



제 116회 필기시험 문제풀이

소방기술사

교수: 황모아, 문기현, 김정진, 유쾌한, 이중희, 남유현



소방전기교육전문학원

모아전기학원

www.moate.co.kr

대표 (02) 2068-2851 FAX. (02) 2068-2881

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 116회 소방기술사 문제풀이

강사: 황모아, 문기현, 김정진, 유흥석, 이중희, 남유현

모아소방학원 2012~2018년

매년 수강생의 "5명 중 1명"을 합격시킨 합격신화!

"합격을 대한민국 1위" "실제 수강생 합격을 대한민국 1위"

"강의만족도 99% 대한민국 1위" "평균 강의 재수강률 80%"

"8년간의 검증" "모방이 불가능한 커리큘럼"

» 모아소방학원 소방기술사 합격자 명단 «

2018년 114회 최종 12명 중 7명 합격!

설*일, 곽*남, 남*현, 이*호, 문*환, 권*범, 서*영 (59%)

113회 최종 8명 중 4명 합격! 전*근,장*일,전*진,김*중(50%)

112회 최종 14명 중 5명 합격! 노*택,김*근,배*우,송*남,김** (35%)

111회 최종 9명 중 4명 합격! 박*수,김*윤,김*영,하*동(44%)

110회 최종 12명 중 6명 합격! 김*오,최*숙,문*주,최*재,권*효,전*인(50%)

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%)

108회 16명 중 9명 합격! 장*남,임*수,문*주,김*오,유*석,최*영,권*효,김*호,서*영(57%)

107회 12명중 5명 합격! 임*창,고*민,박*욱,임*훈,장*일(42%)

106회 5명 중, 5명 합격! 최*기,명*준,박*권,이*화,김*환(100%)

105회 6명 중 4명 합격! 김*석,서*길,이*열,송*수(67%)

104회 5명중 3명 합격! 이*선,임*렬,박*효(60%)

103회 17명중 8명 합격! 문*량,송*일,이*열,황*영,이*기,정*웅,윤*일,김*백(47%)

102회 8명중 4명 합격! 최*일,류*길,허*영,손*경(50%)



서울소방학원/(02) 2068-2851

모아소방학원



부산소방학원/(070) 416-1190

에듀파이어학원

»모아&에듀의 소방기술사반의 Strength!

첫 번째: 대한민국 최고의 강사진!

- ▷ 최고의 전문성을 가진 검증된 소방기술사 교수진(6명) 강의 중

두 번째: 충분한 공부시간 확보!

- ▷ 정규반/심화반 수업(상/하 총 88~110시간확보)
- ▷ 연구반 수업 매일 총 7~10시간 수업 중

세 번째: Class Line-up!

- ▷ 토요일/일요일: 기본반 → 심화반 → 연구반
- ▷ 총 6개 Class 개강 중!

네 번째: 동영상 무료제공!

- ▷ 동영상(PC+모바일)을 통한 공부환경 극대화!

다섯 번째: 스터디 룸 무료제공!

- ▷ 토요일/일요일: 정규반,심화반 오전/오후 별도의 스터디룸 제공
- ▷ 수요일: 연구반 스터디 운영 중

※ 소방기술사 과정 Summary!

구분	Class	교수	개강일정	교재
토요일반	“모아” 기본반(오전반)	문기연 부원장	8월 25일 9시~14시30분(5.5시간)	소방기술사 모아 “저짜짜강”
	“모아” 기본반(오후반)	문기연 부원장	8월 25일 3시~20시30분(5.5시간)	소방기술사 모아 “저짜짜강”
	압격 “요예” 심화반	김정진 교수	8월 25일 9시~14시30분(5.5시간)	소방기술사 “요예” “저짜짜강”
	토요 모의평가반	유채안 교수	8월 25일 9시~14시(5시간)	소방기술사 이스토리북 “저짜짜강”
	토요 SBR 연구반		8월 25일 14시~21시30분(7시간)	
일요일반	“모아” 기본반(오전반)	문기연 부원장	8월 26일 9시30분~15시(5.5시간)	소방기술사 모아 “저짜짜강”
	“모아” 기본반(오후반)	문기연 부원장	8월 26일 15시~20시30분(5.5시간)	소방기술사 모아 “저짜짜강”
	압격진리 심화반	왕모아 남유연	8월 26일 9시30분~15시(5.5시간)	모아 소방기술사 “저짜짜강”
	일요 SBR 연구반	김정진 교수	8월 26일 10시~18시(8시간)	소방기술사 이스토리북 “저짜짜강”
부산&에듀	기본 전투반 (기초,실무~응용)	이중익 교수	9월 29일 ~ 1월 12일 12시30분~18시30분	안전으로 끝내는 소방기술사(저짜짜강)
	실전 전투반 (실전 모의고사반)	최광림 교수	9월 29일 ~ 1월 12일 12시30~18시30분	별도제작교재 “저짜짜강”

제116회 소방기술사 1차 필기시험 문제 (2018년 8월 11일)

제 1교시 문제

1. 연소확대와 관련하여 Pork through 현상에 대해서 설명하시오.
2. 이중결합을 가지고 있는 지방족 탄화수소화합물의 명칭과 일반식을 쓰고 고분자(Polymer)형성과정에 대해서 설명하시오.
3. 산불화재에서 Crown fire와 화학공정에서 Blow down에 대하여 설명하시오.
4. 외단열 미장마감에서 단열재를 스티로폼으로 시공 시 화재확산과 관련하여 Dot & Dab 방식과 Ribbon & Dab방식에 대하여 설명하시오.
5. 방화구조 설치대상 및 구조 기준에 대하여 설명하시오.
6. 자동방화댐퍼의 설치기준과 점검 시에 발생하는 외관상문제점에 대하여 설명하시오.
7. 건축물의 화재확산 방지구조 및 재료에 대하여 설명하시오.
8. 화학적 폭발의 종류와 개별특성에 대하여 설명하시오.
9. 나트륨(Na)에 관한 다음 질문에 답하시오.
 - 1) 물과의 반응식
 - 2) 보호액의 종류와 보호액 사용이유
 - 3) 다음 중 사용 할 수 없는 소화약제를 모두 골라 쓰시오.(CO₂, Halon 1301, 팽창질석, 팽창진주암, 강화액 소화액)
10. B급 화재 위험성이 있는 특정소방대상물에 미분무소화설비를 적용하고자 할 때 고려되어야할 변수들을 2차원과 3차원 화재로 각각 분류하여 기술하시오.
11. 건식스프링클러설비의 건식밸브(Dry valve) 작동 복구 시 초기주입수(Priming water)의 주입 목적에 대하여 설명하시오.
12. 물분무소화설비(water spray system)의 작동, 분무 시 물입자의 동적 특성 및 소화메카니즘(mechanism)에 대하여 설명하시오.
13. 연돌효과를 고려한 계단실 급기가압 제연설비 설계 시 최소 설계차압 적용 위치(층)와 보충량 계산을 위한 문 개방 조건 적용 위치(층)에 대하여 설명하시오.

제 2교시 문제

1. 고층건축물(30층 이상) 공사현장에서 공정별 화재위험요인을 설명하시오.
(공정: 기초 및 지하 골조공사, Core Wall공사, 철골 Deck 슬라브 공사, 커튼월공사, 소방설비공사, 마감 및 실내장식공사, 시운전 및 준공 시)
2. 건축물에 설치하는 피난용승강기와 비상용승강기의 설치대상, 설치대수 산정기준, 승강장 및 승강로 구조에 대하여 설명하시오.
3. 건축물 내부에 설치하는 피난계단과 특별피난계단의 설치대상, 설치예외조건, 계단의 구조에 대하여 설명하시오.
4. 폭발에 관한 다음 질문에 답하시오.

1) 폭발의 정의	2) 폭연과 폭굉의 차이점	3) 폭굉 유도거리
4) 폭굉 유도거리가 짧아질 수 있는 조건		5) 폭발 방지대책

5. 도로터널에 화재위험성평가를 적용하는 경우 이벤트 트리(event tree)와 F-N 곡선에 대하여 설명하시오.
6. 소방펌프실의 펌프 고장으로 액체연료인 윤활유가 바닥면에 1cm 두께, 면적 4m²로 누유된 후 점화원에 의해 화재가 발생하였다. 이 때 열방출률(\dot{Q}), Heskestad의 화염길이(L), 화재지속시간(Δt)을 계산하시오.(단, 용기화재의 단위면적당 연소율계산식은 $\dot{m}'' = \dot{m}''_{\infty} (1 - \exp^{-k\beta D})$ 이고, 이때 윤활유의 $\dot{m}''_{\infty} = 0.039 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, $k\beta = 0.7 \text{ m}^{-1}$, 밀도 $\rho = 760 \text{ kg/m}^3$, 완전연소열 $\Delta H_c = 46.4 \text{ MJ/kg}$, 연소효율 $X = 0.7$ 이다)

제 3교시 문제

1. 국내 전력구에 설치되고 있는 강화액 자동식소화설비에 관하여 아래의 사항에 대하여 설명하시오.
 - 1) 강화액 소화설비의 작동원리
 - 2) 강화액 소화설비의 구성과 소화효과
 - 3) 기존 소화설비(수계, 가스계, 강화액)와 성능 비교
2. 재난 및 안전관리기본법령 상에 의거한 재난현장에 설치하는 긴급구조통제단의 기능과 조직(자치구 또는 시군기준)에 대하여 설명하시오.
3. 초고층 및 지하연계 복합건축물에 설치하는 종합방재실의 설치위치, 면적, 구조—설비에 대하여 설명하시오.
4. 요오드가 160일 동식물유류 500,000ℓ를 옥외저장소에 저장하고 있다. 다음질문에 답하시오.
 - 1) 위험물안전관리법령 상 지정수량 및 위험등급, 주의사항을 표시하는 게시판의 내용을 쓰시오.
 - 2) 동식물유류를 요오드가에 따라 분류하고 해당품목을 각각 2개씩 쓰시오.
 - 3) 위험물안전관리법령 상 옥외저장소에 저장 가능한 4류 위험물의 품명을 쓰시오.
 - 4) 상기 위험물이 자연발화가 발생하기 쉬운 이유를 설명하시오.
 - 5) 인화점이 200℃인 경우 위험물안전관리법령 상 경계표시 주위에 보유하여야 하는 공지의 너비를 쓰시오.
5. 아래 소방대상물의 설치장소별 적응성 있는 피난기구를 모두 기입하시오.(노유자시설, 다중이용업소)
6. 단일 구획에 설치된 스프링클러소화설비의 헤드 열적 반응과 살수 냉각효과를 조사하기 위하여 Zone 모델(Fast) 화재프로그램을 사용하여 아래와 같이 5가지 화재시나리오에 대하여 화재시물레이션을 각각 수행할 경우 화재시물레이션 결과의 열방출률-시간 곡선의 그림을 고시하고 헤드의 소화성능을 반응시간지수(RTI) 값과 살수밀도 ρ 값을 고려하여 비교 설명하시오. (단, 구획 크기는 4m×4m×3m, 화재성장계수 $\alpha = \text{medium}(= 0.012 \text{ kw/s}^2)$, 최대 열방출률 $\dot{Q}_{\max} = 1,055 \text{ kW}$ 이고, 쇠퇴기는 성장기와 같다. 화재시물레이션 결과 시나리오 2(S2)의 헤드작동시간 $t_a = 135 \text{ s}$, 화재진압시간 $t = 700 \text{ s}$ 이다.)

시나리오	반응시간지수 [(m·s) ^{1/2}]	살수밀도[m ³ /s·m ²]	헤드작동온도[℃]
S1	No sprinkler	No sprinkler	No sprinkler
S2	100	0.0001017	74
S3	260	0.0001017	74
S4	50	0.0002033	74
S5	100	0.0002033	74

제 4교시 문제

- 소방펌프에 사용되는 농형 유도전동기에서 저항 $R[\Omega]$ 3개를 Y자로 접속한 회로에 200[V]의 3상 교류 전압을 인가 시 선전류가 10[A]라면 이 3개의 저항을 Δ 로 접속하고 동일 전원을 인가 시 선전류는 몇 [A]인지 구하시오.
- 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침에서 규정하는 1.2등급 터널에 설치하는 무정전전원(UPS) 설비 설치기준에 대하여 설명하시오.
- 건축물 배연창의 설치대상, 배연창의 설치기준, 배연창 유효면적 산정기준(미서기창, Pivot 종축창 및 횡축창, 들창)에 대해서 설명하시오.
- 반도체 제조과정에서 사용되는 가스/케미컬 중 실란(silane)에 대하여 다음 물음에 답하시오.
 - 1) 분자식
 - 2) 위험성
 - 3) 허용농도
 - 4) 안전 확보를 위한 이송체계
 - 5) 소화방법
 - 6) GMS(Gas Monitoring system)
- 계단실의 상하부에 개구부 면적이 각각 $A_a = 0.4m^2$ 과 $A_b = 0.2m^2$, 유량계수 $C=0.7$, 높이 (상하 개구부 중심간 거리) $H=60m$, 계단실 내부 및 외기 온도가 각각 $T_s = 20^\circ C$ 와 $T_o = 10^\circ C$ 인 경우 아래 사항에 대하여 답하시오.
 - 1) 중성대 높이 계산식 유도 및 중성대 높이 계산
 - 2) 상하부 개구부 중심 위치에서의 차압 계산
 - 3) 각 개구부의 질량유량 계산
 - 4) 수직높이에 대한 차압 분포 그림 도시
 - 5) 개구부의 면적 변화에 대한 중성대의 위치 변화 설명

제 1교시 문제풀이

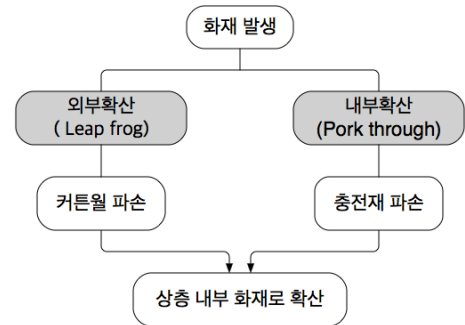
1-1. 연소확대와 관련하여 Pork through 현상에 대해서 설명하시오.

답)

출처' 소방기술사요해 1권 P346

1. 개 요

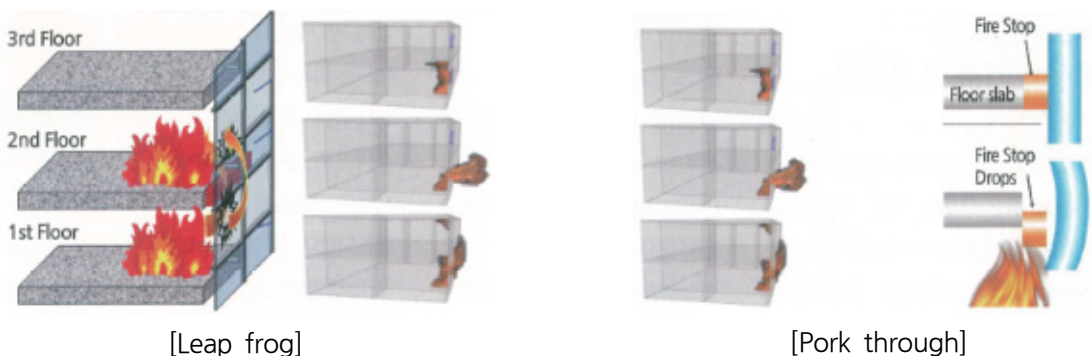
- 1) 고층 건축물에서는 외벽마감 형태로 최근 선호하는 커튼월(Curtain wall)구조를 채택하고 있다.
- 2) 그러나 건축물의 외장재에 대한 소방 측면의 규제가 없다면 건물 외형의 미관이나 시공의 용이성을 고려하여 가연성 외장재를 설치할 수 있게 되었고, 외부에 설치되는 간판, 실외기 등 각종 전기시설은 점화원으로 작용함으로써 화재발생 위험성이 증가하였다.



2. 위험성

- 1) 가연성 외장재의 사용은 건축물의 외부 방호구조를 취약하게 만들었고 상층으로의 연소확대가 빠르게 진행되는 결과를 초래하였으며 건물에 설치되어 있는 소방시설을 이용한 화재진압이 어려운 점과 소방차 방수능력의 한계가 나타나 대형화재로 이어질 수밖에 없었다.
- 2) 초고층 건축물 화재의 경우 건물의 외부로 분출된 화염이 화재층 상층부의 외장재를 연소시킴으로 빠르게 수직층으로 전파된다.
- 3) 이러한 수직 화염전파는 건물 외벽을 거쳐 저층부에서 발생한 화재가 상층부로 전파되므로 초기에 화재층의 화염이 건물 외부로 나가는 것을 막는 것이 건축물 화재 진압에 있어 가장 핵심적인 방지대책이 될 것이다.

3. 연소확대 메카니즘



1) Leap frog 효과

- (1) 커튼월 시스템의 외장재가 파손되어 하층부의 내부 화염이 외부로 노출되어 상층부의 외장재를 파손시켜 다시 내부로 재 전파되는 현상이다.
- (2) 특히, 초고층 건축물의 경우 주위 기류가 건물 벽에 부딪혀 빠른 상승기류가 형성되므로 화염의 수직전파속도는 더욱 증가한다.

2) Pork Through 현상

- (1) 초고층 건축물의 커튼월 시스템 시공 시 화염 및 연기전파를 막기 위해 커튼월 프레임과 건물 층간 벽면 사이에 설치된 내화충전재(Fire-stop)의 이탈에 의한 화염 전파현상으로, 내화충전재는 주로 내화성이 강한 단열재용 재료가 주로 사용된다.
- (2) 따라서 화염의 직접적인 노출에 의한 파손보다는 커튼월 프레임 또는 외장재의 변형으로 인해 내화충전재 탈락으로 발생한 틈새를 통해서 수직층으로 화염과 연기가 전파된다.

4. 대책

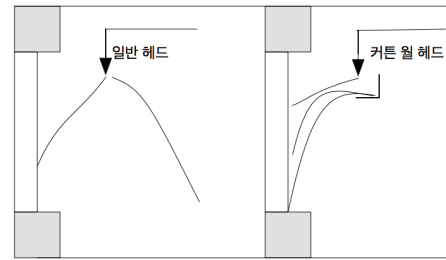
1) 외장재의 내화구조

2) 적응성 있는 내화충전재의 시공

- (1) 내화충전재 수축과 팽창 능력이 중요하다.
- (2) 소화성능을 확인할 수 있는 주수시험 필요하다.

3) 상층부 연소확대 방지 스프링클러 헤드 설치

유리 및 내화충전재의 온도상승을 억제한다.



[연소확대 방지 스프링클러 헤드]

구분	주요내용
부산광역시 소방본부	고층건축물 건축심의 가이드라인 1) 화재안전기준 강화 적용 (1) 수직연소 확대방지용 스프링클러헤드 설치 (2) 건물, 창 등 개구부 근접상부에 설치 2) 개구부를 통한 상층부로 급격한 연소확대 위험 (1) 헤드 종류: 조기반응형, 표준형 헤드 (2) 헤드 배치: 1.8m 이상 이격하여 설치 → Skipping 현상 방지
서울 소방재난본부	서울특별시 성능위주설계심의 가이드라인 1) 상층부 연소확대 방지 스프링클러헤드 설치 2) 설치방법 (1) 커튼월 구조: 벽체 주변에 스프링클러헤드 설치 (2) 발코니 부분: 스프링클러헤드 설치 (3) 피트층, 피트공간(EPS, TPS, PS실) 스프링클러헤드 설치
경기도 소방재난본부	성능위주설계심의 기준(건축부문) 1) 피난방재계획: 피난안전성 확보 2) 커튼월 설치 시 연소확대방지 대책 마련할 것.

1-2. 이중결합을 가지고 있는 지방족 탄화수소화합물의 명칭과 일반식을 쓰고 고분자(Polymer) 형성과정에 대해서 설명하시오.

답)

출처 '모아소방기술사 1권 P7

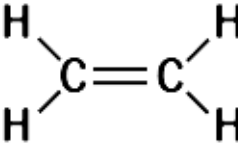
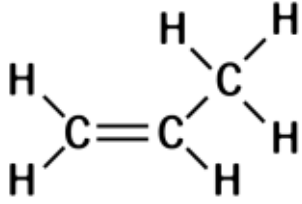
1. 지방족 탄화수소 화합물의 개요

- 1) 탄소 화합물: 탄소 원자를 기본으로 하여 수소, 산소, 질소, 황, 인 등의 원자가 공유 결합한 화합물
- 2) 탄화수소 화합물: 탄화수소 중 탄소와 수소로만 이루어진 화합물
- 3) 탄화수소 화합물의 분류

구 분	종 류	
결합모양	사슬모양	탄소 원자가 사슬모양으로 결합
	고리모양	탄소 원자가 고리모양으로 결합
결합의 종류	포화탄화수소	단일결합
	불포화 탄화수소	이중결합, 삼중결합
벤젠고리 유무	방향족	벤젠고리를 포함
	지방족	벤젠고리를 미포함

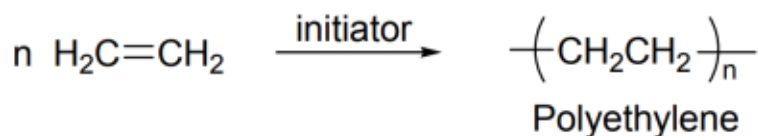
2. 이중결합의 지방족 탄화수소화합물(알켄, alkene)

1) 명칭과 일반식

구 분	내 용
명 칭	<ul style="list-style-type: none"> 탄소와 탄소원자 사이에 이중결합이 포함된 사슬모양의 불포화 탄화수소 탄소 수를 나타내는 말의 어미에 '엔(ene)'을 붙인다.
일반식	<ul style="list-style-type: none"> C_nH_{2n} 에텐(C_2H_4), 프로펜(C_3H_6), 뷰텐(C_4H_8), 펜텐(C_5H_{10}) 등
구 조	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>[에텐]</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[프로펜]</p> </div> </div>

2) 고분자 형성과정

- (1) 이중결합의 고분자 형성과정은 첨가반응에 의해서 이루어진다.
- (2) 탄소원자의 이중결합이 끊어지면서 단일결합으로 형성되고, 고분자가 형성된다.



1-3. 산불화재에서 Crown fire와 화학공정에서 Blow down에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 2권 P209

1. 산림화재의 확산 형태

1) 지표화(Surface fire)

- (1) 가장 발생빈도가 높은 산불로서, 낙엽, 잡초 등에 불이 붙어서 확산되는 것.
- (2) 편면연소(바람방향의 반대쪽이 연기에 그을리는 현상)가 발생된다.
- (3) 연소면적은 풍속과 화재경과시간의 제곱에 비례한다.

2) 수간화(Stem fire)

- (1) 나무표면이 건조하거나, 구멍이 있어서 줄기가 타는 현상
- (2) 나무 내부의 공동부분이 굴뚝역할을 하여 비화(Spot fire)를 일으켜서 지표화나 수관화로 번지는 경우가 많다.

3) 수관화(Crown fire)

- (1) 지표화에서 시작되어 침엽수 등의 나뭇가지에 옮겨 붙어 연소되는 것
- (2) 바람방향에 V자형으로 연소하며, 그 폭은 20~40m 정도 된다.
- (3) 중심부의 최고온도가 1,175°C에 달한다.
- (4) 이동속도가 시간당 2~4km 정도이며, 바람이 강하면 시간당 15km까지 확대된다.
- (5) 비화가 발생하며, 수관화가 초대형 산불의 주요원인이다.

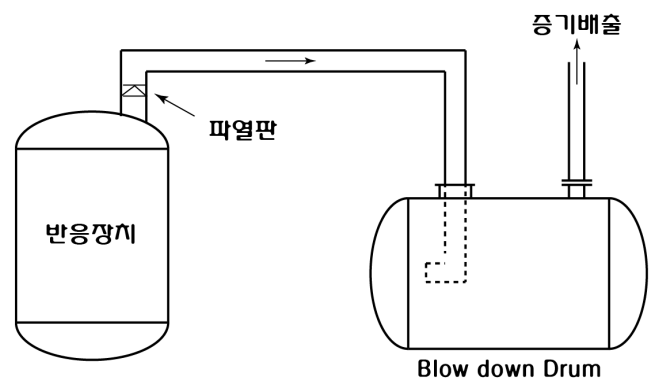
4) 지중화(Ground fire)

- (1) 땅속의 뿌리부분이 타는 현상으로, 산소공급이 적어 연기도 적고 불꽃도 없어 발견하기가 어렵다.
- (2) 시간당 4~5km 확대되며, 온도는 낮지만 수목의 뿌리를 태워 피해가 크다.
- (3) 진화하기가 어렵고, 연소방향이 복잡하다.

2. 화학공정에서 Blow down

1) 개념

- (1) 사고가 발생하여 용기나 배관이 파괴되면서 내부의 고온·고압 유체가 외부로 분출하는 현상이다.
- (2) 배기 밸브 또는 배기구가 열리기 시작하고 실린더 내의 가스가 뿜어 나오는 현상을 말한다.
- (3) 응축성 증기, 열유(熱油), 열액(熱液) 등의 공정 액체를 빼내어 이것들을 안전하게 유지하고 또한 처리하기 위한 설비이다.



2) 구성

반응기, 탭 등에서 내용물을 빼내기 위한 펌프와 내용물을 가스로 상태 변화 하기 위한 증발기 등으로 구성되어있다.

3) 유지관리

- (1) 긴급방출장치의 운전 및 보수는 취급하는 액체의 종류 및 방출장치의 종류에 따라 각각 다르다.
- (2) 상시 파일럿 버너의 점화상황, 화염의 연소상황 등을 점검 감시하고 동시에 밀봉 드럼은 그 액면을 상시 규정된 액면으로 유지해 두는 것이 필요하다.
- (3) 배관 및 스택 내에서 폭발성 혼합가스를 형성시키지 않도록 상시 스팀, 질소가스 등으로 퍼지(purge)시켜 둔다.

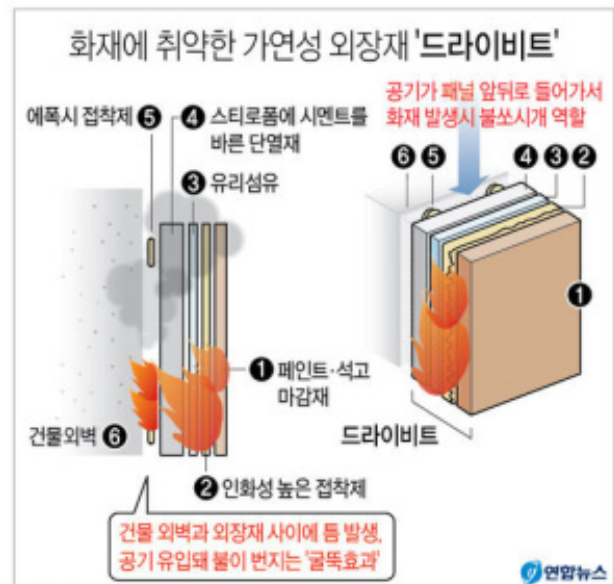
1-4. 외단열 미장마감에서 단열재를 스티로폼으로 시공 시 화재확산과 관련하여 Dot & Dab 방식과 Ribbon & Dab 방식에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 각종자료

1. 드라이비트 공법의 개요

- 1) 발포수지를 사용한 드라이비트 공법은 1990년대 후반 다세대 주택의 건설이 증가하면서 도입되었다.
- 2) 드라이비트 공법은 시공이 간단하고, 단열 효과가 좋으며, 비용은 불연성 외장재 마감 공법의 3분의 1 수준이고, 외관은 고급스럽게 꾸밀 수 있어 현재까지도 획기적인 외장 공법으로 각광받는다. 외벽에 부착하기만 하면 작업이 마무리돼 시공도 간편하다.
- 3) 화재에 취약한 드라이비트 공법은 2015년 130명가량의 사상자를 낸 의정부 아파트 화재와 2017년 6월 71명의 사망자를 기록한 런던 아파트 화재 등 참사의 원인으로 지목 되기도 했다.



