
- (4) 중요성 : 댐퍼의 동작유무가 제연설비의 신뢰성 및 성능에 직결  
댐퍼 기동 이상시 제연 실패로 청결층 유지 어려움 → 피난 실패

### 2. 현행 4선식의 문제점

#### 1) 전원 단선시 전체 계통의 기능 불능

- 20~30개의 댐퍼를 하나의 전원선으로 연결
- B~F 기호의 전원 1가닥 단선 또는 단락시, 전체 댐퍼의 기능이 정지됨

#### 2) 댐퍼회로 공통선 가닥수의 제한이 없음

- 댐퍼수 과다, 전선길이 과다시 전압강하로 댐퍼 미작동 발생

#### 3) 제연댐퍼 1개소라도 미가동시 제연성능에 치명적이나, 이를 대비한 Fail Safe 대책 미비

### 3. 해결방안

구분	장점	단점
1) 전원2, 기동2, 기동확인2 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1개소 단선시에도 신뢰성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 댐퍼수×2가닥 비용 상당 증가</li> </ul>
2) 기존 4선식 + LOOP 배선 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 단선시에도 작동, Fail Safe</li> <li>• NFPA72 CLASS A와 같은 개념</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전원 Loop 비용 증가</li> <li>• 기술검증, 호환성, 제품개발 필요</li> </ul>
3) 전원선 댐퍼 수 제한	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1), 2)안과 함께 적용하여 신뢰성 증대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설계자 임의기준이므로, 별도 기준정립 필요</li> </ul>

### 4-3. 터널화재에서 백레이어링(Back Layering) 현상과 영향인자 및 대책을 설명하시오.

답)

출처 금화도감 2권 p.687, 모아 소방기술사 요해 2권 p.794, 관련논문

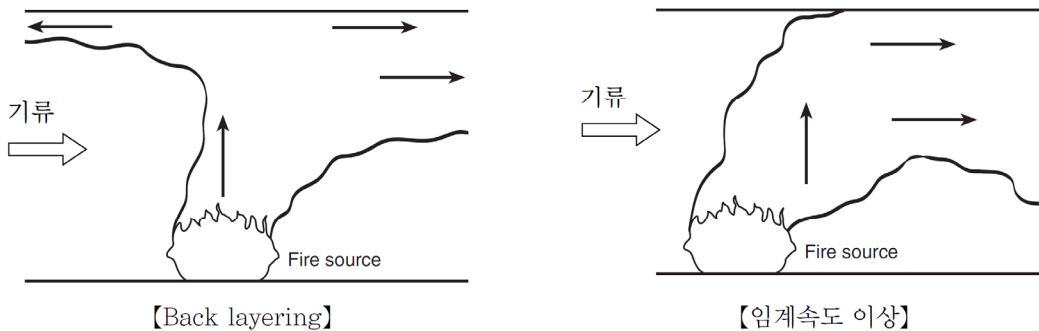
#### 1. 터널화재 역기류(Back Layering)의 개념과 위험성

##### 1) 개념

- (1) 터널화재시 제트팬의 유인풍속을 이기고 역으로 전파되는 연기 기류흐름
- (2) 메커니즘  
화재플럼 부력형성 → 연기상승 → 터널 천장에서 Ceiling Jet Flow 형성 → 터널 제트팬 가동으로 기류 형성 → 임계풍속 미달 → 기류흐름 이기고 역기류 발생
- (3) 역기류를 막기 위한 풍속을 임계풍속이라 하며, 임계풍속 이상의 기류흐름 형성 필요

##### 2) 위험성

- (1) 연기 교란시 연기하강 → 피난자의 연기, 독성가스 흡입으로 인한 질식
- (2) 피난 시야 확보 방해
- (3) 화재 하류측 차량 교통 패닉, 추가 사고 또는 인명피해 유발 등



