

»모아는 VISION이다«

"소방기술사 대한민국 1위!"

제 117회 소방기술사 문제풀이

강사 : 황모아, 문기현, 김정진, 유쾌한, 이종희, 남유현

모아소방 & 에듀파이어학원 2012~2019년

매년 마다 **현** 수강생의 평균 1/5 을 합격시킨 합격신화!

합격률 대한민국 1위"

"실제 수강생 합격률 대한민국 1위"

"강의만족도 99% 대한민국 1위"

"평균 강의 재수강률 80%"

"8년간의 검증, 모방이 불가능한 커리큘럼"

열정적으로 2019년을 시작합니다.

소방기술사 합격자 명단

- 102회 8명중 4명 합격! 최*익,류*길,허*영,손*경(50%)
- 103회 17명중 8명 합격! 문*량,송*익,이*영,황*영,이*기,정*웅,윤*익,김*백(47%)
- 104회 5명중 3명 합격! 이*선,임*철,박*효(60%)
- 105회 6명 중 4명 합격! 김*석,서*길,이*영,송*수(67%)
- 106회 5명 중, 5명 합격! 최*기,명*준,박*권,이*화,김*환(100%)
- 107회 12명중 5명 합격! 임*창,고*민,박*욱,임*훈,장*익(42%)
- 108회 16명 중 9명 합격! 장*남,임*수,문*주,김*오,유*석,최*영,권*효,김*호,서*영(57%)
- 109회 최종 23명 중 10명 합격! 이*영,장*남,서*길,김*선,위*경,함*덕, 이*승,임*수,김*웅,임*훈(45%)
- 110회 최종 12명 중 6명 합격! 김*오,최*숙,문*주,최*재,권*효,전*인(50%)
- 111회 최종 9명 중 4명 합격! 박*수,김*운,김*영,하*동(45%)
- 112회 최종 14명 중 5명 합격! 노*택,김*근,배*우,송*남,김** (35%)
- 113회 최종 8명 중 4명 합격! 전*근, 장*익, 전*진, 김*중(50%)
- 114회 최종 12명 중 7명 합격! 곽*남, 설*익, 남*현, 이*호, 문*환, 서*영, 권*범 (59%)
- 115회 최종 19명 중 10명 합격! 김*수, 김*희, 김*규, 박*호, 방*정, 윤*철, 이*수, 이*근, 장*남, 정*미(53%)
- 116회 최종 18명 중 9명 합격! 김*식, 최*희, 김*호, 엄*재, 이*택, 박*남, 김*용, 양*성, 송*주(50%)



서울소방학원/(02) 2068-2851

모아소방학원



부산소방학원/(070) 416-1190

에듀파이어학원

»모아&에듀의 소방기술사반의 Strength!

첫 번째 : 대한민국 최고에 강사진!

▷ 최고의 전문성을 가진 검증된 소방기술사 6명의 교수진 강의 중

두 번째 : 충분한 공부시간 확보!

▷ 정규반/심화반 수업(상/하 총 120~160시간 확보)

▷ 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 공부환경에 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
토요일	“모아” 기본반(오전반)	문기연 교수	2월 16일 8시50분~3시(6시간10분)	소방기술모아1권 “저짜짜강”
	“모아” 기본반(오후반)	문기연 교수	2월 16일 15시~21시10분(6시간10분)	소방기술모아2권 “저짜짜강”
	압격 “요예” 심화반	김정진 교수	2월 16일 9시~15시(6시간)	소방기술사 “요예1권” “저짜짜강”
	퍼펙트 심화반	유재안 교수	2월 16일 16시~21시30분(5.5시간)	출간에정 “저짜짜강”
	토요 SBR 연구반	유재안 교수	2월 16일 8시40분~16시(7시간20분)	이스토리북 출간에정 “저짜짜강”
일요일	“모아” 기본반(오전반)	문기연 교수	2월 17일 8시50분~15시(6시간10분)	소방기술모아 2권 “저짜짜강”
	“모아” 기본반(오후반)	문기연 교수	2월 17일 15시~21시10분(6시간10분)	소방기술모아 1권 “저짜짜강”
	압격진리 심화반	남유연 교수 왕모아 원장	2월 17일 9시~15시(6시간)	소방기술모아 2권 “저짜짜강”
	마스터 종합반	홍운성 교수	2월 17일 9시~17시10분(7시간20분)	마스터 소방기술사 1권 “저짜짜강”
	일요 SBR 연구반	김정진 교수	2월 16일 8시40분~16시(7시간20분)	소방기술사 요예 1,2권 “저짜짜강”
부산에듀	정규반 (기초, 실무~응용)	이종익 교수	2월 9일 ~ 5월 25일 (토)12시30분~18시30분	안전으로 끝내는 소방기술사(저짜짜강)
	연구반 (실전 모의고사반)	최광림 교수	2월 9일 ~ 5월 25일 (토)12시30분~18시30분	별도제작교재 “저짜짜강”

제117회 소방기술사 1차 필기시험 문제 (2019년 1월 27일)

제 1 교시 문제

1. 원소주기율표상 1족 원소인 K, Na의 소화특성을 설명하시오.
2. 옥외저장탱크 유분리장치의 설치목적 및 구조에 대하여 설명하시오.
3. Newton의 운동법칙과 점성법칙에 대하여 설명하시오.
4. 흑연화현상과 트래킹(Tracking)현상에 대하여 비교 설명하시오.
5. 열역학법칙에 대하여 설명하시오.
6. 다음 조건을 고려하여 화재조기진압용 스프링클러설비 수원의 양을 구하시오.
 <조건> - 랙(Rack)창고의 높이는 12 m이며 최상단 물품높이는 10 m 이다.
 - ESFR 헤드의 K factor는 320이고 하향식으로 천장에 60개가 설치되어 있다.
 - 옥상구조의 양 및 제시되지 않은 조건은 무시한다.
7. 스프링클러설비 건식밸브의 Water Columning 현상에 대하여 설명하시오.
8. MIE 분산법칙과 이를 응용한 감지기에 대하여 설명하시오.
9. 열전현상인 Seebeck effect, Peltier effect, Thomson effect에 대하여 설명하시오.
10. 감광(소멸)계수가 0.3m^{-1} 일 때 자극성 연기에서 유도등의 가시거리를 구하시오.
11. 건축물 방화계획의 작성 원칙에 대해 설명하시오.
12. NFPA 12에서 정하는 이산화탄소소화설비의 적응성, 비적응성 및 나트륨(Na)과 CO₂의 반응식을 설명하시오.
13. 스프링클러소화설비에서 템퍼스위치(Tamper Switch)의 설치목적 및 설치기준, 설치위치에 대하여 설명하시오.

제 2 교시 문제

1. 스프링클러설비 수리계산 절차중 다음 내용에 대하여 설명하시오.
 - 상당길이 (Equivalent length) - 조도계수 (C-factor) - 마찰손실 계산시 등가길이 반영 방법
2. 물질안전보건자료 (MSDS) 작성대상 물질과 작성항목에 대하여 설명하시오.
3. 리튬이온배터리 에너지저장장치시스템(ESS)의 안전관리가이드에서 정한 다음의 내용을 설명하시오.
 - ESS 구성 - 용량 및 이격거리 조건 - 환기설비 성능 조건 - 적용 소화설비
4. 제연설비의 성능평가 방법중 Hot Smoke Test의 목적 및 절차, 방법에 대하여 설명하시오.
5. 액체 상태로 보관하는 가스계소화약제의 약제량을 확인하는 4가지 방법에 대하여 설명하시오.
6. 피난용승강기의 설치대상과 설치기준을 설명하시오.

제 3 교시 문제

1. 송풍기의 System Effect에 대하여 설명하시오.
2. 축전지 용량환산계수를 결정하는 영향인자에 대하여 설명하시오.
3. 국내 소방법령에 의한 성능위주설계에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.
 - 성능위주설계의 목적 및 대상
 - 시나리오 적용기준에서 인명안전 및 피난가능시간 기준
4. NFPA 13에서 정하는 스프링클러설비 연결송수구의 배관 연결방식을 도시하여 설명하고 국내 기준과 비교하시오.
5. 국가화재안전기준(NFSC)을 적용하여야 하는 지하구의 기준 및 지하공간(공동구, 지하구 등)의 화재특성, 소방대책을 설명하시오.
6. 위험물안전관리법령에서 정하는 제5류 위험물에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.
 - 성질, 품명, 지정수량, 위험등급
 - 저장 및 취급방법
 - 위험물 혼재기준
 - 히드록실아민 1,000kg을 취급하는 제조소의 안전거리 산정

제 4 교시 문제

1. NFPA 12에서 제시한 이산화탄소소화설비의 소화약제 방출과 관련한 “자유유출(free efflux)”에 대하여 설명하고 이산화탄소 소화약제 방출후 “자유유출(free efflux)”조건에서의 방호구역의 단위체적당 약제량(kg/m^3), 방출 후 농도(Vol%) 및 비체적(m^3/kg)과의 관계식을 유도하시오.
2. 다음 그림의 조건에서 유효누설면적(A_T)을 구하시오.

〈조건〉

$$A1 = A3 = A4 = A6 = 0.02\text{m}^2 \text{ 이고,}$$

$$A2 = A5 = 0.03\text{m}^2 \text{ 이다.}$$
3. 스프링클러헤드의 균일한 살수밀도를 저해하는 3가지(Cold soldering, Skipping, Pipe shadow effect)의 원인 및 대책에 대하여 설명하시오.
4. 위험물제조소등의 소화설비 설치기준에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.
 - 1) 전기설비의 소화설비
 - 2) 소요단위와 능력단위
 - 3) 소요단위 계산방법
 - 4) 소화설비의 능력단위
5. 건축물의 내부마감재료 난연성능기준에 대하여 설명하시오.
6. 연료전지의 종류와 특성 및 장·단점에 대하여 설명하시오.



제 1 교 시 문제풀이

1-1. 원소주기율표상 1족 원소인 K, Na의 소화특성을 설명하시오.

답)

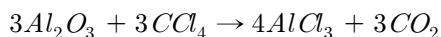
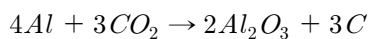
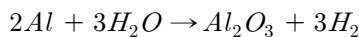
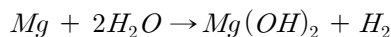
출처: 모아 소방기술사 2권 P472

1. 개요

- 1) 가연성 금속류의 화재, 즉 금속화재는 D급화재로서 “소방법 시행령 별표3”의 금속칼륨, 금속나트륨, 철분, 마그네슘 등의 제2류 위험물과 리튬, 칼슘을 포함하는 화재이다.
- 2) 금속들 중 일부는 상당히 화학적으로 활발해서 공기와 접촉하여 점화원이 없어도 자연발화 하는 자연발화성을 갖고 있다.

2. 금속화재 소화원리 및 진화방법

- 1) 연소하는 D급 물질은 물에 노출될 때 엄청난 반응으로 수소를 발생시켜 격렬한 폭발을 일으킨다. 땅속, 콘크리트 속, 일반소화약제 속에 습기마저 이런 반응을 야기 할 수 있다.
- 2) 금속화재 진화는 가연성 금속을 완전히 둘러싸서 가연성 금속으로부터 산소를 차단하고, 화염을 유지하는데 요구되는 온도(발화점) 이하로 열을 흡수하는 것이다.
- 3) 소화의 원리는 연소하는 물질을 D급 약제의 층으로 2inch 두께까지 완전히 덮어버리는 것이다.
- 4) 연소하는 물질을 덮기 위해 소화기의 Applicator Wand를 사용하고 나서 다시 대기하는 동안 뜨거운 지점들(Hot Spots)을 통해 타고 있는 자국이 새로 나타난다. 이때 남아있는 약제나 Pail 속의 약제를 삽으로 퍼서 조심스럽게 덮어준다.
- 5) 절대로 서둘러 진화작업 및 마무리를 하지 말고 금속물질 깊이 타고 있는 화원의 완전진압까지 인내를 갖고 불을 다시 발화할 수 있으므로 주변의 공기차단과 냉각에 유의를 해야 한다.
- 6) Mg과 Al의 금속화재가 발생 경우 2500°F의 고열로서 화재발생시 물이나 하론, CO₂에 강렬히 반발함으로 수계소화설비나 일반 Gas계 소화설비를 사용해서는 절대 안 된다.
- 7) 물을 사용할 경우 실온에서 엄청난 반응을 하여 수소가 생성되어 대규모 폭발이 발생하며 절대로 사용을 금하는 화학적 이유와 성질은 아래와 같다.



8) 금속화재 소화방법

- (1) 건조사 : 소규모 금속화재에 사용
- (2) 금속화재용 소화약제(Dry Powder)의 사용
- (3) He, Ar 등의 불활성 가스에 의한 소화

3. 금속화재용 D급 소화기

1) 일반사항

- (1) D급 화재에 물이나 Gas계 소화설비를 사용할 경우 순간 엄청난 반응수소가 발생하여 폭발로 이어져 주변시설물을 연쇄파괴 및 화재증폭을 시키는 사례가 많다.
- (2) 금속화재에는 반드시 D급 전용소화기를 사용해야 하며, 반대로 D급화재용 소화기는 A,B,C 급 화재에 전혀 효능이 없다.
- (3) 국내에는 D급 화재를 위한 소화약제 생산업체가 없어 외국제품을 사용하고 있다.
- (4) 일반적으로 0.5kg(발생부위) 정도의 금속화재에는 6.5kg정도의 D급 약제가 필요하며 올바른 금속화재 진화를 위해선 소화기, 안전장비, 추가소화약제, 사전교육 등의 철저한 대비와 준비를 해야한다.

2) 화재진압을 위한 사용 및 착용 개인장구

Long Hose, Applicator Wand, Soft Nozzle, Heavy Gloves, 보호안경, Respirator

3) 금속화재용 소화기의 종류

- (1) 소형 : 30LB (13.6kg)
- (2) 대형 : 150LB (68kg) - Wagon타입
- (3) 약제 : 50LB (23kg Pail 진공포장)

4) D급화재 소화방법

- (1) 효과적인 화재진압을 위해서는 먼저 소화기로 금속표면을 45°각도로 약제를 금속표면에 부드럽고 효과적으로 방사하고 별도의 약제(Supper-D-23 kg씩 Pail포장)을 삽으로 퍼서 뜨거운 금속표면에 추가로 적용하는 것이 이상적이다.
- (2) 눈으로 보이지 않지만 금속표면 깊숙이 아직도 불씨가 남아 있다는 것을 숙지하시고 세심한 주의와 인내를 가지고 화재를 진화하여야 한다.

5) 배치방법 : 금속화재 작업장부터 진화작용제와의 이동거리 : 75 ft(22.9 m)이내로 배치한다.

4. 금속화재 소화약제 (Dry Powder)

- 1) 금속화재는 일단 화재가 발생하면 온도가 높기 때문에 소화하기 어렵고 물을 소화약제로 사용시 가연성 가스인 수소가스의 발생으로 더욱더 화재를 크게 확대시킬 우려가 있다.
- 2) 금속화재는 금속면을 덮어 산소의 공급을 차단하거나 냉각시켜 소화를 해야 한다.
- 3) 각 금속의 성분에 따라 그에 맞는 소화약제를 사용해야 한다.

종 류	구 성	적용대상	특 징
Na-X 분말	Na_2CO_3 + 첨가제	Na, K	<ul style="list-style-type: none"> · Cl 이 포함되지 않은 소화약제 · 첨가제는 내습성, 유동성 향상
MET-L-X 분말	염화나트륨 + 첨가물	Na	<ul style="list-style-type: none"> · 수직표면에 달라붙음, 대형금속화재에 적합 · 염화나트륨에 내습용 첨가제와 Plastic이 첨가 · Plastic은 녹아서 소화제를 금속의 케이브 속으로 스며들게 하며 소화
G-1 분말	유기인과 흑연이 입혀진 코크스	Mg, Al, K, Na	<ul style="list-style-type: none"> · 흑연: 열을 흡수하여 금속을 냉각 · 유기인: 증기를 발생시켜 산소차단 · 분말흑연과 인이 주성분 · 가연물 위의 1인치 두께의 피막을 형성하여 금속이 냉각될 때까지 유지
TMB액 ($BOOCH_3$)	액체	Mg, Zr, Ti	<ul style="list-style-type: none"> · 액체소화제이다 · 질소를 이용하여 과압분사 한다. · 화재열에 용융되어(자신이 타서) 금속표면에 Glass 상의 산화붕소 피막을 형성시켜 산소의 접촉을 차단한다. · 이것을 사용후 물 또는 포를 사용한다.
TEC 분말	KCl, NaCl, $BaCl_2$	Na, K, Mg	<ul style="list-style-type: none"> · 용융된 염이 가연물에 부착 · 공기를 차단하고 화염을 억제 · 칼륨, 나트륨, 바륨, 염화물의 혼합 분말 소화약제 · 화재열에 용융되어 금속표면에 피막을 형성시켜 산소와 접촉을 차단 · 염화바륨의 독성에 주의, 융점: $545^{\circ}C$ · 조성 : $BaCl_2$ 51%, KCl 29% NaCl 20%

1-2. 옥외저장탱크 유분리장치의 설치목적 및 구조에 대하여 설명하시오.