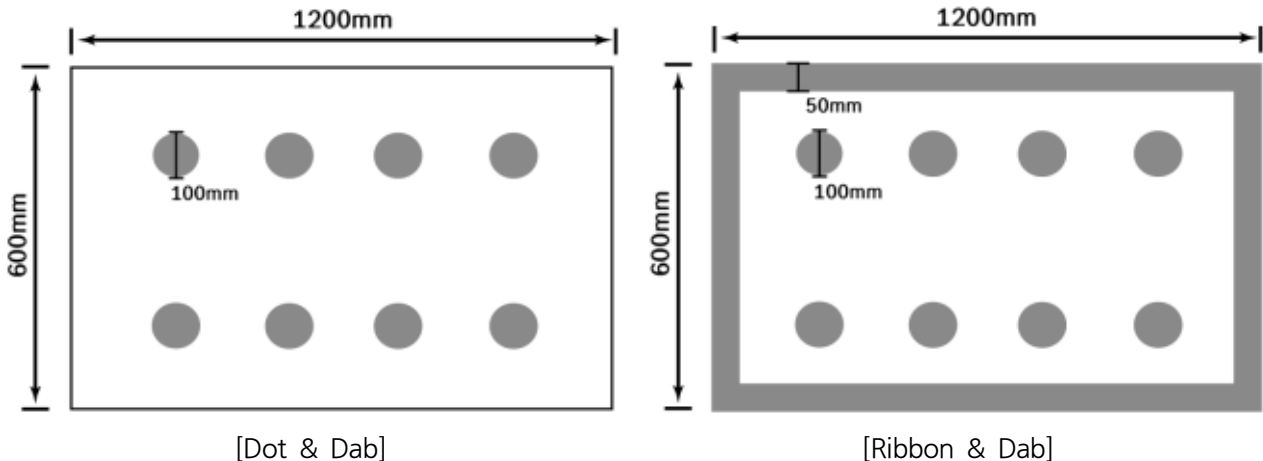
2. 단열재 접착방법

1) Dot & Dab 방식

- (1) 중앙부에 2줄로 한쪽에 각 4덩어리씩 총 8덩어리를 올려놓는다.
- (2) 덩어리크기는 직경 100mm, 두께 최소 10mm 크기로 시공한다.
- (3) 접착제를 바른 후 즉시 단열재를 하지 면에 부착한다.

2) Ribbon & Dab 방식

- (1) 흡손을 이용하여 접착제를 단열재 테두리에 폭 50mm, 두께 최소 10mm의 띠 형태로 바른다.
- (2) 중앙부에 2줄로 한쪽에 각 4덩어리씩 총 8덩어리를 올려놓는다.
- (3) 덩어리크기는 직경 100mm, 두께 최소 10mm 크기로 시공한다.
- (4) 접착제를 바른 후 즉시 단열재를 하지 면에 부착한다.



3. 드라이비트 공법의 화재확산

1) 단열재 화재실험

- (1) 부산소방본부는 2017년 건축물 단열재 화재 재현 실험을 가로 2m, 세로 2m 규모의 대형 세트장에서 두 가지 실시했다.
- (2) 화재 실험에서는 유·무기 접착제별 단열재에 따른 연소의 특성과 접착제 시공 방식에 따른 화재 위험성을 비교한다.

2) 시험결과

- (1) 건축물 외벽에 부착하는 접착제는 무기접착제가 유기접착제보다 안전하다.
- (2) 접착제 시공 방식은 중앙 소량도포와 가장자리에 추가로 도포하는 방식(Ribbon & Dab)이 기존 중앙에만 소량 도포하는 방식(Dot & Dab)보다 연소 확대 위험이 현저히 낮다.
- (3) Dot & Dab 방식은 외벽과 단열재 사이에 공간으로 화염확산이 진행이 되지만 Ribbon & Dab 방식 단열재 외각에 접착제가 화염확산을 차단하는 기능을 하여 화염확산 속도가 늦어진다.

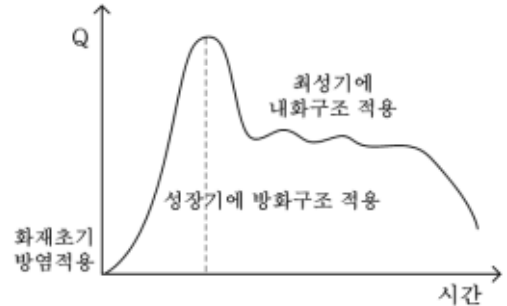
1-5. 방화구조 설치대상 및 구조 기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 2권 P260

1. 방화구조 정의

- 1) 방화구조는 화재 시 초기에 연소확대 방지를 할 수 있는 구조이다. 즉, 초기에 일시적으로 화재를 구획하여 화재의 확대를 방지하는 구조이다.
- 2) 방화적 성능이 있고, 화재 시 재사용이 불가능하다. 화재 시 구조적 내력은 없다.
- 3) 화재의 성장기 때의 화재확산을 방지할 수 있다.
- 4) 화염의 확산을 막을 수 있는 성능을 가진 구조로서 국령으로 정하는 기준에 적합한 구조이다.



2. 방화구조 설치대상

연면적 1,000m² 이상인 목조 건축물의 구조는 방화구조나 불연재료

- 1) 외벽 및 처마 밑의 연소할 우려부분: 방화구조
- 2) 지붕: 불연재료

3. 방화구조 기준

방화구조 재료	방화구조 인정
철망 모르타르 바름	두께가 2cm 이상
석고판위에 시멘트모르타르 또는 회반죽을 바른 것	두께의 합계가 2.5cm 이상
시멘트모르타르위에 타일을 붙인 것	두께의 합계가 2.5cm 이상
심벽에 흙으로 맞벽치기한 것	그대로 인정함
한국산업표준의 방화 2급 이상	그대로 인정함

4. 방화구조와 내화구조 비교

구 분	방화구조	내화구조
정의	화재초기에 일시적으로 화재확대 방지	화재 시에 구조적으로 일정시간 견딤
목적	재실자의 피난시간 연장 화재 초기 연소확대 방지	화재 시 건축물의 붕괴 방지
적용시점	성장기	최성기
재사용	재사용 불가능	재사용 가능함
구조	구조에 미소한 내열성 강화	하중지지력, 차염성, 차열성

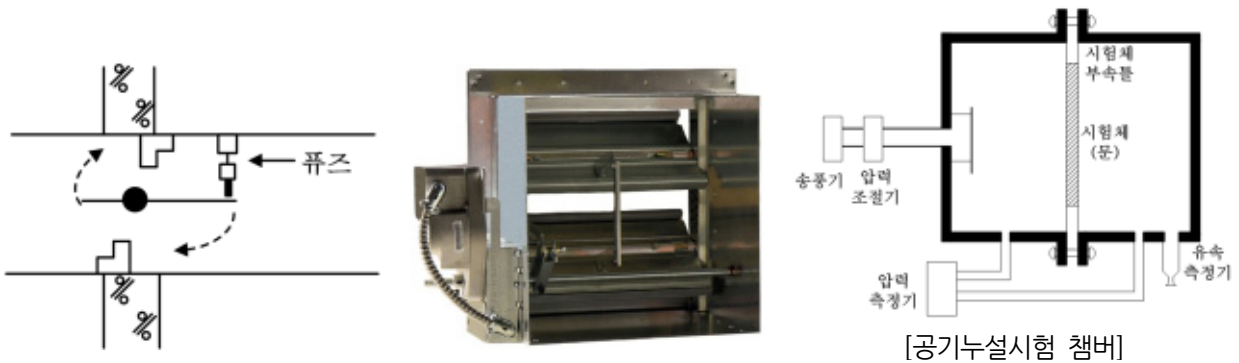
1-6. 자동방화댐퍼의 설치기준과 점검 시에 발생하는 외관상문제점에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 2권 P275

1. 자동방화댐퍼 설치기준

구 분	설치기준
재 질	철 재
두께	철판의 두께 1.5mm 이상
작 동	연기의 발생, 온도상승 → 자동폐쇄 닫힌 경우 → 방화에 지장이 있는 틈이 없을 것.
성 능	방화댐퍼의 방연시험방법 → 적합할 것. 1) 공기누설시험 챔버에 댐퍼를 설치한다. 2) 가압(10, 20, 30, 50 Pa) → 통기량 측정 3) 통기량 측정: 기류방향을 바꾸어 각 3회 실시 4) 성능기준: 20℃, 20Pa → 5CMM 이하



2. 점검 시 발생하는 외관상 문제점

1) 설치위치

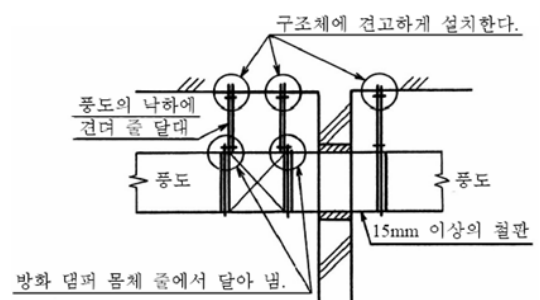
방화댐퍼의 설치위치는 방화구획선상에 있어야 하는데 현장에 설치되는 위치는 방화구획 벽에 인접해서 설치하고 덕트의 두께를 1.5mm 이상의 철판으로 마감하고 있다.

2) 점검구

방화댐퍼의 보수, 점검 등을 위해서 점검구를 설치해야 하고, 점검구의 크기는 45cm 이상의 점검구와 날개의 개폐 및 동작 상태를 확인 할 수 있는 검사구의 설치가 필요하다.

3) 지지방법

화재가 발생할 경우 덕트가 탈락, 낙하해도 손상되지 않도록 견고하게 부착해야 한다.



1-7. 건축물의 화재확산 방지구조 및 재료에 대하여 설명하시오

답)

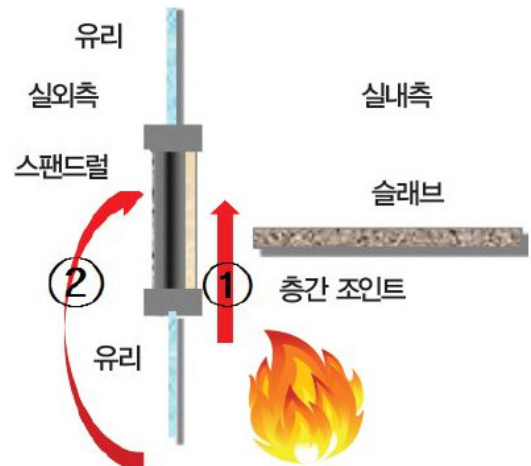
출처: 모아소방기술사 2권 P294, 각종자료

1. 화재확산 방지구조 개념

수직 화재확산 방지를 위하여 외벽마감재와 외벽마감재 지지구조 사이의 공간을 화재확산방지재료로 매 층마다 최소 높이 400mm 이상 밀실하게 채운 것

2. 화재확산 방지구조 도입배경

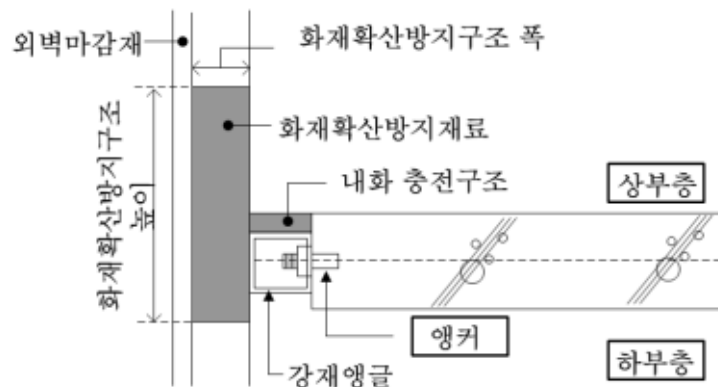
- 1) 건축물의 고층화로 구조물의 하중을 줄이기 위한 커튼월 공법 증가 추세에 있다
- 2) 커튼월 공법은 공사비, 구조하중, 공사기간 단축 등 장점이 있다.
- 3) 하지만 수직 화재확산에 취약한 구조를 가지고 있다.
 - (1) 외장재 파손에 의한 상층 화재확산 경로
 - (2) 층간 조인트 부분을 통한 상층 화재확산 경로



[커튼월 구조 화재확산 경로]

3. 화재확산방지구조 재료

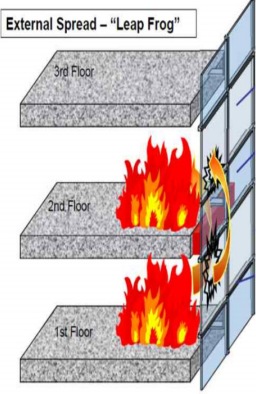
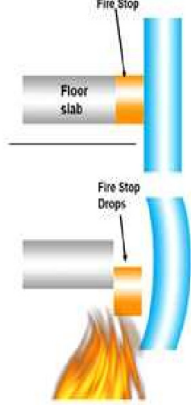
- 1) 한국산업표준 KS F 3504(석고 보드 제품)에서 정하는 12.5mm 이상의 방화 석고 보드
- 2) 한국산업표준 KS L 5509(석고 시멘트판)에서 정하는 석고 시멘트판 6mm 이상인 것 또는 KS L 5114(섬유강화 시멘트판)에서 정하는 6mm 이상의 평형 시멘트판인 것
- 3) 한국산업표준 KS L 9102(인조 광물섬유 단열재)에서 정하는 미네랄울 보온판 2호 이상인 것
- 4) 한국산업표준 KS F 2257-8(건축 부재의 내화 시험 방법 - 수직 비내력 구획 부재의 성능 조건)에 따라 내화성능 시험한 결과 15분의 차焰성능 및 이면온도가 120K 이상 상승하지 않는 재료



[화재 확산 방지구조 상세도]

4. 화재확산방지구조 향후 고찰

1) 커튼월 구조 층간화재확산 현상 문제점

Leapfrog 현상	Pork Through 현상
 <p>External Spread - "Leap Frog"</p> <p>3rd Floor</p> <p>2nd Floor</p> <p>1st Floor</p>	 <p>Fire Stop</p> <p>Floor slab</p> <p>Fire Stop</p> <p>Fire Stop Drops</p>
커튼월 시스템의 외장재가 파손되어 하층부의 내부 화염이 외부로 노출되어 상층부의 외장재가 파손되어 내부로 전파되는 현상	화재열로 커튼월 프레임 또는 외장재가 변형되어 내화충전구조가 탈락하고 이 틈새를 통해 수직층으로 화염과 연기가 전파되는 현상

2) 화재확산방지구조 개선 방향

(1) Leapfrog 대책

화염의 높이 및 화염 부착현상은 창문의 사이즈, 형태, 종횡비 등에 영향을 받으므로 NFPA5000(Building Construction and Safety Code)과 같이 Spandrel 높이를 0.9m 이상으로 고려할 필요가 있다.

(2) Pork Through 대책

커튼월 프레임은 대부분 하중이 작은 알루미늄이 재질이 사용되고 있다. 알루미늄 프레임은 화재열에 약해 쉽게 변형되기 때문에 내화충전구조가 탈락될 수 있다. 따라서 커튼월 스프링클러헤드를 설치하여 프레임의 변형을 막아 내화충전구조의 탈락 방지 고려가 필요하다.

1-8. 화학적폭발의 종류와 개별특성에 대하여 설명하시오.

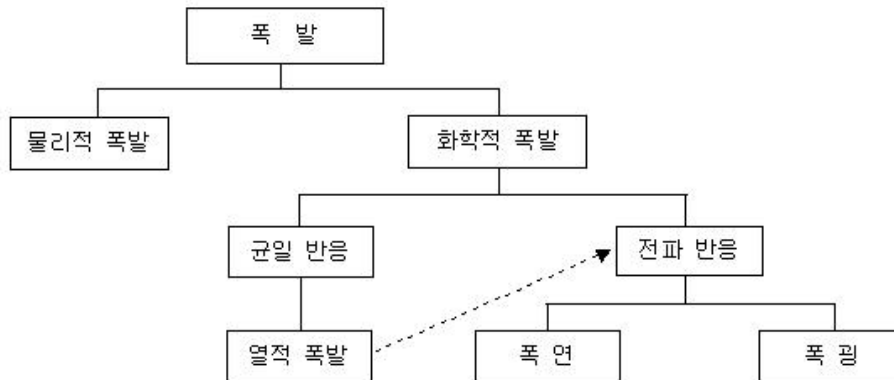
답)

출처‘ 모아소방기술사 2권 P363, 각종자료

1.화학적 폭발(Chemical explosion) 정의

- 1) 화학 반응에 의한 급격한 연소, 중합, 분해, 반응폭주 등에 의하여 발생하는 폭발이다.
- 2) 화약이나 가스의 폭발 등 극렬한 산화반응이 이에 해당한다.

2.화학적 폭발의 종류



[화학적 폭발의 종류]

1) 균일반응 폭발

반응속도가 반응계 전체에 걸쳐 일정하게 일어나는 폭발 (예: 용기 내 폭발)

2) 전파반응 폭발

특정한 부위에서 먼저 발생하여 반응계 전체로 확산되며 일어나는 폭발 (예: 배관 내 폭발)

3. 화학적 폭발의 개별특성

구 분	균일반응 폭발	전파반응 폭발
개별 특성	<ul style="list-style-type: none"> 반응속도는 반응계 전체 걸쳐 일정 온도에 비례하여 발열반응 촉진 Self-heating(자기가열) 상태가 되면 생성된 발열량이 방출열량을 초과하게 된다. 고체, 액체, 기체 각상에서 모두 발생 고온의 반응 중심부 발생열을 초기에 방열하지 않으면 전파반응으로 전이 	<ul style="list-style-type: none"> 전파반응은 항상 발열반응이며 고온부에서 먼저 발생한다. 반응계 초기온도가 높을수록 쉽게 착화되어 전파반응으로 이어진다. 전파속도는 물질의 조성, 온도, 압력, 밀집정도에 따라 영향을 받는다. 반응부분(화염발생), 생성부분(화염진행후방), 미반응부분(화염진행전방) 구성
종 류	반응폭주 등	폭연 (음속 미만) 폭굉 (음속 이상 + 충격파 동반)

1-9. 나트륨(Na)에 관한 다음 질문에 답하시오.

- 1) 물과의 반응식
- 2) 보호액의 종류와 보호액 사용 이유
- 3) 다음 중 사용 할 수 없는 소화약제를 모두 골라 쓰시오.
(이산화탄소, Halon 1301, 팽창질석, 팽창진주암, 강화액 소화약제)

답)

출처' 소방기술모아 2권 P468, 소방시설의 설계 및 시공 1권 P1-15

1. 나트륨(Na)의 개념

- 1) 금속나트륨은 물과 접촉하여 반응하면 가연성가스와 독성가스를 발생시키고 화재 폭발을 일으킬 수 있는 금속성 물질(3류 위험물)이다.
- 2) 자연발화 가능성도 있으므로 특성에 대한 이해를 통해 화재예방 및 화재발생 시 적절한 소화방법을 적용해야 한다.

2. 물과의 반응식

- 1) 반응식: $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 + 88 [kcal]$
- 2) 물과 격렬히 반응하여 발열반응이 생긴다.
- 3) 이때 생성된 반응열에 의해 수소(H₂)가 직접 착화 폭발 및 화재위험성
- 4) 수소의 연소범위 → 4~75%

3. 보호액의 종류와 보호액 사용 이유**1) 보호액의 종류**

- (1) 석유류: 석유, 경유, 유동파라핀 등의 보호액 (에테르, 게톤, 산소함유물은 Na과 반응하여 발열할 수 있으므로 사용을 금할 것.)
- (2) 불활성가스: 질소, 아르곤, 헬륨 등 불활성가스 (CO₂와는 반응하여 폭발의 위험이 있으므로 사용을 금할 것.)

2) 보호액 사용 이유

- (1) 금속나트륨 공기 중 방치하면 자연발화
(공기와 반응식: $4Na + 2O_2 \rightarrow 2Na_2O$)
- (2) 융점(97.8℃) 이상으로 가열하면 황색 불꽃을 내면서 연소
- (3) 활성이 커서 대부분의 다른 금속과 직접 반응하며, 가열하면 여러 화합물을 만든다.

4. 사용할 수 없는 소화약제**1) 이산화탄소**

- (1) 반응식: $4Na + CO_2 \rightarrow 2Na_2O + C$
- (2) CO₂와 반응하여 폭발 등의 위험이 있다.

2) Halon 1301(CF_3Br)

- (1) 반응식: $Na + CF_3Br \rightarrow NaBr + CF_3$
 (2) 할로젠 원소와 접촉하여 발화 위험이 있다.

3) 강화액 소화약제

- (1) 반응식: $5Na + K_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 5Na + H_2O + CO_2 + K_2SO_4 \rightarrow NaOH + Na_2O + C + \frac{1}{2}H_2$
- (2) 강화액($K_2CO_3 + H_2SO_4$)이 반응하여 물과 이산화탄소를 발생시키므로 폭발 및 발화 위험이 있다.
- (3) 황산(H_2SO_4) 같은 산(Acid)과 혼촉 시 격렬히 반응하므로 사용 금지

5. 금속나트륨의 화학적 특성

- 1) 비중: 0.97, 융점: 97.8℃
- 2) 고 인화성 고체화합물
- 3) 제3류 위험물로 분류되며 자연발화 및 금수성 물질
- 4) NFPA 분류기준
 - ① 화재 위험성: 3
 - ② 반응성: 2
- 5) 반응성
 - ① 자연발화 및 연소특성
 - ② 물과의 격렬한 반응으로 수소 및 반응열 발생
 - ③ 알콜, 산, 액체암모니아와 반응하여 수소발생
 - ④ 강산화성 물질과 혼합한 것은 충격, 마찰에 의해 폭발위험
 - ⑤ 이산화탄소, 사염화탄소와도 반응 소화약제로서의 효과 없음

6. 화재 감식방법

1) 저장용기의 파손여부 또는 수분의 혼입여부 감식

- ① 금속나트륨은 석유류 등에 담가 보관하지만 액체의 증발이나 용기의 파손, 수분의 혼입 등에 의해 발화 폭발사고 유발한다.
- ② 따라서 저장용기의 외관검사를 통한 발화원을 조사한다.

2) 금속나트륨(Na)의 연소 잔해 감식

- ① 물과 반응 시 강한 알칼리성 수산화나트륨이 형성된다.
- $$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2 + Q [kcal]$$
- ② 수산화물 (NaOH)에 의해 표면이 백색을 띠는 점조로 된 나트륨의 연소 잔해에서 발견한다.

3) 리트머스 시험지에 의한 감식: 강한 산화물에 의한 강알칼리성을 띤다.

1-10. B급 화재위험성이 있는 특정소방대상물에 미분무소화설비를 적용하고자 할 때 고려되어야 할 변수들을 2차원과 3차원 화재로 각각 분류하여 기술하시오.

답)

출처: 각종 자료

1. 미분무소화설비 정의

- 1) 가압된 물이 헤드 통과 후 미세한 입자로 분무됨으로써 소화성능을 가지는 설비를 말하며, 소화력을 증가시키기 위해 강화액 등을 첨가할 수 있다.
- 2) 미분무란 물만을 사용하여 소화하는 방식으로 최소설계압력에서 헤드로부터 방출되는 물입자 중 99%의 누적체적분포가 400 μ m 이하로 분무되고 A,B,C급 화재에 적응성을 갖는 것을 말한다.

2. 미분무소화설비 B급 화재 적응성

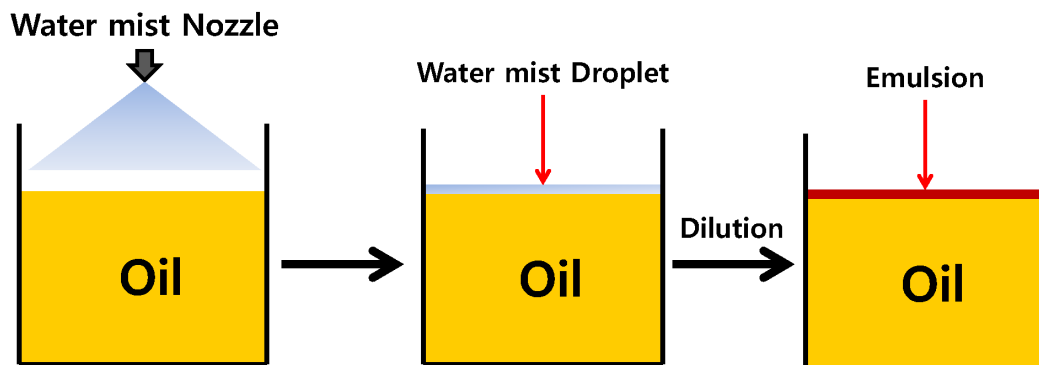
1) 물의 밀도 저하

$$S = \frac{\phi}{\rho \cdot D_m} \rightarrow \rho = \frac{\phi}{S \cdot D_m}$$

ρ : 물의 밀도 ϕ : 형상계수
 D_m : 물입자 직경 S : 물 비표면적

미분무 입자는 직경(D_m)이 작아 물의 밀도(ρ)를 낮춰 유류화재에서 에멀전 효과를 만들 수 있다.

2) 에멀전 효과 (유화작용)



[미분무소화설비의 에멀전 효과]

(1) 에멀전(Emulsion) 효과 개념

서로 혼합되지 않는 2개의 액체 중 하나의 액체가 미립상태로 섞이고 분산되어 경계를 만드는데 이를 에멀전 효과라 한다.

(2) 미분무의 에멀전 효과

- ① 미분무 노즐로 방사된 물입자는 직경이 작아 물의 밀도가 유류의 밀도보다 낮아진다.
- ② 결국 미립상태의 물입자는 유면 위에 뜨게 되고 섞이면서 불연성 에멀전을 형성하게 되어 가연성증기 발생을 억제하게 된다.

3. 2차원과 3차원 화재 특성

1) 2차원 화재 (Two Dimensional Class B fire)

2차원 B급 화재는 유류의 상부면만 타고 있는 화재로 상부가 개방된 저장탱크, 액면화재(Pool fire), 누출유 화재가 이에 해당된다.