#### 2. 백레이어링의 영향인자

##### 1) 임계속도(Critical Velocity)

- (1) 백레이어링을 억제하기 위한 최소한의 풍속, 임계풍속 이상의 기류형성 필요
- (2) 임계속도(m/s) 공식

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

$A$  : 터널 단면적       $C_p$  : 비열       $\rho$  : 공기밀도  
 $H$  : 화점~터널 높이       $K_1$  : 0.6       $T_f$  : 화점온도(K)  
 $K_g$  : 터널경사계수       $\beta$  : 보정계수       $Q$  : 화재강도(MW)

※ 도로터널 방재·환기시설 설치 및 관리지침 6.1.2

※ 최종적으로는 CFD 시뮬레이션 통하여 결정

- (3) 터널 단면적, 연기온도가 증가할수록 임계속도 감소 → 백레이어링 감소
- (4) 터널 높이, 하향 경사도, 열방출률이 증가할수록 임계속도는 증가 → 백레이어링 증가
- (5) 외기풍속 강할 시 → 역류에 의한 백레이어링 증가

## 2) 화재강도, 터널 경사도

### (1) 설계 화재강도 및 연기발생량

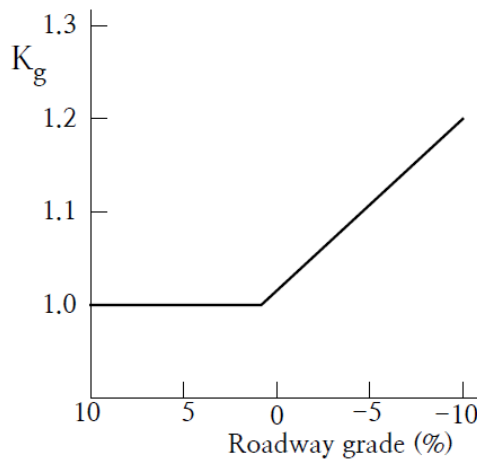
적용차종	승용차	버스	트럭	탱크롤리
화재강도(MW)	5 이하	20	30	100
연기발생량(m <sup>3</sup> /s)	20	60-80	80	200

· 20MW, 80CMS 이상 권장

### (2) 터널 하향 경사도에 따른 임계속도 터널경사 보정계수 $K_g$

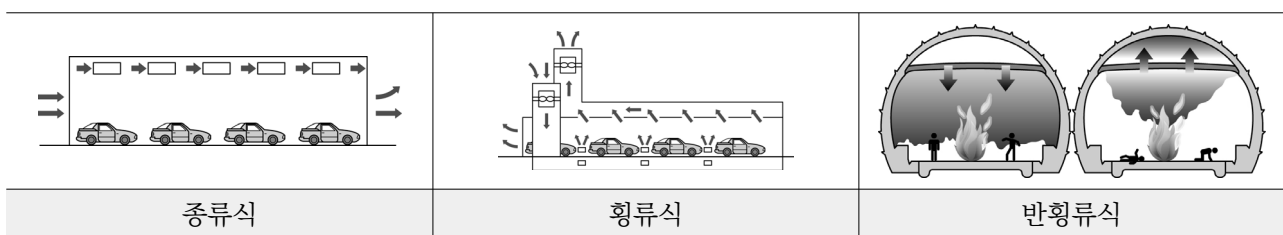
상향 경사의 경우 플럼상승 방향과 같으므로  $K_g=1$

$K_g = [1 + 0.014 \tan^{-1}(\text{grade}/100)]$  , 여기서 grade : 터널 하향경사도(%)



## 3) 터널 형상, 터널 길이 및 차량 통행방향

- (1) 종류식 터널 및 제트팬 사용시 임계속도 미달에 의한 백레이어링 발생
- (2) 백레이어링 저감을 위해 횡류식 또는 반횡류식 제연설비 구축 필요
- (3) 일방향 터널이 아닌 양방향 터널의 경우, 연기교란의 가능성은 더 커짐



## 3. 백레이어링 저감대책 및 개선안

### 1) 정확한 임계속도(Critical Velocity) 계산

- (1) 화점 위치 및 사고차량에 따라 상이해지므로, 정확한 계산에 한계가 있음
- (2) 임계속도를 과도하게 설정할 경우, 연기의 성층화가 깨지며 연기교란 우려가 큼
- (3) 개선안 : 종류터널 제연방식에 제트팬 설치만으로는 한계 명확하므로, 횡류식 또는 반횡류식 제연설비 설계 필요