답)

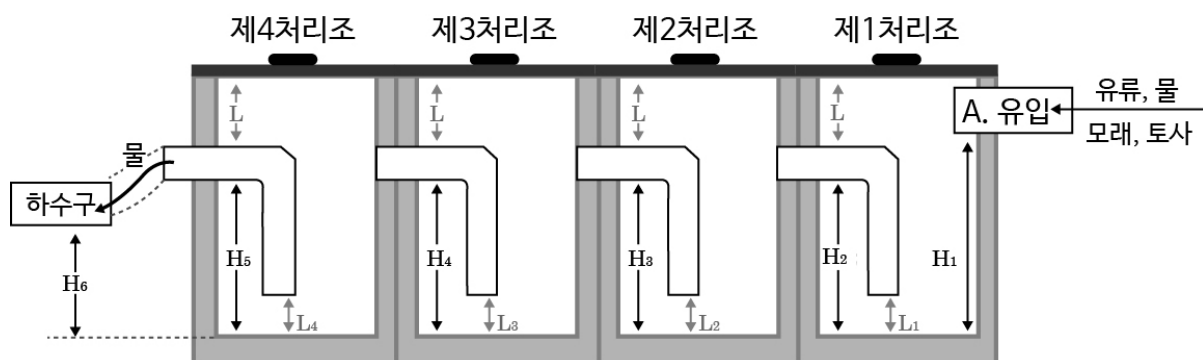
출처: 각종자료

1. 유분리장치의 설치목적

구 분	내 용
개 념	1) 유분리조 2) 물과 기름을 분리하는 장치
설치목적	1) 방유제에 고인물을 밖으로 배출할 경우 기름과 물을 분리 2) 하수관거로 기름이 배출되지 않도록 하기 위해 설치한다.
설치대상	20℃에서 물에 대한 용해도 → 1g / 100g 미만인 위험물

2. 유분리장치의 구조

구 분	내 용
설치위치	위험물 제조소 등 배수구
크 기	가로 40cm 이상, 세로 40cm 이상, 깊이 70cm 이상
단 수	3단 이상
재 질	콘크리트, 강철판 등
덮 개	6mm 이상 강철판, 손잡이 설치
높 이	L : 상단에서 15cm 이상 이격 $L_1 \geq L_2 \geq L_3 \geq L_4$: 바닥에서 15~30cm 미만 $H_1 > H_2 = H_3 = H_4 = H_5 > H_6$



1-3. Newton의 운동법칙과 점성법칙에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아소방기술사 1권 P11

1. Newton의 운동법칙

1) 운동제1법칙 : 관성 법칙

- (1) 관성 : 물체가 처음의 운동상태를 유지하려는 성질
- (2) 물체에 작용하는 모든 힘의 합력(알짜힘)이 0인 경우 정지하고 있는 물체는 계속 정지하려고 하고 운동하던 물체는 원래의 속도를 유지하여 등속 직선 운동을 하려는 성질이다.
- (3) 알짜힘의 방향과 운동 방향이 같으면 물체의 속도는 증가하고 알짜힘의 방향과 운동 방향이 반대이면 물체의 속도는 감소한다.

2) 운동제2법칙 : 가속도 법칙

- (1) 가속도는 물체에 작용하는 알짜힘에 비례하고, 물체의 질량에 반비례한다.

(2) 공 식

$$F = ma \quad m: \text{질량[kg]} \quad a: \text{가속도[m/s}^2\text{]}$$

- (3) 알짜힘이 같을 때 질량과 가속도는 반비례하고 질량이 같을 때 알짜힘과 가속도는 비례한다.

3) 운동제3법칙 : 작용-반작용 법칙

- (1) A 물체가 B 물체에 힘을 작용하면 B 물체도 A 물체에 같은 크기의 힘을 반대로 작용한다.
- (2) 작용과 반작용의 특성
 - ① 항상 크기가 같고, 방향은 서로 반대이다.
 - ② 항상 동일 직선상에서 서로 다른 두 물체 사이에 작용한다.
 - ③ 모든 힘에 대해 성립하며, 물체의 운동 상태에 관계없이 항상 성립한다.
 - ④ 두 물체가 서로 주고받는 힘이며 작용과 반작용 관계인 두 힘은 합성할 수 없다.

2. Newton의 점성법칙

1) 개념

- (1) 유체의 점성으로 인한 유체의 변형정도는 속도기울기에 비례한다는 법칙이다.
- (2) 흐름이 있는 작은 평면에 작용하는 점성력의 법칙이다. 이 때 힘은 속도와 평판의 면적에 비례하고 평판사이의 간격에 반비례한다.
- (3) 유체의 흐름에 대해 직각의 속도기울기가 있다면 이 속도기울기를 방해하는 방향으로 저항력이 작용한다.

2) Newton의 점성법칙 유도

- (1) 평판을 움직이는 힘 F 는

$$F \propto \frac{v \cdot A}{h}, \quad F = \mu \frac{v \cdot A}{h} \text{ 이다.}$$

- (2) 힘은 평행하므로(자유물체도),

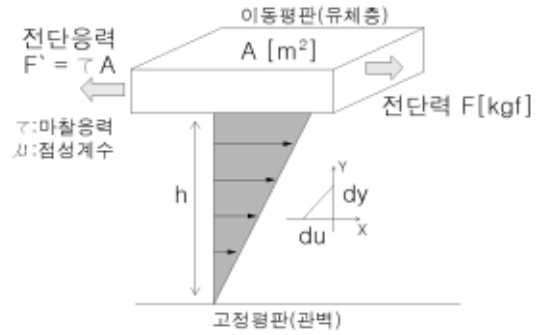
수평의 힘의 합은 '0' 이다.

$$F' = F \text{ 이므로, } \tau A = \mu \frac{v \cdot A}{h} \text{ 이고,}$$

이를 정리하면, 마찰응력(전단응력)은 $\tau = \mu \frac{v}{h}$ 이다.

- (3) 미분형(미소부분, 그 순간의 의미)으로 표현하면,

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \quad \frac{dv}{dy}: \text{속도구배(전단변형율)}$$



3. 점성계수

1) 절대점성계수(점성계수, μ)

- (1) 유체의 점성의 크고 작음을 나타내는 값이며, 동일 유체에서는 온도에 따라 변한다.
- (2) 기체의 경우에는 점성계수는 작고, 온도가 올라가면 점도가 증가한다.
- (3) 액체의 경우 점성계수는 크고, 온도가 올라가면 점도가 감소한다.
- (4) 단위 : Poise(P, dyne·s/cm², g/cm·s)

2) 동점성 계수(kinematic viscosity, ν)

- (1) 점성계수를 그 액체의 밀도로 나눈 값
- (2) 유체의 유동 시 점성의 영향이 퍼져나가는 정도를 동점성계수라 한다.
- (3) 단위 : Stokes(st, cm²/s)

3) 절대점성계수와 동점성계수와의 관계식

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \mu: \text{절대점성계수[g/cm·s]}, \quad \nu: \text{동점성계수[cm}^2/\text{s]}, \quad \rho: \text{밀도[g/cm}^3]$$

4) 점성계수의 차원

- (1) 단위란 물리량의 기준이 되는 일정한 양이다.
- (2) 차원이란 기본 물리량의 상태를 표시한 것이다.
- (3) 레이놀즈수로 부터 점성계수의 차원을 구할 수 있다.

$$\textcircled{1} Re = \frac{dv\rho}{\mu} \text{ 에서 분자와 분모의 차원은 같다.}$$

- ② 점성계수의 차원은 다음과 같다.

$$\mu = [ML^{-3}][LT^{-1}][L] = [ML^{-1}T^{-1}]$$

1-4. 흑연화현상과 트래킹(Tracking)현상에 대하여 비교 설명하시오.

답)

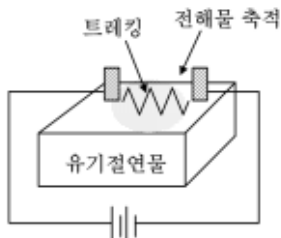
출처' 모아 소방기술사 1권 P592

1. 트래킹 현상

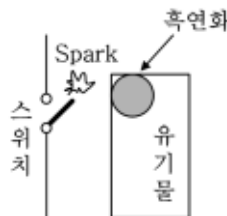
- 1) 전압이 인가된 이극 도체간의 고체절연물 표면에 수분을 많이 함유한 먼지 등 전해질의 미소물질, 전해질을 함유한 액체의 증기 또는 금속가루 등의 도체가 부착되면 그 부착된 표면 사이에 소규모 방전이 발생된다.
- 2) 이것이 반복되면 절연물의 표면에 점차 도전성의 통로(track)가 형성되는데, 이러한 현상을 트래킹(tracking)이라고 한다.
- 3) 무기절연물은 도전성물질의 생성이 적어서 트래킹이 문제되지 않을 수 있으나, 유기절연물은 탄화되어 도전성물질(흑연)을 생성하기 쉬워 화재의 원인이 될 수 있다.

2. 흑연화 현상

- 1) 목재가 보통 화염에 의해 탄화된 경우에는 무정형탄소로 되어 전기를 통과시키지 않지만, 스파크 등에 의해 고열을 받으면 점차 흑연화(graphite)되어 도전성을 가지게 된다. 이러한 현상은 목재 외에 고무 등의 유기절연물에서도 발생된다.
- 2) 흑연화(Graphite) 현상은 유기절연물이 전기불꽃에 장시간 노출되어 절연체 표면에 작은 탄화 도전로가 생성되어 그 부분을 통해 전류가 흘러 열을 발생시킨다.
- 3) 발생된 열의 축적에 의해 인접된 부분을 흑연화 시키면서 확대되어 가며 넓은 범위에서 발화되는 현상을 말한다.



[트래킹 현상]



[흑연화 현상]

3. 트래킹과 흑연화현상의 비교

- 1) 트래킹은 표면 간의 방전에 의해, 흑연화 현상은 전기 불꽃에 의해 발생된다는 점이 다르며, 유기절연물의 탄소가 흑연화되는 것은 같다.
- 2) 일반적으로는 그 시작은 다르지만, 출화원인으로 이 둘을 구분할만한 특징은 없으므로 일괄적으로 트래킹이라 칭한다.

3) 트래킹과 흑연화현상 비교

구 분	트래킹 현상	흑연화 현상
발생원인	표면간 방전	전기불꽃
발생장소	전기 기계, 기구	유기절연체(목재, 플라스틱, 고무 등)
발화개념	미 포 함	포 함
메카니즘	전기기계기구 → 전기절연체 표면의 열화 → 누전회로 발생 → 미소불꽃 방전(장기간반복) → 탄화도전통로(Track)생성	유기물질의 전기절연체 → 절연체 열화 → 누전회로 발생 미소불꽃 방전(장기간 반복) → Track 생성 → 표면의 흑연화 과전류 발생(발열량 증대) → 단락, 지락 → 발화

1-5. 열역학법칙에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아 소방기술사 2권 P14

1. 열역학 법칙

1) 제 0법칙 : 온도평형 법칙

- (1) 물체 A와 B가 열평형을 이루고, 물체 A와 C가 열평형을 이루면 물체 B와 C는 열평형 상태에 있다.
- (2) 고온 물체와 저온 물체가 접촉하면 일정한 시간이 경과하면 고온 물체는 온도가 내려가고, 저온 물체는 온도가 올라가 열평형 상태를 이루는 온도계의 측정원리이다.

2) 제 1법칙 : 에너지 보존법칙,

- (1) 일은 열로 상호변환 되는 가역적 법칙
- (2) 기체가 열을 흡수하면 내부 에너지가 증가하거나 외부에 일을 하게 된다.
- (3) 공식

$$Q = \Delta U + W$$

Q: 기체에 가해 준 열량

 ΔU : 내부 에너지 증가량 W: 기체가 외부에 한 일

3) 제 2법칙 : 에너지 손실

- (1) 열이 일로 변환할 때 손실이 발생하는 비가역적 법칙이다.
- (2) 자연에서 일어나는 변화의 방향성을 알려주는 법칙이다.
- (3) 열은 고온에서 저온으로 자발적으로 이동하지만 저온에서 고온으로 자발적으로 일어나지 않는다.

4) 제 3법칙

- (1) 절대온도 0 K에서 엔트로피는 0이 되고 0K 이하의 온도는 불가능한 온도이다.
- (2) 절대 영도에 한 없이 가까워지면 엔트로피 변화량은 무한히 0에 가까워진다.

2. 엔탈피

1) 개념

- (1) 물질이 가지고 있는 열에너지로 계의 열함량을 나타내는 척도, 에너지의 양적 개념이다.
- (2) 열역학 제 1법칙과 관련
- (3) 계 내의 에너지 + 계 외에 한일에 해당하는 에너지

2) 수식

$$W = F \times L = PA \times L = PV$$

$$H = U + APV$$

U: 계내 에너지 P: 계의 압력

V: 비체적 A: 일의 열당량(1/427 kcal/kgf·m)

3) 엔탈피 현상

- (1) 압력변화가 없는 경우 계와 주변에서 주고받은 에너지에 의해 엔탈피 변화
- (2) 엔탈피 증가현상은 흡열반응을 의미하며 엔탈피 증가가 큰 소화약제일수록 냉각소화효과가 커진다.
- (3) 엔탈피 감소현상은 발열반응을 의미하며 이로 인해 화재가 확산된다.

3. 엔트로피

1) 개념

- (1) 물질계의 열적 상태를 나타내는 물리량, 에너지의 질적 개념이다.
- (2) 더 이상 사용할 수 없게 된 에너지로 무효에너지 의미한다.
- (3) 열역학 제 2법칙과 관련이 있다.
- (4) 에너지 감소정도인 무질서 정도를 나타낸다.

2) 수식

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

dQ : 등온가역과정에서 계에 가해진 열량
 T : 계에 일정하게 유지되는 절대온도

3) 엔트로피 현상

- (1) 모든 에너지는 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르며 이는 에너지를 잃는 방향이다.
- (2) 온도변화에 따른 열량변화 = 열량변화량 + 열량변화의 방향
- (3) 열에너지는 온도변화에 따라 변화 → 자연계는 온도가 낮아지는 방향 → 엔트로피 증가
- (4) 엔트로피가 증가하면 엔탈피는 감소한다.
- (5) 엔트로피 증가현상은 에너지 손실을 의미하므로 시스템 설계 시 여유율을 적용해야 한다.

1-6. 다음 조건을 고려하여 화재조기진압용 스프링클러설비 수원의 양을 구하시오.

- 〈조건〉 - 랙(Rack)창고의 높이는 12 m이며 최상단 물품높이는 10 m 이다.
 - ESFR 헤드의 K factor는 320이고 하향식으로 천장에 60개가 설치되어 있다.
 - 옥상구조의 양 및 제시되지 않은 조건은 무시한다.

답)

출처: 모아 소방기술사 1권 P219

1. ESFR 스프링클러 설치기준

1) 설치 장소 : 층고 13.7 m 이하

2) 수원의 기준

- (1) K factor : 200 이상
 (2) 방수시간 : 60 min 이상
 (3) 수원의 양

$$Q = K \sqrt{10P} \times 12 [\text{개}] \times 60 [\text{min}]$$

Q: 유량[ℓ] P: 방사압력[MPa]

12개 : 가장 먼 가지배관 3개에 헤드 4개씩

3) 방사 압력 [MPa]

최대층고	최대저장높이[m]	K=360 하향식	K=320 하향식	K=240 하향식	K=240 상향식	K=200 하향식
13.7	12.2	0.28	0.28	—	—	—
13.7	10.7	0.28	0.28	—	—	—
12.2	10.7	0.17	0.28	0.36	0.36	0.52
10.7	9.1	0.14	0.24	0.36	0.36	0.52
9.1	7.6	0.10	0.17	0.24	0.24	0.34

2. ESFR 수원산정

1) 방사압력 0.28 [MPa] 적용

$$Q = 320 \times 12 \times \sqrt{0.28 \text{ MPa} \times 10} \times 60 \text{ min} = 385,532.9402 \ell \approx 386 \text{ m}^3$$

2) 수원의 양 : 386 m³

3) ESFR 헤드의 특징

- (1) 천장에만 설치하므로, 기존 In-rack 스프링클러에 비해 설치비가 저렴하다.
 (2) 적재물에 의한 In-rack 헤드와 같은 파손우려가 없다.
 (3) 화재 조기 진압에 의해 피해를 최소화할 수 있다.
 (4) 가연물의 위험도에 따른 래크별 분류적재의 필요가 없다.

1-7. 스프링클러설비 건식밸브의 Water Columning 현상에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 모아소방기술사 1권 P165

1. Water Columning 현상의 정의

- 1) 건식밸브의 2차측 배관 내에 수분으로 인하여 발생된 응축수로 인하여 클래퍼 상부에 물기둥 (Water Columning)이 생기는 현상이다.
- 2) 건식밸브는 1차측의 수압과 2차측 압력(2차측 공기압력+클래퍼 중량+Priming Water중량)에서 압력균형을 이루어서 닫혀 있는 상태이다. 이때 2차측에 Water Columning의 중량이 추가되면 건식밸브의 개방 동작 시 Trip time을 지연 시킬 수 있다.
- 3) 또한, 엑셀레이터의 동작에 간섭이 발생할 수 있으므로 충분한 대책이 필요하다.

2. Water Columning 발생원인

- 1) 건식밸브 2차측 공기에 수분포함
- 2) 온도감소로 인하여 결로현상으로 물 발생
- 3) 건식밸브 2차측의 큰 압력으로 인하여 응축수 발생이 많다.
- 4) 배관의 수압시험 또는 Flushing 후 남은 물로 인하여 발생
- 5) Drain valve의 막힘으로 인한 Priming Water의 증가



3. Water Columning 영향

- 1) 클래퍼의 개방시간인 Trip time을 지연시킨다.
- 2) 스프링클러의 헤드에서의 소화수 방출시간 지연으로 화재가 확대될 우려가 있다.
- 3) 건식밸브 2차측의 부식을 증대시킬 수 있다.
- 4) 건식밸브의 동작에 영향
 - (1) Water Columning의 높이가 3 m인 경우, 약 0.3 kgf/cm^2 의 압력이 클래퍼 상부에 추가된다. 즉, 일반건식밸브는 1, 2차측 압력비율은 5.5:1 이며, 1차측 수압을 10 kgf/cm^2 정도라고 하면 2차측 압력은 약 1.8 kgf/cm^2 보다 약간 높다.
 - (2) 건식밸브의 2차측 압력이 2 kgf/cm^2 이상이 되면 방수시간이 지연될 우려가 있다. 또한, 기능 시험을 위해 2차측 배관내 설치된 밸브를 닫거나, 1차측 제어 밸브를 닫은 후에 배관내 압력을 0.6 kgf/cm^2 로 감소시킬 때 건식밸브는 작동되지 말아야 한다.
 - (3) 즉, 건식밸브는 1차측 압력에 따라서 2차측 압력세팅도 달라지며, 2차측의 약간의 압력의 변동시 오동작이나 방수시간지연이라는 문제가 발생한다. 따라서 클래퍼의 개방에 영향을 줄 수 있는 약간의 Water Columning은 건식밸브의 방수시간에 영향을 줄 수 있다.