2) 3차원 화재 (Three Dimensional Class B fire)

3차원 B급 화재는 타고 있는 유류(휘발유, 알코올, 경유, 오일, 그리스 등)가 저장탱크 벽을 타고 수평적, 수직적으로 새거나, 쏟아지거나 또는 흐르면서 발생하는 화재를 말한다.

4. 2차원과 3차원 화재 고려 변수

1) 2차원 화재 고려변수

- (1) 가연물의 화재하중과 형상
- (2) 가연물의 인화점(Flash Point)
- (3) 가연물의 기화열, 연소열
- (4) 액면의 크기
- (5) 바람의 방향, 풍속

2) 3차원 화재 고려변수

- (1) 공통 고려사항
 - ① 가연물의 화재하중
 - ② 가연물의 인화점(Flash Point)
 - ③ 가연물의 기화열, 연소열
 - ④ 저장탱크의 형태(Spiral Tank, Cone Roof Tank, Floating Roof Tank 등) 및 재질
 - ⑤ 바람의 방향, 풍속
- (2) 케스케이드(Cascade) 화재, 분무화재

케스케이드 화재	분무 화재
<ul style="list-style-type: none"> • 유출되는 가연물의 유량 • 유출되는 가연물의 속도 • 탱크 벽면의 각도 • 가연물의 점성(Viscosity) 	<ul style="list-style-type: none"> • 밀폐용기, 개방용기 여부 • 밀폐 용기 시 용기 내부 압력 • 유류의 분무 각도 • 유류의 분무 방향

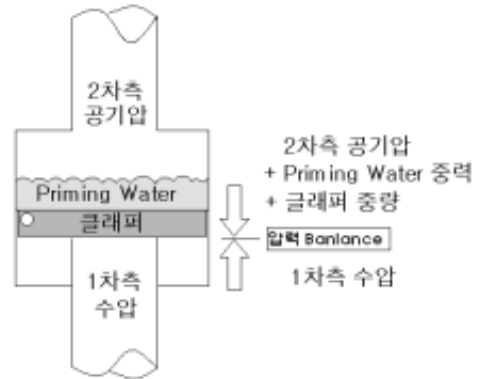
1-11. 건식스프링클러설비의 건식밸브(dry valve) 작동 복구 시 초기주입수(priming water)의 주입 목적에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 2권 P363

1. Priming Water 개념

- 1) 건식밸브(Dry valve) 2차측 클래퍼(Clapper) 상부에 채워 두는 물
- 2) 건식 밸브에서는 1차측 배관에 가압수, 2차측에는 압축 공기를 채워두고 있으며, 밸브의 Clapper 이후의 2차측 몸체에 Priming Water를 채워 둔다.



[Priming water 상세도]

2. Priming Water(초기주입수)의 목적

1) Clapper 1.2차 측의 압력 균형 유지

- ① 2차측 공기압을 Priming Water를 채워둠으로서, Clapper에 수직으로 작용하게 만든다.
- ② 공기압, Clapper의 무게, Priming Water 무게, 넓은 2차측 접촉면적 등으로 인해 2차측의 낮은 공기압으로 균형을 유지한다.

2) Clapper의 기밀성 확인

Clapper에 틈새가 생겨 누수가 발생하면 밸브의 Drain에서 물방울이 떨어지게 되므로, 기밀확보 여부를 쉽게 알 수 있다.

3. 시공 시 고려사항

- 1) Priming water 적정량 이상 설치하는 경우 트립시간(클래퍼 개방시간)이 길어져 방수지연시간 더 길어지게 되므로 제품 시방에 맞게 적당량을 채운다.
- 2) Dry Valve 선정 시 Priming water 및 Water Columning 현상을 확인할 수 있게 Sight Glass 부착형 밸브를 설치한다.

1-12. 물분무소화설비(water spray system)의 작동·분무 시 물입자의 동(動)적 특성 및 소화메카니즘(mechanism)에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 1권 P280

1. 물분무소화설비(Water spray system) 개념

- 1) 화재 시 직선류 또는 나선류의 물을 충돌·확산시켜 미립상태로 분무함으로서 소화하는 설비이다.
- 2) 물분무 설비는 스프링클러 설비에서의 물방울보다 작은 물입자에 운동량(momentum)을 주어 화원에 침투하게 하여 소화하거나 방호대상물의 상부뿐만 아니라 측면 하부 면에도 물을 분사하여 그 표면을 보호하는 설비이다.
- 3) 물분무 소화설비는 미리 정해진 화재양상, 물방울 크기, 방출밀도에 의해 화재의 제어, 소화 및 연소확대방지 등의 목적으로 사용되는 소화시스템이다.

2. 물입자의 동적 특성

1) 물분무 소화효과 원리

물입자 직경 (Dm)	물입자 비표면적(S)	복사열 차단 효과
$Dm = \frac{d^{\frac{2}{3}}}{P^{\frac{1}{3}}}$	$S = \frac{\phi}{\rho \times D_m}$	$T = \frac{E}{E_s} = e^{-C_s \cdot L}$
d: 오리피스 크기 P: 방사압	ϕ : 형상계수 ρ : 물의 밀도 D_m : 물입자 직경	T: 투과율 E: 물분무 방사 시 복사열유속 Es: 물분무 미방사 시 복사열유속 Cs: 복사열 흡수 계수 L: 물분무 수막 두께
방사압(P)을 높여 물입자 크기를 분무상으로 방사	물입자 직경(Dm)이 작아 물의 비표면적(S)이 커져 냉각효과가 우수	물분무는 회색체(Gray Body) 역할을 하여 복사열 흡수하여 투과율을 낮춘다.

2) 화염에 대한 Kinetic 효과

(1) Kinetic 효과란?

물분무의 운동효과이다. 방사초기에 미세한 물입자가 공기와 혼합하여 화염으로 방사되므로, 방사 초기에는 화염의 난류유동으로 순간적으로 수배 이상으로 커지는 현상을 Kinetic 효과라고 의미한다.

(2) 초기에는 화염이 순간적으로 팽창하고, 온도가 상승하므로 지속적인 물분무의 냉각, 질식 등의 소화효과로 화염을 소화시켜야 한다.

(3) 미분무의 화염에 대한 영향

① 화염의 강화

- 최초의 Spray 접촉 시 격렬한 화염확대가 발생된다.
- 화염 면에서의 급격한 증발로 인해 발생하는 난류의 혼입으로 인해 연소율이 가속되기 때문이다.

② 화염의 소멸

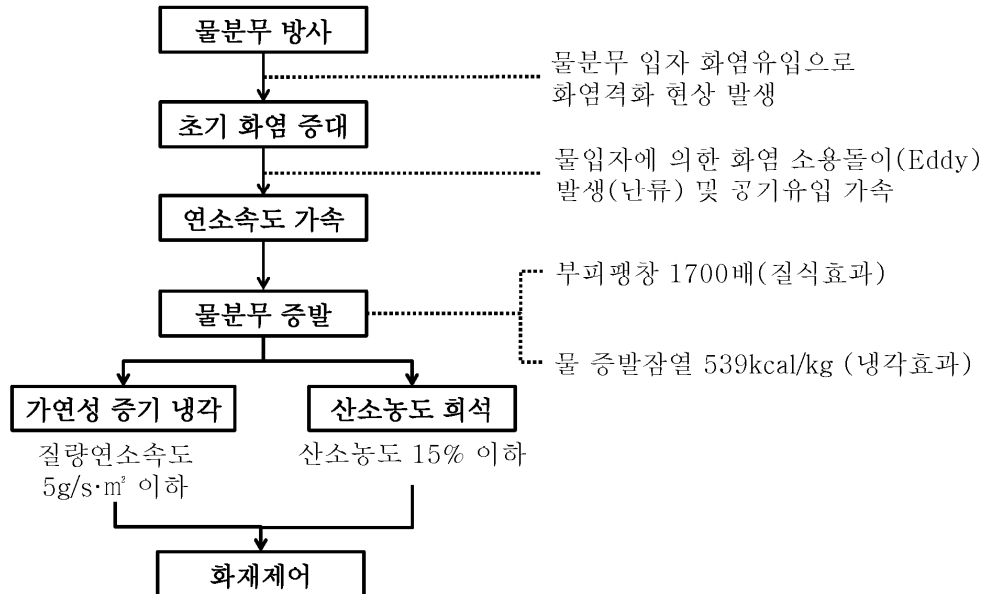
- Spary에 의해 기상부가 냉각되고 가연성혼합기의 농도가 희석된다.
- 화염속도가 감소되며, 상대적으로 빠른 기체의 흐름으로 인해 연소반응이 영향을 받아 화염 소멸이 가능하다. (약한 화염에 바람을 불어 끄는 것과 유사함)

(4) 물분무(수증기)의 화학적 반응유발

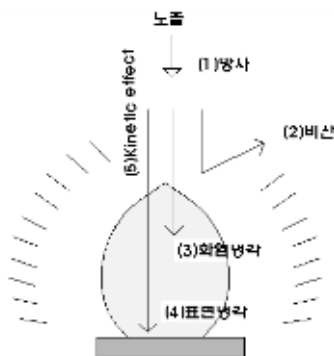
- ① CO 및 그을음(soot) 발생을 억제하고,
- ② 화염온도, CO₂ 발생률, O₂ 발생률은 높아진다.

3. 물분무 소화메커니즘

1) 물분무 소화 절차



2) 소화메카니즘



- 노즐방사: 화재발생, 감지기감지, 펌프동작
- 비산: 도착전 증발부유, 주변냉각, 재착화방지, 복사열차단
- 화염냉각(일부관통)
 - ① 냉각효과: 비열과 잠열효과 - 열분해저감
 - ② 증발체적팽창: 수증기가 산소농도감소
- 표면냉각: 인화점 미만으로 저감
- Kinetic effect: 가연성 혼합기 농도 희석

- (1) 화재감지기의 작동과 연동되어 설비가 가동되며, 미분무수가 노즐을 통해 화재실로 방사된다.
- (2) 방사된 물방울이 화염에 도달하기 전에 증발한다.
- (3) 일부 물방울은 화염을 관통하여 연소 면에 도달된다.
- (4) 비열 및 잠열에 의한 냉각효과로 가연물의 열분해를 막고, 증발된 수증기가 산소농도를 감소시킨다.
- (5) 일부 물방울들은 벽, 바닥, 천장 등으로 분사되어 주변을 냉각시켜 연소 확대를 방지한다.
- (6) 물방울이 고속으로 방사되어 그 속도에너지에 의해 주위 공기를 화염 측으로 끌어들이어 가연성 혼합기의 농도를 희석시킨다. (베르누이 효과)
- (7) 미세한 물방울들이 전역방출방식의 가스계 소화약제처럼 주위 공간을 부유하며 소화작업을 보조한다.

1-13. 연돌효과를 고려한 계단실 급기가압 제연설비 설계 시 최소 설계차압 적용 위치(층)와 보충량 계산을 위한 문 개방 조건 적용 위치(층)에 대하여 설명하시오.

답)

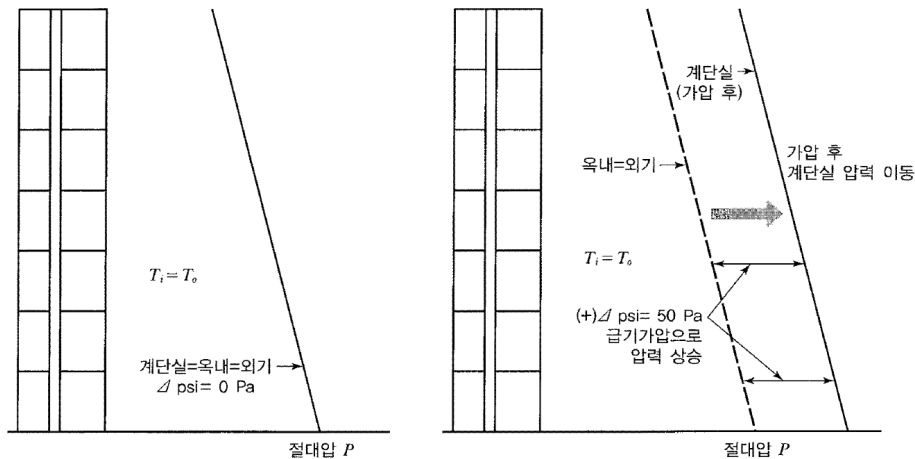
출처: 방화공학 실무 핸드북 P627

1. 계단실 급기가압 제연설비 개념

- 1) 계단실을 단독 급기 가압하는 방식으로 선진국에서 가장 보편적으로 권장하는 방식이다.
- 2) 계단실을 가압함으로써 가압 기류의 흐름은 계단실 → 부속실 → 옥내로 흐르게 된다.
- 3) 2차 안전 공간인 계단실 내부 압력이 가장 높기 때문에 계단실까지 연기 유입이 어렵다.

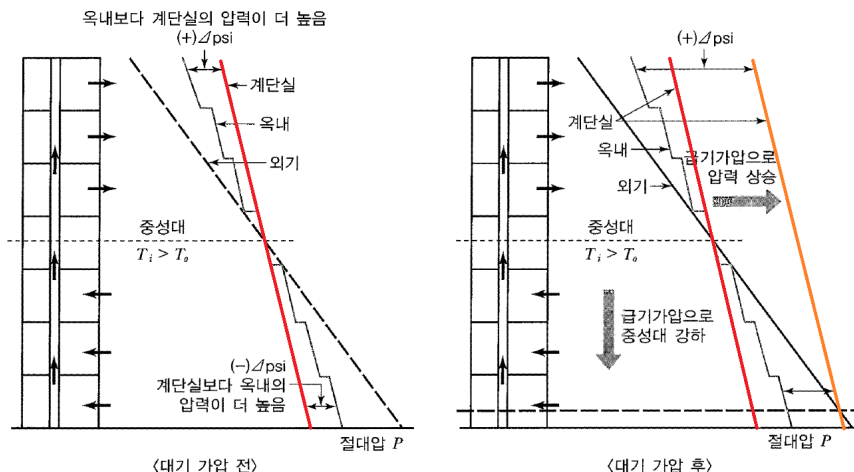
2. 연돌효과를 고려한 최소 설계차압 적용 위치

1) 연돌효과, 바람이 없는 상태에서 계단실 가압



- (1) 연돌효과가 없으므로 건물 높이에 따른 건물 내,외부의 압력감소율은 동일하다.
- (2) 이때 송풍기로 계단실을 50Pa 더 높게 가압하면 계단실의 압력그래프 선은 오른쪽으로 이동하게 된다.
- (3) 계단실의 압력이 전체적으로 옥내와 외기보다 50Pa 높게 형성하게 된다.
- (4) 연돌효과가 없으므로 계단실 상부, 하부 모두 동일한 압력차를 유지하게 된다.

2) 연돌효과를 고려한 계단실 가압



- (1) 계단실의 가압을 하게 되면 기존(빨강색선) 계단실 압력이 우측으로 이동(주황색선)하게 되어 압력이 상승하게 된다.
- (2) 계단실 상부는 더 높은 압력차가 발생하게 된다. 상부의 압력차가 지나치게 커지게 되면 최대 차압(110N)을 초과하게 되어 출입문 개방이 어려워지므로 이를 고려하여 설계한다.
- (3) 계단실 하부는 가압 전 옥내보다 압력이 낮았으나 가압 후 옥내보다 압력이 높아지게 된다.
- (4) 최소 설계차압 적용 위치(층)는 계단실 최하층인 지상 1층이 된다.

3. 보충량 계산을 위한 문 개방 조건 적용 위치(층)



1) 보충량 계산 공식

$$Q_s = k \frac{S \times V}{0.6} - Q_o$$

Q_s : 보충량[m³/s] S : 출입문 면적[m²]
 V : 방연풍속[m/s] k : 동시 개방층 계수
 Q_o : 계단실로부터 제연구역 유입풍량[m³/s]

2) k 계수 법적 기준의 문제점

(1) 현행 화재안전기준(NFSC 501A)

구 분	내 용
20층 이하	화재 층 출입문만 개방 (1개 층 개방)
20층 초과	화재 층 및 직상 층 출입문 동시 개방 (2개 층 개방)

(2) 현재 k 계수 기준 문제점

- ① 실제 화재의 경우 피난 중 화재 층과 피난 층 출입구는 상시 열려 있을 가능성이 높다.
- ② 따라서 화재 시 피난 층 출입구는 상시 개방되는 것으로 설계할 필요가 있다.
- ③ 또한 경보방식과 동시 개방 층 산정이 서로 상이하여 실제 화재 시 화재 층의 방연풍속 부족이 발생하여 제연구역으로 연기가 유입될 수 있다.

3) 보충량 계산 시 개방 층 적용

구 분	개방 층	동시 개방 층수
20층 이하	피난 층 + 화재 층 + 직상 층	3개 층 동시 개방
20층 초과	피난 층 + 화재 층 + 기타 2개 층	4개 층 동시 개방

- (1) 실제 화재 상황을 고려하여 피난 층은 상시 개방되는 것으로 적용하여 보충량 산정을 한다.
- (2) 경보방식 등을 고려하여 화재 층 및 직상 층 개방을 고려하여 k계수를 선정하고 보충량 산정이 필요하다.
- (3) 30층 이상의 고층건축물은 화재 층 및 지상 4개 층 경보를 발하고 있어 과도한 보충량 산정이 우려되므로 CONTAM 등을 통한 '성능위주 제연설계' 적용이 고려될 필요가 있다.



제 2교시 문제풀이

2-1. 고층건축물(30층 이상) 공사현장에서 공정별 화재위험요인을 설명하시오.

(공정 : 기초 및 지하 골조공사, Core Wall공사, 철골·Deck·슬라브공사, 커튼월공사, 소방설비공사, 마감 및 실내장식공사, 시운전 및 준공 시)

답)

출처: 각종 소방 자료

1. 개 요

공사현장의 사고가 빈번하고 화재 발생 시 인명 피해가 발생하는바 공사 현장에서 공정별로 화재 위험요인을 파악하여 대책을 수립하여야 한다.

2. 인화성 물품을 취급하는 작업 등 대통령령으로 정하는 작업

- 1) 인화성·가연성·폭발성 물질을 취급하거나 가연성 가스를 발생시키는 작업
- 2) 용접·용단 등 불꽃을 발생시키거나 화기를 취급하는 작업
- 3) 전열기구, 가열전선 등 열을 발생시키는 기구를 취급하는 작업
- 4) 국민안전처장관이 정하여 고시하는 폭발성 부유분진을 발생시킬 수 있는 작업
- 5) 그 밖에 제1호부터 제4호까지와 비슷한 작업으로 국민안전처장관이 정하여 고시하는 작업

3. 공정별 화재위험 및 대책

1) 기초 및 지하 골조공사

(1) 화재위험요인

- ① 기초공사: 오거 및 항타기 크레인장비의 엔진 등 과열에 의한 화재위험
- ② 지하골조공사: 철근배근 후 커팅에 의한 비산 불꽃으로 단열재 화재위험
- ③ 겨울철 화목난로에 의한 연소로 화재위험

(2) 대책

- ① 화재감시자 용접작업 중 상주
- ② 소화기 배치 및 안전관리자의 관심과 외부소방대 유기적 연락선 구축

2) Core Wall공사

(1) 화재위험요인

- ① 코어월 접합부 시공 시 용접작업에 의한 화재위험
- ② 코어 벽과 철근을 연결하기 위해 철근이음용 매립강판이나 Re-bar 등을 사용함에 따라 철물 절단 시 전동커터를 사용하므로 절단 시 불꽃이 튈 때 화재 위험

(2) 대책

- ① 가연물 관리
- ② 용접작업 시 비산방지막 및 방화포 사용
- ③ 안전관리자 및 화재감시자 관리감독

3) 철골 · Deck · 슬라브 공사

(1) 화재위험요인

- ① 철골: 내함 부착으로 인한 산소절단 용접 시 화재위험
- ② Deck plate: 아울렛박스 등 전선배관을 위한 구멍(hole)을 만드는 hole saw 사용으로 불꽃 발생으로 화재위험
- ③ 동절기 콘크리트 양생목적의 화목난로 및 갈탄난로 사용 시 화재

(2) 대책

- ① 방호시트나 방호매트, 철판 등으로 보호하여야 한다.
- ② 잘 보이는 장소에 소화기를 비치하고 사용방법을 숙지
- ③ 타워에 감시용 카메라 설치
- ④ 간이소화장치를 설치하여 물에 의한 냉각소화가 필요

4) 커튼월공사

(1) 화재위험요인

- ① 커튼월 공사의 폴리에틸렌계열 고분자플라스틱 사용으로 시공 중 화재취약
- ② 커튼월 공사 중 내부 단열재가 가연성일 경우 주변 용접 또는 용단작업 중 불꽃이 튀어 발화하여 대형화재로 이어짐

(2) 대책

- ① 불연재료 사용으로 내화성능 확보
- ② 임시소방시설
- ③ 화재감시자 용접작업 중 상주

5) 소방설비공사

(1) 화재위험요인

- ① 배관의 용접작업 중 아크용접에 의한 불꽃이 비산하여 주위 가연물에 착화됨
- ② 배관의 절단 시 불꽃이 비산에 의한 화재발생
- ③ 주차장 바닥 에폭시 작업과 배관용접 작업 중복 시 유증기에 의한 폭발적인 화재 발생
- ④ 살수장애로 인한 스프링클러헤드 추가 작업 시 주변에 가연물이 많은 상태에서 용접작업을 실시하여 가연물에 착화함

(2) 대책

- ① 용접주위 가연물에 용접방화포로 덮어 화재 예방
- ② 배관 절단부위 용접용 방화커버 설치
- ③ 가급적 현장용접 지양하고 공장조립 및 무용접 접합 기법 사용

6) 마감 및 실내장식공사

(1) 화재위험요인

- ① 마감작업 및 실내장식공사 시 잡철물의 용접작업 및 금속의 연마 작업 등으로 인한 화재가 빈번함
- ② 담배꽂초에 의한 각종 포장박스에 훈소화재 발생
- ③ 가설사무실에 페인트 등을 보관하였을 경우 난로의 과열로 인한 화재 발생
- ④ 인화성이 강한 도료, 희석제, 신너 등 유기용제를 함유한 도장작업 시 발화원 취급 부주의, Spray 작업 중 Spark 및 용접 불티 발생 등

(2) 대책

- ① 작업장 내 발화물질 휴대금지 등
- ② 작업자 교육 및 흡연 장소 지정
- ③ 가설사무실과 창고를 구분하여 설치하고 화재하중이 큰 물질은 별도로 관리
- ④ 방폭형 랜턴사용, 환기장치 설치, 작업장 내 소화기 비치

7) 시운전 및 준공 시

(1) 화재위험요인

- ① 시운전 시 결선의 오류로 전기화재 발생
- ② 소방시설이 정상적으로 작동되지 않은 상태에서 공정 중 미 시공 부위 마감작업 시 화재발생
- ③ 준공청소 시 기기 및 장비의 오염장소를 석유 및 기타 유류로 청소 시 유증기로 인한 화재 위험

(2) 대책

- ① 시운전 시 각 공종별 전문가의 입회하에 실시함
- ② 경미한 작업이라도 화기취급 시 화재감시자를 배치함

4. 임시소방시설을 설치하여야 하는 공사의 종류와 규모

1) 소화기

건축허가 등을 할 때 소방본부장 또는 소방서장의 동의를 받아야 하는 특정소방대상물

2) 간이소화장치.

- (1) 연면적 $3,000\text{m}^2$ 이상
- (2) 해당 층의 바닥 면적이 600m^2 이상인 지하 층, 무창 층 및 4층 이상의 층

3) 비상경보장치

- (1) 연면적 400m^2 이상
- (2) 해당 층의 바닥 면적이 150m^2 이상인 지하 층 또는 무창 층

4) 간이피난유도선

바닥 면적이 150m^2 이상인 지하 층 또는 무창 층의 작업현장.

5. 임시소방시설과 기능 및 성능이 유사한 소방시설

- 1) 간이소화장치를 설치한 것으로 보는 소방시설: 옥내소화전 및 국민안전처장관이 정하여 고시하는 기준에 맞는 소화기
- 2) 비상경보장치를 설치한 것으로 보는 소방시설: 비상방송설비 또는 자동화재탐지설비
- 3) 간이 피난유도선을 설치한 것으로 보는 소방시설: 피난유도선, 피난구유도등, 통로유도등 또는 비상조명등

6. 임시소방시설 설치기준

1) 소화기

- (1) 소화기는 적응성이 있는 것을 설치
- (2) 소화기는 각층마다 능력단위 3단위 이상인 소화기 2개 이상을 설치
- (3) 인화성 물품을 취급하는 작업 등은 작업 종료 시까지 작업지점으로부터 5m 이내 쉽게 보이는 장소에 능력단위 3단위 이상인 소화기 2개 이상과 대형소화기 1개를 추가 배치

2) 간이소화장치

- (1) 수원
 - ① 20분 이상
 - ② 방수압력은 최소 0.1MPa 이상,
 - ③ 방수량은 65lpm 이상
- (2) 인화성 물품을 취급하는 작업 등은 작업종료 시까지 작업지점으로부터 25m 이내에 설치 또는 배치하여 상시 사용이 가능하여야 하며 동결방지조치
- (3) 넘어질 우려가 없어야 하고 손쉽게 사용할 수 있어야 하며, 식별이 용이하도록 "간이소화장치" 표시를 하여야 한다.
- (4) 설치 제외: 옥내소화전 또는 대형소화기를 작업지점으로부터 25m 이내 쉽게 보이는 장소에 6개 이상을 배치한 경우

3) 비상경보장치

- (1) 인화성 물품을 취급하는 작업 등은 작업종료 시까지 작업지점으로부터 5m 이내에 설치 또는 배치하여 상시 사용이 가능
- (2) 화재 사실 통보 및 대피를 해당 작업장의 모든 사람이 알 수 있을 정도의 음량을 확보

4) 간이피난유도선

- (1) 광원점등방식으로 공사장의 출입구까지 설치하고 공사의 작업 중에는 상시 점등
- (2) 설치 위치는 바닥으로부터 높이 1m 이하로 하며, 작업장의 어느 위치에서도 출입구로의 피난방향을 알 수 있는 표시

7. 결론

- 1) 최근 세종 복합 상가의 주차장 마감 공정 중 에폭시 유증기에 의한 발화로 큰 재산피해가 발생하였다.
- 2) 이 화재는 임시소방시설의 화재방호한계를 넘어선 인적재난으로 또 다른 과제를 남겼다.
- 3) 따라서 현장관리자는 공사작업 시 화재위험요소들의 상충관계를 파악하여 작업분리, 공정분리, 작업일정조정 등을 파악함으로써 인적재난 대비에 최선을 다해야 할 것이다.

2-2. 건축물에 설치하는 피난용승강기와 비상용승강기의 설치대상, 설치대수 산정기준, 승강장 및 승강로에 대하여 설명하시오.

답)

출처‘ 소방기술사 요해 1권 P442, P445

1. 개 요

- 1) 비상용승강기는 화재 시 소방대가 사용하는 승강기로 소방 활동에 사용하는 승강기
- 2) 승강기는 수송능력이 크고 편리한 운송수단이지만 여러 화재에서의 교훈에 의하여 화재 시에는 사용해서는 안 되는 수단으로 인식되었다.
- 3) 그러나 최근 건축물의 고층화, 심층화되고 거동이 불편한 사람들을 위한 피난수단 확보가 제도적으로 요구되면서 승강기를 이용한 피난이 적극적으로 검토되고 있다.