## 2) 화재강도 제어를 위한 자동식소화설비 설치

- (1)  $\dot{Q}$  감소  $\rightarrow$  임계속도 감소  $\rightarrow$  백레이어링 길이 감소
- (2) 물분무소화설비 도로터널 화재안전기준
  - ① 방수량 : 도로면에  $6\text{lpm}/\text{m}^2$  이상 균일하게 방사
  - ② 수원량 : 하나의 방수구역은 25m 이상, 3개 방수구역 동시에 40분 이상 용량
  - ③ 비상전원 : 40분 이상
- (3) 그 외 스프링클러설비, 포소화설비, 미분무설비 등 설치 고려

## 3) 터널 특성에 적합한 제연방식 선택

- (1) 횡류식 : 긴 양방향 터널과 교통량이 많아 정체가 예상되는 장대터널에 적합
- (2) 종류식 : 횡류식에 비하여 설치가 간단하며, 경제적이거나 단방향 터널만 적용
- (3) 터널길이, 통행량 등을 고려하여 제연설비를 설치하여야 함

4-4. 연기이동에 따른 영향과 관련하여 다음의 사항에 대하여 개념을 쓰고, 계산식으로 나타내어 설명하시오.

1) 연기의 성층화 2) 암흑도 3) 유효증상(FED; Fractional Effective Dose)

답)

출처 금화도감 2권 p.687, 각종 논문 자료

## 1. 터널화재의 위험도 평가기준

### 1) 연기의 성층화

- 화재연기가 온도차에 의한 부력에 의해 터널 상층부에서 연기층을 형성하는 현상

### 2) 암흑도 - 연기의 밀도

- 연기에 의해 빛이 차단되는 정도를 선형적으로 표현한 값(광선의 차단성, %).

### 3) 유효증상(FED)

- 화재 시 연소가스의 인체 독성 평가 지수로, 사상자 및 경상자 파악에 이용

## 2. 연기의 성층화

### 1) 안정적인 성층화의 필요성

- (1) 연기층 교란 또는 하강을 방지해 원활한 피난 도모
- (2) 상부 연기층의 원활한 배출
- (3) 영향인자 : 제트팬의 기류흐름 및 이격거리, 임계속도, 제연방식

### 2) 성층화의 영향인자

- (1) 임계속도

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

$A$  : 터널 단면적       $C_p$  : 비열       $\rho$  : 공기밀도  
 $H$  : 화점~터널 높이       $K_1$  : 0.6       $T_f$  : 화점온도(K)  
 $K_g$  : 터널경사계수       $\beta$  : 보정계수       $Q$  : 화재강도(MW)

- ① 임계속도 과다시 : 공기-연기-가스층 혼합되어 성층화 깨짐, 배연효율 감소
- ② 임계속도 과소시 : 성층화는 안정적이거나 기류 제어 흐름 미비로 백레이어링 발생
- (2) 화점과 제트팬 간 이격거리
  - ① 50m 이내인 경우 : 연기 교란에 의한 성층화 깨짐 발생
  - ② 50m 이상인 경우 : 안정적인 성층화 및 원활한 제연 가능
- (3) 차량 흐름 및 제연방식
  - ① 제트팬을 가동하지 않고 배출그릴을 통해 연기를 배출하는 횡류식 제연의 경우, 기류유속이 0이어서 성층화가 안정적으로 유지됨
  - ② 차량 정체시 화점 부분배연이 성층화에 유리
  - ③ 차량 소통 원활시 제트팬 가동 및 화점 부분배연 동시적용이 유리

### 3. 암흑도

1) 중요성 : 암흑도 증가시 피난 장애, 질식, 패닉 발생

2) 공식

$$S_X = \frac{(I_0 - I)}{I_0} \times 100 = \left(1 - \frac{I}{I_0}\right) \times 100$$

$S_X$  : 암흑도(%)