4. Water Columning 방지대책

- 1) Compressor에서의 압축공기 공급 시 습기를 제거한다.
- 2) 저압식 건식밸브를 사용하여 2차측 압력을 줄인다.
- 3) 건식밸브에서 응축수 제거밸브를 설치한다.
- 4) 건식밸브에 응축수를 확인할 수 있는 Sight Glass를 설치한다.
- 5) Priming Water가 없는 형태의 건식밸브를 사용한다.

1-8. Mie 분산법칙과 이를 응용한 감지기에 대하여 설명하시오.

답)

출처‘ 모아소방기술사 1권 P529

1. Mie의 분산법칙

- 1) 연기입자의 크기가 빛의 파장과 비슷할 경우 빛이 반사된다는 법칙이다. 빛의 파장보다는 연기입자의 밀도, 크기에 의해 빛의 반사량이 영향을 받는다.
- 2) 파장이 연기에 부딪히면 흡수, 통과, 반사를 한다. 파장보다 연기입자가 작으면 파장은 통과하고 연기입자가 크면 흡수와 반사를 하며, 파장과 연기입자의 크기가 동일하면 빛의 파장이 산란을 가장 많이 하며 산란광형 감지기 경우는 연기의 검출이 가장 용이하다.
- 3) 빛의 반사를 응용한 연기감지기는 산란광형이다.
 - 빛의 산란 응용 : 산란광형 감지기(광전식 Spot형)
 - 빛의 감소 응용 : 감광식 감지기(광전식 분리형)
- 4) 단순히 연기의 입자 크기만 보면 위와 같이 분류가 가능하지만, 또한 검토해야 할 것은 입자의 색상이다.
 - 빛의 산란 응용 : 백색 연기가 빛에 산란이 많다.
 - 빛의 감소 응용 : 흑색 연기가 빛에 흡수가 많다.

2. 연기의 입자크기와 감지기의 파장의 관계

- 1) 파장의 크기 < 입자의 크기 : 파장을 흡수한다. (일부는 반사된다)



- 2) 파장의 크기 ≍ 입자의 크기 : 감도가 최대



- 3) 파장의 크기 > 입자의 크기 : 파장이 연기 입자를 통과한다



3. Mie의 분산법칙 응용 감지기

- 1) 빛 파장을 이용한 연기 검출감지기
- 2) 광전식 spot형, 광전식 분리형감지기
- 3) 공기흡입식 감지기(Cloud Chamber식, Xenon Lamp식, Laser Beam식)
- 4) 멀티센서감지기(O²T, OT^{blue})

1-9. 열전현상인 Seebeck effect, Peltier effect, Thomson effect에 대하여 설명하시오.

답)

출처‘ 모아소방기술사 1권 P567

1. 열전효과 정의

- 1) 열전효과는 열에너지와 전기 에너지가 상호작용하는 효과를 의미한다.
- 2) 톰슨 효과, 펠티에 효과, 제베크 효과와 같이 열과 전기의 관계로 나타나는 각종 효과이다.

2. 열전효과

1) 제베크효과(Seebeck effect)

- (1) 서로 다른 2종류의 도체의 양쪽 끝을 접합하여 회로를 만들고, 두 접점의 온도를 서로 다르게 할 경우 기전력이 발생하는 현상.
- (2) 제베크 효과는 매우 민감하고 정확하게 온도를 측정하는 데 사용되며, 특별한 목적을 위해 전력을 생성하는 데 사용되기도 한다.



[그림1] 제베크효과

2) 펠티에 효과(Peltier effect)

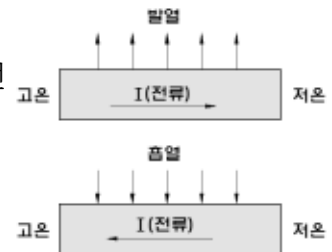
- (1) 서로 다른 종류의 도체를 접합하여 전류를 흘리면 접합부에서는 발열과 흡열을 발생한다.
- (2) 열전효과의 일종으로 전류의 방향을 반대로 하면 발열과 흡열은 반대가 되고, 냉각기로 응용될 수 있다.



[그림2] 펠티에 효과

3) 톰슨 효과(Thomson effect)

- (1) 하나의 금속에 온도차를 두고 전류를 흘리면 열이 발생하고, 전류를 반대방향으로 하면 열을 흡수하는 현상이다.
- (2) 금속선에 온도 기울기가 있을 때, 전류가 흐르면 열이 흡수되거나 방출되는 현상이다.
- (3) 철의 경우는 고온부에서 저온부로 전류를 흘리면 열을 흡수하고, 구리에서는 열을 방출한다.



[그림3] 톰슨 효과

1-10. 감광(소멸)계수가 0.3m^{-1} 일 때 자극성 연기에서 유도등의 가시거리를 구하시오.
(단, 이때 적용하는 비례상수 K는 8을 적용한다.)

답) 출처 'Principles of Smoke Management', Tadahisa Jin, 'Irritating Effects of Fire Smoke on Visibility'

1. 가시거리, 감광계수 정의

- 1) 가시거리(Visibility)는 화재 시 발생된 연기 속에서 재실자가 표시 또는 발광체를 식별할 수 있는 거리를 말한다.
- 2) 감광계수(Extinction coefficient)는 빛의 산란과 흡수한 정도를 나타낸 계수이다.

$$C_s = \sigma_s + \sigma_{ab}$$

σ_s : 산란계수 (Scattering coefficient)
 σ_{ab} : 흡수계수 (Absorption coefficient)

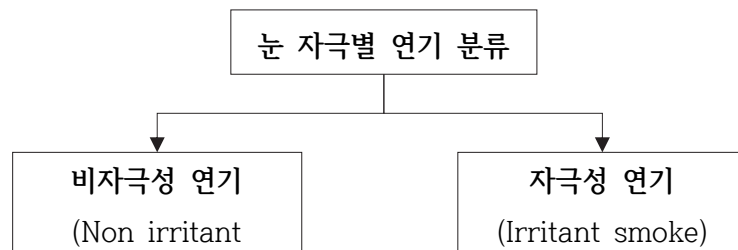
- 3) 감광계수는 연기밀도의 척도로 사용되며 감광계수가 크면 가시거리는 짧아진다.

2. 가시거리 관계식

비자극성 연기에서 가시거리	자극성 연기에서 가시거리
$L_v = \frac{K}{C_s}$	$L_v = \frac{K}{C_s}(0.133 - 1.47 \log C_s)$

L_v : 가시거리 [m] C_s : 감광계수 [m^{-1}] K : 비례상수 (광원점등:8, 축광표지:3)

3. 자극성 연기, 비자극성 연기 분류



1) 비자극성 연기

- (1) 비자극성 연기는 Kerosene(등유) 연소 등과 같이 불꽃연소 시 발생하는 검은색 연기를 말한다.
- (2) 비자극성 연기는 눈에 자극이 적어 눈에 깜빡임(Eye blink rate)이 적다.

2) 자극성 연기

- (1) 자극성 연기는 통나무 연소 등과 같이 훈소 시 발생하는 하얀색 연기를 말한다.
- (2) 자극성 연기는 눈에 자극이 커서 눈에 깜빡임(Eye blink rate) 및 눈물을 많이 발생시킨다.

4. 자극성 연기에서 가시거리 계산

1) 자극성 연기에서 가시거리 계산

$$L_v = \frac{K}{C_s} (0.133 - 1.47 \log C_s) = \frac{8}{0.3} \times (0.133 - 1.47 \log 0.3) = 24.043\text{m} \approx \mathbf{24.04\text{m}}$$

2) 비자극성 연기에서 가시거리 계산

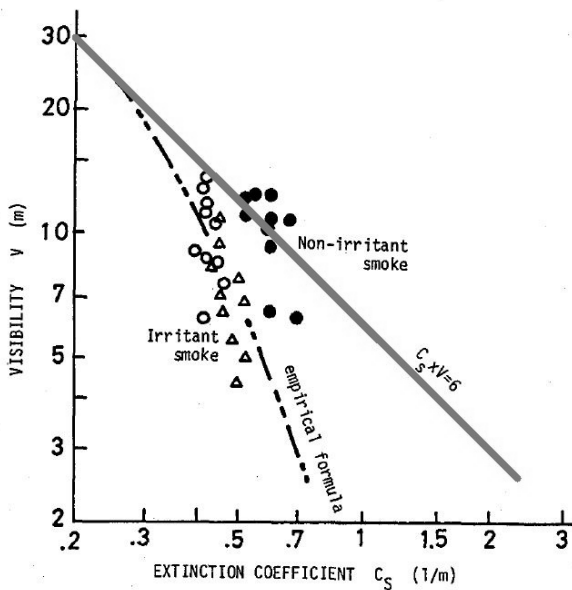
$$L_v = \frac{K}{C_s} = \frac{8}{0.3} = 26.666 \approx \mathbf{26.67\text{m}}$$

3) 자극성 연기, 비자극성 연기에서 가시거리 비교

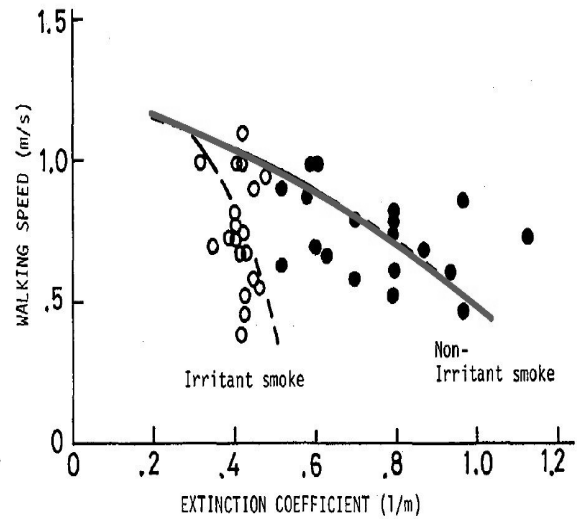
자극성 연기에서 가시거리	비자극성 연기에서 가시거리
24.04m	26.67m

- (1) 비자극성 연기에 비해 화재 시 자극성 연기에서 가시거리가 낮음을 알 수 있다.
- (2) 자극성 연기에서는 눈을 장시간을 뜰 수 없으므로 비자극성 연기에 비해 가시거리가 짧다.

5. 자극성 연기에서 가시거리 저하 따른 문제점



[가시거리(V), 감광계수(Cs) 그래프]



[감광계수, 보행속도 그래프]

- 1) 비자극성 연기에서 가시거리(파랑색 실선)는 직선형태로 저하된다.
- 2) 자극성 연기에서 가시거리(점선)는 감광계수가 약 2.5 m^{-1} 에서 급격히 저하됨을 알 수 있다.
- 3) 비자극성 연기와 비교하여 자극성 연기는 눈 깜빡임을 증가시켜 가시거리 및 피난속도를 낮춘다.
- 4) 따라서, $RSET > ASET$ 될 가능성 높아 화재 시 인명피해 우려가 높다.

1-11. 건축물 방화계획의 작성 원칙에 대해 설명하시오.

답)

출처‘ 모아소방기술사 2권 P127

1. 건축방재의 개요

건축물의 방화 계획은 건축물의 기획.설계 단계에서 매우 중요한 사항으로서, 일정기준 이상의 고층 건물 또는 복잡하고 대규모인 특수건축물에 대해 방재계획서를 작성.제출하도록 규정하고 있다.

2. 건축방재의 필요성

- 1) 소방 안전에 대한 체계적.종합적 계획 수립
- 2) 건축물의 특성을 화재 역학적으로 검토.분석
- 3) 설계 단계에서의 안전 계획은 시공 단계에 올바르게 전달

3. 건축 방재계획 작성 시 유의사항

1) 작성원칙

- (1) 원리성 : 법기준 보다 방화의 실제 목적.원리에 입각할 것
- (2) 선행성 : 기획.설계의 초기부터 방화를 고려할 것
- (3) 고유성 : 건축물 고유 조건에 입각하여 계획할 것
- (4) 종합성 : 각 단계들의 유기적.종합적 고려로 방화성능을 향상시킬 것

2) 종합적인 방화 계획

- (1) 건축 공정별 방화 대책의 종합 : 설계, 시공, 유지관리까지 방화 대책을 일관적으로 유지
- (2) 구성요소의 종합화
- (3) 화재 단계별 방화대책 종합 : 출화예방, 연소확대 방지, 제연, 피난 등 단계별 대책의 종합

4. 건축 방재계획

1) 대지계획

- (1) 인접건물 사이의 연소확대 방지
 - ① 안전 인동거리 확보
 - ② 개구 면적의 제거, 감소 : 방화문, 불연.내화구조의 벽
 - ③ 연소할 우려가 있는 부분을 방화구조로 함
 - ④ 드렌처 설비 설치 및 창에 망입 유리 설치
- (2) 옥외 피난의 안전 확보
 - ① 도로.광장 등으로의 안전 피난경로 또는 부지내 안전한 공터확보
 - ② 화재에 의한 낙하물 위험 방지
 - ③ 과밀도 우려가 없는지 검토

(3) 소방대 진입 및 활동

- ① 소방차.헬기의 진입로 확보 (소방도로, 헬리포트 등)
- ② 소방대의 활동 공간 확보
- ③ 소화활동설비의 배치 고려

2) 구조계획

- (1) 요구 내화시간 선정 : 법규 검토 또는 연료하중.피난 시간 등을 고려한 계산
- (2) 내화 설계 : 요구 내화시간 이상의 성능을 확보하도록 설계

3) 평면 및 단면 계획

(1) 구획

- ① 방화구획 : 연소의 확대 방지(내화성+차염성)
- ② 방연구획 : 연기의 확대 방지(내화성+차연성)
- ③ 안전구획 : 피난 시 안전 확보(특별피난계단, 안전층 등)
- ④ 관리구획 : 방재 관리.정보전달의 적정성 확보(방재실 구획)

(2) 시설 배치와 편성

- ① 피난 시설.소방시설 등의 적절한 배치 및 순차적 안전성 향상
- ② Core(승강기.계단.Shaft 등) 배치 계획 수립
 - Center Core 시스템 : 거실채광.자연 배연구 확보 / 피난 경로의 집중
 - Double Core 시스템 : 양방향 피난 / 피난 용량의 감소

- (3) 공간 구성의 명확성 : 거주자가 건물 구성 원리를 쉽게 이해하여 대피가 용이하도록 할 것

4) 설비 계획

(1) 일반설비 계획

- ① 설비 고장 등에 의한 화재예방 및 경보설비
- ② 방화구획 관통부를 줄이고, 관통부의 방화조치

(2) 방재 설비 계획

- ① 신뢰도에 우선하여 선정
- ② 신뢰도 : 작동 신뢰성, 조작 신뢰성, 관리 신뢰성

5) 내장 계획

(1) 부위별 내장재 제한

- ① 출화 위험지역이나 피난 경로 등의 내장재를 불연화
- ② 천장.벽의 우선적 불연화

(2) 내장재의 종류

불연.준불연.난연 재료 등을 건물의 용도 특성에 적절하게 선정

6) 유지관리 계획

- (1) 설비구조 관리 : 설비의 점검, 검사, 보수 등
- (2) 공간이용 관리 : 위험 행위, 피난 밀도.화재하중 초과 방지, 설비의 기능 저해요인 제거
- (3) 조직 체제 관리 : 방화 관리자 선임, 자체 소방대 운영

1-12. NFPA 12에서 정하는 이산화탄소소화설비의 적응성, 비적응성 및 나트륨(Na)과 CO₂의 반응식을 설명하시오.

답) 출처' 모아소방기술사 2권 P468, NFPA12 Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems

1. 이산화탄소 소화설비 개념

- 1) CO₂를 소화약제로 하여 냉각효과 및 산소농도를 15%미만으로 낮추는 질식효과로 화재를 진압하는 소화설비이다.
- 2) 전기적으로 비전도성이고 가스계 소화약제 중 경제적이고 구하기 쉬어 수계소화설비 적응성이 없는 장소에 적용하는 대표적인 가스계 소화설비이다.

2. NFPA12 이산화탄소 소화설비 적응성

1) 유효성이 높은 경우

- (1) 전기적으로 비전도성인 불활성 약제가 요구되는 방호구역
- (2) 취급 물질의 청소 시 문제가 있는 방호구역
- (3) 다른 소화약제 설비보다 더 경제적인 경우

2) 방호성이 높은 경우

- (1) 인화성 액체 위험물 (Flammable liquid materials)
- (2) 전자장비, 회전장치, 차단설비, 스위치, 변압기와 같은 전기화재 (Electrical hazards)
- (3) 인화성 액체 연료 및 가솔린에 의해 가동되는 엔진설비 (Engines)
- (4) 방직물, 목재, 종이와 같은 일반가연물 화재 (Ordinary combustibles)
- (5) 로켓 추진제와 같은 고체 위험물 (Hazardous solids)

3. NFPA12 이산화탄소 소화설비 비적응성

1) 비적응성

- (1) 니트로셀룰로오스와 같은 자기 산소 포함하는 자기반응성 물질(제5류 위험물)
- (2) 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 티탄늄, 지르코늄과 같은 가연성 금속
- (3) 금속 수소화물(제3류 위험물)

2) 제외대상 (고속의 국소방출방식으로 직사 방사 않는 조건)

- (1) 보호액(등유)으로 저장된 나트륨
- (2) 얇은 도료로 처리된 니트로셀룰로오스
- (3) 중유로 포장된 마그네슘 덩어리

4. 나트륨(Na)과 CO₂ 반응식

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

5. 이산화탄소 소화설비 적용 시 고려사항

- 1) CO₂ 분자의 경우 C=O 결합은 극성 결합이지만, 탄소원자를 중심으로 양쪽 산소에 의해서 생기는 쌍극자 모멘트는 각각 크기는 같지만 방향이 서로 반대이다.
- 2) 쌍극자 모멘트의 벡터 합은 영(zero)이고 CO₂분자는 무극성분자가 된다.
(무극성 분자 → 전기적으로 비전도성 → 전하 축적 쉬움)
- 3) 따라서, CO₂소화약제 방출 시 대전되어 정전기를 발생시킨다.
- 4) NFPA77 'Recommended Practice on Static Electricity'에 따르면, 위험분위기(Ignitable atmosphere) 장소에 정전기 발생 방지를 위해 '고압식 이산화탄소 소화설비'를 적용을 금하고 있다.
- 5) 위험분위기의 컨테이너, 저장소에는 방출 시 정전기 발생 방지를 위해 '저압식 이산화탄소 소화설비'를 적용해야 한다.