2. 비상용승강기 설치대상

1) 설치대상

비상용 승강기	피난용 승강기
높이 31m를 넘는 건축물	고층 건축물(준초고층 건축물 중 공동주택은 제외)

2) 비상용승강기의 설치대수

바닥면적	설치대수
1,500m ² 이하	1대 이상
1,500m ² 초과	1대 + 1,500m ² 넘는 3,000m ² 이내마다 1대씩 가산

2대 이상의 비상용승강기를 설치하는 경우에는 화재 시 소화에 지장이 없도록 일정한 간격을 유지할 것.

3) 비상용승강기를 설치하지 않아도 되는 건축물

높이 31m를 넘는 부분이 다음에 해당하는 경우

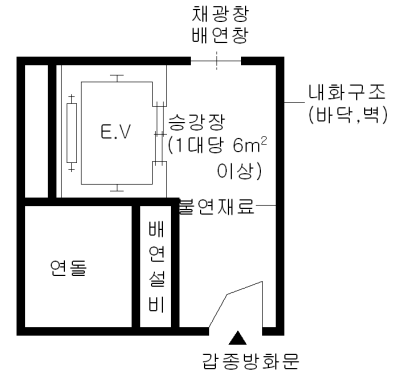
- (1) 각층을 거실 외의 용도로 쓰이는 건축물
- (2) 각층 바닥면적 합계가 500m² 이하인 건축물
- (3) 4개층 이하로서 당해 각 층의 바닥면적 합계 200m²(불연재료인 경우 500m²)이내마다 방화구획 한 건축물

4) 피난용승강기의 설치대수: 승강기 중 1대 이상을 피난용승강기로 설치

3. 비상용승강기의 승강장 및 승강로의 구조

1) 비상용승강기의 승강장 구조

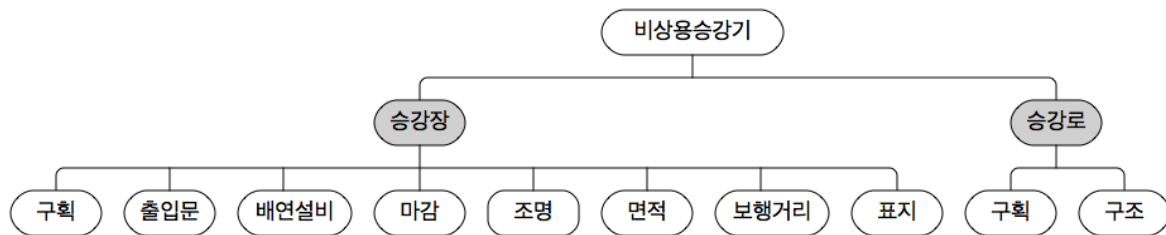
- (1) 구획: 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥, 벽으로 구획
- (2) 출입문: 승강장은 피난 층을 제외한 각층의 내부와 연결될 수 있도록 하되, 그 출입구에는 갑종 방화문을 설치할 것.
- (3) 배연설비: 노대 또는 외부로 향하여 열 수 있는 창문이나 배연설비를 설치할 것
- (4) 마감재료: 불연재료.
- (5) 조명: 채광이 되는 창문이 있거나 예비전원에 의한 조명설비
- (6) 면적: 비상용승강기 1대에 대하여 $6m^2$ 이상.
- (7) 보행거리: 피난층이 있는 승강기의 출입구로부터 도로 또는 공지에 이르는 거리가 30m 이하
- (8) 표지: 승강장 출입구 부근의 잘 보이는 곳에 비상용 승강기임을 알 수 있는 표지



[비상용 승강장 구조]

2) 비상용승강기의 승강로 구조

- (1) 구획: 건물의 다른 부분과 내화구조로 구획
- (2) 구조: 전 층을 단일구조로서 연결하여 설치.



구분		내용
2 대 이상 설치하는 경우		화재 시 소화에 지장이 없도록 일정 간격을 두고 설치
승강장	구조	내화구조(창문 출입구 제외) (공동주택은 특별피난계단 부속실과 겸용가능)
	바닥면적	승강기 1 대당 $6m^2$ 이상(옥외설치 시 제외)
	출입구	갑종 방화문 승강로 출입구 제외(피난층 제외 가능)
	배연설비	창문 설치 또는 배연설비(제 14조 2항 기준)
	조명	채광창 또는 예비전원에 의한 조명설비
	마감재료	불연재료(실내에 면하는 모든 부분)
	보행거리	피난층이 있는 승강장 출입구로부터 30m 이하(옥외출구 도로, 공지)까지(피난, 소화를 위해 지장이 없는 것)
	표지	비상용승강기표지(승강장 출입구 부근에 설치)
승강로		내화구조, 각층으로부터 피난 층까지 단일구조로 연결

5. 설비기준

1) 피난용승강기 승강장의 구조

- (1) 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획
- (2) 승강장은 각 층의 내부와 연결될 수 있도록 하되, 그 출입구에는 갑종방화문을 설치, 언제나 닫힌 상태 유지
- (3) 예비전원으로 작동하는 조명설비
- (4) 마감은 불연재료로 할 것
- (5) 승강장의 바닥면적은 피난전용승강기 1대에 대하여 $6m^2$ 이상으로 할 것
- (6) 승강장의 출입구 부근에는 피난전용승강기임을 식별 가능한 표지를 설치할 것.
- (7) 배연설비를 설치할 것. 또는 NFSC 501A 기준에 맞는 제연설비(급기 가압) 설치

2) 피난용승강기 승강로의 구조

- (1) 승강로는 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획할 것.
- (2) 각 층으로부터 피난 층까지 이르는 승강로를 단일구조로 연결하여 설치할 것.
- (3) 승강로 상부에 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」제14조에 따른 배연설비를 설치할 것

3) 피난용승강기 기계실의 구조

- (1) 출입구를 제외한 부분은 당해 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획
- (2) 출입구에는 항상 닫힌 상태의 갑종방화문 설치

4) 피난용승강기 전용 예비전원 등 설비기준

- (1) 정전 시 피난용승강기, 기계실, 승강장 및 폐쇄회로 텔레비전 등의 설비를 작동 할 수 있는 별도의 예비전원 설비를 설치할 것
- (2) 초고층 건축물의 경우에는 2시간 이상, 준초고층 건축물의 경우에는 1시간 이상 작동이 가능한 용량일 것
- (3) 상용전원과 예비전원의 공급을 자동 또는 수동으로 전환이 가능한 설비를 갖추어 것
- (4) 전선관 및 배선은 고온에 견딜 수 있는 내열성 자재를 사용하고, 방수조치를 할 것

6. 피난용 승강기의 특징(차이점)

- 1) 공동주택의 경우 특피 부속실과 검용 규정 없음
- 2) 방화문
 - (1) 승강장 방화문은 항상 닫힌 상태
 - (2) 피난 층도 갑종방화문
- 3) 비상조명 설치(채광 여부에 관계없음)
- 4) 피난용승강기는 보행거리 규정이 없음(비상용승강기 준용)
- 5) 승강장에 배연설비 설치(노대 및 외부로 향하는 창문 규정 없음)
- 6) 승강로 상부에 배연설비

7) 기계실

- (1) 내화구조로 구획
- (2) 출입문에 갑종방화문

8) 전용 예비전원

구분		내용
설치대상		<ul style="list-style-type: none"> 고층건물에 적용 초고층 준초고층(공동주택 제외)
설치기준		<ul style="list-style-type: none"> 승용승강기 중 1대 이상을 피난용 승강기 구조로 설치
피난용 승강기의 구조		<ul style="list-style-type: none"> 승강기시설 안전관리법에서 정하는 바에 따름
승강장	구조	<ul style="list-style-type: none"> 내화구조
	출입문	<ul style="list-style-type: none"> 갑종방화문
	실내마감 재료	<ul style="list-style-type: none"> 불연재료
	조명	<ul style="list-style-type: none"> 예비전원 연결
	바닥면적	<ul style="list-style-type: none"> 승강기 1대당 6m² 이상
	표지	<ul style="list-style-type: none"> 승강장 출입구 부근에 피난 전용 승강기 표지
승강로	배연설비	<ul style="list-style-type: none"> 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제114조에 따른 배연설비 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제15조에 따른 제연설비를 설치한 경우 배연설비 면제
	구조	<ul style="list-style-type: none"> 내화구조 피난층까지 단일구조로 연결
승강로상부	승강로상부	<ul style="list-style-type: none"> 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제114조에 따른 배연설비 설치
	구조	<ul style="list-style-type: none"> 내화구조(출입구 제외)
기계실 구조	출입문	<ul style="list-style-type: none"> 갑종방화문
	예비전원	<ul style="list-style-type: none"> 예비전원 별도 설치
피난용 승강기 전용 예비전원	예비전원 적용시설	<ul style="list-style-type: none"> 피난용 승강기, 기계실, 승강장 및 CCTV등의 설비 작동
	확보시간	<ul style="list-style-type: none"> 초고층 건축물: 2시간 이상 준초고층 건축물: 1시간 이상
	기능	<ul style="list-style-type: none"> 상용전원과 예비전원의 공급을 자동 또는 수동으로 전환이 가능
	배관 및 배선	<ul style="list-style-type: none"> 내열성 자재 사용, 방수조치

【보충】

- 비상용승강기에 관한 기준은 「건축법」제64조와 「건축법시행령」제90조, 주택건설기준 등에 관한 규칙」제9조 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」에서 정하고 있다.
- 비상용승강기는 화재 시 소방관이 구조 또는 소화 활동을 위해 사용하기 위한 설비로서 피난에 활용이 되어서는 안 된다.
- 따라서 피난구 유도등의 설치 위치 및 출입문의 개방 방향에 대한 고려가 필요하다. 현재 출입문의 열리는 방향에 대한 기준은 별도로 정하고 있지는 않지만, 소방관의 활용을 고려한다면 승강장에서 거실 방향으로 열리는 것이 그 목적에 부합할 것으로 보인다.

2-3. 건축물 내부에 설치하는 피난계단과 특별피난계단의 설치대상, 설치예외조건, 계단의 구조에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P460, P465

1. 개 요

- 1) 피난계단은 피난을 위한 1차적 수단이자 가장 안전하고 많은 인원을 대피시킬 수 있는 수단이다. 피난계단 수와 폭이 넓어 피난용량이 클수록 RSET이 줄어들 것이고 이로 인해 ASET과의 격차가 커져서 피난안전성을 확보할 수 있는 것이다.
- 2) 피난계단의 설계 시 방연·방화 대책을 철저히 하고, 피난자의 특성이나 층의 용도에 따른 보행 속도, 군중 유동 피난 심리 면에서 피난 유동에 혼란이 생기지 않도록 해야 한다.
- 3) 특별 피난계단은 피난계단에 화염과 질식 또는 피난의 장애요인이 되는 연기의 침입을 방지하고 침입된 연기를 유효하게 배출시킬 수 있도록 전실을 설치한 피난계단.

2. 피난계단의 설치대상

구 분	대 상		비 고
층	지상층	5층 이상	피난계단 또는 특별피난계단
	지하층	지하 2층 이하	
문화운동집회, 판매, 위락 등	5층 이상으로서 2000m ² 이상 인 경우 넘는 2000m ² 이내마다 1개 이상		
지하층	1000m ² 이상(건피방 25조)		

다만, 건축물의 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 되어 있는 경우로서 다음 각 호의 1에 해당하는 경우에는 제외

- (1) 5층 이상의 층의 바닥면적의 합계가 $200m^2$ 이하인 경우
- (2) 5층 이상의 층의 바닥면적 매 $200m^2$ 이내마다 방화구획이 되어 있는 경우

3. 피난계단의 구조

1) 구획: 건축물의 다른 부분과 내화구조의 벽으로 구획

2) 내장재: 불연재료

3) 조명: 예비전원에 의한 조명설비

4) 계단실의 옥외에 면하는 개구부

계단실의 바깥쪽과 접하는 창문(망이 들어 있는 유리의 불박이창으로서 그 면적이 각각 1m^2 이하인 것을 제외)등은 당해 건축물의 다른 부분에 설치하는 창문 등으로부터 2m 이상의 거리를 두고 설치할 것

5) 계단실의 옥내에 면하는 개구부

망이 들어 있는 유리의 불박이창으로서 그 면적을 각각 1m^2 이하로 할 것

6) 건축물의 내부에서 계단실로 통하는 출입구

(1) 유효너비는 0.9m 이상

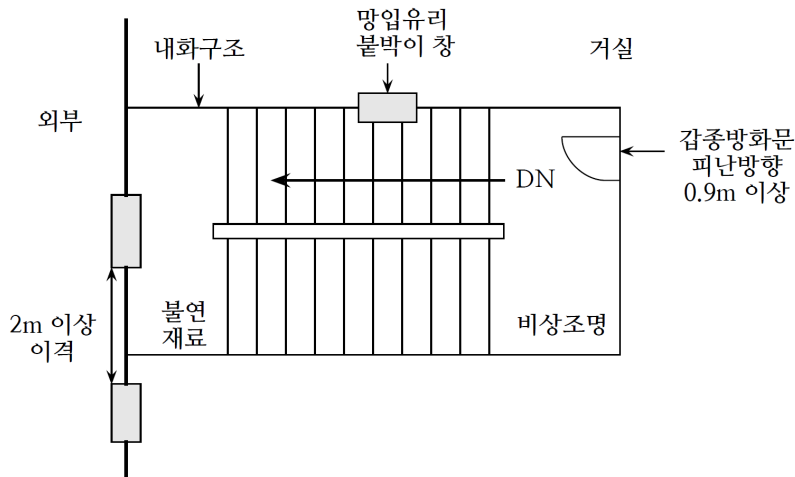
(2) 피난의 방향으로 열 수 있는 것

(3) 언제나 닫힌 상태를 유지하거나 화재로 인한 연기, 온도, 불꽃 등을 가장 신속하게 감지하여 자동적으로 닫히는 구조

(4) 갑종방화문

7) 직통계단

계단은 내화구조로 하고 피난층 또는 지상까지 직접 연결되도록 할 것



4. 특별 피난계단 설치대상

구 분	대 상		비 고
층	지상 층	11층 이상 (공동주택은 16층 이상, 갯북도식 공동주택 제외)	바닥 면적이 400m^2 미만인 층은 제외
	지하 층	지하 3층 이하	
용도	판매시설		

5. 특별 피난계단 설치기준

1) 옥내와 계단실의 연결

- (1) 노대를 통하여 연결
- (2) 부속실 면적: 3m^2 이상
 - ① 특피 제연설비
 - ② 1m^2 이상의 배연창(소방법에 규정 없음)

2) 구획: 노대, 부속실, 계단실의 창문을 제외하고는 내화구조의 벽으로 구획.

3) 내장재: 불연재료

4) 조명: 예비전원에 의한 조명설비

5) 옥외에 접하는 개구부

다른 부분에 설치하는 창문 등으로 부터 2m 이상 거리를 두고 설치할 것

6) 옥내에 면하는 개구부

계단실에는 노대 또는 부속실에 접하는 부분 외에는 건물 안쪽에 접하는 창문, 출입문을 설치하지 말 것

7) 계단실과 접하는 노대, 부속실의 창문

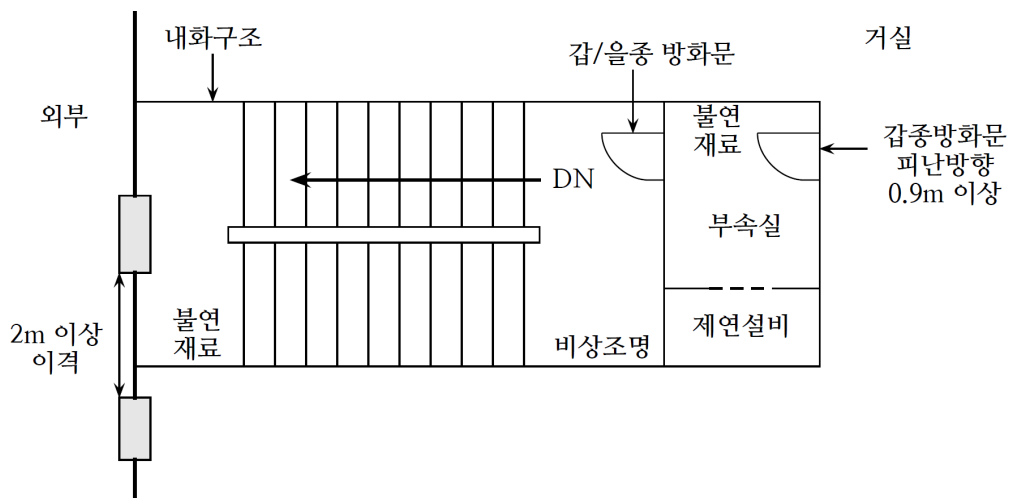
망입 유리 불박이창으로서 그 면적은 1m^2 이하로 할 것

8) 노대 및 부속실에는 계단실 외의 건물 내부와 연결하는 창문 등을 설치하지 말 것

9) 출입구

- (1) 유효너비는 0.9m 이상
- (2) 옥내로부터 노대, 부속실로 통하는 출입문에는 갑종방화문
- (3) 노대, 부속실로부터 계단실로 통하는 출입구에는 갑종, 을종방화문을 설치할 것

10) 계단은 내화구조, 피난 층 또는 지상 층까지 직접 연결되도록 할 것



2-4. 폭발에 관한 다음 질문에 답하시오.

- | | | |
|-------------------------|----------------|------------|
| 1) 폭발의 정의 | 2) 폭연과 폭굉의 차이점 | 3) 폭굉 유도거리 |
| 4) 폭굉 유도거리가 짧아질 수 있는 조건 | 5) 폭발방지대책 | |

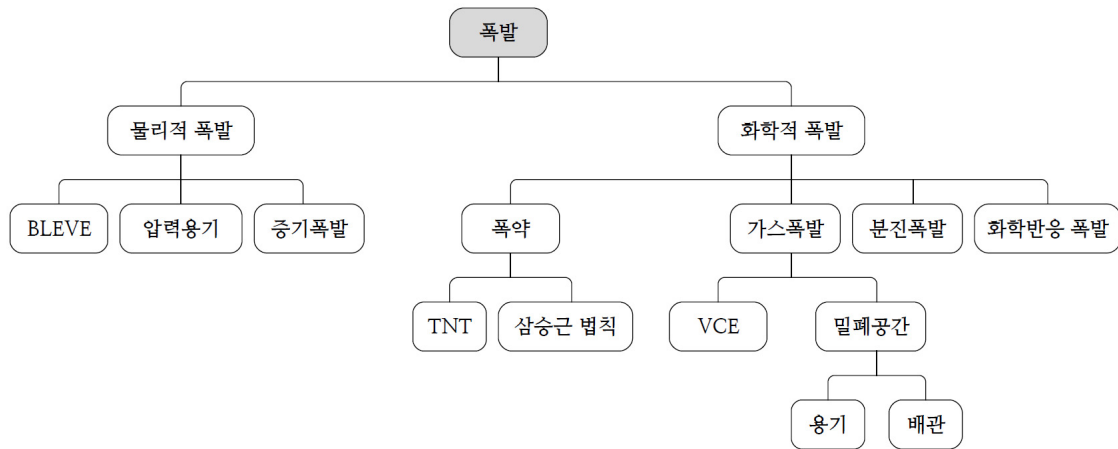
답)

출처' 소방기술사 요해 1권 P187, P198, P209

1. 폭발의 정의

- 1) 폭발이란 갑작스럽고, 빠르게 에너지를 방출하여 압력에 의한 피해를 입히는 현상
- 2) 폭발 피해의 영향 인자는 에너지(Energy), 피크 압력(Peak Pressure) 그리고 에너지 방출 지속시간이다.

2. 물리/화학적 폭발



1) 물리적 폭발(Physical explosion)

- (1) 압력용기폭발
- (2) BLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)
- (3) 증기폭발(Steam explosion)

2) 화학적 폭발(Chemical explosion)

- (1) 폭약류 폭발(Condensed phased explosion)

폭연 또는 폭굉을 일으키는 액체 또는 고체 상태의 물질

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ① TNT | ② 질산암모늄(Ammonium Nitrate) |
| ③ 유기과산화물(Organic peroxides) | ④ 염화아세틸렌(Chloride Acetylene) |

- (2) 가스폭발(Gas explosion)

- ① 밀폐 공간의 폭발: 용기폭발, 배관 내 폭발
- ② 증기운 폭발(VCE)

- (3) 화학 반응 폭발(Chemical reaction explosion)

- ① 분해폭발
- ② 중합폭발

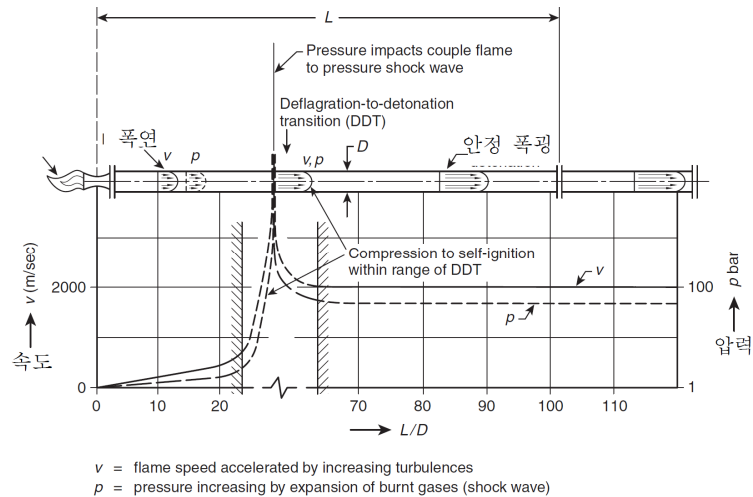
- (4) 분진 폭발(Dust explosion)

3. 폭연과 폭굉의 차이점: 방호 방법이 다르다

- 1) 폭연 중에 발생하는 화염은 음속보다 훨씬 느리게 확산되므로 폭연으로 인한 압력 상승은 폭발이 발달함에 따라 해당 방호구역 전체적으로 거의 균일하게 일어난다.
- 2) 반면, 폭굉 중에 나타나는 압력 상승은 불 균질성이 매우 강할 뿐 아니라 가스-공기 혼합기체를 통해 충격파가 확산됨에 따라 거의 순간적으로 일어난다.
- 3) 폭굉과 폭연 간에 나타나는 이러한 기본적 차이가 현실적으로 중요한 이유는 각 경우에 대한 폭발방호방식이 다르기 때문이다.
- 4) 폭굉이나 준-폭굉의 경우에 나타나는 공간적으로 불균일한 갑작스러운 압력 상승은 폭발 벤팅이나 폭발진압설비의 적용을 불가능하게 한다. 아울러, 최고값이 높고 지속시간이 짧은 폭굉은 구조적 내성 평가 시 특별한 고려가 필요하다.

4. 폭굉 유도거리(deflagration-to detonation distance) 전이과정

- 1) 가연성 혼합 가스가 배관 등에서 발화
- 2) 연소파(화염)가 미연소 혼합가스로 진행
- 3) 연소파의 전면에 압력파 형성
- 4) 연소파와 압력파의 중첩에 의해 충격파 형성
- 5) 충격파에 단열압축 된 미연소 가스가 자연발화하면서 폭굉파 형성

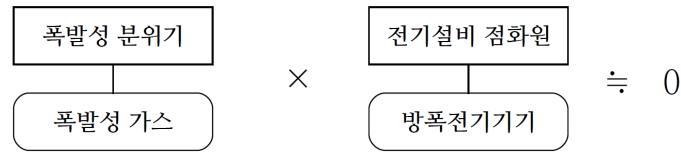


5. 폭굉 유도거리가 짧아질 수 있는 조건

- 1) 혼합기체의 반응성: 반응성(burning velocity)이 클수록
- 2) 배관 내부 표면이 거칠거나 장애물의 양이 많을수록
- 3) 방호구역/배관의 직경: 배관/방호구역의 직경이 클수록
- 4) 초기압력 및 온도: 초기 압력 및 온도가 높을수록
- 5) 초기 난류 정도: 방호구역내의 난류 정도나 초기 가스 속도가 높을수록

6. 폭발방지 대책

1) 폭발 방지 방법은 물질(가연물, 산소)을 제어하는 방법과 점화원을 제어하는 방법으로 구분



2) 폭발성 분위기 제어

(1) 산소농도 감소

- ① 가연성 가스가 유입될 가능성이 큰 장소
- ② LOC(MOC)

(2) 가연성 가스의 농도 감소 또는 증가

가연성 가스가 유입될 가능성이 적은 장소(공기는 유입)

3) 점화원 제어

(1) 전기설비의 방폭

(2) 정전기 제거

2754

R. Zalosh

much as 40 % smaller than the values shown in the table.

A sustained detonation can only occur if the characteristic length scale of the gas-air mixture is greater than some multiple of the detonation cell width. The value of the multiplication factor depends on the geometry. In the case of a pipe, the detonation will not propagate down the pipe if the pipe diameter is less than about $S_c/3$. The detonation will not propagate from open end of the pipe into the surrounding gas mixture if the pipe diameter is less than $13 S_c$.

What is the likelihood of a detonation occurring in an enclosure or cloud larger than the critical size indicated by the detonation cell size? The answer depends on the strength of the ignition source and the presence of either a highly elongated enclosure geometry or an exceptionally high level of turbulence for promoting flame acceleration. The minimum ignition source energy required for the direct

In the case of an accidental ignition source in a pipe or some other elongated enclosure, the deflagration-to-detonation transition (DDT) distance depends upon the following parameters.

Mixture Reactivity: The more reactive the mixture, the more rapid is the flame acceleration to DDT.

Enclosure or pipe wall roughness and the possible presence of obstruction: The rougher the pipe interior surface or the more obstructions present, the shorter is the transition length to DDT.

***Enclosure or pipe diameter:* The larger the pipe or enclosure diameter, the shorter is the transition to DDT.**

Initial pressure and temperature: The higher the initial temperature and pressure, the shorter is the transition length to DDT.

Initial turbulence level: The more turbulence or initial gas velocity in the enclosure, the shorter is the DDT transition length.

2-5. 도로터널에 화재위험성평가를 적용하는 경우 이벤트 트리(event tree)와 F-N곡선에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 일요 SBR 연구자료

1. 개요

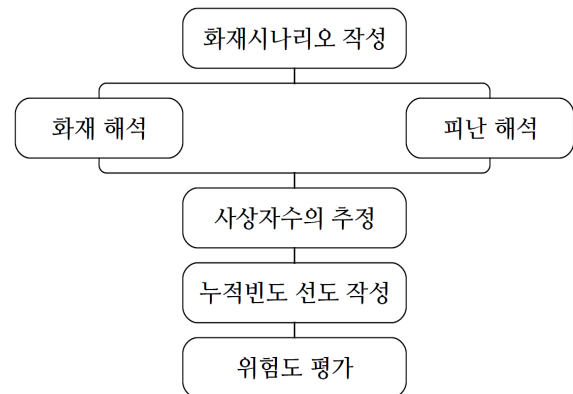
- 1) 정량적 위험도 평가는 도로터널의 위험도를 정량적으로 분석하고 수치화함으로서 방재시설의 설치 또는 적정성 여부를 판단하기 위한 기준을 제시하여 도로터널의 방재시설에 대한 성능설계를 수행하기 위한 자료로 활용함을 목적으로 한다.
- 2) 도로터널의 위험도에 대한 평가는 시나리오별 사상자수(fatalities) 및 해당 사상자가 발생하는 누적빈도(frequency)에 대한 분석을 수행하여 사망자-누적빈도선도(F/N curve)를 그래프 화하여 이를 사회적 위험도(Societal Risk) 기준과 비교함으로서 방재시설의 규모나 적정성 여부를 판단한다.