$I_0$  : 연기가 없을 때 빛의 세기

$I$  : 연기가 있을 때 빛의 세기

3) 암흑도와 가시거리, 피난속도와의 관계

$$C_S = \frac{1}{L} \ln \frac{I_0}{I} \quad , \quad D = \frac{1}{L} \log \frac{I_0}{I}$$

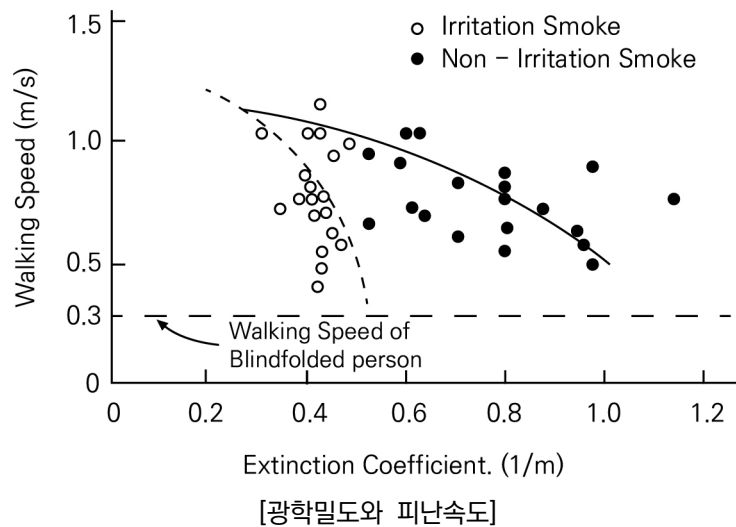
$C_S$  : 감광계수     $D$  : 광학밀도

$I_0$  : 연기가 없을 때 빛의 세기

$I$  : 연기가 있을 때 빛의 세기

(1) 암흑도가 커질수록 감광계수 증가 → 가시거리는 감소

(2) 암흑도가 커질수록 광학밀도 증가 → 피난속도 감소



### 4) 영향인자 및 대책

(1) 임계속도(기류 흐름) 및 연기의 성층화 : 안정적으로 유지

(2) 터널 내 비상조명등 : 차도 및 보도 바닥면 조도 10lx 이상 유지

## 4. 유효증상(FED)

### 1) 사망자수의 추정 관계식

- (1) 열환경 및 유해가스에 노출 인체의 영향 정도는 유효복용분량(FED), ASET, RSET 등으로 평가
- (2) 유효복용분량이 소정의 값을 초과하는 경우에 사상자로 판정하며, 화재영향의 경중에 따라 등가사망자수로 고려하여 산정할 수 있음
- (3) 관계식

$$FED = F_{CO} \times V_{CO_2} + F_{CO_2} + F_{O_2} + F_{heat} + F_{rad}$$

- ①  $FED \geq 0.3$  : 사상자로 판단
- ②  $FED < 0.3$  : 경상자로 판단

### 2) NFPA 101 유해성 판단기준(A.5.2.2)

- (1) NFPA 101은 피난자의 인명안전을 검증하기 위해 다음의 성능기준 중 하나를 사용하도록 규정
  - ① FED를 사용한 방법
  - ② 연기, 유독가스에 의한 영향 1.83m(6ft) 이내 거주자 피난 입증 방법
  - ③ 거주자와 무관하게 연기층이 1.83m 이상 유지됨을 입증하는 방법
  - ④ 화재 영향이 거주실에 미치지 않음을 입증하는 방법

\* ④번으로 갈수록 보다 안전하고 보수적인 검증방법
- (2) NFPA 기준은 일산화탄소, 시안화수소, 이산화탄소, 염화수소, 브롬화수소 및 아녹시아의 영향을 다루며, 생존할 수 있는 FED 수치를 0.8로 규정
  - ①  $FED = 1.0$  : 치사 농도
  - ②  $FED = 0.8$  : 비치사 농도, 인명안전코드 성능기준
  - ③  $FED = 0.3$  : 무능화 농도, CO 비치사 농도 노출값이 0.8인 경우, 무능화 농도는 비치사 농도의 1/3~1/2 정도의 값으로 규정
  - ④ 거주자 비율이 높을 경우, FED는 0.8 또는 0.3 미만 값을 설정하여야 한다