1-13. 스프링클러소화설비에서 템퍼스위치(Tamper Switch)의 설치목적 및 설치기준, 설치위치에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 모아소방기술사 1권 P80

1. 템퍼 스위치의 개념

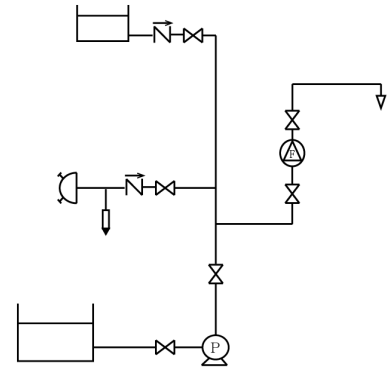
- 1) 스프링클러 설비는 자동식 소화설비로서 감시인이 없는 경우에도 화재를 감지하여 자동적으로 펌프를 가동시켜 가압수를 방사하는 설비이다.
- 2) 배관에 설치된 각종 개폐밸브를 차단하면 송수 불가능으로 그 기능을 발휘할 수 없으므로, 이러한 밸브의 개폐상태를 감시하기 위해 Tamper Switch를 설치해야 한다.

2. 템퍼 스위치의 설치위치

1) 급수배관에 설치되어 급수를 차단할 수 있는 개폐밸브

2) 급수를 차단할 수 있는 개폐 밸브

- (1) 지하수조로부터의 펌프 흡입측 배관에 설치된 것
- (2) 주펌프 및 보조펌프의 흡입측 개폐밸브
- (3) 주펌프 및 보조펌프의 토출측 개폐밸브
- (4) 스프링클러설비의 옥외 송수관에 설치된 개폐표시형 밸브
→ 송수구에서의 급수차단 가능
- (5) 유수 검지 장치 및 일제 개방 밸브의 1.2차측 개폐밸브
- (6) 고가수조와 스프링클러 입상관에 접속된 부분의 개폐밸브



3. 템퍼 스위치의 설치기준

- 1) 급수 개폐밸브 폐쇄 시 템퍼스위치 동작으로 인해 감시제어반 수신기에 표시되고, 경보음을 발할 것.
- 2) 템퍼스위치는 감시 제어반에서 동작유무확인, 동작시험, 도통시험을 할 수 있을 것.
- 3) 급수 개폐밸브의 작동표시 스위치에 사용되는 전기 배선은 내화 또는 내열전선으로 설치할 것.

4. 템퍼 스위치의 추가설치 검토

- 1) 템퍼스위치는 개폐밸브의 개폐유무를 수신반에서 확인이 가능하도록 하여 소화설비가 정상적인 상태를 유지할 수 있도록 하기 위해 설치된다.
- 2) 템퍼스위치의 설치에 성능시험배관의 개폐밸브나 배수 밸브에도 설치를 검토할 필요가 있다.
 - (1) 성능시험 : 밸브가 개방되면 배수가 되므로 설치가 바람직하다.
 - (2) 배수밸브
 - ① 습식, 건식 설비에서는 개방 시 설비가 작동되어 경보가 발생하므로 템퍼스위치를 설치할 필요가 없다.
 - ② 준비작동식 및 일제살수식 설비에서는 배수밸브가 개방되어도 화재이전에는 알 수 없으므로, 설치하는 것이 바람직하다고 판단된다.

제 2교시 문제풀이

2-1. 스프링클러설비 수리계산 절차중 다음 내용에 대하여 설명하시오,

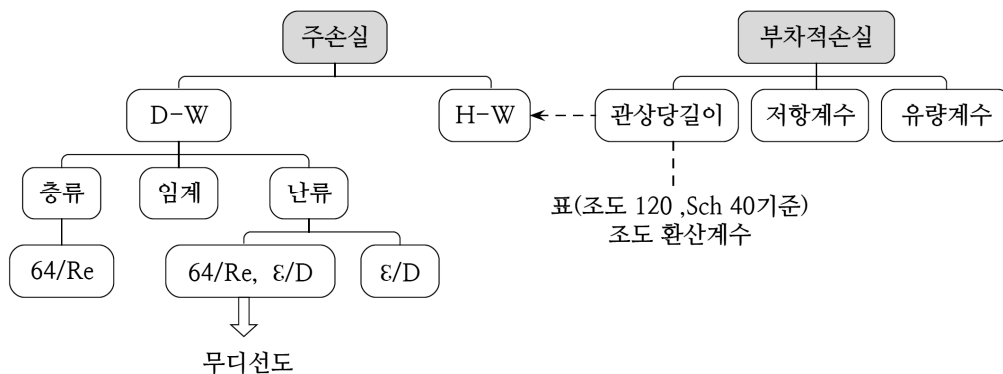
- 상당길이 (Equivalent length)
- 조도계수 (C-factor)
- 마찰손실 계산시 등가길이 반영 방법

답)

출처‘ 소방기술사 요해 1권 P502 / 모아 소방기술사 1권 P24,27

1. 개요

- 1) 부차적 손실이란 유체의 속도가 갑자기 변하는 부분에서 유체입자의 마찰 및 박리에 의해 발생하는 손실로서 부차적 손실은 경미하다는 표현이지만, 배관설비 내에서 발생하는 총 에너지 손실 중 매우 큰 부분을 차지 할 수 있다.
- 2) 특히 배관 장애물 (예 체크밸브, 유량계 등)로 인해 발생하는 부차적 손실은 상당히 크므로 손실 계산 시 주의하여야 한다.
- 3) NFPA13에서는 부차적 손실 계산 시 등가길이 상당방식을 적용하도록 하고 있는데 이때 주배관의 조도와 내경에 대한 보정이 중요하다.



2. 조도계수

배관의 거칠기를 나타내는 계수로서 주손실의 중요한 영향인자이다.

배관 또는 튜브	C 값
라이닝 안 된 주철 또는 연성철	100
흑관 (준비작동식을 포함한 건식설비)	100
흑관 (일제살수식을 포함한 습식설비)	120
아연도금철 (모든 배관 또는 관)	120
플라스틱 (등록된 모든 배관 또는 관)	150
시멘트 라이닝 된 주철 또는 연성철	140
구리튜브 또는 스테인리스강	150

- 1) 아주 매끈한 신형인 관 : 140 2) 거친 관 : 130
3) 오래되고 심하게 부식된 관 : 100 4) PVC : 150
5) 일반적으로 120 적용

3. 관 상당 길이 방식 (Equivalent length)

1) 표를 이용하여 관 부속에 의한 손실을 배관 길이로 환산 (등가 길이)

(1) 관계식

$$\lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$L_{eq} = K \frac{D}{\lambda}$$

(2) 실제 배관 길이에 등가길이를 더하여 계산

2) 등가 길이 보정 (스프링클러 기준)

일반적으로 표는 Sch 40, 조도계수 120 인 강관 기준

(1) Sch 40 이 아닌 경우

$$\left(\frac{\text{사용 배관의 내경}}{\text{Sch 40 강관의 내경}} \right)^{4.87}$$

(2) 조도 환산계수

① 스프링클러, 물분무 (조도 120 기준)

C값	100	120	130	140	150
환산계수	0.713	1.0	1.16	1.33	1.51

$$\left(\frac{\text{실제 조도}}{120} \right)^{1.85}$$

② 미분무 (조도 150 기준)

C값	100	120	130	140
환산계수	0.472	0.662	0.767	0.880

$$\left(\frac{\text{실제 조도}}{150} \right)^{1.85}$$

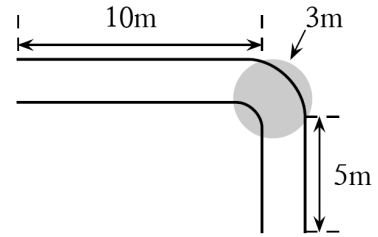
※ 설 명

예를 들어 배관길이 15 m 관경 100 mm (조도 100) 중간에 90도 엘보(관 상당 길이 3.2m) 1개의 손실을 계산하면

$$P_L = 6.053 \times 10^4 \times \frac{Q^{1.85}}{100^{1.85} \times d^{4.87}} \times (15 + 3.2)$$

$$P_L = 6.053 \times 10^4 \times \frac{Q^{1.85}}{100^{1.85} \times d^{4.87}} \times (15)$$

$$+ 6.053 \times 10^4 \times \frac{Q^{1.85}}{100^{1.85} \times d^{4.87}} \times (3.2)$$



1) 위 식의 앞쪽은 주손실 : $P_{\text{주}} = 6.053 \times 10^4 \times \frac{Q^{1.85}}{100^{1.85} \times d^{4.87}} \times (15)$

2) 뒤쪽은 부차적 손실이다 $P_{\text{부}} = 6.053 \times 10^4 \times \frac{Q^{1.85}}{100^{1.85} \times d^{4.87}} \times (3.2)$

3) 조도가 변하면 주손실은 변하지만 부차적 손실은 조도에 의한 영향을 받지 않는다.

3) 그런데 위 식은 뒷부분(부차적 손실)을 보면 조도가 감소하면서 부차적 손실값도 커졌다.

4) 그래서 3.2 대신에 $(\frac{100}{120})^{1.85} \times 3.2$ 를 대입하면 부차적 손실값은 변하지 않는다.

이때 $(\frac{100}{120})^{1.85} = 0.713$ 을 조도 환산계수라 한다.

2-2. 물질안전보건자료 (MSDS) 작성대상 물질과 작성항목에 대하여 설명하시오

답)

출처‘ 소방기술사 요해 1권 P276 / 모아 소방기술사 2권 P467

1. MSDS 개요

- 1) 물질안전보건자료 (MSDS, Material Safety Data Sheet)란 물질에 관한 여러 가지 정보를 담은 자료
- 2) 물질에 관한 정보는 그 물질의 이름, 성분, 유해성, 위험성, 보관방법, 다룰 때 주의할 점, 필요한 보호구, 몸에 묻거나 먹었을 때 등의 응급조치 등 여러 가지 정보가 포함된다.

2. 작성대상 물질

모든 화학 물질을 물리적 위험성, 건강위험성, 환경위험성으로 구분한다.

그중 물리적 위험성은 아래와 같은 물질이 있다.

- 1) **폭발성 물질** : 자체의 화학반응에 따라 주위환경에 손상을 줄 수 있는 정도의 온도·압력 및 속도를 가진 가스를 발생시키는 고체·액체 또는 혼합물
- 2) **인화성 가스** : 20℃, 표준압력에서 공기와 혼합하여 인화되는 범위에 있는 가스
- 3) **인화성 액체** : 표준압력에서 인화점이 60℃ 이하인 액체
- 4) **인화성 고체** : 쉽게 연소되거나 마찰에 의하여 화재를 일으키거나 촉진할 수 있는 물질
- 5) **인화성 에어로졸** : 인화성 가스, 인화성 액체 및 인화성 고체 등 인화성 성분을 포함하는 에어로졸
- 6) **물반응성 물질** : 물과 상호작용을 하여 자연발화되거나 인화성 가스를 발생시키는 고체·액체 또는 혼합물
- 7) **산화성 가스** : 일반적으로 산소를 공급함으로써 공기보다 다른 물질의 연소를 더 잘 일으키거나 촉진하는 가스
- 8) **산화성 액체** : 그 자체로는 연소하지 않더라도, 일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질을 연소시키거나 연소를 촉진하는 액체
- 9) **산화성 고체** : 그 자체로는 연소하지 않더라도 일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질을 연소시키거나 연소를 촉진하는 고체
- 10) **고압가스** : 20℃, 200 kPa 이상의 압력으로 용기에 충전되어 있는 가스 또는 냉동액화가스 형태로 용기에 충전되어 있는 가스
 - (1) 압축가스
 - (2) 액화가스
 - (3) 냉동액화가스
 - (4) 용해가스
- 11) **자기반응성 물질** : 열적인 면에서 불안정하여 산소가 공급되지 않아도 강렬하게 발열·분해하기 쉬운 액체·고체 또는 혼합물
- 12) **자연발화성 액체** : 적은 양으로도 공기와 접촉하여 5분 안에 발화할 수 있는 액체
- 13) **자연발화성 고체** : 적은 양으로도 공기와 접촉하여 5분 안에 발화할 수 있는 고체
- 14) **자기발열성 물질** : 주위의 에너지 공급 없이 공기와 반응하여 스스로 발열하는 물질(자기발화성 물질은 제외한다)

- 15) **유기과산화물** : 2가의 -O-O- 구조를 가지고 1개 또는 2개의 수소 원자가 유기라디칼에 의하여 치환된 과산화수소의 유도체를 포함한 액체 또는 고체 유기물질
- 16) **금속 부식성 물질** : 화학적인 작용으로 금속에 손상 또는 부식을 일으키는 물질

3. 포함 항목

구 분	정 보
화학제품과 회사에 관한 정보	제품명, 제품의 권고용도와 사용상의 제한 등
유해·위험성 정보	유해·위험성 분류, 예방조치문구를 포함한 경고표지 항목 등
구성 성분의 명칭 및 함유량	화학물질명, 관용명 및 이명, CAS 번호 또는 식별번호, 함유량
응급조치 요령	눈에 들어갔을 때, 피부에 접촉했을 때, 흡입했을 때 등
폭발/화재 시 대처 방법	적절한 소화제, 화재 진압 시 착용할 보호구 및 예방조치 등
누출 사고 시 대처방법	인체 보호를 위한 조치사항 및 보호구, 정화 또는 제거방법 등
취급 및 저장방법	안전취급요령, 안전한 저장방법
노출방지 및 개인보호구	노출기준, 적절한 공학적 관리, 개인보호구 등
물리화학적 특성	외관, 냄새, 인화점, 인화 또는 폭발한계 상·하한, 자연발화온도 등
안정성 및 반응성	화학적 안정성, 유해반응의 가능성, 피해야 할 조건 등
독성에 관한 정보	가능성이 높은 노출경로에 대한 정보, 단기 및 장기노출에 의한 영향 등
환경에 미치는 영향	수생·육생 생태독성, 잔류성과 분해성, 생물 농축성 등
폐기 시 주의사항	폐기방법, 폐기 시 주의사항
운송에 필요한 정보	유엔번호(UN No.), 유엔 적정 운송명, 운송 시의 위험등급 등
법적 규제 현황	산업안전보건법에 의한 규제, 유해화학물질관리법에 의한 규제 등
기타 참고사항	자료의 출처, 최초 작성일자, 개정횟수 및 최종 개정일자 등

4. 활용범위

- 1) 위험성 평가
- 2) 화학물질 취급설비의 재질 선정
- 3) 위험구역의 구분
- 4) 근로자의 보건 대책
- 5) 화학 물질 취급 절차 작성
- 6) 비상대책 수립
 - (1) 누출 방지
 - (2) 화재예방
 - (3) 소화·소방대책

5. 효과

- 1) 화학물질로 인한 폭발 누출 및 직업병 예방과 사고 시 신속한 대처가 가능
- 2) 산업 안전에 대한 인식의 전환 및 관심

6. 물질안전보건자료 게시·비치

1) 게시·비치 방법 (산업안전보건법 시행규칙 제92조의 4)

- (1) 취급 근로자가 쉽게 보이거나 접근할 수 있는 장소에 각 화학물질별로 물질안전보건자료를 항상 게시 하거나 갖추어 둔다.
- (2) 취급 작업자가 물질안전보건자료를 쉽게 확인할 수 있는 전산장비를 갖추어야 한다.

2) 게시 내용 (산업안전보건법 시행규칙 제92조의 4)

- (1) 물리·화학적 특성
- (2) 독성에 관한 정보
- (3) 폭발·화재 시의 대처 방법
- (4) 응급조치 요령 등

3) 게시 장소

- (1) 대상 화학물질 취급 작업 공정 내
- (2) 안전사고 또는 직업병 발생우려가 있는 장소
- (3) 사업장 내 근로자가 가장 보기 쉬운 장소 등

※ MSDS 작성, 제출의무 개정

	개정 전	개정 후	비 고
MSDS 작성 대상	<ul style="list-style-type: none"> • 유해, 위험한 화학물질 및 이를 함유한 제제 • 약칭 : 대상화학물질 	<ul style="list-style-type: none"> • 유해, 위험한 화학물질 또는 혼합물 • 약칭 : 물질안전보건자료 대상물질 	<ul style="list-style-type: none"> • 작성 대상은 동일 • 명칭만 변경
MSDS 작성 주체	<ul style="list-style-type: none"> • 대상화학물질 양도 : 제공자 	<ul style="list-style-type: none"> • 물질안전보건자료 대상물질제조·수입자 	<ul style="list-style-type: none"> • 양도·제공없이 제조·수입하는 자도 포함
MSDS 기재항목	<ul style="list-style-type: none"> • 대상화학물질의 명칭 • 모든 구성성분의 명칭, 함유량 	<ul style="list-style-type: none"> • 제품명 • 구성성분중 위험한 화학물질의 명칭, 함유량 	<ul style="list-style-type: none"> • 작성대상은 동일하나, 이를 명확히 함
MSDS 제출	미규정	노동부장관에게 제출	

2-3. 리튬이온배터리 에너지저장장치시스템(ESS)의 안전관리가이드에서 정한 다음의 내용을 설명하시오.