2. 정량적 위험도 평가 대상

- 1) 터널방재설비의 성능위주설계 시
- 2) 예외적인 터널에 대하여 개별 방재시설을 계획하는 경우
- 3) 터널 방재등급이 연장등급보다 1단계 하위등급을 적용하는 경우
- 4) 터널연장이 1,200m 이하의 터널에서 피난연결통로를 300m로 계획하는 경우
- 5) 터널 중 격벽분리형 피난대피통로를 계획할 경우
- 6) 대면통행 터널 및 정제빈도가 높을 것으로 예상되는 일방통행 터널에 종류식을 적용하는 경우
- 7) 터널에 제연설비를 설치하여야 하는 우선순위 결정 시
- 8) 터널에 제연보조설비를 설치하는 경우

3. 위험성 평가 절차

- 1) 화재사고 시나리오의 작성
- 2) 화재해석
- 3) 대피해석
- 4) 사상자수의 추정
- 5) 사상자 수에 따른 누적빈도 선도
- 6) 사회적 위험성 평가 기준에 의한 위험도 평가



4. 이벤트 트리 (event tree)

이벤트 트리란 초기 사건에서 시작하여 결과를 추론해 나가는 귀납적 분석 방법



5. 사상자수 추정

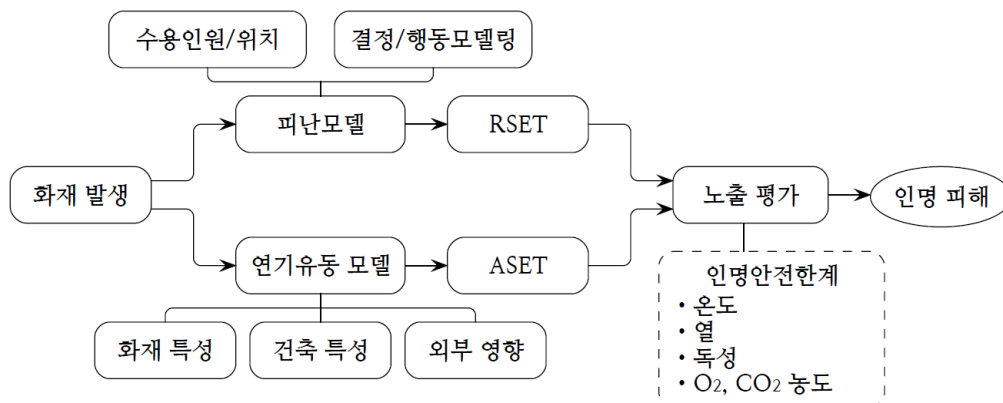
1) 유효복용 (FED)

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

2) 판 단

(1) $FED \geq 0.3$: 사상자

(2) $FED < 0.3$: 경상자



6. F-N곡선 및 위험도 평가 기준

1) 추정사상자수-사고발생빈도(F/N 선도)

(1) 사회적 위험성을 표현

(2) 위험사고로 인하여 영향을 받을 수 있는 사람의 숫자를 예측

(3) 누적된 빈도 × 사상자 숫자

2) 위험도 평가 기준

(1) Unacceptable 영역

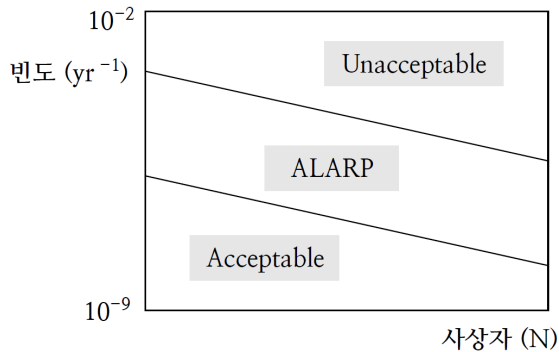
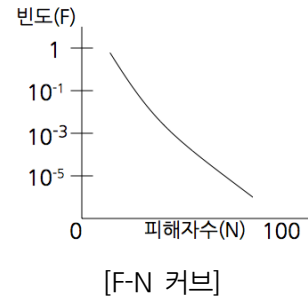
사회적으로 위험수준을 받아들일 수 없는 영역

(2) Acceptable 영역

사회적으로 위험수준을 받아들일 수 있는 영역

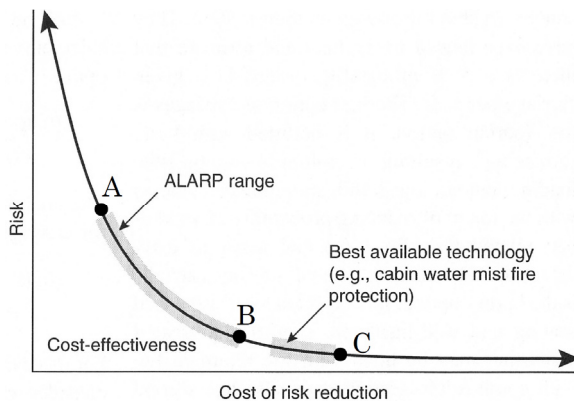
(3) ALARP 영역

경제성을 고려하여 적극적인 노력에 의해 위험수준을 최대한 낮춰야하는 영역



※ ALARP 곡선

A지점(High risk)을 최대한 B지점 가까이 이동시킨다.



2-6. 소방펌프실의 펌프 고장으로 액체연료인 윤활유가 바닥면에 1cm 두께, 면적 4m²로 누유된 후 점화원에 의해 화재가 발생하였다. 이 때 열방출률(Q), Heskestad의 화염길이(L)와 화재지속 시간(Δt)을 계산하시오.

(단, 용기화재의 단위면적당 연소율 계산식은 $\dot{m}'' = m''(1 - e^{-k\beta D})$ 이고, 이때 윤활유의 $\dot{m}'' = 0.039 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$, $k\beta = 0.7 \text{ m}^{-1}$, 밀도 $\rho = 760 \text{ kg/m}^3$, 완전연소열 $\Delta H_c = 46.4 \text{ MJ/kg}$ 연소효율 $X = 0.7$ 이다.

답)

출처: 소방기술사 요해 P41, P116

1. 용기화재의 직경

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4}{\pi} A} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4}{\pi} 4} = 2.257 \text{ [m]}$$

2. 열방출률

$$\begin{aligned} \dot{Q} &= X \cdot A \cdot \Delta H_c \cdot m'' (1 - e^{-k\beta D}) \\ &= 0.7 \times 4 \text{ [m}^2] \times 46400 \text{ [kJ/kg]} \times 0.039 \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{s]} \times (1 - e^{-0.7 \times 2.257}) = 4023.12 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

3. 화염높이(Heskestad 식)

L은 간헐성이 0.5로 떨어지는 발화원 상부의 거리이다.

$$L_f = 0.235 Q^{2/5} - 1.02 D$$

Q: 열방출률(kW)
D: 화면의 직경(m)

$$L_f = 0.235 \times (4023.12)^{2/5} - 1.02 \times 2.257 = 4.1975 \approx 4.2 \text{ [m]}$$

4. 연소속도와 액면하강속도

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

\dot{m}'' : 연소속도 [kg/s·m²] y : 액면하강속도 [m/s]
 ρ : 액체가연물 밀도 [kg/m³]

$$y = \frac{\dot{m}''}{\rho} \text{ [m/s]}$$

$$y = \frac{0.039 \text{ [kg/m}^2 \cdot \text{s]} \times (1 - e^{-0.7 \times 2.257})}{760 \text{ [kg/m}^3]} = 0.0000407 \text{ [m/s]} = 0.00407 \text{ [cm/s]}$$

5. 화재지속시간(Δt)

$$\Delta t = \frac{\text{두께}}{y} = \frac{1 \text{ [cm]}}{0.00407 \text{ [cm/s]}} = 245.7 \text{ [s]}$$



제 3교시 문제풀이

3-1. 국내 전력구에 설치되고 있는 강화액 자동식소화설비에 관하여 아래의 사항에 대하여 설명하시오.

- 1) 강화액 소화설비의 작동원리 2) 강화액 소화설비의 구성과 소화효과
- 3) 기존 소화설비(수계, 가스계, 강화액)와 성능 비교

답)

출처‘ 에듀파이어학원 교재 기계 P.46, 화재 P.37

1. 개 요

- 1) 전력구화재사고가 지속적으로 발생하고 있으며, 화재 발생 시 설비 피해뿐만 아니라 대형 정전을 동반한 사고파급으로 사회적 물의 가능성 초래
- 2) 설치되는 소화설비는 전기화재(C급)에 적응성, 시설의 특성상 표면화재 및 심부화재에 대해서 냉각, 질식에 의한 소화성능이 요구됨
- 3) 일반 수계 혹은 가스계 소화설비는 적합하지 않고, 기존 강화액 소화장치는 케이블 화재에 대한 적응성이 부족.
- 3) 따라서 전력구에는 강화액 소화설비의 적용이 절실하다.

지하 전력구 화재 발생 및 특성		
발생원인	케이블 자체	단락점에서 스파크로 인화성물질이 발화
		가열된 도체 + 주위 인화성, 가연성물질 발화
		지락지점에서 스파크로 발화
		인입전선관 내 전선피복 손상 → 누전 발화
		허용 전류 이상 흘러 열 발화
	외부발화원	타구역 화재가 케이블로 착화
		공사 중 실수로 케이블 착화
화재 특성	공간의 밀폐성	어둡고 좁아 진압이 난이함 + 원활한 통신 불가
		복구인원, 장비 투입이 어려워 복구 시간 지연
		환기류의 방향이 변해 피난방향 혼란 초래
	연소확대 위험성	화재 발생 시 케이블 재질(PVC 등)문제로 농연, 열기류 연속적 발생
	연소 시 유독가스 및 연기	연소 시 독성가스(HCl, CO ₂ , CO 등) 및 연기가 생성되어 단시간 흡입해도 치명적
		축적된 연기는 지상 배출이 어려움
		연기확산으로 피난 및 소화활동 장애발생

2. 강화액 소화설비의 작동원리

1) 특 성

- (1) 강화액은 무색 또는 황색으로 약간의 점성이 있는 액체로서 알칼리금속염류의 수용액이다.
- (2) 강화액은 탄산칼륨 등의 수용액을 주성분으로 하며 강한 알칼리성(PH 12 이상)으로 비중은 1.35/15 [°C] 이상의 것을 말한다.
- (3) 강화액은 -30 [°C]에서도 동결되지 않으므로 한랭지에서도 보온이 필요 없음

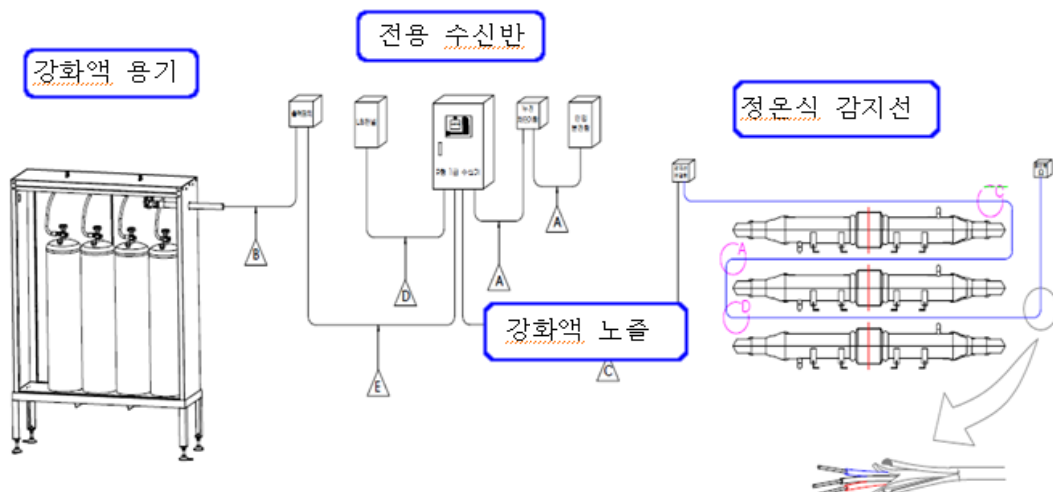
2) 작동원리



3. 강화액 소화설비의 구성과 소화효과

1) 구성

감지부, 방출노즐, 방출유도관, 소화약제 및 저장용기, 수신장치, 작동장치 등



(1) 강화액 소화약제 규격

특성 항목	규격
성상 및 독성	알칼리 금속염류 수용액. 독성 없음
표면장력	33dyne/cm 이하
침전량	0.1vol% 이하
변질시험 후의 침전량	0.2vol% 이하
수소이온농도	설계값 \pm 0.4
응고점	-20℃ 이하
부식성	현저한 부식성 없어야 함

2) 소화효과

- (1) $H_2SO_4 + K_2CO_3 \rightarrow K_2SO_4 + CO_2$ 의 반응식에서 발생된 이산화탄소에 의해서 방사된다.
- (2) 부촉매효과(연소의 진행을 단절하고 반응을 억제하는 효과)에 의한 화재의 제어작용이 크며, 탈수.탄화작용으로 목재.종이 등을 불연화하고 재연방지의 효과도 있어서 A급 화재에 대한 소화능력이 증가된다.
- (3) 무상으로 방사하는 경우에는 소규모의 C급 화재에도 적용된다.

4. 기존 소화설비(수계, 가스계, 강화액)와 성능 비교

구분		전기화재 적응성	수손 피해	소화효과
내용				
기존시스템	수계	×	○	냉각효과
	가스계	○	×	질식효과
	강화액	×	○	냉각/질식/부촉매효과
송전케이블 화재 방호를 위한 강화액 자동소화장치		○	×	냉각/질식/부촉매효과
			(mist에 의한 수손피해 극소화)	

1) 가스계 소화설비

- (1) 전력구의 특성 상 전역/국소 모두 적용이 어려움
- (2) 심부화재로서 소화가 어려움

2) 미분무 소화설비

소화 설비로서 적응성은 뛰어나지만 설비가 복잡하고 설계 후 입증이 필요함

3) 포 소화설비

- (1) 전기화재에 적응성이 없음
- (2) 기설치 소화설비 실패 시 최종 수단으로 소방대에 의한 소화 가능
 - ① 전력구의 통전은 차단
 - ② 약제는 고팡창포 사용
 - ③ 고정포 방출구 및 송수구 설치

3-2. 재난 및 안전관리기본법령 상에 의거한 재난현장에 설치하는 긴급구조통제단의 기능과 조직 (자치구 또는 시·군 기준)에 대하여 설명하시오.

답)

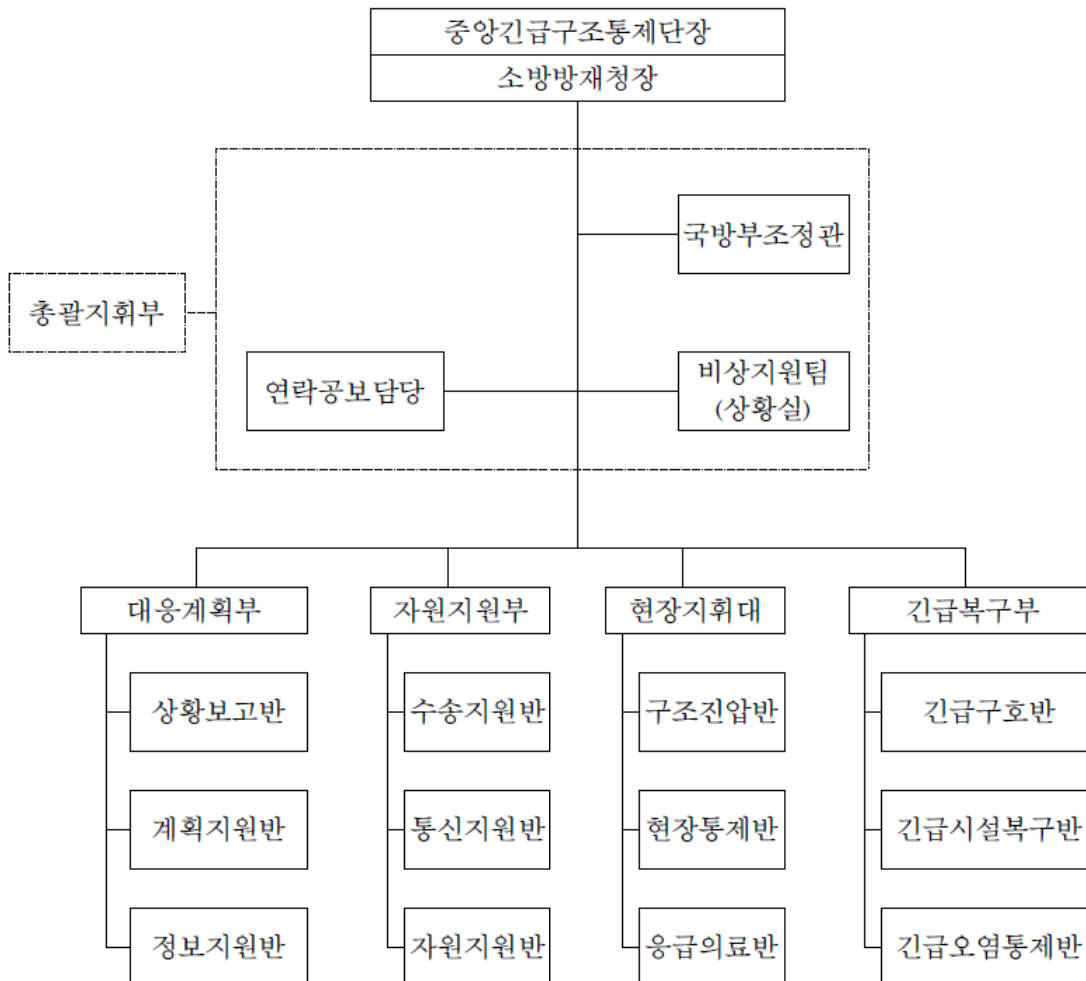
출처: 재난 및 안전관리기본법령

1. 개 요

- 1) 최근 우리나라에는 불산 유출, 포항지진, 우면산 산사태 등 많은 재난이 발생되고 있다.
- 2) 이런 대형재난 발생 시 이에 따른 관련 유관 기관을 통제·조율·지휘할 수 있는 통합기관이 미흡한 실정이다.
- 3) 현재 재난안전대책본부와 긴급구조통제단 양 조직의 권한이 중복 및 불명확하여 독자적 권한 행사 시 혼란에 빠질 우려가 있고, 역할 수행에 따른 기준이 부족하여 기관 간에 역할 재정립 및 소통의 필요성이 대두되고 있다.

2. 중앙 긴급구조통제단 기능과 조직

- 1) 소방방재청장을 단장으로 하는 중앙긴급구조통제단과 소방본부장(시·도), 소방서장(시·군·구)을 단장으로 하는 지역긴급구조통제단으로 나누어져 있다(재난 및 안전관리 기본법 제49조 내지 제50조)
- 2) 중앙긴급구조통제단의 조직은 아래 같이 총괄지휘부, 대응계획부, 자원지원부, 현장지휘(부)대, 긴급복구부 등으로 구성



3) 중앙긴급구조통제단 조직

- (1) 설치: 긴급구조에 관한 사항의 총괄·조정, 긴급구조기관 및 긴급구조지원기관이 하는 긴급구조활동의 역할 분담과 지휘·통제를 위하여 소방청에 중앙긴급구조통제단을 둔다.
- (2) 단장: 소방청장
- (3) 중앙통제단장은 긴급구조를 위하여 필요하면 긴급구조지원기관 간의 공조체제를 유지하기 위하여 관계 기관·단체의 장에게 소속 직원의 파견을 요청가능. 이 경우 요청을 받은 기관·단체의 장은 특별한 사유가 없으면 요청에 따라야 한다.

4) 중앙긴급구조통제단 주요기능

- (1) 국가 긴급구조대책의 총괄·조정
- (2) 긴급구조활동 지휘·통제
- (3) 긴급구조지원기관간의 역할분담 등 긴급구조를 위한 현장활동계획 수립
- (4) 긴급구조대응계획의 집행
- (5) 기타 지역통제단장이 필요하다고 인정하는 사항 등의 업무를 담당

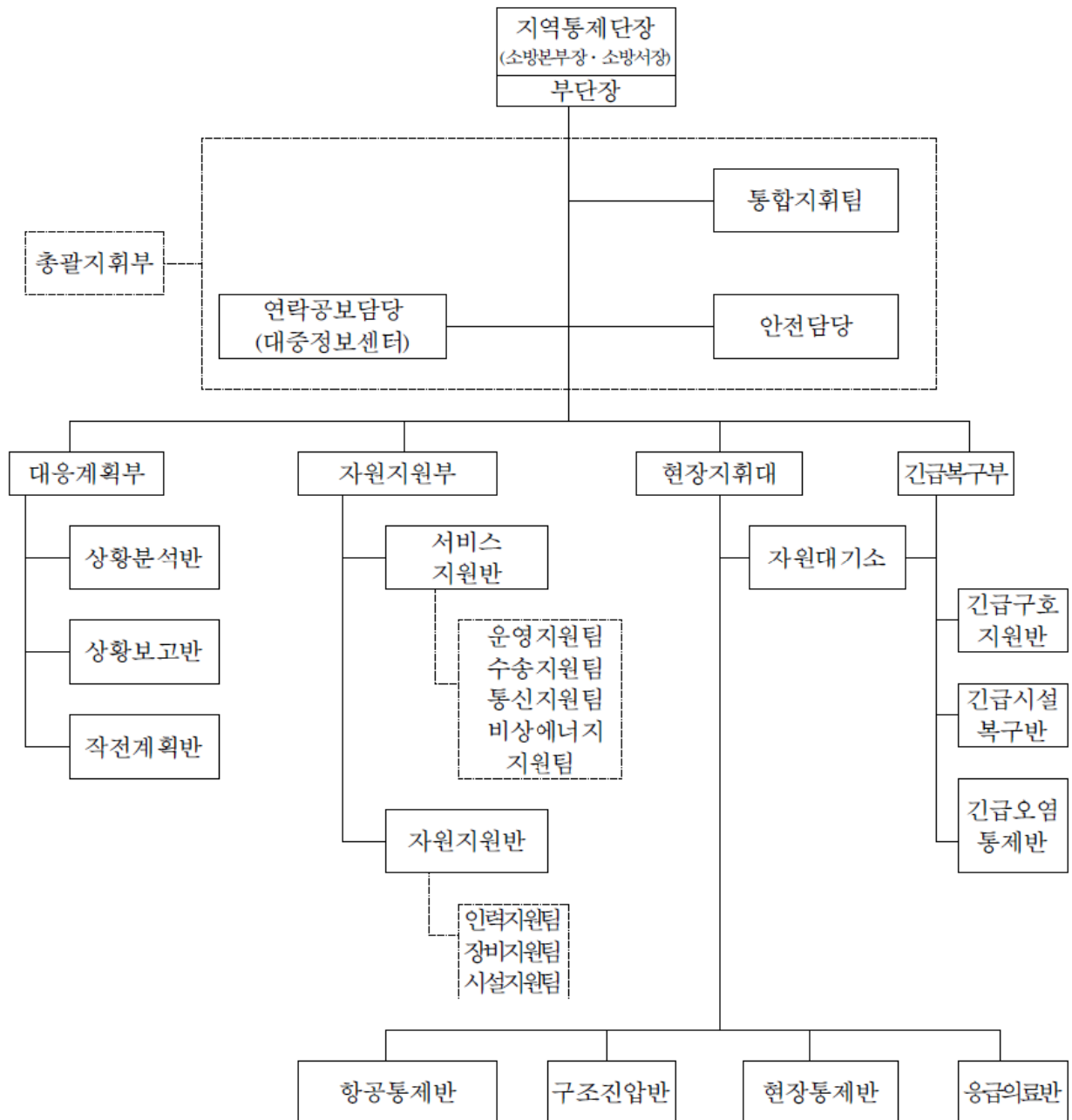
5) 중앙통제단의 구성 및 운영

- (1) 중앙통제단장은 중앙통제단을 대표하고, 그 업무를 총괄.
- (2) 중앙통제단에는 부단장을 두고 부단장은 중앙통제단장을 보좌하며 중앙통제단장이 부득이한 사유로 직무를 수행할 수 없을 경우에는 그 직무를 대행.
- (3) 부단장은 소방청 차장이 되며, 중앙통제단에는 총괄지휘부·대응계획부·자원지원부·긴급복구부 및 현장지휘대를 둔다.
- (4) 상기에서 규정한 사항 외에 중앙통제단의 구성 및 운영에 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.

3. 지역긴급구조통제단

1) 지역긴급구조통제단 조직

- (1) 지역별 긴급구조에 관한 사항의 총괄·조정, 해당 지역에 소재하는 긴급구조기관 및 긴급구조지원기관 간의 역할분담과 재난현장에서의 지휘·통제를 위하여 시·도의 소방본부에 시·도긴급구조통제단을 두고, 시·군·구의 소방서에 시·군·구긴급구조통제단을 둔다.
- (2) 시·도긴급구조통제단과 시·군·구긴급구조통제단(이하 "지역통제단")에는 각각 단장 1명을 두되, 시·도긴급구조통제단의 단장은 소방본부장이 되고 시·군·구긴급구조통제단의 단장은 소방서장이 된다.
- (3) 지역통제단장은 긴급구조를 위하여 필요하면 긴급구조지원기관 간의 공조체제를 유지하기 위하여 관계 기관·단체의 장에게 소속 직원의 파견을 요청가능. 이 경우 요청을 받은 기관·단체의 장은 특별한 사유가 없으면 요청에 따라야 한다.
- (4) 지역통제단의 기능과 운영에 관한 사항은 대통령령으로 정한다.