**4-5. 스프링클러설비, 물분무설비, 미분무설비의 특징을 설명하고, 주된 소화효과 및 적응성을 비교하여 설명하시오.**

답)

출처 금화도감 2권 p.278

**1. 수계소화설비 특징 설명**

구분	스프링클러설비	물분무설비	미분무설비
물방울 크기	큼(1~2mm)	작음(0.2~0.8mm)	매우 작음 ( $Dv$ 0.99<1000 $\mu$ m) 국내 : $Dv$ 0.99 $\leq$ 400 $\mu$ m
방사 압력	0.1~1.2MPa	0.35MPa	· 저압식 : 1.2MPa 이하 · 중압식 : 1.2~3.5 이하 · 고압식 : 3.5MPa 초과
운동량(유속)	없음( $F=mg$ )	있음( $P=mv$ )	작음( $P=mv$ )
메커니즘	자중낙하 → 화심 침투 → 현열 및 잠열냉각	운동량을 가진 작은 물방울 형성 → 가연물 표면 타격 및 잠열냉각	운동량을 가진 작은 물방울 형성 → 주위 비산 및 잠열냉각, 팽창
화심 속 침투	직접 침투	일부 침투	거의 없음

**2. 주된 소화효과 및 적응성 비교**

구분	스프링클러설비	물분무설비	미분무설비
소화 원리	물의 현열 이용한 냉각효과	물의 잠열을 이용한 기상 냉각효과, 질식효과, 유화작용, 희석	다량의 수증기 형성을 통한 산소치환 질식효과, 냉각효과, 복사열 차단효과
소화효과 비교	냉각효과 : 스프링클러 > 물분무 > 미분무 질식효과 : 스프링클러 < 물분무 < 미분무 유화효과 : 물분무 산소치환 : 미분무		
방호 개념	화세제어, 화재 진압(ESFR)	방호구역 내 설치된 장치류에 대한 방호 (소화/제어/연소확대 방지)	작게 구분된 소구역 방호 (제어/진압/소화/온도제어/ 방호대상물 보호)
적용 장소	일반 건축물	· 특수가연물 취급 장소· · 절연유 봉입변압기 · 케이블 트레이, 덕트 · 차고, 주차장 · 위험물저장탱크 · 장대터널 등	선박, 지하구, 전산실 등

구분	스프링클러설비	물분무설비	미분무설비
적응성	A급 화재	A급 : 심부침투, 질식 B급 : 유화효과로 유면 덮어 소화 C급 : 이격거리 준수시 비전도성	A, B, C급 화재 (방사압력 따라 상이)
비적응성	· B급 : 화재확산 및 Slop over 발생 · C급 : 전기전도성으로 사용 불가	· 물과 심하게 반응장소 · 고온의 노, 수증기폭발 우려 장소 · 표면온도 260℃ 이상 장비 설치장소	· 저압식 : 물입자 크기 커 B급 화재 부적합 · 고압식 : 침투능력 작아 A급 화재 부적합

#### 4-6. 훈소(Smoldering Combustion)와 표면연소(Surface Combustion)을 비교하고, 훈소의 화염전환과 축열조건에 대하여 설명하시오.

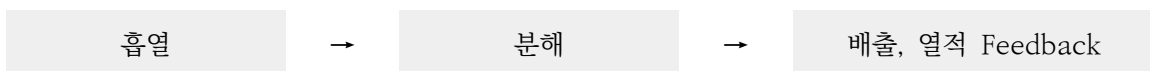
답)

출처 화재원인조사실무 '훈소와 표면연소'(이승훈), 화재공학원론/개론

### 1. 훈소와 표면연소의 개념

#### 1) 훈소

- (1) 작열과 연기를 동반하는 무염연소(NFPA 921의 정의)
- (2) 3가지 영역의 구분(화재공학개론)
  - 제1영역 : 열분해 영역(휘발성 물질 방출)
  - 제2영역 : 단단한 탄화층 영역(작열 발생, 600~750℃ 고온)
  - 제3영역 : 훈소 잔해 영역
- (3) 표면은 작열과 탄화 발생하며 저산소에서 느리게 연소(담뱃불, 산림화재 지중화)  
약 0.001~0.01cm/s 또는 1~5mm/min
- (4) 훈소 메커니즘