- | | |
|--------------|----------------|
| - ESS 구성 | - 용량 및 이격거리 조건 |
| - 환기설비 성능 조건 | - 적용 소화설비 |

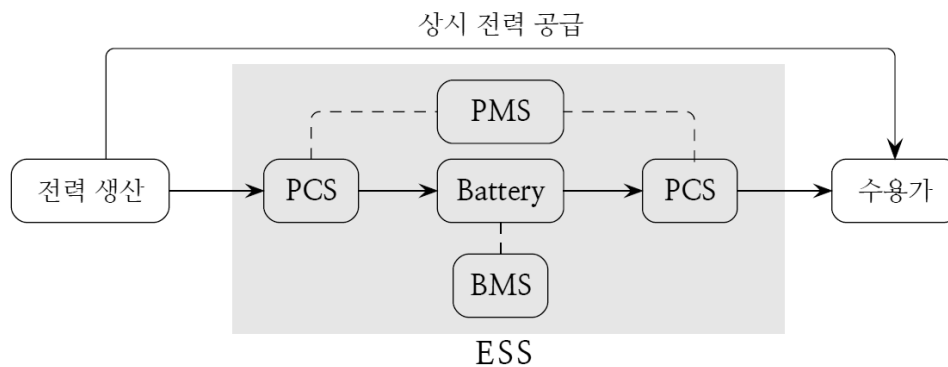
답)

출처' SBR 보충자료

1. 개요

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

2. 구성



[전기저장 장치 구성]

1) BMS(Battery management system)

BMS는 배터리의 상태를 제어하는 장치로 배터리의 전압, 충전상태 등을 모니터링하고 모듈 내 단위 셀간의 충방전 정도가 동일해 지도록 조정하는 Cell balancing 뿐만 아니라 배터리의 안전을 위한 과충전 방지 등의 보호기능을 수행하고 보호회로를 통해 과전류 및 단락 시 외부 스위치를 차단하는 기능 및 EMS와 통신하는 역할을 하는 장치이다.

2) EMS(Energy Management System)

EMS는 배터리 및 PCS의 상태를 감시 및 제어하고, 제어실 등에서 ESS를 통합 모니터링하고 제어하기 위한 운영 시스템이다.

3) ESS(Energy Storage System)

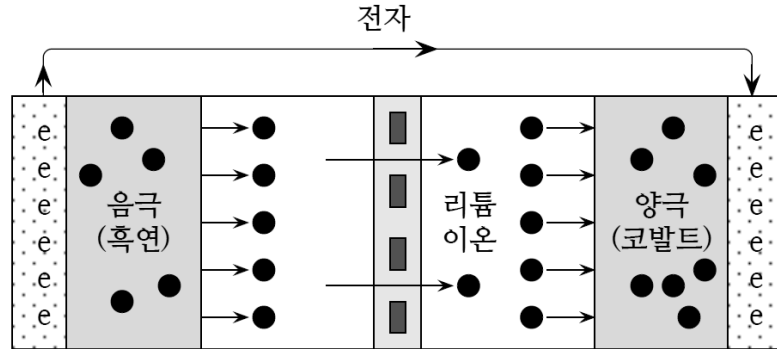
ESS는 생산된 전기를 '전력 계통(Grid Energy Storage)'에 저장했다가 전기가 가장 필요한 시기에 공급해 에너지 효율을 높이는 시스템으로 발전·송배전·수용가에서 목적에 따라 단계별 저장장치가 가능하며 배터리, BMS, PCS 및 EMS로 구성된다.

4) PCS(Power Conversion System / Power Conditioning System)

PCS는 전기에너지를 받아 배터리를 충전하거나 전력망으로 저장된 에너지를 방출하기 위해 전기의 특성(교류/직류, 전압, 주파수)을 변환하는 장치이다.

3. 리튬이온 배터리 원리

- 1) 양극과 음극의 전압차를 이용, 전기를 저장 및 발생시킨다.
- 2) 리튬이온이 음극(흑연)과 양극(코발트), 두 극 사이를 이동하면서 그로 인해 전자가 이동하여 충전 및 방전되는 현상.



[방전 중 리튬이온 및 전자의 이동]

4. 리튬이온 배터리 위험성

1) 분리막 손상

2) 과충전

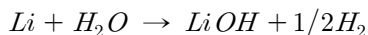
- (1) 만약 2차 리튬 배터리가 과충전 상태이면, 리튬이온은 음극으로 이동하게 된다.
- (2) 음극물질은 산화작용으로 안정성을 잃게 된다.
- (3) 산화과정에서 온도가 급속도로 증가되어 화재로 이어지거나, 폭발적인 방전반응이 일어날 수 있다.

3) 액체 전해질

- (1) 액체 전해질은 발화 및 폭발 위험성이 크다.
- (2) 일반적으로 전해질은 가연성 유기용제의 혼합물로 구성되어 있으며, 누출 시 공기와 결합하여 폭발 혼합물을 형성할 수 있다.

4) 물과의 접촉

- (1) H_2O 는 알칼리 금속의 강한 반응성으로 인해 각 원소로 분해가 되며, 수소가스가 발생.



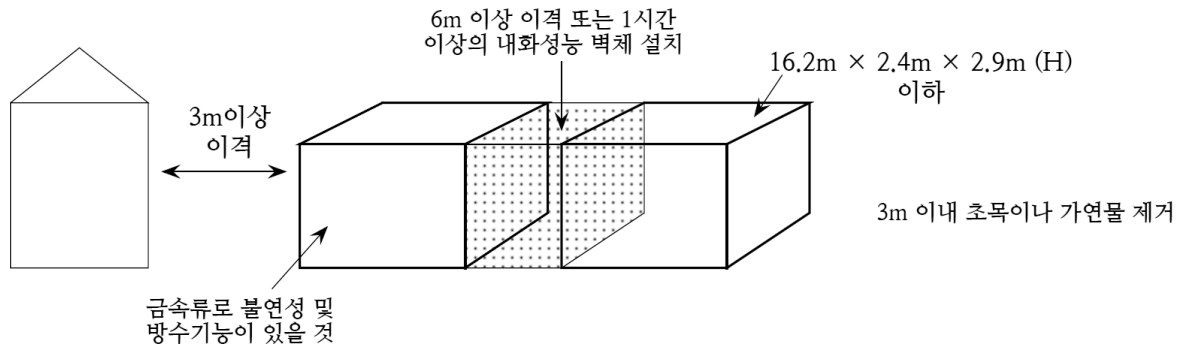
- (2) 수소-공기 혼합물의 폭발범위는 4~75 %로 발화 위험성이 높으며, 점화 에너지가 매우 낮은 정전기나 전기스파크도 수소폭발의 점화원이 될 수가 있다.

5. 방화구획

- 1) ESS가 설치된 공간의 바닥, 천장, 벽 등은 최소 1시간 이상의 내화성능을 가져야 한다.
- 2) ESS가 설치된 공간을 관통하는 설비가 있는 경우 개구부는 건축물의 방화구조와 동등 또는 1시간 중 높은 등급의 내화충전재를 적용한다.

6. 용량 및 이격거리

- 1) ESS 각 랙의 최대 에너지 용량이 250 kWh를 넘지 않도록 구성되어야 한다.
- 2) ESS는 각 랙 및 벽체로부터 0.9m이상 이격되어야 한다.
- 3) 최대 정격에너지가 600 kWh를 초과해서는 안 된다. 다만, 에너지 저장, 발전 및 전력망 운영을 위한 용도로 설치된 건물에서 ESS가 설치된 장소에 ESS 및 다른 에너지 설비의 운영, 유지관리, 시험, 보수 등을 위한 직원만 사용하는 경우에는 적용하지 않는다.
- 4) ESS는 공정지역과 15 m 이상 이격되어야 한다.



7. 환기설비

- 1) 환기설비는 구역 내에 모든 배터리를 동시에 충전하는 최악의 경우에도 구역 내 가연성 가스의 농도가 부피 기준 연소하한농도의 25%를 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
- 2) 기계적인 환기설비는 공간의 바닥면적 기준 5.1L/sec/m^2 이상 되어야 한다.
- 3) 환기설비는 연속적으로 작동되거나 가스감지기에 의해 4.5.4에 따라 작동되어야 하며 수신기에서 감시할 수 있어야 한다.
- 4) 가스감지기를 설치
 - (1) 가스감지설비는 공간 내의 가연성 가스 농도가 연소하한계(LFL)의 25%를 초과할 때 기계적인 환기설비를 작동시킬 수 있도록 설계되어야 한다.
 - (2) 환기설비는 구역 내의 가연성 가스 농도가 연소하한계(LFL)의 25% 밑으로 떨어질 때까지 작동되어야 한다.
 - (3) 가스감지설비는 2시간 이상의 예비전원을 확보해야 한다.
 - (4) 가스설비가 고장 난 경우 중앙감시실 또는 상주자가 있는 장소로 이상신호를 내보내야 한다.

8. 적용 소화설비

1) 연기 및 화재감지

2) 수계 소화설비

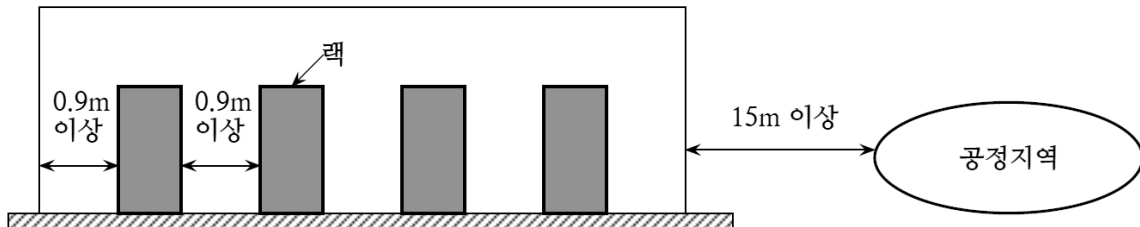
- (1) 스프링클러소화설비를 설치하는 경우 최소 방사밀도는 12.2 LPM/m^2 (12.2 mm/min) 이상으로 하되 실제규모 화재시험에 따라서 변경될 수 있다.
- (2) 포소화설비를 설치하는 경우 포약제는 ESS의 열폭주(thermal runaway)를 일으키는 온도와 가연물이 있는 경우 가연물의 자연발화온도보다 낮아지도록 해야 한다.

3) 가스계 소화설비

- (1) 전역방출방식의 가스계소화설비는 가연물의 소화에 필요한 농도와 ESS의 배열 또는 배치 형태를 고려하여 설계해야 한다.
- (2) 전역방출방식의 가스계 소화설비는 설계농도를 충분한 시간동안 유지하여 화재를 진압하고, ESS의 열폭주(thermal runaway)를 일으키는 온도와 가연물이 있는 경우 가연물의 자연발화온도보다 낮아지도록 할 수 있어야 설계되어야 한다.

9. 옥외 설치 시 추가 고려사항

- 1) 옥외의 컨테이너 또는 이와 유사한 것 내부에 ESS를 설치한 경우 생산설비, 공공도로, 건물, 가연물, 위험물 및 기타 이와 유사한 용도와는 3m 이상 이격해야 한다.
- 2) 옥외의 컨테이너 또는 이와 유사한 것 내부에 ESS를 설치한 경우 그 크기는 16.2m × 2.4m × 2.9m(높이)를 초과해서는 안 된다.
- 3) 옥외에 다수의 컨테이너 또는 이와 유사한 것 내부에 ESS를 설치한 경우 그 사이의 이격거리는 6m 이상 되어야 하며, 6m 이내로 이격할 경우에는 1시간 이상의 내화성능을 갖는 벽체를 사이에 두어야 한다.
- 4) 옥외의 컨테이너 또는 이와 유사한 것 내부에 ESS를 설치한 경우 ESS 및 부속설비의 검사, 유지관리, 정비 등의 목적으로만 출입해야만 하며, 다른 목적으로 점유해서는 안 된다.
- 5) 옥외에 ESS가 설치된 경우 3m 이내에는 초목이나 가연물 등으로 인해 화재가 확산되지 않도록 관리해야 한다.
- 6) 옥외의 컨테이너 또는 이와 유사한 것 내부에 ESS를 설치한 경우 옥외의 컨테이너 또는 이와 유사한 것의 재질은 열을 쉽게 외부로 방출할 수 있도록 철이나 금속류의 불연성이어야 하고 방수 기능이 있어야 한다.



10. 커미셔닝

커미셔닝(Commissioning)은 효율적인 시스템의 성능 확보를 위한 가장 중요한 요소로서 설계 단계부터 공사완료에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 발주자의 요구에 부합되도록 모든 시스템의 계획, 설계, 시공, 성능시험 등을 확인하고 최종 유지 관리자에게 제공하여 입주 후 발주자의 요구를 충족할 수 있도록 운전성능 유지 여부를 검증하고 문서화하는 과정이다.

- 1) 구체적인 인수절차 개요 및 수행될 행동
- 2) 설비의 계획, 설계, 조립, 설치 또는 운영과 관련된 사람들의 역할과 책임
- 3) ESS의 설치 및 조작, 연관 제어장치 및 안전설비를 이해할 수 있는 사양서 및 도면
- 4) 커미셔닝 절차에서 각 단계별로 개별 역할이 명시된 세부 자료
- 5) ESS의 설치 및 조작, 연관 제어장치 및 안전설비의 적절한 운영에 필요한 절차서
- 6) 화재감지 또는 소방설비 및 열 관리장치, 환기 및 배기설비의 시험방법
- 7) 설비의 운영 및 유지관리를 위해 필요한 직원의 교육 수단 및 방법
- 8) 설비의 운영 및 사고에 대응하는 직원의 식별
- 9) ESS의 분해 및 폐기 절차

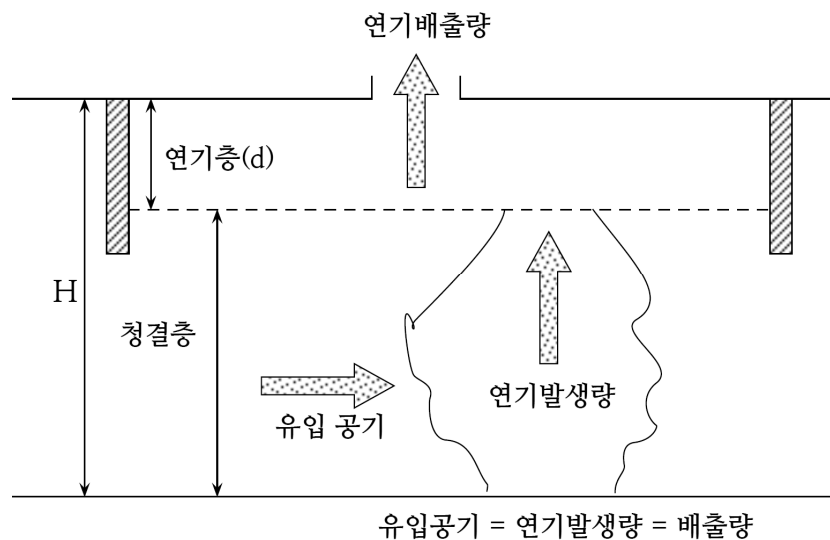
2-4. 제연설비의 성능평가 방법중 Hot Smoke Test의 목적 및 절차, 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 각종 소방 자료

1. 개요

- 1) 거실제연의 목적은 일정 청결층 유지하는 것으로서, 청결층에서의 연기발생량 이상을 배출하여야 한다.
- 2) 실제 시험으로 제연설비의 성능평가를 실시하면 가장 정확하지만 많은 비용과 안전, 환경오염 등의 문제점을 내포하고 있어서 실제 시험이 곤란한 것이 현실이다.
- 3) 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위하여 인공적으로 뜨거운 연기를 만들어서 실제 방호대상물에 적용하여 연기가 유동하는 현상을 실험하여 방호에 유용한 데이터(화재 모델링의 자료)로 이용하고자 하는 시험방법이 뜨거운 연기 시험(Hot Smoke Test)이다. 이는 물리적 모델링 중 하나이다.



2. 구 성

- 1) 불연성 바닥재 : 불연성 바닥재는 플라스틱보드보다는 커야 한다.
- 2) 수조(Water bath or water proof) : 연료통 외면을 감싸고 있어 연료통의 과열을 방지한다.
- 3) 연료통 : 메틸레이트(methylated)가 주로 사용되고 안정된 화재부력을 만들며, 뜨거운 가스는 약 150°C 정도의 온도가 유지되어야 한다.
- 4) 열 센서 : 천장에 설치하여 시간의 경과에 따른 온도의 변화를 기록한다.
- 5) 연기발생기 : 연기발생기에 의해 생성된 연기는 무독성, 비반응성, 중성, 흰색이어서 건축물에 최소한의 영향을 줄 수 있어야 한다.

3. Hot Smoke Test에 의한 정보

- 1) 연기발생량
- 2) 천장 열기류(Ceiling jet flow)에 의해 상승된 천장부근의 온도분포
- 3) 연기의 이동과정과 연기 누출현상 확인

4. 확인 사항

1) 제연설비 작동시간

(1) 화재 감지 시간

ceiling jet의 온도 및 속도가 중요한 요소이다.

(2) 제연설비 정상 작동시간

제연설비 작동시간은 힌클리 식으로 계산한 청결층까지의 하강시간보다 작아야한다.

2) 청결층에서의 배출량

청결층에서의 연기발생량 이상을 배출하여야 청결층이 유지된다.

5. 검토사항

Hot smoke와 실제 화재의 차이점 보정 문제

1) ceiling jet의 온도 및 속도

Hot smoke는 실제화재보다 ceiling jet의 온도 및 속도가 낮으므로 이를 보정해주어야 한다.

2) 실제 연기 발생량

Hot smoke는 실제화재보다 작을 수 있으므로 이에 대한 보정이 필요하다.

3) 실제 연기 배출량

Hot smoke는 실제화재보다 작은 부력으로 배출량도 감소한다.

6. 대 안

1) 제연설비 기동시간(감지시간) 프로그램 사용 : LAVENT(Link Actuated VENTs)

2) 시뮬레이션을 통한 연기발생량과 배출량 확인

7. 결론

1) 연기는 높은 온도와 부력에 의한 이동에 의하여 감지기 동작, 스프링클러헤드를 작동시키는 매개가 된다.

2) Hot Smoke Test을 통하여 연기층의 온도, 이동성 등을 파악하여 감지기, 스프링클러 헤드의 선정 및 배치가 가능하고, 제연설비 등을 성능위주로 설계한다면 소방시스템의 신뢰성을 높일 수 있고 화재로부터 인명과 재산을 보호할 수 있을 것이다.

3) 다만, Hot smoke와 실제 화재는 차이가 있으므로 이를 보정하는 연구 및 data가 중요하다.

2-5. 액체 상태로 보관하는 가스계소화약제의 약제량을 확인하는 4가지 방법에 대하여 설명하시오.