2) 지역긴급구조통제단 주요기능(중앙통제단 기능 준용)

- (1) 당해 지역의 긴급구조대책 총괄·조정
- (2) 당해 지역의 긴급구조활동 지휘·통제
- (3) 당해 지역의 긴급구조지원기관간의 역할분담 등 긴급구조를 위한 현장활동계획 수립
- (4) 당해 지역의 긴급구조대응계획의 집행
- (5) 기타 지역통제단장이 필요하다고 인정하는 사항 등을 수행

4. 재난안전대책본부와 긴급구조통제단 비교

1) 주요임무 비교

기구명	근거법	가동시기	주요임무	비고
재난안전대책본부	재난 및안전관리법제 14~17조	자연재난대책기간, 인적재난대책기간 필요 시	재난의 예방, 대비, 대응, 복구 등 총괄, 조정	모든 재난
긴급구조통제단	재난 및안전관리법제 49~50조	재난발생 우려 시 재난발생 시	긴급구조에 관한 총괄, 조정	자연 재난, 인적 재난

2) 주요권한 비교

권한 분류	재난안전대책본부장	긴급구조통제단장	비고
재난사태선포	○	×	
행정 및 재정상의 조치	○	×	
응급조치지시 및 응원명령	○	×	
응원요청	○	△	
동원명령	○	△	
재난예보 및 경보 발령	○	△	
재난방송요청	○	△	
대피명령	○	○	
위험구역설정	○	○	
강제대피조치	○	○	
통행제한	○	○	
응급부담	○	○	
소속직원의 파견요청	○	○	

○: 보유, ×: 미보유, △: 요청가능(통제단장 요청 시 특별사유 없으면 응해야함)

3-3. 초고층 및 지하연계 복합 건축물에 설치하는 종합방재실의 설치 위치, 면적, 구조, 설비에 대하여 설명하시오.

답)

출처‘ 에듀파이어학원 교재 소방전기 P.41

1. 개요

- 1) 건축물의 규모가 고층화, 심층화 될수록 재난 발생 시 피해는 급속히 확대되는 경향이 있다.
- 2) 그간 분산된 공간에서 별도로 제어됨으로 발생하는 추가적 문제를 해결할 대안으로 종합방재실의 필요성이 대두되고 있다.
- 3) 종합방재실은 초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난 및 안전관리를 종합함은 물론 방재와 관련된 설비의 제어 및 작동상황을 집중적으로 감시하고, 해당 설비 등의 유기적인 결합 및 유지관리의 기능 외에 각종 방재 상 관리운영의 일원화를 통해 피해를 최소화하는 역할을 한다.

2. 종합방재실의 설치기준

1) 관련 규정

- (1) 초고층 지하연계복합건축물 재난관리특별법 제16조(종합방재실 운영)
- (2) 초고층 지하연계복합건축물 재난관리특별법 시행규칙 제7조(종합방재실의 설치기준)

2) 설치 대상

- (1) 초고층 건축물: 층수가 50층 이상 또는 높이가 200미터 이상인 건축물
- (2) 지하연계 복합 건축물
 - ① 층수가 11층 이상이거나 1일 수용인원이 5천명 이상인 건축물로서 지하부분이 지하역사 또는 지하도상가와 연결된 건축물
 - ② 건축물 안에 문화.집회시설, 판매시설, 운수시설, 업무시설, 숙박시설, 위락(慰樂)시설 중 유원시설업의 시설 또는 대통령령으로 정하는 용도의 시설이 하나 이상 있는 건축물
- (3) 준초고층 건축물
- (4) 관계지역

초고층 건축물 등과 그 주변지역을 포함하여 재난의 예방·대비·대응 및 수습 등의 활동에 필요한 지역으로 대통령령으로 정하는 지역

3) 종합방재실 설치운영

- (1) 관리주체는 건축물 등의 건축.소방.전기.가스 등의 안전관리 및 방법.보안.테러 등을 포함한 종합방재실을 설치 운영하여야 하며, 관리주체 간 종합방재실을 통합하여 운영 가능
- (2) 종합상황실과 연계되어야 하고, 방재실간 정보를 공유할 수 있는 정보망 구축, 유사시 경보 및 통신설비 설치하여야 함

4) 종합방재실 설치기준

구분		기준 내용
설치 및 운영		초고층 건축물 등의 관리주체(법 제16조 제1항)
종합방재실	개수	1개
	기능상 실 대책	<ul style="list-style-type: none"> · 100층 이상인 초고층 건축물(공동주택 제외) - 종합방재실을 추가설치 - 관계지역 내 다른 종합방재실에 보조종합재난고나리체제를 구축하여 재난관리 업무가 중단 되지 않도록 관리
종합방재실 위치		<ul style="list-style-type: none"> · 1층 또는 피난층 · 특별피난계단 출입구로부터 5m 이내: 2층 또는 지하1층 설치 가능 · 공동주택: 관리사무소 내 설치 가능 · 비상용 승강장, 피난 전용 승강장 및 특별피난계단으로 이동하기 쉬운 곳 · 재난정보수집 및 제공 방재활동의 거점역할을 할 수 있는 곳 · 소방대가 쉽게 도달할 수 있는 곳 · 화재 및 침수 등으로 인한 피해 우려가 적은 곳
구조 및 면적	면적	20m ²
	공간 구성 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> · 재난 및 안전관리, 방법 및 보완, 테러예방을 위해 필요한 시설·장비의 설치 · 근무인력의 재난 및 안전관리 활동 · 재난 발생 시 소방대원의 지휘 활동에 지장이 없도록 설치
	구획	다른 부분과 방화구획 (예외) 다른 제어실 등의 감시를 위해 아래 구조로 4m ² 미만 불박이창을 설치하는 경우 <ul style="list-style-type: none"> · 두께 7mm 이상의 망입유리 · 두께 16mm 이상의 접합유리 · 두께 28mm 이상의 복층유리
	부속실	인력 대기 및 휴식 등을 위하여 종합방재실과 방화구획된 부속실 설치
	출입문	출입제한 및 통제장치 설치
설비		<ul style="list-style-type: none"> · 조명설비(예비전원 포함) · 급수 및 배수설비 · 상용전원과 예비전원 공급을 자동 또는 수동으로 전환하는 설비 · 급기배기설비 및 냉방·난방 설비 · 전력공급 상황 확인 시스템 · 공기조화·냉난방·소방·승강기 설비의 감시 및 제어시스템 · 자료저장 시스템 · 지진계 및 풍향·풍속계 · 소화 장비 보관 및 무정전 전원공급장치 · 피난안전구역, 피난용승강기 승강장 및 테러 등의 감시와 방법·보완을 위한 CCTV
점검 및 기록관리		종합방재실의 기능 및 시설 등이 항상 정상적으로 작동할 수 있도록 시설물 수시점검 및 그 결과 보관
상주인원		재난 및 방재 등에 3인 이상 인력 상주

※ **초고층 종합방재실 설치기준**

1. 비상용승강장, 피난전용승강장 및 특별피난계단으로 이동이 쉬운 장소에 설치할 것.
2. 종합방재실은 감시제어반의 설치 및 근무요원이 재난관리 활동에 지장이 없는 면적을 확보하여야 하며, 효율적인 재난대처를 위하여 필요한 경우 지휘실을 분리하여 설치할 수 있다.
3. 제1호에 따른 지휘실은 1층 또는 피난 층에 설치할 것. 다만, 직접 지상으로 통하는 직통계단의 출입구로부터 보행거리 5미터 이내의 경우에는 2층 또는 지하 1층에 설치할 수 있다.
4. 피난안전구역 및 피난전용승강기 승강장과 연락이 가능한 통신시설 및 폐쇄회로 텔레비전(CCTV)을 갖추어 설치할 것.
5. 당해 건축물의 다른 부분과 방화구획을 할 것. 다만, 감시 제어를 위하여 방화구획 부분에 망이 들어 있는 두께 7밀리미터 이상의 망입유리로 된 4제곱미터 미만의 불박이창을 설치할 수 있다.
6. 기타 종합방재실의 설치기준 등에 관하여는 「초고층 및 지하연계복합건축물 재난 관리에 관한 특별법」제16조제4항에서 정하는 바에 따른다.
제16조제4항: 종합방재실 설치기준 등 필요한 사항은 행정안전부령으로 정한다.
7. 지휘소를 별도로 설치하는 경우 지휘소와 종합방재실과 전용 통신시설을 설치할 것
8. 상용전원과 예비전원의 공급을 자동 또는 수동으로 전환이 가능한 설비를 갖추어 설치할 것.
9. 예비전원으로 작동하는 조명설비 및 급·배수설비를 설치할 것.

3-4. 요오드가 160인 동식물유류 50,000L를 옥외저장소에 저장하고 있다. 다음 질문에 답하시오.

- 1) 위험물안전관리법령 상 지정수량 및 위험등급, 주의사항을 표시하는 게시판의 내용을 쓰시오.
- 2) 동식물유류를 요오드가에 따라 분류하고, 해당 품목을 각각 2개씩 쓰시오.
- 3) 위험물안전관리법령 상 옥외저장소에 저장 가능한 4류 위험물의 품명을 쓰시오.
- 4) 상기 위험물이 자연발화가 발생하기 쉬운 이유를 설명하시오.
- 5) 인화점이 200℃인 경우 위험물안전관리법령 상 경계표시 주위에 보유하여야 하는 공지의 너비를 쓰시오.

답)

출처' 에듀파이어학원 교재 위험물 P.57, 연소 P.42 & 위험물안전관리법

1. 개 요

- 1) 제4류 위험물 중 동식물유류는 동물의 지육 등 또는 식물의 종자나 과육으로부터 추출한 것으로서 1기압에서 인화점이 섭씨 250℃ 미만인 것을 말한다.
- 2) 제4류 위험물 중 동식물류는 다른 위험물보다 위험성이 덜하나 유지관리에 따라 산화열로 인한 자연발화 등이 발생되어 피해가 야기된다.
- 3) 동식물유류의 자연발화 위험성은 요오드가의 분류로 알 수 있고, 기타 저장 및 보유에 관하여 알아보도록 한다.

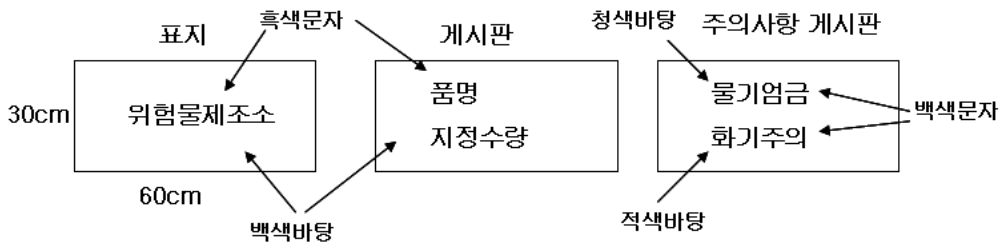
2. 옥외저장소에 저장된 동식물류 관련사항

1) 지정수량 및 위험등급, 주의사항을 표시하는 게시판의 내용

(1) 지정수량 및 위험등급

구 분	위험등급	품 명	지정수량
4류 인화성액체	III	동식물류 · 건성유 · 반건성유 · 불건성유	10,000L

(2) 주의사항을 표시하는 게시판의 내용



① 표지

표지 크기	바 탕	문 자	표 기
한 변 0.3m × 다른 한 변 0.6m 이상	백 색	흑 색	“옥외저장소”

② 게시판(방화에 필요한 사항)

게시판 크기	바 탕	문 자	기재사항
한 변 0.3m 이상 다른 한 변 0.6m 이상	백 색	흑 색	<ul style="list-style-type: none"> • 위험물 유별, 품명 • 저장최대수량, 지정수량의 배수 • 안전관리자의 성명 또는 직명

③ 주의사항

위험물의 구분	주의사항	색상	크 기
<ul style="list-style-type: none"> 제1류 위험물 중 알칼리금속의 과산화물 제3류 위험물 중 금속성 물질 	“물기엄금”	청색바탕 백색문자	한 번 0.3m 이상 다른 한 번 0.6m 이상
<ul style="list-style-type: none"> 제2류 위험물(인화성고체 제외) 	“화기주의”	적색바탕 백색문자	
<ul style="list-style-type: none"> 제2류 위험물 중 인화성고체 제3류 위험물 중 자연발화성물질 제4류 위험물 제5류 위험물 	“화기엄금”	적색바탕 백색문자	

2) 동식물유류의 분류(요오드가별)

(1) 요오드가

유지 100g이 흡수할 수 있는 요오드(I)의 [g]수(= 유지의 불포화 지방산 함유량)

(2) 지방산은 포화지방산(탄소 이중결합 없음)과 불포화지방산(탄소 이중결합 있음)이고, 대부분 이들의 혼합물

(3) 요오드가별 분류

구 분	요오드값	안정도	산화도	피막	자연발화 위험성	비고
건성유	130 이상	작다	높다	단단	높다	들기름, 아마인유 등
반건성유	100~130	↑	↓	얇다	↓	면실유, 참기름, 옥수수기름 등
불건성유	100 이하	크다	낮다	X	낮다	올리브유, 피자마유 등

3) 옥외저장소에 저장 가능한 4류 위험물(품명)

- 제4류 위험물 중 제1석유류(인화점이 0°C 이상인 것), 제2석유류, 제3석유류, 제4석유류, 알코올류, 동식물유류
- 제2류 위험물 중 유황, 인화성 고체
- 제6류 위험물

4) 자연발화가 발생하기 쉬운 이유

[조건] 요오드가 160: 건성유(130 이상)

- 유지는 불포화지방산기의 이중결합을 갖는 정도에 따라 산소를 흡수하고, 산화·건조되는 건조성을 나타내는 요오드가로 자연발화성의 대소를 추정가능
- 요오드가 클수록 산화하기 쉽고, 상온 또는 잠열이 있는 상태에서 공기 중에 산소에 의해 산화되어 그 반응열이 서서히 축적되어 발화
- 이들이 섬유류, 톱밥 등에 부착 시 단위체적당 공기와 접촉하는 면적이 커져 산화에 의해 생긴 열이 축적되기 쉬운 상태가 되어 발화되기 좋은 조건을 초래함

5) 옥외저장소의 보유 공지

[조건] 인화점 200°C, 저장수량 50,000 ℓ

(1) 지정수량

$$\text{지정배수} = \frac{\text{저장수량}}{\text{지정수량}} = \frac{50,000}{10,000} = 5$$

(2) 고인화점위험물(인화점이 100°C 이상인 제4류 위험물) 저장 시 보유 공지

저장 또는 취급하는 위험물의 최대수량	공지의 너비
지정수량의 50배 이하	3m 이상
50배 초과 200배 이하	6m 이상
지정수량의 200배 초과	10m 이상

(3) 지정수량의 50배 이하이므로 공지의 너비는 3m 이상으로 함

3-5. 아래 소방대상물의 설치장소별 적응성 있는 피난기구를 모두 기입하시오.

층별 설치장소별	지하층	1층	2층	3층	4층 이상 10층 이하
노유자 시설					
다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제2조에 따른 다중이용업소로서 영업장의 위치가 4층 이하인 “다중이용업소”					

답)

출처‘ 에듀파이어학원 교재 소방전기 P.140

1. 개 요

- 1) 화재 등의 재난 발생 시 노유자시설 및 다중이용업소는 일반건축물과 달리 재실자의 피난안전성이 현저히 저하된다.
- 2) 노유자시설의 재해약자와 다중이용업소의 불특정 이용자들은 자력피난의 부재와 피난경로 및 구조를 제대로 숙지하지 못해서 더 많은 피해가 발생하게 된다.
- 3) 건축물의 피난안전성을 높이기 위한 피난기구의 정의와 적용에 관하여 알아보도록 한다.

2. 피난기구**1) 피난기구의 정의**

- (1) 피난사다리: 화재 시 긴급대피를 위해 사용하는 사다리
- (2) 완강기: 사용자의 몸무게에 따라 자동적으로 내려올 수 있는 기구 중 사용자가 교대하여 연속적으로 사용할 수 있는 것
- (3) 간이완강기: 사용자의 몸무게에 따라 자동적으로 내려올 수 있는 기구 중 사용자가 연속적으로 사용할 수 없는 것
- (4) 구조대: 포지 등을 사용하여 자루형태로 만든 것으로서 화재 시 사용자가 그 내부에 들어가서 내려옴으로써 대피할 수 있는 것
- (5) 공기안전매트: 화재 발생 시 사람이 건축물 내에서 외부로 긴급히 뛰어 내릴 때 충격을 흡수하여 안전하게 지상에 도달할 수 있도록 포지에 공기 등을 주입하는 구조
- (6) 다수인피난장비: 화재 시 2인 이상의 피난자가 동시에 해당 층에서 지상 또는 피난 층으로 하강하는 피난기구
- (7) 승강식 피난기: 사용자의 몸무게에 의하여 자동으로 하강하고 내려서면 스스로 상승하여 연속적으로 사용할 수 있는 무동력 승강식피난기
- (8) 하향식 피난구용 내림식사다리: 하향식 피난구 해치에 격납하여 보관하고 사용 시에는 사다리 등이 소방대상물과 접촉되지 아니하는 내림식 사다리

2) 피난기구의 종류

설치장소별구분	층별	지하층	1층	2층	3층	4층 이상 10층 이하
1. 노유자시설	피난용트랩		미끄럼대 · 구조대 · 피난교 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	미끄럼대 · 구조대 · 피난교 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	미끄럼대 · 구조대 · 피난교 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	피난교 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.
2. 의료시설 · 근린생활시설 중 입원실이 있는 의원 · 접골원 · 조산원	피난용트랩				미끄럼대 · 구조대 · 피난교 · 피난용트랩 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	구조대 · 피난교 · 피난용트랩 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.
3. 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행령」제2조에 따른 다중이용업소로서 영업장의 위치가 4층 이하인 다중이용업소				미끄럼대 · 피난사다리 · 구조대 · 완강기 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	미끄럼대 · 피난사다리 · 구조대 · 완강기 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.	미끄럼대 · 피난사다리 · 구조대 · 완강기 · 다수인피난장비 · 승강식피난기.
4. 그 밖의 것	피난사다리 · 피난용트랩				미끄럼대 · 피난사다리 · 구조대 · 완강기 · 피난교 · 피난용트랩 · 간이완강기 · 공기안전매트 · 다수인피난장비 · 승 강식피난기.	피난사다리 · 구조대 · 완강기 · 피난교 · 간이완강기 · 공기안전매트 · 다수인피난장비 · 승 강식피난기.

※ 비고: 간이완강기의 적응성은 숙박시설의 3층 이상에 있는 객실에, 공기안전매트의 적응성은 공동주택(공동주택관리법 시행령 제2조의 규정에 해당하는 공동주택)에 한함.

● 피난기구 암기법

설치장소별	층별	지하층	1층	2층	3층	4층 이상 ~ 10층 이하
노유자시설	피난용트랩	피난교 • 다수인피난장비 • 승강식피난기 • 미끄럼대 • 구조대				3층 시설(-미끄럼대 • 구조대)
의료시설 • 근린생활시설 중 입원실이 있는 의원 • 접골원 • 조산원	피난용트랩				노유자시설 기준시설 + 피난용트랩	3층 시설(-미끄럼대)
다중이용업소로서 영업장의 위치가 4층 이하인 다중이용업소				피난사다리 • 다수인피난장비 • 승강식피난기 • 미끄럼대 • 구조대 • 완강기		
그 밖의 것	피난용트랩 • 피난사다리				다중이용업소 기준 + 피난교 • 피난용트랩 • 간 이완강기 • 공기안전매트	3층 시설 (-미끄럼대 • 피난용트랩)

3-6. 단일 구획에 설치된 스프링클러소화설비의 헤드 열적 반응과 살수 냉각 효과를 조사하기 위하여 Zone 모델(FAST) 화재프로그램을 사용하여 아래와 같이 5가지 화재시나리오에 대하여 화재시뮬레이션을 각각 수행할 경우 화재시뮬레이션 결과의 열방출율-시간곡선의 그림을 도시하고 헤드의 소화성능을 반응시간지수(RTI) 값과 살수밀도 ρ 값을 고려하여 비교 설명하시오.

(단, 구획 크기는 $4m \times 4m \times 3m$, 화재성장계수 $\alpha = \text{medium}(=0.012 \text{ kW/s}^2)$, 최대 열방출률 $\dot{Q}_{\max} = 1055 \text{ kW}$ 이고, 쇠퇴기는 성장기와 같다. 화재시뮬레이션 결과 시나리오 2(S2)의 경우 헤드작동시간 $t_a = 135 \text{ s}$, 화재진압 시간 $t = 700 \text{ s}$ 이다.)

시나리오	반응시간지수 $RTI[(ms)^{1/2}]$	살수밀도 $\rho[m^3/s \cdot m^2]$	헤드작동온도 $T_a[^\circ\text{C}]$
S1	No sprinkler	No sprinkler	No sprinkler
S2	100	0.0001017	74
S3	260	0.0001017	74
S4	50	0.0002033	74
S5	100	0.0002033	74

답)

출처' CFAST Thechnical Reference Guide 참조

1. 개 요

- 1) 구획실의 화재안전성 평가를 시뮬레이션 하기 위해서는 연기유동 및 피난계산에 연기와 화재진압을 위한 스프링클러와의 상호작용에 대한 모델링도 필요하다.
- 2) 스프링클러 소화설비의 헤드 열적반응도와 살수 냉각효과를 계산을 통하여 확인하고, 열방출률의 축소 및 화재제어.진압 성능을 알아보도록 한다.

2. 열방출률과 RTI

- 1) 구획실의 열방출속도(HRR)

- (1) 열방출속도

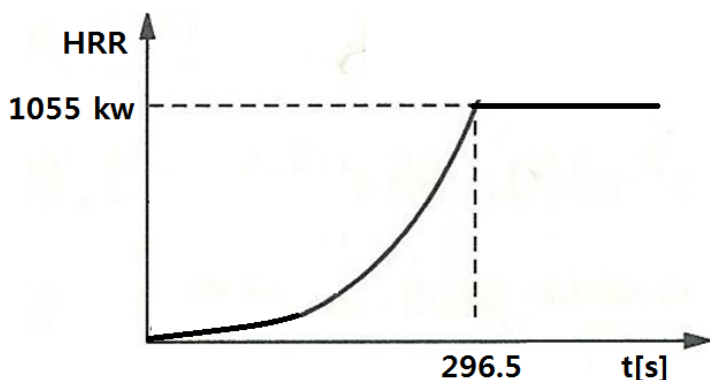
$$\dot{Q} = \alpha t^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{\dot{Q}}{\alpha}} = \sqrt{\frac{1055 \text{ kW}}{0.012 \text{ kW/s}^2}} \approx 296.5 \text{ [s]}$$

여기서, \dot{Q} : 열방출속도[kW], α : 물품종류 상수 $\left(= \frac{1,055}{t_g^2}\right) [\text{kW/s}^2]$,

t : 발화 후 지속된 시간[sec],

\therefore 최대열방출율(HRR)에 도달시간: 296.5[s]

- (2) 열방출율 - 시간곡선



2) 시나리오별 헤드의 작동시간

(1) 헤드 작동시간

$$t_a[s] = \frac{RTI}{\sqrt{u}} \ln \frac{(T_g - T_\infty)}{(T_g - T_a)}$$

여기서, t_a : 헤드작동시간, u : 기류속도[\sqrt{ms}], T_g : 기류(천정제트흐름)의 온도[°C],
 T_∞ : 감열체 초기온도[°C], T_a : 헤드의 작동온도[°C]

(2) 주어진 조건을 고려하여, RTI와 헤드작동시간(t_a)은 비례관계

→ 기류속도(u)와 기류의 온도(T_g) 등의 조건이 일정

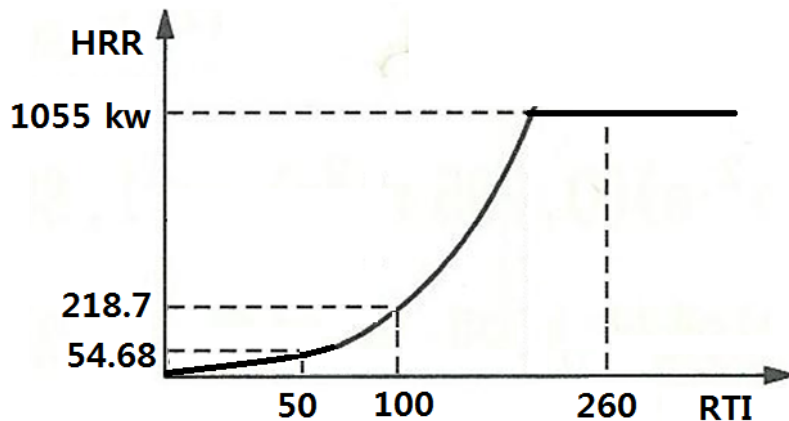
$$t_a[s] \propto RTI$$

(3) RTI에 따른 헤드작동시간(t_a)과 열방출률(HRR)

시나리오	반응시간지수 RTI[(ms) ^{1/2}]	헤드작동시간(t_a)[s]	열방출률(HRR)[kw]
S1	No sprinkler	0	X
S2	100	135	218.7
S3	260	351	1055
S4	50	67.56	54.68
S5	100	135	218.7

① 열방출률(\dot{Q})은 헤드작동시간(t_a)의 열방출률을 산출

(4) 시나리오별 RTI-열방출률 곡선



∴ RTI가 작을수록 헤드작동시간이 짧고, 열흡수 에너지가 작아 소화에 효과적

3. 열방출률(HRR)과 살수밀도

1) 관계식(Madrzykowski and Evans)

$$\dot{Q}(t) = \dot{Q}(t_{act}) \times e^{-\frac{t-t_{act}}{\tau}}, \quad \tau = 3\rho^{-1.8}$$

여기서 $\dot{Q}(t)$: t 시간에 HRR[kw], $\dot{Q}(t_{act})$: 헤드작동시간의 HRR[kw]

t: 측정 시간[s], t_{act} : 헤드작동시간[s], ρ : 살수밀도[mm/s], τ : 감소시간상수[s]

2) 헤드작동시간(t_{act}) 후에 열방출률은 살수밀도(ρ)에 지수함수적으로 감소

$$\rightarrow \dot{Q}(t) \propto \frac{1}{e^{\rho^{1.8}}}$$

3) 계산

(1) S2 계산

$$\dot{Q}(t) = \dot{Q}(t_{act}) \times e^{-\frac{t-t_{act}}{\tau}} = 218.7 \times e^{-\frac{300-135}{3 \times 0.1017^{-1.8}}} \doteq 89.05 [kw]$$

(2) S5 계산

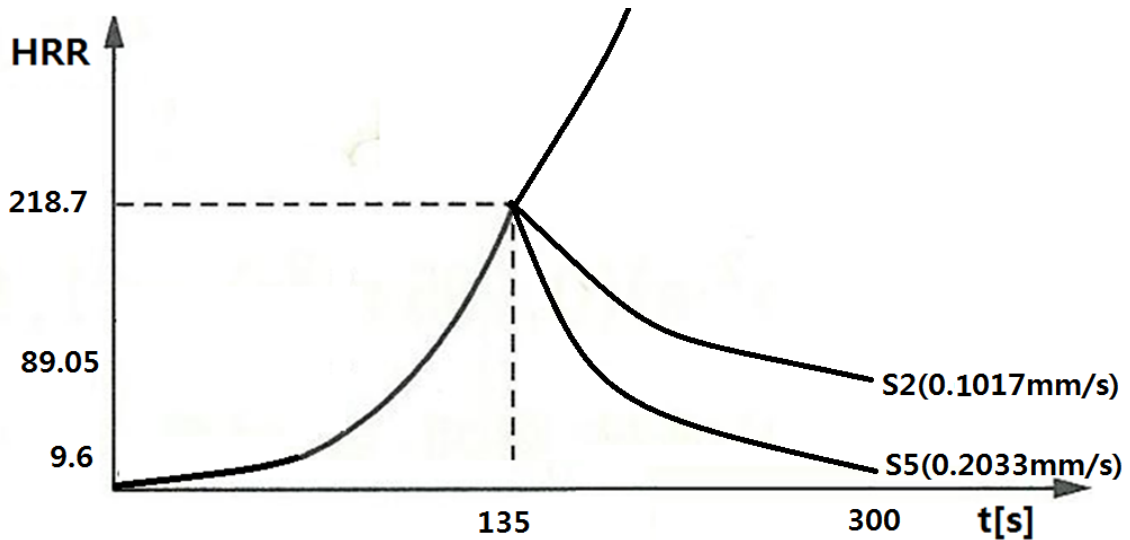
$$\dot{Q}(t) = \dot{Q}(t_{act}) \times e^{-\frac{t-t_{act}}{\tau}} = 218.7 \times e^{-\frac{300-135}{3 \times 0.2033^{-1.8}}} \doteq 9.6 [kw]$$

시나리오	헤드작동시간(t_a)[s]	살수밀도 ρ [mm/s]	$\dot{Q}(t)$ [kw]	의미
S1	0	No sprinkler	X	소화실패
S2	135	0.1017	89.05	화재제어
S3	351	0.1017	1055	소화실패
S4	67.56	0.2033	0.67	화재진압
S5	135	0.2033	9.6	화재제어(진압)

(3) 열방출률과 살수밀도 곡선

∴ 열방출 속도는 살수밀도에 반비례

→ 살수밀도가 증가하면 열방출률이 급격히 감소하여 조기진압 가능



제 4교시 문제풀이

4-1. 소방펌프에 사용되는 농형 유도전동기에서 저항 $R[\Omega]$ 3개를 Y로 접속한 회로에 200 [V]의 3상 교류전압을 인가 시 선전류가 10 [A]라면 이 3개의 저항을 Δ 로 접속하고 동일 전원을 인가 시 선전류는 몇[A]인지 구하시오.