- (5) 유염연소로 전환 가능

#### 2) 표면연소

- (1) 열분해가 없이 연소하여 가연성증기를 형성하지 않는 무염연소
- (2) 훈소와 마찬가지로 작열 및 무염연소
- (3) 유염연소로 전환 불가(고체의 표면연소)

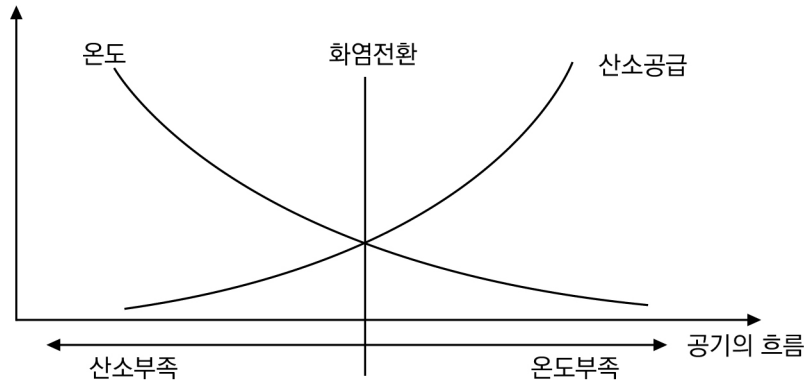
### 2. 훈소와 표면연소 비교

구분	훈소	표면연소
연소의 외관적 형태	작열, 무염연소	
연소형태	심부연소	
가연성 증기발생 여부	발생	미발생
발생 원인	온도가 낮거나 산소 부족	가연성 증기가 없음
가연물	나무, 셀룰로오스, 식물성 섬유 등 포함물질	코크스, 목탄, 숯 또는 칼륨, 나트륨, 알루미늄, 마그네슘 등 금속류

### 3. 혼소의 화염전환과 축열조건

#### 1) 혼소의 화염전환 조건

- (1) 산소 과다, 온도 부족 : 발열<방열로 화염전환 불가
- (2) 산소 과소, 온도 과다 : 연소 느려 화염전환 불가
- (3) 발열=방열 평형시 : 연소는 지속하나 화염전환 불가
- (4) 발열>방열 및 산소공급 원활 : 열축적 후 화염전환
- (5) 화염전환 후 발열 감소 시 : 혼소로 재전환



#### 2) 혼소의 축열 조건

##### (1) 물질의 열전도율

- ① 열전도율 작을 시 열관성 감소 → 축열 용이

$$\textcircled{2} \quad t_{ig} = \rho c k \times C \times \left[ \frac{T_{ig} - T_{\infty}}{\dot{q}''} \right]^2 \quad \text{이므로,} \quad T_{ig} = \dot{q}'' \sqrt{\frac{t_{ig}}{\rho c k \times C}} + T_{INF}$$

##### (2) 습도 및 가연물의 함수율

- 습도, 함수율 높을 시 수분의 열용량(mc) 증가 → 축열에 불리

##### (3) 공기의 흐름

- ① 공기의 흐름 과다시 : 산소공급은 긍정적이나 방열 증가, 냉각
- ② 공기의 흐름 과소시 : 연소속도 느려 축열량 감소
- ③ 적정 공기량 형성시 축열조건 형성

##### (4) 보온성

- ① 축열에 유리한 두터운 탄화층 없을시 방열 증대로 축열량 감소
- ② 화장지, 의류 등 다공성 물질 또는 여러 층을 가지는 물질 → 축열에 유리

### 4. 축열 및 화염전환 방지대책

#### 1) 방열 증대방안

- (1) 구획실 환기
- (2) 주수냉각, 침투제(wetting agent) 사용 심부소화

#### 2) 발열 감소방안

- (1) 가연물 소분화, 불연재 구획
- (2) 산림화재 지중화 방지 위한 표면냉각, 포소화설비, 잔불제거