답)

출처: 각종 소방 자료

1. 개요

- 1) 가스계소화약제량을 측정하는 방법에는 방사선 레벨 메타법, 중량측정법, 초음파 레벨 메타법, LSI 법 (level strip indigactor)이 있다.
- 2) 액면의 높이를 측정하여 약제량을 계산하는 방법은 측정 시 온도 등의 변수를 고려하여 계산하여야 한다.

2. 관련 기준

저장용기의 약제량 손실이 5%를 초과하거나 압력손실이 10%를 초과할 경우에는 재충전하거나 저장용기를 교체할 것. 다만, 불활성기체 소화약제 저장용기의 경우에는 압력손실이 5%를 초과할 경우 재충전하거나 저장용기를 교체하여야 한다

3. 방사선 레벨 메타법

1) 구성

탐침(probe), 방사선원(코발트 60), 지지암, 온도계

2) 사용방법

- (1) 방사선원과 검출기 사이에 용기를 위치한 후 위 아래로 이동시킨다.
- (2) 디지털 숫자나 부저음으로 액면 높이를 확인한다.
- (3) 액면 높이를 계산기에 입력하여 약제량을 계산한다.

3) 특징

- (1) 방사선원을 주기적으로 교체하여야 한다.
- (2) 방사선원에 의한 피폭을 주의하여야 한다.

4. 중량측정법

1) 측정원리

약제 용기의 중량과 빈 용기의 중량차로 약제량 측정

2) 특징

- (1) 임계점과 관계없이 정확한 측정이 가능
- (2) 측정 방법이 복잡하다
- (3) 동관의 분리/결합 시 파손 및 누설 위험이 있다.

5. 초음파 레벨 메타법

1) 측정원리

초음파를 방사 후 반사하여 되돌아오는 펄스를 검출하여 시간을 계측하여 액위를 측정

2) 특징

초음파를 사용하여 인체 위험성이 낮다.

외부 온도 등 여러 인자들이 펄스의 반사에 영향을 줄 수 있다.

6. LSI 법 (level strip indigactor)

1) 작동원리

(1) 열에 의한 감응으로 표시지의 색이 흰색에서 검은색으로 변하는 원리 이용

(2) 액체와 기체 비열 차이

2) 특징

(1) 고압식, 저압식, 기동용기 등 모든 형태의 액화용기 적용 가능

(2) 용기 외벽에 부착하는 타입이므로 액면을 정확하게 측정 가능

(3) 비용의 최소화 : 유지보수에 필요한 별도의 비용 불필요

(4) 사용 방법이 간단하여 누구나 사용가능하며 상시 액면 측정 가능

2-6. 피난용승강기의 설치대상과 설치기준을 설명하시오.

답)

출처' 소방기술사 요해 P465 / 모아소방기술사 2권 P310

1. 개요

- 1) 승강기는 수송능력이 크고 편리한 운송수단이지만 여러 화재사건들의 교훈에 의하여, 화재 시에는 사용이 불가능한 이동수단으로 인식되었다.
- 2) 그러나 최근 초고층 건축물과 심층 / 지하공간 등의 경우, 장애인을 위한 피난수단 확보가 제도적으로 요구되면서 각국에서는 승강기를 이용한 피난이 검토되고 있다

2. 피난용승강기의 설치대상

고층건축물(30층 이상 또는 120 m 이상)에 설치하는 승용승강기 중 1대 이상을 피난용승강기의 설치기준에 적합하게 설치하여야 한다. 다만, 준초고층건축물 중 공동주택은 제외

3. 설치기준

1) 피난용승강기의 설치기준 (건축법시행령 91조)

- (1) 승강장의 바닥면적은 승강기 1대당 $6[m^2]$ 이상으로 할 것
- (2) 각 층으로부터 피난층까지 이르는 승강로를 단일구조로 연결하여 설치할 것
- (3) 예비전원으로 작동하는 조명설비를 설치할 것
- (4) 승강장의 출입구 부근의 잘 보이는 곳에 해당 승강기가 피난용승강기임을 알리는 표지를 설치할 것
- (5) 그 밖에 화재예방 및 피해경감을 위하여 국토교통부령으로 정하는 구조 및 설비 등의 기준에 맞을 것

2) 피난용승강기 승강장의 설치기준

- (1) 승강장의 출입구를 제외한 부분은 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것
- (2) 승강장은 각 층의 내부와 연결될 수 있도록 하되, 그 출입구에는 갑종방화문을 설치할 것. 이 경우 방화문은 언제나 닫힌 상태를 유지할 수 있는 구조이어야 한다.
- (3) 실내에 접하는 부분의 마감은 불연재료로 할 것
- (4) 배연설비를 설치할 것. 다만, 제연설비를 설치한 경우에는 배연설비를 설치하지 아니할 수 있다.

3) 피난용승강기 승강로의 구조

- (1) 승강로는 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조로 구획할 것
- (2) 승강로 상부에 배연설비를 설치할 것

4) 피난용승강기 기계실의 구조

- (1) 출입구를 제외한 부분은 해당 건축물의 다른 부분과 내화구조의 바닥 및 벽으로 구획할 것
- (2) 출입구에는 갑종방화문을 설치할 것

5) 피난용승강기 전용 예비전원

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

4. 피난 엘리베이터의 필요성

- 1) 건축물의 화재발생 시 정상적인 보행이 어려워 타인의 도움이 필요하거나 계단을 내려갈 수 없는 장애인의 피난수단 확보에 있다.
- 2) 고층건물의 경우 장애가 없는 사람에게도 많은 계단을 이용하는 것은 매우 힘든 일이므로, 체력이 약한 사람에게도 승강기를 피난수단으로 사용하는 것이 필요하다.
- 3) 피난 시 승강기를 계단과 함께 사용하면 고층건물에서 전체 피난에 소요되는 시간을 감소시킬 수 있으므로 피난안전성이 확보된다.

5. 초고층 건물에서 엘리베이터를 이용한 피난의 문제점

- 1) 승강기를 기다리는 동안 연기 / 독성가스에 노출될 우려가 있다
- 2) 엘리베이터 콜 버튼 동작 시 화재 발생 지역 상층부에서 하강한 엘리베이터가 화재층에 자동으로 멈춰서 문이 열리면 승객들이 화재와 연기에 노출될 가능성이 매우 크다.
- 3) 엘리베이터는 문이 완전히 닫히기 전에는 운행되지 않는다. 비상시에 많은 사람들이 엘리베이터에 몰리는 경우에 엘리베이터는 운행을 할 수 없게 된다.
- 4) 화재가 엘리베이터 설비에 피해를 줄 수 있다.
- 5) 화재 중 정전은 엘리베이터를 정지시키거나 엘리베이터 탑승객들을 층간에 갇히게 할 수 있다.
- 6) 소화전 호스나 스프링클러 헤드의 물이 엘리베이터의 전원이나 제어 배선을 합선시키거나 문제를 유발 할 수 있다.
- 7) 연기 제어를 위한 가압은 엘리베이터 문을 열리지 않게 하여 엘리베이터의 움직임을 제한 할 수 있다.
- 8) 엘리베이터의 운행으로 인한 피스톤 효과는 연기를 엘리베이터 로비나 통로 엘리베이터 샤프트로 연기를 유입 시킬 수 있다.

6. 피난용 엘리베이터의 보호대책

1) 승강장 및 샤프트

(1) 방화구획

(2) 가압시스템

① 엘리베이터 샤프트의 가압 방식으로 연기 유동을 방지한다.

② 엘리베이터의 이동으로 인하여 발생하는 피스톤 효과를 완화 할 수 있도록 엘리베이터 샤프트의 최상부와 최저부에 적정치 이상으로 상승되거나 감소되는 압력을 조절해 주는 플랩댐퍼 등을 설치하여야 할 것이다.

③ 플랩댐퍼의 개폐압력은 엘리베이터 문이 열리고 닫히는데 지장이 없는 정도여야 한다.

(3) 모든 승강장과 비상계단 연결

(4) 모든 승강장에 연기감지기 설치

화재 시 승강기 피난이 계획되어 있다면 승강장에는 연감지기를 설치하여 연기로 오염된 층의 승강장에 승강기가 정지하지 않도록 한다.

2) 수손방지

(1) 건물화재 시 소화수가 피난용 엘리베이터의 전기, 전자, 기계 구성요소에 손상을 줄 수 있다.

(2) 엘리베이터 기계실과 승강기 샤프트의 물 피해를 최소화 방안으로는 습기 있는 환경에서 동작 할 수 있는 엘리베이터 부품 사용, 경사바닥, 바닥배수구, 밀폐문을 사용하여야한다.

3) 전력

(1) 내화배선

(2) 다중전원 공급장치

(3) 건물 외부의 여러 변전소로부터 전력 인입

(4) 비상발전기

4) 전원차단 시 승강기의 복귀조치

(1) 피난용 승강기는 전원이 차단되면 즉시 지정된 층으로 복귀하도록 한다. 정전으로 인하여 화재 시 대피자가 승강기 안에 갇히는 일이 없도록 조치한다.

(2) 이 경우 비상발전기를 사용하지 말고 축전지 설비를 고려한다. 화재 시 정전사태는 예상되는 상황이므로 이에 따른 대책이 필요하다.

5) 쌍방향통신설비

6) 지진 대책

(1) 엘리베이터에 보강레일과 급속한 가속을 감지하기 위한 지진스위치를 설치한다.

(2) 보강레일은 일정 수준의 지진으로 유발된 가속까지는 안전한 엘리베이터 운영을 할 수 있게 한다.

(3) 지진스위치가 지정 수준 이상의 가속을 감지하면 엘리베이터는 평형추와의 충돌을 방지하기 위해 비상모드로 전환되어 운영을 중지한다.

7. 승강기 운행지침 마련

- 1) 화재층의 대피가 최우선이다.
- 2) 순차피난
 - (1) 화재층을 운행하는 승강기가 먼저 운행한다.
 - (2) 화재층의 상부층은 화재층에 이어 즉시 피난한다.
 - (3) 그 외 상부층은 단계적으로 피난한다.
- 3) 각 층마다 모든 대피자를 3분 이내 피난시키도록 승강기를 확보한다.
- 4) 승강기군이 15층으로 제한된 경우, 45분 이내에 전체 피난을 완료한다.
- 5) 화재층 상부에 있지만 화재층을 운행하지 않는 승강기군 (EV Bank)은 승강기군 중 제일 나중에 운행하며 상부층부터 단계적으로 피난한다.
- 6) 승강기 호출 장치는 작동할 수 없도록 한다.
- 7) 승강기 내부의 운행 층 선택버튼은 작동할 수 없도록 한다.
- 8) 모든 층에서 모든 승강기의 감시가 가능한 모니터 설치가 바람직하다.
- 9) 대기자의 수를 예측하는 센서를 설치하는 것이 바람직하다.

8. 결 론

피난용승강기도 피난설비이므로 점유자의 밀도, 이용형태, 이동 능력 등을 고려하여 설계, 시공 및 운영계획을 수립하여야 한다.



제 3교시 문제풀이

3-1. 송풍기의 System Effect에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 연기제어공학, 에듀파이어 수업 자료

1. 개요

- 1) 제연시스템의 성능은 전체적인 덕트의 배치는 물론 송풍기와 덕트의 연결상태에 따라 결정적인 영향을 받는다.
- 2) 덕트 연결 영향에 의해 야기된 팬 성능 감소량을 System Effect라고 하고, 덕트 연결 영향인자는 팬의 성능이 얼마나 감소될지 예측하는데 사용된다.
- 3) 송풍기의 System Effect를 이해하고 손실이 발생하는 인자들은 고려하여 시스템의 안전성을 높힐 필요가 있다.

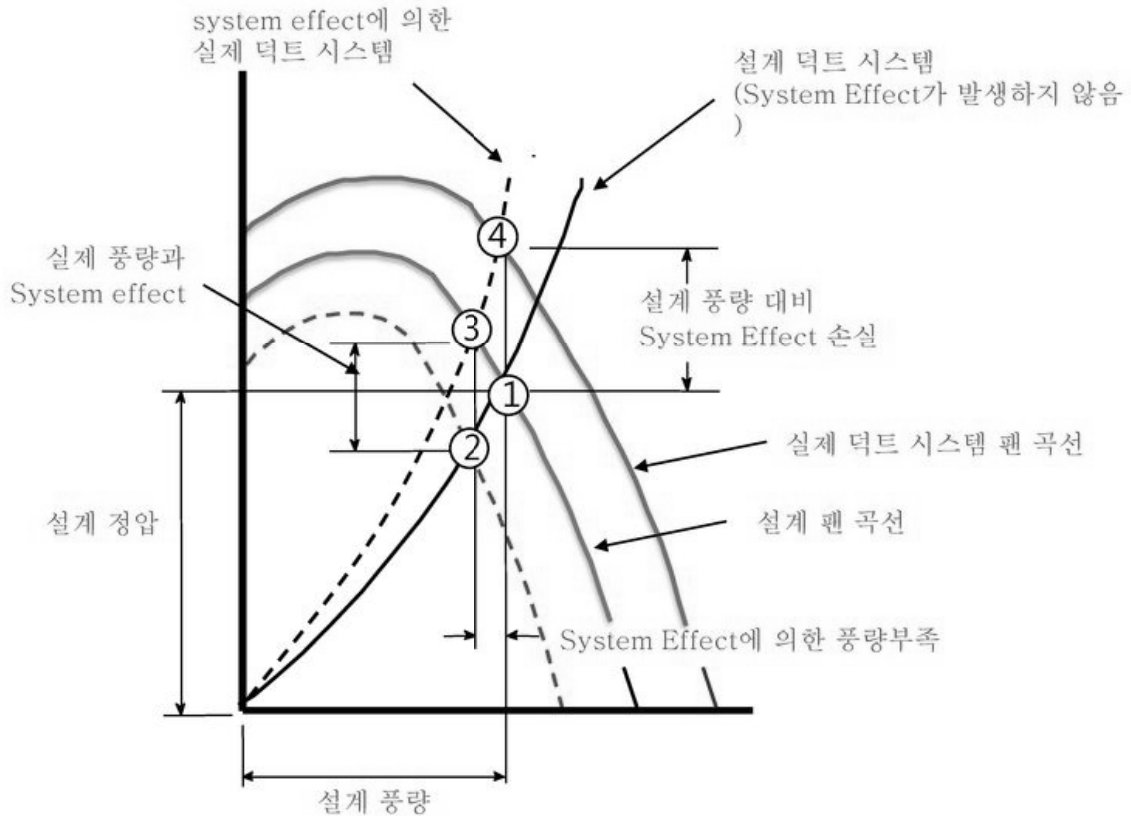
2. 송풍기의 System Effect

- 1) 개념 : 팬 전후의 근접 위치에서 설치된 덕트 시스템이 팬의 성능에 영향을 미치는 요인(팬 성능 감소량)
- 2) 덕트시스템이 팬의 성능에 영향을 미치는 원인(3가지)
 - (1) 부적절한 흡입구과 토출구 조건
 - (2) 불균일한 흡입구 흐름
 - (3) 흡입구의 소용돌이
- 3) System Effect가 중요한 이유
 - (1) 팬의 성능 저하
 - (2) 과도한 진동 및 소음의 원인
 - (3) 필요한 정격 성능에 비해 추가 에너지(HP; 마력) 소모

3. System Effect Curve

덕트연결에 따른 영향으로 팬과 시스템의 성능부족이 발생하는 모습을 그래프로 나타냄

- 1) 점 ①에서 움직이도록 사양 결정
→ 팬과 덕트 연결부에 의한 성능감소를 고려하지 않아 실제 운전 시 성능 부족 초래
- 2) 영향요소 추가 반영한 점선으로 된 새로운 시스템부하곡선 결정
→ 교점 ③에서 팬이 운전
- 3) 그러나 실제 ①에서 ③의 차이만큼 풍량 부족
- 4) 설계풍량을 만족시키려면 ④에서 시스템이 운전되도록 새로운 성능곡선 가지는 팬 선정필요
- 5) 현장에서 공조시스템상태를 측정 시 풍량과 정압은 ①에 있음(실제 운전점)
→ 가상 곡선은 성능감소 보상용



6) System Effect 관련식

팬과 연결된 덕트 상태를 검사한 후 계산

$$(1) \text{ 덕트 연결 영향인자 } SEF = K \times P_v = K \times \left(\frac{V}{4.04} \right)^2$$

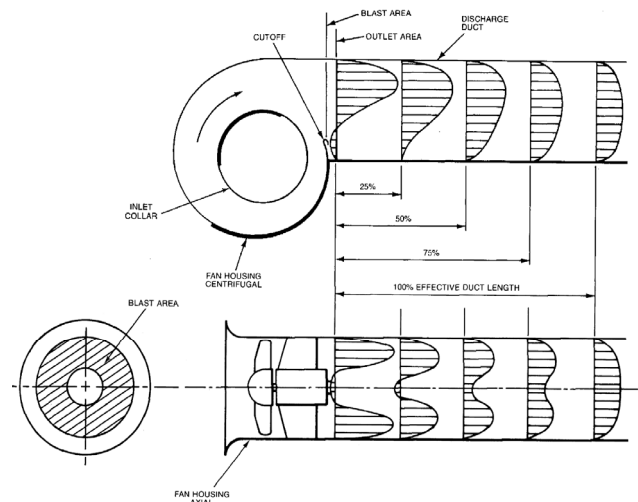
여기서, K : 덕트연결 영향계수, P_v : 덕트내 동압[mmAq], V : 덕트내 풍속[m/s]