답)

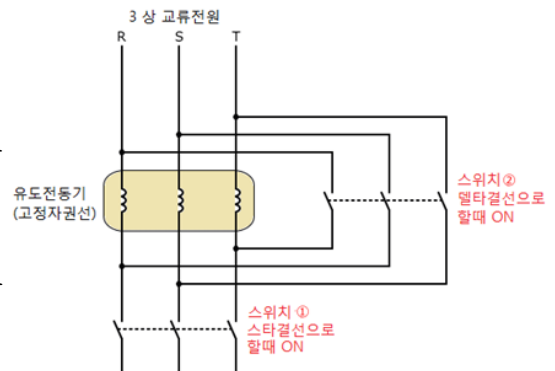
출처' 각종자료

1. Y(스타)- Δ (델타) 기동법의 필요성

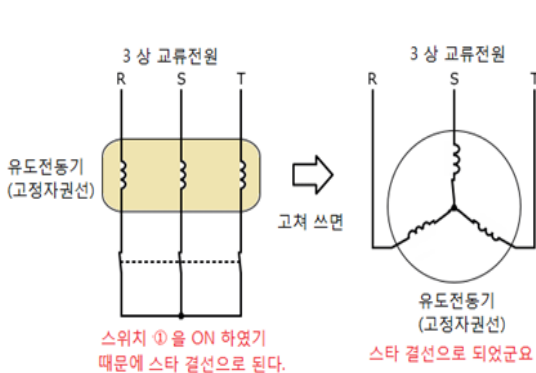
- 1) 유도전동기 고정자 권선을 스타 결선으로 했을 때와 델타로 했을 때 각 상에 흐르는 전류의 크기의 차이가 델타 결선의 경우와 비교하여 스타결선으로 할 때 각 상에 흐르는 전류를 델타결선의 1/3로 할 수 있기 때문이다.
- 2) 즉 유도 전동기의 고정자 권선의 결선을 기동 시에는 스타결선으로 하고 상시 운전 시에는 델타 결선으로 하여 기동전류를 1/3로 제한할 수 있다.
- 3) 기동전류가 클 시 전압강하와 전선의 허용전류 증가 등 배전선에 악영향을 미칠 수 있으므로 이를 줄이기 위한 방법 중 하나로 Y(스타)- Δ (델타) 기동법을 사용한다.

2. 유도 전동기의 Y(스타)- Δ (델타) 기동회로

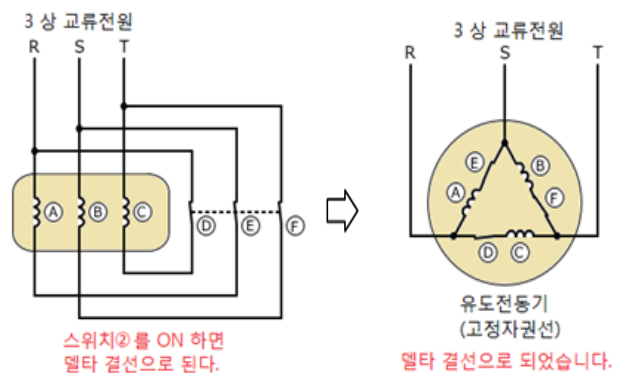
- 1) 삼상교류 전원에는 유도전동기내의 고정자 권선이 연결된 회로로 스위치 ①, 스위치 ②를 조작하여 유도전동기 고정자 권선을 스타결선과 델타결선으로 전환할 수 있음
- 2) 스위치 ①만 On(스위치 ②는 Off) 회로는 아래의 그림과 같이 되어 Y(스타)결선이 됨
- 3) 스위치 ②만 On(스위치 ①은 Off) 회로는 아래의 그림과 같이 되어 Δ (델타)결선이 됨



[유도전동기 기동회로]



[스위치 ①만 On했을 때 회로: Y(스타)]

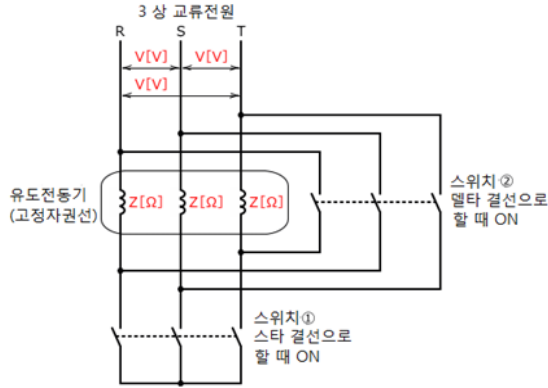


[스위치 ②만 On했을 때 회로: Δ (델타)]

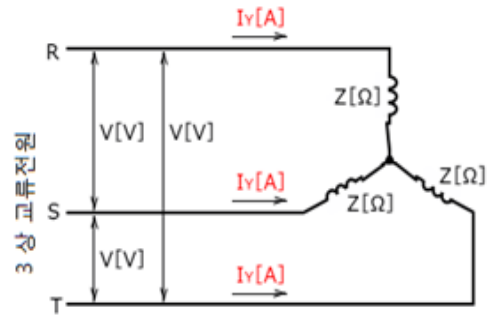
3. Y(스타)-△(델타)로 기동하면 기동전류가 1/3로 줄어드는 이유

1) Y(스타)결선에서의 선전류 I_Y

- (1) 유도전동기에 공급하는 삼상 교류전원의 선간전압을 $V[V]$, 고정자 권선의 임피던스를 $Z[\Omega]$ 일 때의 회로도



[고정자임피던스 Z , 선간전압 V 인가]



[스위치 ①을 On: Y(스타)결선]

(3) 스타결선에서의 선전류 I_Y

- ① 선간전압 $V[V]$ 이므로 고정자 권선 한 상분 $Z[\Omega]$ 에 걸리는 전압은 스타결선의 선간전압과 상전압의 관계로부터 $\frac{V}{\sqrt{3}}$ 가 됨



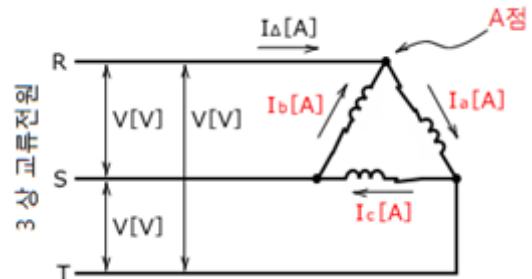
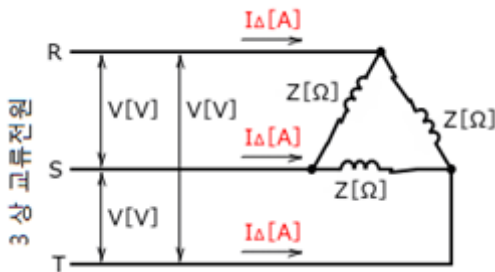
[스타결선의 1상 회로도]

- ② 선전류 I_Y

$$\therefore I_Y = \frac{V}{\sqrt{3}Z} = \frac{V}{\sqrt{3}Z} [A]$$

2) △(델타)결선에서의 선전류 I_Δ

- (1) 스위치 ②를 On 했을 때의 회로도: △(델타)결선
(2) 각 상에 흐르는 선전류를 I_Δ , 각 고정자 권선에 흐르는 전류를 I_a , I_b , I_c 라 정의하면



[델타결선회로도]

- (3) 위 그림에서 A점에서 키르히호프의 전류법칙을 적용

$$I_{TRIANGLE} + I_b = I_a, \therefore I_{TRIANGLE} = I_a - I_b$$

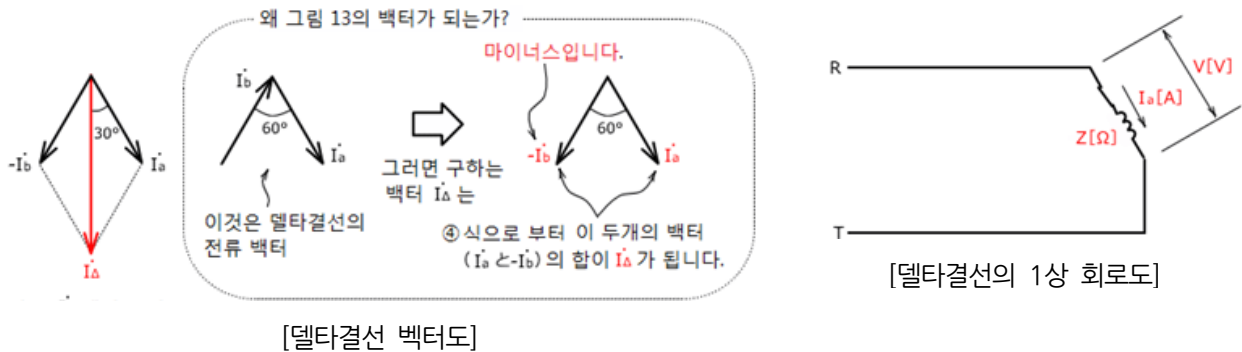
- (4) I_a 의 크기 I_a 를 알면 $I_{TRIANGLE}$ 의 크기 $I_{TRIANGLE}$ 를 알 수 있음

(5) $I_a = \frac{V}{Z}$ 이므로

(6) Δ (델타)결선에서의 선전류 I_Δ

$$I_{TRIANGLE} = I_a \cos 30^\circ \times 2 = \frac{V}{Z} \cos 30^\circ \times 2 = \frac{V}{Z} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 = \frac{\sqrt{3} V}{Z}$$

$$\therefore I_{TRIANGLE} = \frac{\sqrt{3} V}{Z} [A]$$



3) Y(스타)결선에서의 선전류 I_Y 와 Δ (델타)결선에서의 선전류 I_Δ 를 비교하면

$$\frac{I_Y}{I_{TRIANGLE}} = \frac{\frac{V}{\sqrt{3} Z}}{\frac{\sqrt{3} V}{Z}} = \frac{1}{3}, \quad \therefore \frac{I_Y}{I_{TRIANGLE}} = \frac{1}{3}$$

4. 문제풀이

- 1) $\frac{I_Y}{I_{TRIANGLE}} = \frac{1}{3}$ 이므로 $I_{TRIANGLE} = 3 \times I_Y$
- 2) $I_{TRIANGLE} = 3 \times 10 = 30 [A]$

4-2. 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침에서 규정하는 1,2등급 터널에 설치하는 무정전전원(UPS) 설비 설치기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침

1. 개 요

- 1) 방재시설 설치를 위한 터널등급은 터널연장 (L)을 기준으로 하는 연장등급과 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도 지수 (X)를 기준으로 하는 방재등급으로 구분한다.
- 2) 터널의 방재등급은 개통 후, 최초 10년, 향후 매 5년 단위로 실측교통량을 조사하여 재평가하며, 이에 따라 방재시설의 조정을 검토할 수 있다.
- 3) 비상전원설비는 무정전 전원설비와 자가발전설비가 있으며 터널 내 정전 상황에서 비상조명설비 등의 기능을 유지하거나 소화펌프와 같은 비상설비에 필요한 전원을 공급하기 위한 설비이다.
- 4) 무정전 전원설비란 정전 직후부터 전원공급이 재개되는 시간동안 비상조명등, 유도등 등 방재시설의 기능을 유지하기 위한 비상전원설비이다.

2. 무정전전원 (UPS)설비

1) 일반사항

- (1) 무정전전원설비는 터널 내 화재 등 비상사태로 인하여 터널 내 정전상황이 발생하는 경우에 비상발전기의 전원공급 개시 전 및 비상발전기 가동 정지 후 일정시간 동안 방재설비에 대하여 비상전원을 공급하기 위한 시설
- (2) 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침에 언급되지 않은 사항은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102)을 준용하여 설치
- (3) '무정전전원설비'라 함은 UPS(Uninterruptible Power Supply System)라고 부르며, 상용전원의 정전 등에 대비하여 안정된 전원을 부하에 공급하기 위한 장치로 컨버터, 인버터, 축전지, 전환스위치 등으로 구성

2) 기기사양

- (1) UPS의 동작방식은 인버터 및 컨버터에 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)반도체를 채용한 ON-LINE Type이어야 함
- (2) UPS 용 축전지는 2V 또는 12V 의 무보수 밀폐형을 사용하여 큐비클 내부에 내장하여 설치할 수 있어야 함

3) 설치지침

- (1) 터널연장이 200m 이상인 터널에 본 지침에서 정하는 방재시설이 설치되는 경우, 비상전원 공급용으로 설치
- (2) 무정전 전원설비는 비상조명 및 유도등 등 방재설비에 대하여 전원을 공급할 수 있는 적절한 용량으로 선정
- (3) 무정전 전원설비는 옥내설치를 원칙으로 하며, 옥외설치 시에는 단열 및 냉난방 시설을 갖춘 큐비클 내부에 설치
- (4) 무정전 전원설비는 일반적으로 소방서와 원거리에 위치한다는 점에서 접근성 등을 고려하여 60분 이상 비상전원을 공급할 수 있도록 시설

※ 연장등급·방재등급별 설치계획

1) 터널방재시설은 연장등급에 의해서 설치하는 시설과 방재등급에 의해서 설치하는 시설로 구분하며, 방재시설의 설치기준은 아래와 같이 정하며, 다음과 같이 설치

(1) 「소방시설법」에 따른 설치대상 방재시설 및 피난연결통로 (●로 표시)는 연장등급에 의해서 설치

(2) (1)항에서 정의한 시설 외의 방재시설(○로 표시)은 방재등급에 의해서 설치

2) 등급별 방재시설 설치기준

구분		1등급	2등급	3등급	4등급	비 고
소화설비	소화기구	●	●	●	●	
	옥내소화전	●○	●○			연장등급, 방재등급병행
	물분무설비	○				
경보설비	비상경보설비	●	●	●		
	자동화재탐지설비	●	●			
	비상방송설비	○	○	○		
	긴급전화	○	○	○		
	CCTV	○	○	○	△	△: 200m이상 터널
	영상유고감지설비	△	△	△		
	재방송설비	○	○	○	△	△: 200m이상 터널
	정보표시판	○	○			
	진입차단설비	○	○			
피난대피 설비	비상조명등	●	●	●	△	△: 200m이상 터널
	유도등					
	대피 시설	피난연결통로	●	●	●	
		피난대피터널(1)	●	△		
		격벽분리형피난대 피통로(1)	△	●	●	
		비상주차대	○	○		
소화활동 설비	제연설비	○	○			
	무선통신보조설비	●	●	●	△(2)	
	연결송수관설비	●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	비상콘센트설비	●	●	●		
비상전원 설비	무정전전원설비	●	●	●	△(3)	
	비상발전설비	●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

● 기본시설: 연장등급에 의함, ○ 기본시설: 방재등급에 의함

△ 권장시설: 설치의 필요성 검토에 의함

4-3. 건축물 배연창의 설치대상, 배연창의 설치기준, 배연창 유효면적 산정기준(미서기창, Pivot 종축창 및 횡축창, 들창)에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 1권 P343

1. 설치대상(건축법 시행령 제51조)

- 1) 건축법 제49조제2항에 따라 다음 각 호의 건축물의 거실(피난 층의 거실은 제외)에는 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 배연설비를 설치
- 2) 6층 이상인 건축물로서 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 용도로 쓰는 건축물

장 소	대 상
6층 이상의 건축물	제2종 근린생활시설 중 공연장, 종교집회장, 인터넷컴퓨터게임시설제공업소 및 다중생활시설, 문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설(요양병원 및 정신병원 제외), 교육연구시설 중 연구소, 노유자시설 중 아동 관련 시설, 노인복지시설(노인요양시설은 제외), 수련시설 중 유스호스텔, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 관광휴게시설, 장례식장
특별피난계단의 부속실 비상용 승강기 승강장	노대, 외부로 열수 있는 창, 배연설비가 있는 부속실

- 3) 다음 각목의 어느 하나에 해당하는 용도로 쓰는 건축물
 - (1) 의료시설 중 요양병원 및 정신병원
 - (2) 노유자시설 중 노인요양시설·장애인 거주시설 및 장애인 의료재활시설

2. 설치기준(건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조)

1) 배연설비를 설치하여야 하는 건축물에는 다음 각 호의 기준에 적합하게 배연설비를 설치

- (1) 건축물이 방화구획으로 구획된 경우에는 그 구획마다 1개소 이상의 배연창을 설치하되, 배연창의 상변과 천장 또는 반자로부터 수직거리가 0.9미터 이내일 것. 다만, 반자높이가 바닥으로부터 3미터 이상인 경우에는 배연창의 하변이 바닥으로부터 2.1미터 이상의 위치에 놓이도록 설치
- (2) 배연창의 유효면적은 산정된 면적이 1제곱미터 이상으로서 그 면적의 합계가 당해 건축물의 바닥면적의 100분의 1이상일 것
- (3) 배연구는 연기감지기 또는 열감지기에 의하여 자동으로 열 수 있는 구조로 하되, 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것
- (4) 배연구는 예비전원에 의하여 열 수 있도록 할 것
- (5) 기계식 배연설비를 하는 경우에는 제1호 내지 제4호의 규정에 불구하고 소방관계법령의 규정에 적합하도록 할 것

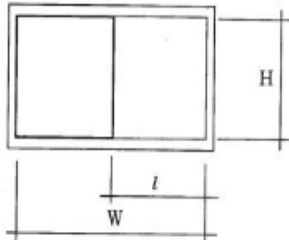
2) 특별피난계단 및 비상용승강기의 승강장에 설치하는 배연설비의 구조의 기준

- (1) 배연구 및 배연풍도는 불연재료로 하고, 화재가 발생한 경우 원활하게 배연시킬 수 있는 규모로서 외기 또는 평상시에 사용하지 아니하는 굴뚝에 연결
- (2) 배연구에 설치하는 수동개방장치 또는 자동개방장치(열감지기 또는 연기감지기에 의한 것)는 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것

- (3) 배연구는 평상시에는 닫힌 상태를 유지하고, 연 경우에는 배연에 의한 기류로 인하여 닫히지 아니하도록 할 것
- (4) 배연구가 외기에 접하지 아니하는 경우에는 배연기를 설치
- (5) 배연기는 배연구의 열림에 따라 자동적으로 작동하고, 충분한 공기배출 또는 가압능력이 있을 것
- (6) 배연기에는 예비전원을 설치
- (7) 공기유입방식을 급기가압방식 또는 급·배기방식으로 하는 경우에는 소방관계법령의 규정에 적합하게 할 것

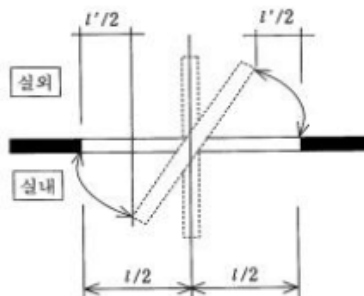
3. 배연창의 유효면적 산정기준 (건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 별표2)

1) 미서기창: $H \times l$



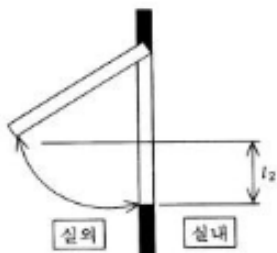
l : 미서기창의 유효폭
 H : 창고의 유효 높이
 W : 창문의 폭

2) Pivot 종축창: $H \times l'/2 \times 2$



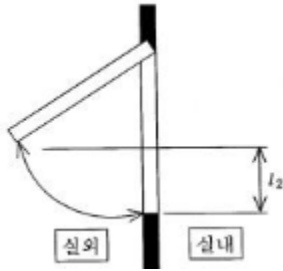
H : 창고의 유효 높이
 l : 90° 회전시 창호와 직각 방향으로 개방된 수평거리
 l' : 90° 미만 0° 초과시 창호와 직각방향으로 개방된 수평거리

3) Pivot 횡축창: $(W \times l_1) + (W \times l_2)$



W : 창고의 폭
 l_1 : 실내측으로 열린 상부창호의 길이방향으로 평행하게 개방된 수평거리
 l_2 : 실외측으로 열린 하부창호로서 창틀과 평행하게 개방된 수평투영거리

4) 들창: $W \times l_2$

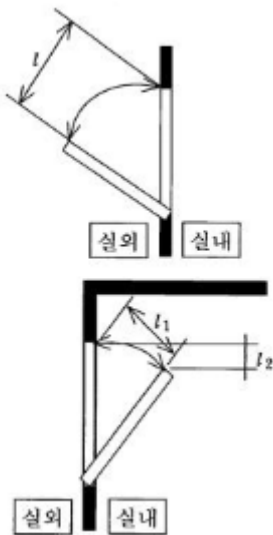


W : 창의 폭
 l_2 : 창틀과 평행하게 개방된 순수수평투명면적

5) 미들창

(1) 창이 실외 측으로 열리는 경우: $W \times l$

(2) 창이 실내 측으로 열리는 경우: $W \times l_1$ (단, 창이 천장(반자)에 근접하는 경우: $W \times l_2$)



W : 창의 폭
 l : 실외측으로 열린 상부창호의 길이방향으로 평행하게 개방된 순거리
 l_1 : 실내측으로 열린 상부창호의 길이방향으로 개방된 순거리
 l_2 : 창틀과 평행하게 개방된 순수수평투명면적
 * 창이 천장(또는 반자)에 근접된 경우
 창의 상단에서 천장면까지의 거리 $\leq l_2$

4-4. 반도체 제조과정에서 사용되는 가스/케미컬 중 실란(silane)에 대하여 다음 물음에 답하시오.

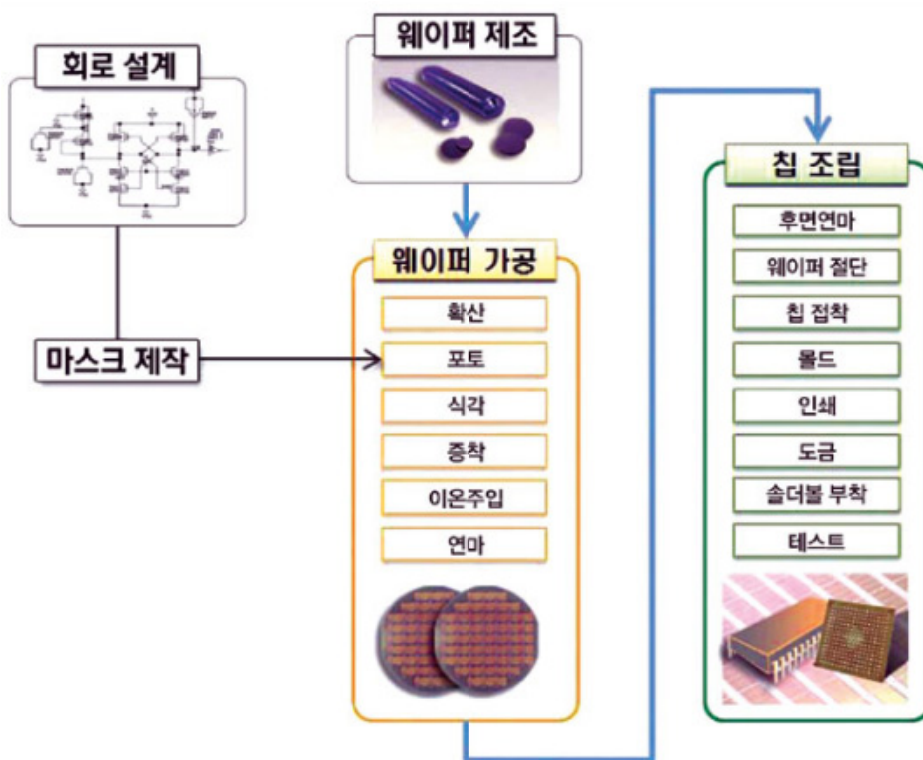
- 1) 분자식 2) 위험성 3) 허용농도 4) 안전 확보를 위한 이송체계
5) 소화방법 6) GMS(Gas Monitoring System)

답)

출처' 각종자료

1. 개 요

- 반도체제조 및 TFT-LCD 패널의 조립에는 실리콘(Silicon)과 실리콘 나이트라이드(Silicon Nitride) 필름을 성장(Growing) 및 에칭(Etching)을 수행하는 공정이 수반된다. 이 공정에는 상당히 많은 양의 Silane, Phosphine, Ammonia, Chlorine, Boron Trichloride, Nitrogen Trifluoride, Fluorine, Hydrogen 등이 사용되며 이러한 물질들은 가연성, 반응성, 부식성 등이 강한 성격을 지니고 있고 조그마한 누출도 대형사고로 발전될 수 있는 소지가 상당히 많다
- 실란은 규소를 기체로 한 유기 화합물로 SiH_4 의 수소원자가 탄화수소기 등으로 바뀐 유기화합물을 총칭할 때도 실란이란 명칭을 사용한다.
- 실란은 공기 중에 자연발화 되지만 공기를 차단하고 보존하면 상온에서도 안정적이고, 극산화성 가스로 가열하면 폭발할 있는 가스를 말한다.