(2) 풍속 관련 : ①~④ 압력차가 ②~③ 압력차 보다 큼

4. 팬 토출구에서 시스템의 영향

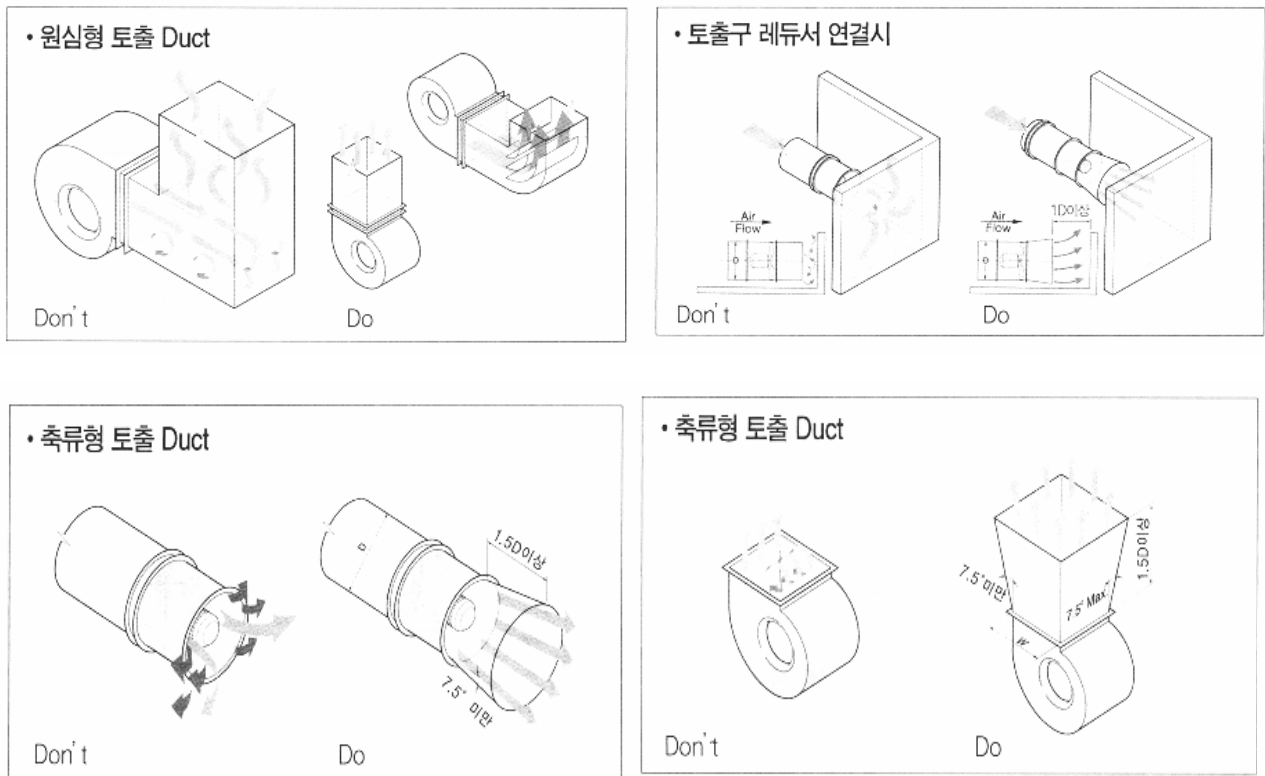
1) 토출 측 System Effect 발생요인

- (1) 송풍기 토출구에 너무 근접한 엘보 설치
 - (2) 급격한 덕트의 변화(송풍 면적비)
 - (3) 자유 배출 여부
 - (4) 댐퍼의 위치
 - (5) Weatherhoods(옥외 후드)
 - (6) 토출측 가이드
 - (7) 벽 또는 칸막이에 너무 근접한 토출구
- 2) 송풍면적비(송풍면적/토출구면적)가 작고, 정압재취득을 작고, 유효덕트길이(%)가 작을수록 영향(K)는 크다.
- 3) 또한 토출 엘보 위치에 따라 영향은 커진다.(D>C>B>A)[덕트연결 영향계수 표]



<팬 토출구에서 공기속도구배>

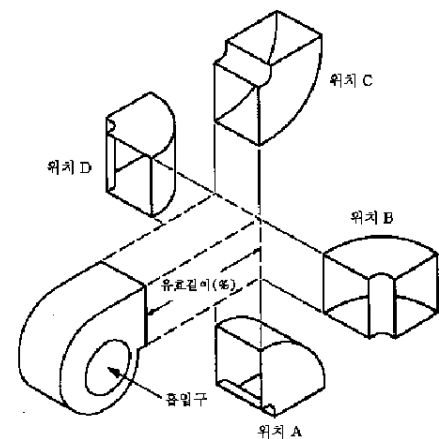
4) 송풍기에 대한 토출측 덕트 연결 시 주의사항



5. 팬 흡입구에서 시스템 영향

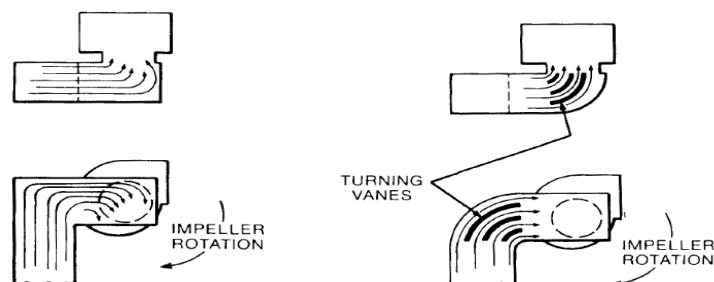
1) 흡입 측 System Effect 발생요인

- (1) 흡입구에 너무 근접한 엘보 설치
- (2) 급격한 덕트의 변화
- (3) 흡입구의 소용돌이
- (4) 충분히 개도되지 않은 댐퍼
- (5) 댐퍼의 위치
- (6) 불안전하게 설계된 가이드
- (7) 벽 또는 칸막이에 너무 근접한 흡입구
- (8) 잘못된 흡입박스



<팬 토출구의 엘보위치>

- 2) 팬입구에 터닝베인이 없는 엘보 설치시 팬 임펠러측으로 난류와 불균등 유동을 일으켜 약 45% 정도의 성능 손실 발생

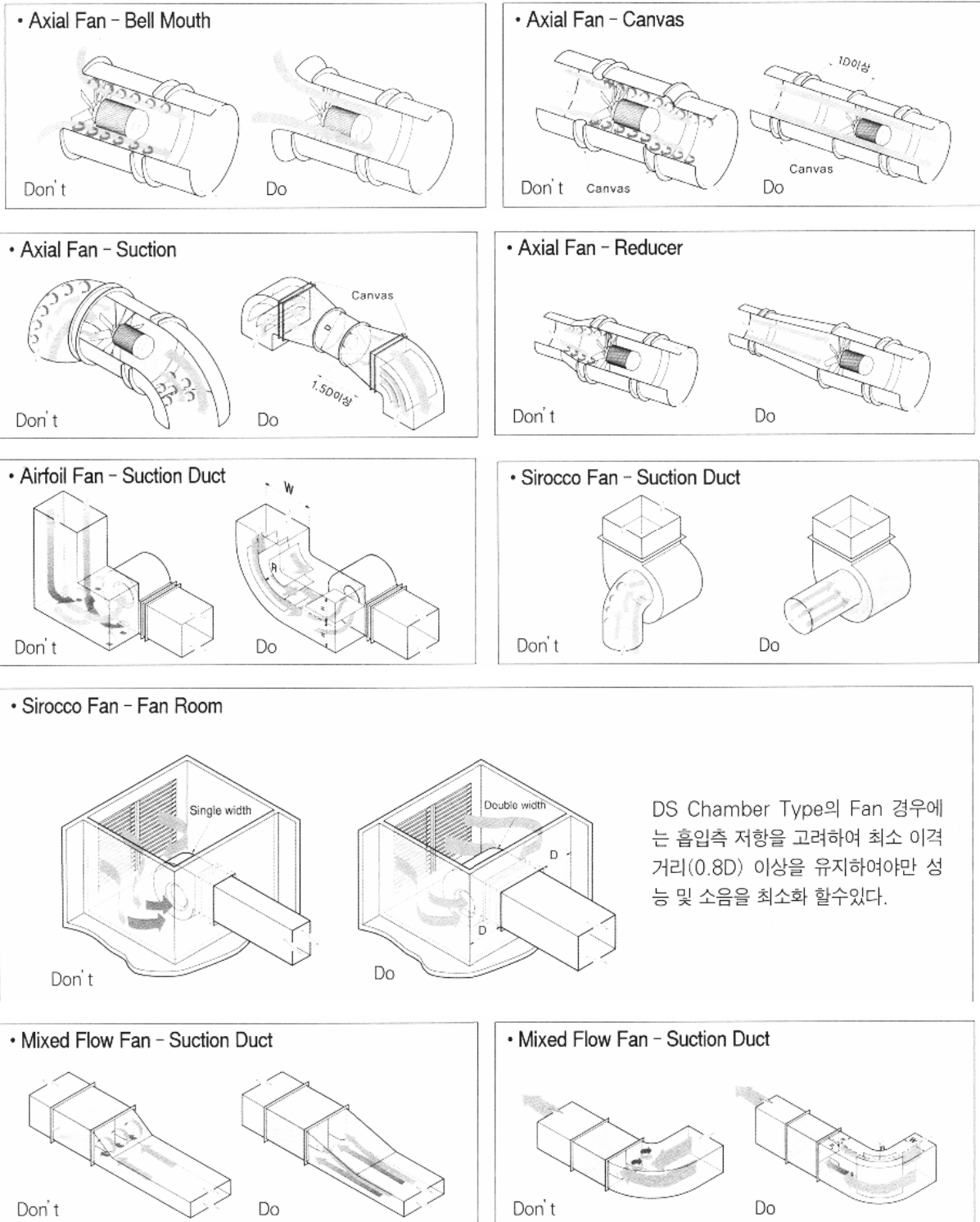


<팬 흡입측 엘보에 의한 불균일 유동 & 터닝베인설치시 감소>

- 3) 축류형 팬의 경우, 흡입 측에 설치된 엘보는 닥트시스템 영향뿐 아니라 팬 작동을 불안정하게 하여 팬에 치명적인 손상을 일으킨다.

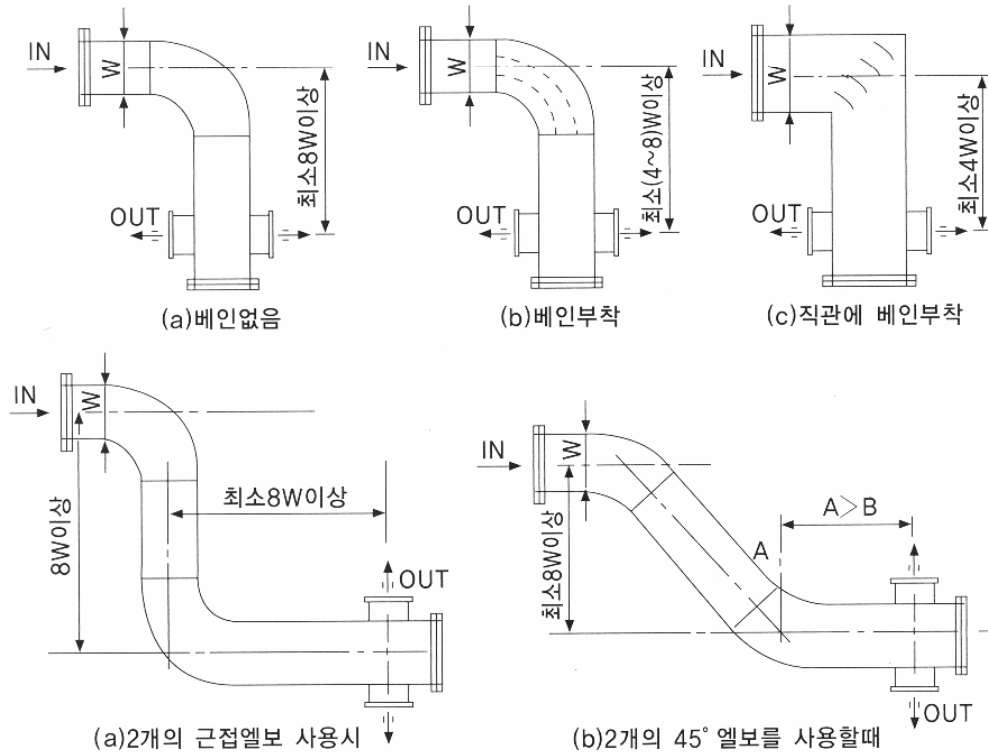
→ 팬 흡입구로부터 엘보는 최소한 닥트직경의 3배 이상 떨어진 곳에 설치

- 4) 송풍기에 대한 흡입측 닥트 연결 시 주의사항



5) 엘보 이후 취출구 설치 영향

→ 취출구로 부터 충분한 풍량이 토출될 수 있도록 덕트 내 기류가 안정화되는 위치에 설치



6. 결 론

- 1) 신뢰도 높은 제연시스템을 위해서는 여러 요소의 선정과 설치가 중요하다.
- 2) 특히 송풍기의 선정 시공 시 덕트의 연결 방법에 의해 팬 성능 많은 영향을 받게 된다.
- 3) 손실을 고려한 안전한 설계 및 시공 지침을 수립하여 송풍기 성능이 지속적으로 유지될 수 있도록 해야겠다.

3-2. 축전지 용량환산계수를 결정하는 영향인자에 대하여 설명하시오.

답)

출처' 에듀파이어 교재 소방전기 P190 / 모아소방기술사 1권 P577

1. 개요

- 1) 축전지 설비는 전기에너지를 화학에너지로 축적, 필요시 전기에너지로 설비 운용하는 설비를 말한다.
- 2) 항상 충전상태, 상용전원 정전시 즉시 상용전원에서 축전지설비로 자동 절환 된다.
- 3) 축전지는 독립된 전원으로 순수한 직류전원이고, 경제적이며 유지보수가 용이한 특징이고, 여러 소방설비에 적용되고 있다.
- 4) 축전지 용량산정의 중요성과 적용되는 여러 요소에 관해 알아보도록 한다.

2. 축전지 용량 산출 순서

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) 축전지 부하의 결정 | 2) 방전전류의 산출 |
| 3) 방전시간의 결정 | 4) 축전지 부하특성곡선 작성 |
| 5) 축전지 종류 및 셀수 결정 | 6) 허용최저전압의 결정 |
| 7) 용량환산시간(K값)의 결정 | 8) 축전지 용량 계산 |

3. 용량환산계수를 결정하는 영향인자

1) 2차전지(축전지)의 종류 선정

종류		방전형태	적용대상
연 축전지	CS형	완방전형	
	HS형	급방전형	단시간 대전류 부하(CVCF, 엔진시동, E/L비상조작)
알칼리 축전지	포켓식	AL형	완방전형
		AM형	표준형
		AMH형	장시간 소전류 부하(전철제어용, 열차조명, 선박)
		AH-P형	장시간+단시간 대전류 부하 혼합용
	소결식	초급방전형	비상조명, 발전기 차단기 조작용
		AH-S형	단시간 대전류 부하(인버터, 발전기 차단기 조작용)
		AHH형	초초급방전형
			단시간 대전류 부하

- (1) 연축전지 : 클래드식(CS형), 페이스트식(HS형, 급방전형) - 가격고려
- (2) 알칼리축전지 : 소결식, 포켓식(AM형 - 표준형, AMH형 - 급방전형)
- 성능이나 보수면 고려

2) 방전전류 및 방전시간 결정

- (1) 축전지가 부담하여야 할 부하용량에서 방전전류를 구함

$$\text{방전전류}[A] = \frac{\text{부하용량}[VA]}{\text{정격전압}[V]}$$

- (2) 방전시간의 계략적인 값을 결정하는데 예상되는 최대부하시간 사용(소방, 건축법 규정이상)

3) 축전지 셀수 결정

- (1) 축전지셀 수[cell] = 부하정격전압[V] ÷ 1셀의 공칭전압[V]

- (2) 일반적으로 부하정격전압은 110V, 1셀의 공칭전압은 2V를 표준으로 사용. 55cell

4) 허용최저전압의 결정

- (1) 각종 부하, 기기로부터 요구되는 최저전압 중에서 가장 높은 전압(허용최저전압) + 선로의 전압강하(축전지와 부하 사이)

- (2) 관련식

$$V = \frac{V_a + V_c}{N} = \frac{\text{부하허용최저전압} + \text{축전지와부하간의 전압강하}}{\text{직렬접속한 셀수[개]}} [V/\text{cell}]$$

여기서, V : 허용최저전압(V/cell)

5) 최저전지온도 결정

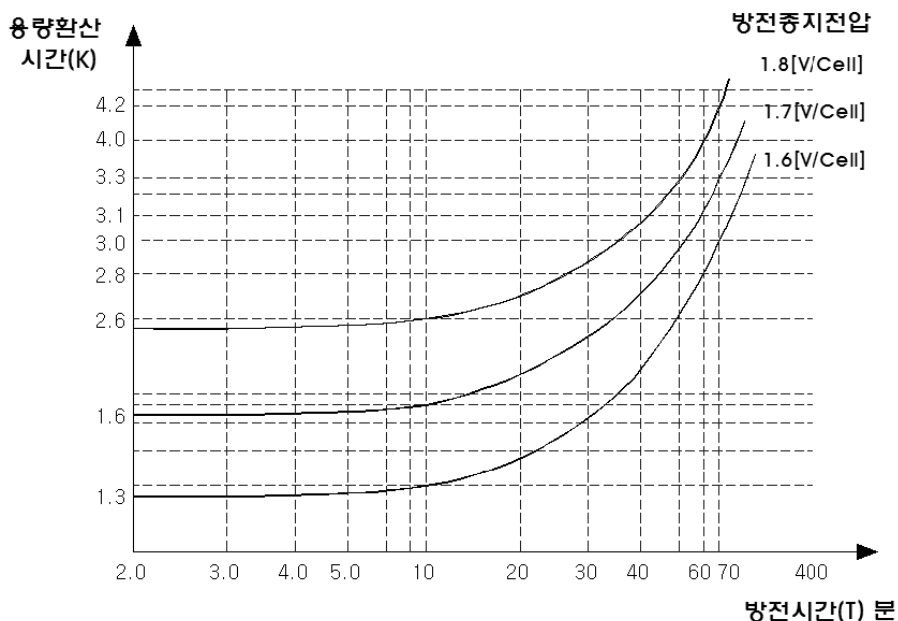
- (1) 설치장소의 온도추정(온도에 따른 화학반응 고려), 옥내(5°C), 옥외큐비클(5~10°C), 한랭지(-5°C)