2. 반도체 제조과정**3. 반도체 제조 시 사용하는 주요 공정 가스**

암모니아(NH_3), 아르곤(Ar), 염화수소(HCl), 황화수소(H_2S), 포스핀(PH_3), 실란(SiH_4), 아르신(AsH_3), 디보란(B_2H_6), 수소(H_2), 포스겐($COCl_2$), 육불화황(SF_6), 삼불화염소(ClF_3) 등

4. 실란의 분자식 및 특성

1) 실란의 분자식: SiH_4

2) 실란(SiH_4)의 특성

- (1) 수소화 규소(Si_nH_{2n+2} : 모노실란, 다이실란, 트리실란 등)의 대표적인 것
- (2) 특이한 냄새가 나는 무색기체로 공기 중에서 자연발화
- (3) 파라핀계 탄화수소에 비해 불안정하여 물, 수산화알칼리용액 등과 반응
- (4) 반도체 제조공정에서 실리콘 중심의 막질 증착 등에 사용

5. 실란의 위험성

1) 화학물질정보요약 (Cas No. 7803-62-5)

(1) NFPA지수

- ① 유해성(2): 만성적 접촉이 아닌 지속적/ 일시적 접촉으로 일시적 장애 혹은 부상유발
- ② 인화성(4): 정상적인 대기환경에서 즉시 증발하거나 공기 중에 확산되어 화재
- ③ 반응성(3): 반응에 직접적인 원인이 필요하거나 충분히 가열되었거나 큰 충격을 받으면 폭발



(2) 폭발범위: 1.4 ~ 96%

(3) 유해위험문구: 극인화성 가스, 가열하면 폭발할 수 있음

2) 유해위험요인

[그림문자/유해위험정보]

- (1) 공기와 접촉하면 폭발할 수 있음
- (2) 열, 스파크, 화염에 의해 쉽게 점화되고 가열시 용기가 폭발할 수 있음
- (3) 화재 시 타는 동안 분열 또는 연소에 의해 자극성, 부식성, 독성가스를 발생
- (4) 실란에 노출 시 자각 없는 현기증 또는 질식 유발하며 피부와 눈에 심한 손상을 일으킬 수 있고 반복 노출 시 구역, 두통의 증상

3) 취급 시 주의사항 및 예방조치

(1) 누출 시 흡입으로 중독예방

- ① 물분무를 이용하여 증기를 줄이거나 증기 구름을 확산시켜 물과 접촉 금지
- ② 분진, 흙, 가스, 미스트, 증기의 흡입을 피한다.
- ③ 가스가 완전히 확산될 때까지 오염지역을 격리

(2) 누출 및 화재폭발 시 대응방법

- ① 누출성 가스 화재 시 누출을 완전하게 막을 수 없다면 불을 끄려고 하지 않음
- ② 액화가스 증기는 공기보다 무거우므로 지면을 따라 확산하므로 주의 조치
- ③ 타는 동안 열분해 또는 연소에 의해 자극적이고 유독한 가스발생

(3) 이염화실란(DCS, Dichlorosilane)

- ① 자연발화성, 독성, 부식성의 무색액체

- ② 비점 8.3°C , 자연발화온도 44°C, 최소발화에너지 0.0154mJ
- ③ DCS는 저장 중 서서히 분해하는 경향이 있으며 분해생성물은 실란, 일염화실란, 삼염화실란, 사염화실란이 발생
- (4) 삼염화실란(TCS, Trichlorosilane)
 - ① 폴리크리스탈린 실리콘과 실리콘 에피택시얼 층을 형성하기 위해 사용
 - ② 비점 32°C, 인화점 -14°C

6. 실란의 허용농도

- 1) LC_{50} 9600ppm(쥐, 4시간 흡입)
- 2) TWA(Time Weighted Average) (AIGCH, 미국산업위생학회): 5ppm($7\text{mg}/\text{m}^3$)
- 3) 폭발범위: 1.4 ~ 96%

7. 안전확보를 위한 이송체계

- 1) 배관은 이중관으로 설치하고 헬륨 등을 이용하여 기밀시험을 수행한다.
- 2) 실란의 누출을 감지할 수 있는 가스감지기를 설치하고 자연발화를 감지하기 위해 불꽃감지기 설치
- 3) 폭발을 방지하기 위해 강제 환기 또는 자연환기를 통해 실란의 축적을 방지
- 4) 화재 시 실린더를 냉각하기 위해 냉각용 스프링클러 설치필요
- 5) 실내설치 배관은 플랜지, 나사산과 같은 기계적 결합을 피하고 용접연결
- 6) 모든 밸브는 비상시 잠기는 구조로 하고 퍼지설비는 자동화하고 독단적으로 공급되는 구조

8. 소화방법

1) 소화제 사용

- (1) 질질소화 시 건조한 모래를 사용
- (2) 알콜포말, 이산화탄소, 물분무를 사용

2) 화재진압

- (1) 탱크 화재 시 화염에 휩싸인 탱크에서 물러남
- (2) 탱크 화재 시 압력방출장치에서 고음이 있거나 탱크가 변색할 경우 즉시 물러남
- (3) 탱크 화재 시 소화가 진화된 후에도 다량의 물로 용기를 식힘
- (4) 탱크 화재 시 최대거리에서 소화하거나 무인 소화장비를 사용
- (5) 탱크 화재 시 결빙될 수 있으므로 노출원 또는 안전장치에 직접 주수하지 않음
- (6) 위험하지 않다면 화재지역에서 용기를 옮김
- (7) 누출이 중지되지 않으면 누출가스 화재를 소화하지 않음
- (8) 파손된 실린더는 날아올 수 있으니 주의함
- (9) 액화가스 증기는 공기보다 무거우므로 지면을 따라 확산
- (10) 구조자는 보호구 착용
- (11) 안전하게 처리하는 것이 가능하면 모든 점화원을 제거

- (12) 탱크 화재 시 대규모 화재의 경우 무인 소화장비를 이용하고 불가능하면 물러나 타게 놔둠
- (13) 누출성 가스 화재 시 누출을 안전하게 막을 수 없다면 불을 끄려하지 않음

9. GMS (Gas Monitoring System)

1) 개념

유독가스 모니터링 시스템은 가스누출이 예상되는 장소나 가스실린더를 보관하는 가스캐비닛에 가스 감지기를 설치하고 TCP/IP 또는 Serial통신으로 실시간 인터페이스를 통하여, 현장에 설치된 가스감지기의 실시간 가스 농도와 이벤트 데이터를 모니터링하고 설정치 이상시 자동으로 알람을 발생하여 안전사고를 예방하기 위한 가스 모니터링 시스템

2) 구성

- (1) 가스감지기
- (2) 중계기
- (3) 모니터링시스템

3) 기대효과

- (1) 실시간 모니터링으로 안전사고 및 가스 공급시설의 고장 등에 대한 신속한 대응
- (2) 실시간 모니터링을 통한 위험 내재 시 상황을 시스템이 판단하여 경보로 알림
- (3) 캐드모면을 접목 및 경보지점을 자동으로 전송하여 공장 내 정확한 사고 위치의 파악으로 효과적인 대응
- (4) 가스 누출이력 조회 등을 통한 사전 관리 체계 구축



4-5. 지진발생 시 화재로 전이되는 메커니즘과 화재의 주요원인, 지진화재에 대한 방지대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 화재보험협회 "지진화재 리스크 및 경감 대책 방향" "소방안전플러스"

1. 개 요

- 1) 지진은 건물의 손상을 야기하기도 하고 가스관이나 전기 설비, 전자제품의 손상, 화기 추락을 야기하여 화재를 발생시킬 수 있다.
- 2) 원전사고처럼 시설물 안에 보관되어 있던 독극물이나 방사능물질이 외부로 유출되는 환경재난을 발생시킬 수 있다. 지진은 화재나 붕괴, 해일 등 복합적으로 재난을 발생시키므로 복합재난 또는 Natech 재난(자연재해로 유발되는 기술적 재난)이라고 한다.
- 3) 최근 세계적으로 강진이 빈번히 발생하면서 국내에서 발견된 양산 활성단층과 경주 활성단층에 관심이 집중되고 있으며 과거 많은 강진이 활성단층에서 발생했기 때문에 활성단층이 있는 곳에서 대지진이 일어날 가능성이 크다고 할 수 있다.

2. 지진(화재)발생원인

1) 지진발생원인

(1) 자연적 원인

① 판구조론(Plate Tectonics Theory)

지구표면을 구성하는 판들이 수평으로 이동할 때 판 경계에서 에너지가 방출되어 지진발생이 발생한다는 이론

② 탄성반발설(Elastic Rebound Theory)

지각에 의해 변형이 발생하면 탄성에너지를 축적하다 순간적으로 파괴되어 에너지 방출이 일어나면서 지진이 발생한다는 이론

③ 지진은 화산활동과 관련하여 일어날 수 있다. 지하 마그마의 움직임은 지진을 유발

(2) 인공적 원인

① 땅이 흔들리거나 암석 사이의 공극에 물이 차거나 빠지거나 하면 암석의 강도가 변하기 때문에 지진이 발생

② 사례: 지하수의 개발, 저수지, 핵실험 등 인공적인 폭발, 큰 건물의 붕괴

2) 지진화재 발생원인

(1) 직접적 화재원인

① 전기설비 파손, 정전기, 스파크 등 점화원으로 작용

② LPG, LNG 등 가연성가스 누출

③ 경유, 휘발유 등 인화성액체 유출

(2) 간접적인 화재원인 (화재확대)

① 도로의 파괴로 소방차 출동 지연

② 소방력의 지원 부족

③ 옥외소화전, 연결송수관 등 소방시설 파괴

3. 지진화재의 특징

- 1) 지진과 여진으로 인하여 극심한 지진화재가 발생하고 전체 피해의 90% 이상이 지진화재에 의한 것으로 추정
- 2) 밀집 시가지의 화재 확산으로 인하여 다수의 건물이 소실
- 3) 해일 피해 지역에서의 화재가 확산되어, 해안가 지역에 위치한 석유·가스 사업장의 화재 및 폭발 발생
- 4) 대지진 발생 때는 소방차에 의한 화재진압이 어려울 수 있으므로, 개개인의 노력에 따라 화재피해를 줄여야 함
- 5) 지진화재 위험 지역을 크게 세 가지 유형
 - (1) 밀집 시가지의 화재 확산 위험

특히 수도권의 경우 높은 지가로 인하여 건폐율이 매우 높으며 도로 또한 좁아 화재 확산의 위험을 안고 있음
 - (2) 고층 건물(아파트)의 화재 확산 위험
 - ① 지진 시에는 건물 및 도로 파손으로 인하여 화재 진화를 위한 접근에 평상시보다 상당히 더 많은 시간이 소요될 것으로 예상
 - ② 이런 환경 하에서 조기 진화가 안 된다면 고층 건물의 화재 확산 위험은 증폭
 - (3) 석유·가스 사업장의 화재·폭발 위험
 - ① 국내 석유·가스 사업장 또한 해안가에 위치하고 있어 지진 및 쓰나미에 노출될 개연성이 존재
 - ② 지진 또는 쓰나미 발생 시 석유·가스 사업장에 적절한 대비가 되어 있지 않거나 시설물에 심각한 파손이 발생할 경우 화재·폭발의 위험이 존재

4. 지진발생 시 화재 발생 메커니즘

- 1) 지진발생
- 2) 건축물은 종횡으로 흔들리나 배관은 건축물과 고정되어 배관에 유연성 부족
- 3) 가스배관, 인화성액체배관 등 파열
- 4) 가스 및 인화성액체 누설
- 5) 가스렌지의 불꽃 또는 전기기구의 파손으로 인한 스파크
- 6) 물적 조건인 연소범위 및 에너지조건인 점화원에 의해 화재 발생
- 7) 밀폐된 공간에 가연성 가스가 체류하고 있을 시 폭발 발생
- 8) 폭발에 의한 충격파에 의해 유리창파손, 구조물 추락, 건축물 추가 붕괴
- 9) 도로파손으로 인해 소방차 진입 불가 및 소방시설 파괴로 소화지연
- 10) 화재가 주변으로 확대

5. 지진으로 인한 피해

1) 재해구분

(1) 1차재해

강한 지진동에 의한 지표나 지하 구조물의 파괴, 지반의 붕괴, 해일로 인한 가옥이나 선박의 유실·파괴

(2) 2차재해

- ① 화재, 수도, 전기, 가스, 통신망의 파괴, 생활물자 유통망의 파괴로 인한 생활의 혼란
- ② 도시의 경우 2차재해 특히 석유화학공장, 자동차의 연료, 건물의 연료 화재에 의한 비중이 커짐

2) 피해유형

(1) 물리적 피해

- ① 건물 붕괴, 시설물의 파괴 및 낙하물에 의한 인명 및 재산 피해
- ② 지진해일(쓰나미), 화재 및 유해물질 누출 등 2차 피해
- ③ 사회기반시설의 기능 상실로 인한 지역 및 산업 전반에 걸친 중장기 피해

(2) 사회적 피해

- ① 지진충격에 의한 사회기능 마비 및 혼란 발생
- ② 교통마비 및 통신두절로 인한 불안감 증가
- ③ 정전 및 단수로 인한 생활 불편 확대

6. 지진화재에 대한 대책

1) 기본적 원칙

- (1) 도시 내에 있는 발화원을 줄임
- (2) 건물밀집지역의 방재작업이 원활하도록 함
- (3) 도시 설계 당시부터 방재도시로 설계

2) 지진화재 위험 지역별 경감 대책

(1) 밀집시가지 및 고층건물

- ① 화재 시 조기 진화성패에 따라 피해 규모가 결정되므로 안전한 지역사회 조성을 위한 자주 소방대 조직 구성 및 입법화
- ② 넓은 폭의 도로가 방화구획의 역할을 하므로 법률로 지진화재에 대비한 도시 방화구획 조성

(2) 석유, 가스사업장

- ① 국내 석유, 가스사업장의 대부분은 대기업, 공기업인 경우가 많으므로 재산종합보험에 가입
- ② 화재, 폭발사고 발생 시 사회적으로 파장이 크므로 사고예방을 위한 장려 대책필요
- ③ 사업장이 사고 예방을 위한 조치 시 조세감면 보험료 할인 등의 실효성 있는 정책추진

3) 지진화재에 대한 대책

구 분	개인대책	행정대책
화원처리	<ul style="list-style-type: none"> • 지진으로 인해 흔들림이 발생 시 화재발생을 억제하기 위해 진동이 멈춘 후 화원처리 시행 • 진동이 멈추면 전기스토브 등 전열기구 등 전열기구의 스위치를 차단 • 가스의 중간밸브를 잠그고 스토브 등에 접촉된 가연물을 신속하게 제거 	<ul style="list-style-type: none"> • 지진 시 화원처리가 가능하도록 주민 홍보 및 교육 실시
전기기구류에 의한 출화방지	<ul style="list-style-type: none"> • 지진 시 자동적으로 전기를 차단하는 설비 설치, 규격 전기제품 사용 등 안전의식 향상 • 지진에 의해 정전 후 복전 시 통전으로 인한 화재가 발생할 수 있으므로 감진브레이커 설치 • 안전장치가 부착된 전기제품 사용, 가연물 낙하 금지, 안전의식 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 감진차단기의 유효성, 전기기구의 교환, 가연물 낙하방지 필요성 등 홍보 • 감진차단기 보조금 조성 및 신축, 리모델링 시 사용 촉진
가스·석유기구류에 의한 출화방지	<ul style="list-style-type: none"> • 가스·석유기구류는 가연물의 접촉에 의해 화재가 발생하기 쉬워 안전장치가 부착된 제품 사용 및 가구 고정 • 스토브 등 정기적 청소, 점검실시하고 전도되면 자동 소화되는 안전장치 부착 • 가구를 고정하여 스토브 주변에 가연물이 낙하하지 않도록 함 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전장치가 부착된 제품 사용유도, 가연물 낙하방지 교육, 홍보 • LPG사업자는 가스용기 전도방지용 고정체인 설치 및 가스누출방지용 고압호스 사용추진
주택파손, 가구전도에 의한 출화방지	<ul style="list-style-type: none"> • 무너진 주택이나 가구 등이 화기에 접촉하여 출화하는 것을 방지하기위해 내진화 및 가구전도방지 추진 • 주택의 내진화 추진 • 가구전도를 방지하기 위해 가구전도방지 보조금제도 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 주택내진화 촉진 시 비용보조 • 비용보조제도 등을 홍보하여 내진화 촉진
기타 출화방지	<ul style="list-style-type: none"> • 촛불이 넘어져 화재가 발생한 사례가 있으므로 손전등 준비 • 지진으로 파손품 사용 금지(스파크우려) 	<ul style="list-style-type: none"> • 양초대용 조명기구 준비 및 지진으로 파손된 제품 사용주의 홍보
연소방지대책	<ul style="list-style-type: none"> • 건축물의 내진화, 불연화, 도로정비, 소방력 확충 • 초기화재 탐지용 주택용화재경보기 설치 • 소화기, 소화용수 설치 • 방재훈련에 적극적으로 참가 	<ul style="list-style-type: none"> • 도로폐쇄, 단수에 대비하여 소방기자재 구입, 내진성 방화수조설치 등 소방용수 확보 • 주민대상 소방훈련실시

4-6. 계단실의 상·하부 개구부 면적이 각각 $A_a=0.4\text{m}^2$ 과 $A_b=0.2\text{m}^2$, 유량계수 $C=0.7$, 높이(상·하부 개구부 중심간 거리) $H=60\text{m}$, 계단실 내부 및 외기 온도가 각각 $T_s = 20^\circ\text{C}$ 와 $T_o=-10^\circ\text{C}$ 인 경우 아래 사항에 대하여 답하시오

- 1) 중성대 높이 계산식 유도 및 중성대 높이 계산
- 2) 상·하부 개구부 중심 위치에서의 차압 계산
- 3) 각 개구부의 질량유량 계산
- 4) 수직높이에 대한 차압 분포 그림 도시
- 5) 개구부의 면적 변화에 대한 중성대의 위치 변화 설명

답)

출처: 각종자료

1. 중성대 높이 계산식 유도 및 중성대 높이 계산

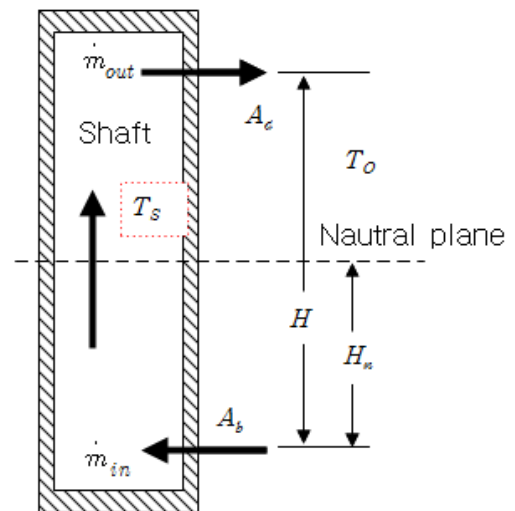
1) 중성대 높이 계산식 유도

- (1) 내부에서 외부로 배출속도[m/s]

$$\begin{aligned}
 v_2 &= \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2g \frac{\Delta P}{\gamma_i}} \\
 &= \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho_i}} \quad , \quad \Delta P = (\rho_o - \rho_i)gh_2 \\
 &= \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_i} h_2}
 \end{aligned}$$

- (2) 외부에서 내부로 유입속도[m/s]

$$\begin{aligned}
 v_1 &= \sqrt{2gH_n} = \sqrt{2g \frac{\Delta P}{\gamma_o}} \\
 &= \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho_o}} \quad , \quad \Delta P = (\rho_o - \rho_i)gH_n \\
 &= \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_o} H_n}
 \end{aligned}$$



- (3) 샤프트에서 배출하는 질량유량[kg/s] = $\rho_i \times C \times A_a \times v_2$

$$Q_{out} = \rho_i \times C \times A_a \times \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_i} h_2} \text{ [kg/s]}$$

$$Q_{out} = C \times A_a \sqrt{2g\rho_i(\rho_o - \rho_i)h_2} \text{ [kg/s]}$$

- (4) 샤프트로 유입하는 질량유량[kg/s] = $\rho_o \times C \times A_b \times v_1$

$$Q_{in} = \rho_o \times C \times A_b \times \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_o} H_n} \text{ [kg/s]}$$

$$Q_{in} = C \times A_b \sqrt{2g\rho_o(\rho_o - \rho_i)H_n} \text{ [kg/s]}$$

- (5) 배출하는 질량유량 = 유입하는 질량유량

$$C \times A_a \times \sqrt{2g\rho_i(\rho_o - \rho_i)h_2} = C \times A_b \times \sqrt{2g\rho_o(\rho_o - \rho_i)H_n}$$

$$A_a^2 \times \rho_i \times h_2 = A_b^2 \times \rho_o \times H_n$$

$$A_a^2 \times T_o \times h_2 = A_b^2 \times T_s \times H_n \quad (\because \text{밀도 } \rho \text{ 는 온도 } T \text{ 와 반비례})$$

$$\therefore \frac{h_2}{H_n} = \left(\frac{A_b}{A_a}\right)^2 \times \frac{T_s}{T_o}$$

$$\therefore \frac{H-H_n}{H_n} = \left(\frac{A_b}{A_a}\right)^2 \times \frac{T_s}{T_o}$$

$$\therefore \frac{H_n}{H} = \frac{1}{1 + (T_s/T_o)(A_b/A_a)^2}$$

H : 샤프트의 높이(m)

H_n : 바닥으로부터 중성대까지 높이(m)

h_2 : 중성대로부터 샤프트 상부까지 높이(m)

A_b : 중성대 하부 개구부 면적

A_a : 중성대 상부 개구부 면적

T_s : 샤프트 내부 공기온도(K)

T_o : 외기온도(K)

2) 중성대 높이 계산

(1) $A_a=0.4m^2$, $A_b=0.2m^2$, $H=60m$, $T_s = 20^\circ C$ 와 $T_o=-10^\circ C$ 를 대입하면

$$\begin{aligned} (2) H_n &= H \times \frac{1}{1 + (T_s/T_o)(A_b/A_a)^2} \\ &= 60 \times \frac{1}{1 + ((273+20)/(273-10))(0.2/0.4)^2} \\ &\simeq 46.93[m] \end{aligned}$$

2. 상·하부 개구부 중심 위치에서의 차압 계산

1) 상부 개구부의 차압

$$\Delta P = 3,460h\left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_1}\right) = 3,460(H-H_n)\left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\Delta P = 3,460(60-46.93)\left(\frac{1}{263} - \frac{1}{293}\right) \simeq 17.61[Pa]$$

2) 하부 개구부의 차압

$$\Delta P = 3,460h\left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_1}\right) = 3,460H_n\left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\Delta P = 3,460(-46.93)\left(\frac{1}{263} - \frac{1}{293}\right) \simeq -63.22[Pa]$$

3. 각 개구부의 질량유량 계산

1) 샤프트에서 배출하는 질량유량[kg/s] = $\rho_i \times C \times A_a \times v_2$

$$Q_{out} = \rho_i \times C \times A_a \times \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_i} h_2} [kg/s]$$

$$Q_{out} = C \times A_a \sqrt{2g \rho_i (\rho_o - \rho_i) h_2} [kg/s]$$

$$Q_{out} = C \times A_a \sqrt{2g \rho_i (\rho_o - \rho_i) (H - H_n)} [kg/s]$$

샤프트내의 압력 1atm, 공기의 분자량을 28.96으로 가정하면

$$\rho_i = \frac{PM}{RT} = \frac{1 \times 28.96}{0.082 \times (273 + 20)} \approx 1.21, \quad \rho_o = \frac{1 \times 28.96}{0.082 \times (273 - 10)} \approx 1.34$$

$$Q_{out} = 0.7 \times 0.4 \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.21 \times (1.34 - 1.21)(60 - 46.93)} = 1.78 [\text{kg/s}]$$

2) 샤프트로 유입하는 질량유량[kg/s] = $\rho_o \times C \times A_b \times v_1$

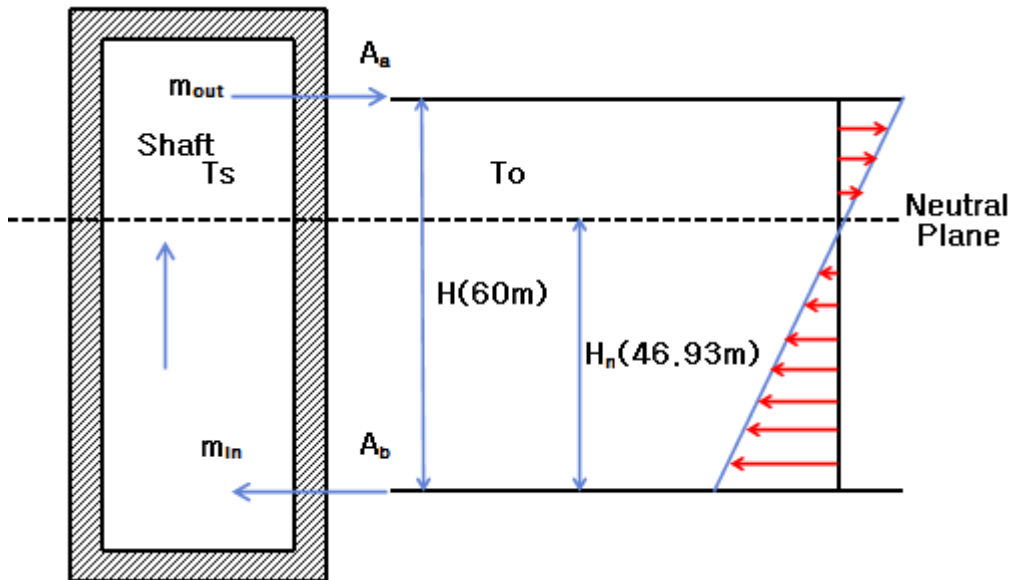
$$Q_{in} = \rho_o \times C \times A_b \times \sqrt{2g \frac{(\rho_o - \rho_i)}{\rho_o} H_n} [\text{kg/s}]$$

$$Q_{in} = C \times A_b \sqrt{2g \rho_o (\rho_o - \rho_i) H_n} [\text{kg/s}]$$

$$Q_{out} = 0.7 \times 0.2 \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.34 \times (1.34 - 1.21) \times 46.93} = 1.77 [\text{kg/s}]$$

3) 결 론: $Q_{out} = Q_{in}$

4. 수직높이에 대한 차압 분포 그림 도시



5. 개구부의 면적 변화에 대한 중성대의 위치 변화 설명

- 1) 개구부 자체의 높이에 따른 압력변화를 무시하기 위해 높이 H 는 두 개의 개구부의 높이보다 매우 크다고 가정한다.
- 2) 중성대의 위치변화는 샤프트와 외부와의 온도비(T_s/T_o), 하부개구부와 상부개구부와의 면적비(A_b/A_a)에 의존하며, 온도비보다는 면적비가 많은 영향을 끼친다.
- 3) 상·하부의 개구부의 면적이 같은 경우에는 중성대의 위치변화는 샤프트와 외부와의 온도비(T_s/T_o)에 의존한다.
- 4) 상부의 개구부의 면적(A_a)이 하부의 개구부의 면적(A_b)보다 클수록 중성대의 높이는 상부로 이동하며, 하부의 개구부의 면적(A_b)이 매우 작아 거의 0에 가까워질수록 중성대의 높이(H_n)는 건축물의 높이(H)와 거의 비슷해진다. 이는 중성대의 높이(H_n)는 샤프트의 최상부에 위치한다고 할 수 있고 이는 연기배출이 적어진다는 의미이다.