- (2) 공조설비로 실내온도 상시 제어 : 25°C

6) 용량환산계수(K값)의 결정 방법

상기 결정된 요소(전지종류, 방전시간, 셀수, 허용최저전압, 전지온도 등)에 의해 용량환산계수를 다음의 방법으로 구함

- (1) 축전지 “표준특성곡선”으로 구하는 방법



(2) 축전지 “용량환산계수 표”로 구하는 방법

형식	최저허용 전압V/Cel I	5분	10분	20 분	30 분	60 분	비고
AH H	1.10	0.35	0.44	0.57	0.70	1.15	소결식 초초 급방전형
	1.06	0.28	0.35	0.50	0.65	1.08	
	1.00	0.22	0.30	0.45	0.60	1.04	
AH	1.10	0.56(0.60)	0.66(0.69)	0.87	1.04	1.56	()는 200Ah 를 넘는 축전 지에 적용 표준형
	1.06	0.45(0.47)	0.53(0.55)	0.70	0.85	1.40	
	1.00	0.37(0.39)	0.45(0.45)	0.60	0.77	1.30	
AM H	1.10	1.00	1.10	1.23	1.37	1.90	급방전형
	1.06	0.85	0.93	1.11	1.15	1.65	
	1.00	0.69	0.75	0.84	0.96	1.40	
AM	1.10	1.52(1.65)	1.70(1.77)	1.92	2.10	2.75	()는 200Ah 를 넘는 축전 지에 적용
	1.06	1.15(1.24)	1.28(1.35)	1.50	1.65	2.23	
	1.00	0.95(1.03)	1.05(1.12)	1.26	1.43	1.90	
CS	1.80	1.60(1.85)	1.75(1.59)	2.05(2.20)	2.40	3.10	()는 900~2000A h 클레드식 완 만한 방전형
	1.70	1.12(1.20)	1.25(1.35)	1.50(1.60)	1.85	2.60	
	1.60	0.92(0.98)	1.11(1.15)	1.44(1.67)	1.70	2.40	
HS	1.80	0.95	1.05	1.30	1.55	2.20	페 이 스톱 식 (급방전형)
	1.70	0.65	0.75	1.00	1.24	1.90	
	1.60	0.53	0.63	0.87	1.10	1.75	

<축전지 용량환산 시간표 예>

4. 축전지 용량의 계산

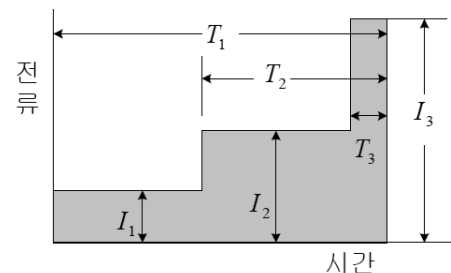
1) 방전전류가 아래 그림과 같이 증가하는 경우

(1) 관련식

$$C = \frac{1}{L} [K_1 I_1 + K_2 (I_2 - I_1) + \dots + K_n (I_n - I_{n-1})]$$

여기서, C : 필요축전지용량, L : 보수율(경년 변화율, 0.8),

K : 최저온도 및 허용전압에 따른 용량환산계수(방전시간), I : 방전전류(A)



5. 결 론

- 비상시 즉시 기동되는 축전지 설비는 적용되는 설비의 부하용량에 따라 상기와 같은 여러 인자를 고려하여 용량이 결정된다.
- 신뢰도가 무엇보다 중요한 설비인 만큼 부하의 특성을 고려하여 지속적이고 안정적인 축전지설비가 필요하다.

3-3. 국내 소방법령에 의한 성능위주설계에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

- 성능위주설계의 목적 및 대상
- 시나리오 적용기준에서 인명안전 및 피난가능시간 기준

답)

출처‘ 에듀파이어학원 교재 건축방화 P.42,48 / 모아소방기술사 2권 P327

1. 개요

- 1) 소방대상물의 초고층화, 대형화, 고밀도화, 내장의 고급화 등으로 시방기준 설계의 한계발생
- 2) 기존 설계 방식(법규)을 벗어나 설계 대상물에 대한 화재, 폭발현상을 방재종합적으로 분석, 화재 모델링 결과를 토대로 설계 대상물의 화재 상황을 예측하여, 공학적·합리적·경제적인 설계를 하는 것을 말한다.
- 3) 사양위주(CBD, Code Based Design) → 성능위주(PBD, Performance Based Design)

2. 성능위주설계**1) 성능위주설계의 목적**

- (1) 인명 안전
 - ① 비상사태에 전달수단 및 명확성 확보
 - ② 피난동선 확보 및 보호
 - ③ 안전구역 확대
- (2) 재산보호
 - ① 재산상의 피해와 문화적 자원의 피해 최소화
 - ② 건물, 내용물 등 보호 및 건물구조 유지
 - ③ 화재영향 최소화
- (3) 기업활동의 연속성 유지
 - ① 조직의 임무, 생산 혹은 작업능력 보호
- (4) 환경피해 최소화

화재 및 소화활동으로 인한 환경피해의 최소화
- (5) 소방대 진압작전 지원

화재위치 정보 제공 및 피난지역과 신뢰있는 통신수단 확보

목 표	목 적	설계목적	성능기준
인명안전	화재실외 장소에서 사망없을 것	화재실 FO 방지	<ul style="list-style-type: none"> • 바닥 복사열 < 10kW/m² • 가시거리 > 4m • CO(30min) < 1400ppm
재산보호	화재실외 장소에서 열손실 없을 것	화재전파 가능성 낮게	상층부 온도 500℃ 이하
업무 연속성	8시간 업무정지 없을 것	물품에 연기노출 없을 것	<ul style="list-style-type: none"> • HCl 5ppm 이하 • 미입자 0.5g/m³ 이상
환경피해 최소	소화수 지하유입, 오염 없을 것	적절한 소화수 제공	설계 방출량의 1.2배 저장

2) 성능위주설계의 대상

(1) 신축 “12310”

- ① 건물높이가 100[m] 이상인 특정소방대상물(APT 제외)(지하층을 포함하여 30층 이상인 건물 포함)
- ② 연면적 20만[m²] 이상인 특정소방대상물(APT 제외)
- ③ 연면적 3만[m²] 이상인 철도역사, 공항시설
- ④ 하나의 건축물에 영화상영관이 10개 이상인 특정소방대상물

(2) 설계변경 “1010층특상허”

- ① 연면적이 10% 이상 증가되는 경우
- ② 연면적을 기준으로 10% 이상 용도변경이 되는 경우
- ③ 층수가 증가되는 경우
- ④ 소방법 적용하기 곤란한 특수공간으로 변경되는 경우
- ⑤ 설계변경으로 성능위주설계 심의내용과 상이하거나 화재안전에 지장이 있다고 관할 소방본부장 또는 소방서장이 인정하는 경우
- ⑥ 건축법 따라 허가를 받았거나 신고한 사항을 변경하여 허가나 신고를 신청하는 경우3. 시나리오 적용기준

3. 성능위주 소방설계의 기준

1) 인명안전 기준

구 분	성능기준		비 고
호흡 한계선	바닥으로부터 1.8m 기준		
열에 의한 영향	60℃ 이하		
가시거리에 의한 영향	용도	허용가시거리 한계	고회도 유도등, 바닥유도등, 축광유도표지 설치시, 집회시설 판매시설 7m 적용 가능
	기타시설	5m	
	집회, 판매시설	10m	
독성에 의한 영향	성분	독성기준치	기타, 독성가스는 실험결과에 따른 기준치를 적용 가능
	CO	1,400ppm	
	O ₂	15%이상	
	CO ₂	5% 이하	

2) 피난가능시간 기준 - 피난개시 지연시간

용 도	건물인지 (내부, 경보, 탈출로)	인지상태	W1 (min)	W2 (min)	W3 (min)
사무실, 상업 및 산업건물, 학교, 대학교	○(익숙)	상시 갸	< 1	3	> 4
상점, 박물관, 레저스포츠 센터, 그 밖의 문화집회시설	X	상시 갸	< 2	3	> 6
기숙사, 중/고층 주택	○	수면	< 2	4	> 5
호텔, 하숙용도	X	수면	< 2	4	> 6
병원, 요양소, 그 밖의 공공 숙소		주변도움 필요	< 3	5	> 8

<비 고>

W1 : 방재센터(CCTV 설비 구비)에서 방송 또는 훈련된 직원을 통해 육성 지침을 제공

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

W3 : 화재경보신호를 이용한 경보설비와 비 훈련 직원을 활용할 경우

4. 결론

- 1) 소방대상물이 점차 고층화, 심층화 및 대규모화 될수록 화재가혹도는 기하급수적으로 증가한다.
- 2) 시방적 설계로는 증가하는 위험에 대안이 되기에 턱없이 부족하다.
- 3) 건축물의 용도 및 위험도별 성능위주설계를 강화하여 사전에 위험을 줄일 수 있도록 노력이 필요하다.

3-4. NFPA 13에서 정하는 스프링클러설비 연결송수구의 배관 연결방식을 도시하여 설명하고 국내 기준과 비교하시오.

답)

출처' NFPA13(2016), NFSC

1. 개요

- 1) 연결송수구는 스프링클러설비에 가장 적합한 보조 급수설비의 역할을 한다. 또한 소방펌프 자동차의 운전자는 연결송수구를 이용하여 송수구를 통과하는 유수가 있다면, 스프링클러헤드가 실제로 작동했는지를 파악할 수 있다.
- 2) 하지만, 송수구를 통과하는 유수가 없었다면, 작동한 스프링클러헤드가 없었을 가능성이 높다. 아니면 다른 원인 즉 밸브 단면 폐쇄 또는 배관내 장애물로 인한 유수가 차단된 경우 일 것이다.
- 3) 따라서, 스프링클러설비 자동급수설비는 전체 설비의 안전성을 향상 시킬 필요가 있다. 송수구의 신뢰성은 사용상의 상대적인 용이성에 달려있으므로 효율적으로 캡을 제거 및 호스 부착 용이성 등의 요소에 관한 평가를 하여 적용하여야 한다.

2. 스프링클러설비 연결송수구(fire department connection)

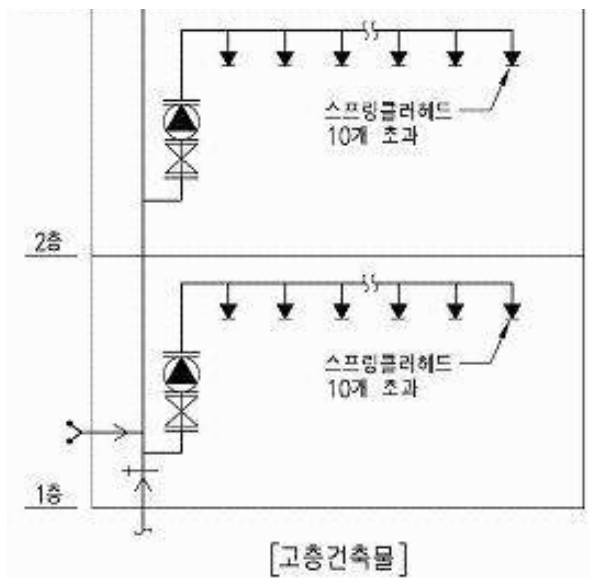
1) 연결송수구 (Fire Department Connection)

자동식 스탠드파이프설비의 경우, 기존의 급수설비를 보완하기 위하여 소방대가 스프링클러설비, 수직배관, 다른 소화급수 설비에 보충 소화용수를 양수하기 위한 접결구.

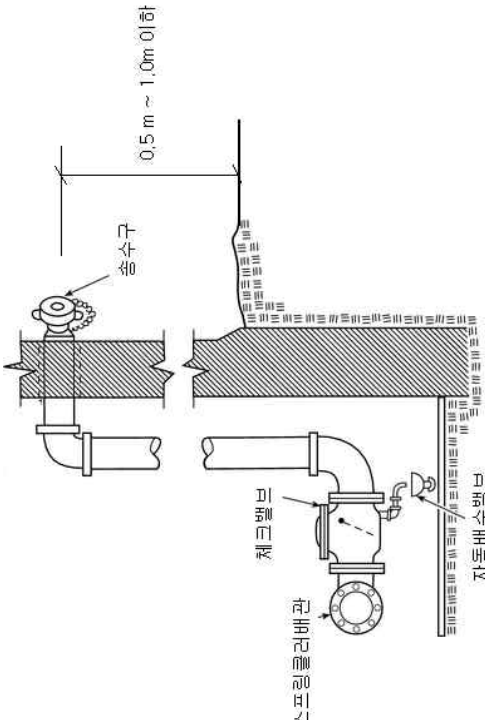
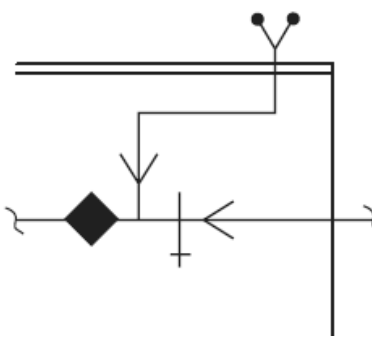
2) 연결송수구 설치

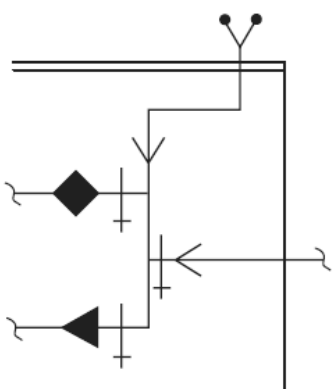
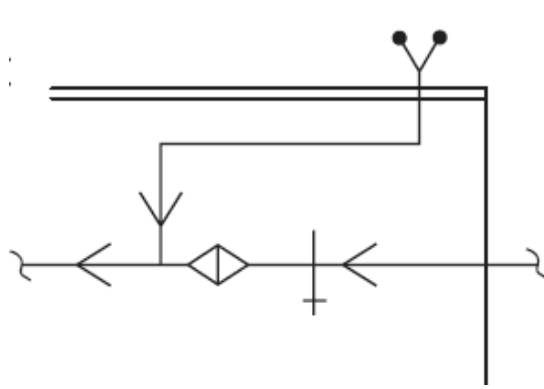
- (1) 스프링클러헤드에 공급되는 물은 유수검지장치를 지나도록 할 것. 다만, 송수구를 통하여 공급되는 물은 그러하지 아니하다.
- (2) 가압송수장치로부터 급수배관을 통하여 스프링클러헤드에 공급되는 소화용수는 반드시 유수검지장치 등을 통과하여야 한다. 그러나 건물외부의 송수구를 통하여 스프링클러헤드에 공급되는 소화용수는 유수검지장치 등의 배열에 따라서 통과할 수도 있고 그러하지 아니할 수도 있다.
- (3) 송수구에서 송수하는 경우 유수검지장치 자체의 불량으로 인하여 헤드쪽으로는 송수불능의 사태가 발생할 가능성이 있으므로 유수검지장치 2차측에 접속하는 것이 신뢰도가 높다.

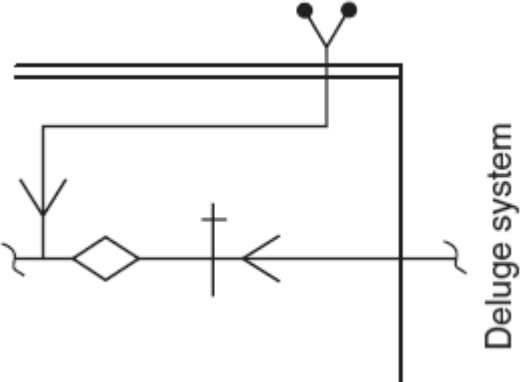
3) 송수구와 유수검지장치의 배열 예



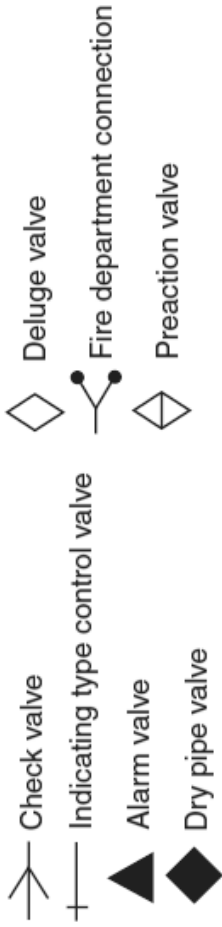
3. NFPA 13에서 정하는 스프링클러설비 연결송수구(fire department connection)의 배관 연결방식

NFPA 13(2016)		NFSC 103				
구분 항목	습식	<div></div> <div><p>1) 체크밸브를 각 연결구에 설치한다.</p><p>2) 송수구에는 차단밸브(개폐표시형밸브)가 없어야 한다.</p><p>3) 단일습식 스프링클러설비에 송수구가 설치되어 있는 경우, 알람밸브는 체크밸브로 간주되며 별도의 체크밸브는 필요하지 않다.</p><p>4) 배관 연결순서</p><p>(1) 펌프쪽: 개폐표시형밸브 → 습식밸브</p><p>(2) 송수구: 체크밸브 → 습식밸브 2차측</p></div>				
	건식	<div></div> <div><p>1) 체크밸브를 각 연결구에 설치한다.</p><p>2) 송수구에는 차단밸브(개폐표시형밸브)가 없어야 한다.</p><p>3) 각 급수설비마다 체크밸브 설치.(소방용수는 압력이 높은 급수설비로부터 공급된다.)</p><p>(1) 고가수조, 옥상수조 공급</p><p>(2) 소방수조 공급</p><p>(3) 연결송수구(소방차)공급</p><p>4) 배관 연결순서</p><p>(1) 펌프쪽: 체크밸브 → 개폐표시형밸브 → 건식밸브</p><p>(2) 송수구: 체크밸브 → 건식밸브 1차측</p></div>				
		<table><tr><th>개폐밸브 설치하지 아니하는 설비</th><th>개폐밸브 설치할 수 있는 설비</th></tr><tr><td><ul style="list-style-type: none">· 옥내소화전설비· 연소방지설비· 연결살수설비</td><td><ul style="list-style-type: none">· 스프링클러설비· 간이스프링클러설비· 화재조기진압용스프링클러설비· 물분무소화설비· 포소화설비· 연결송수관설비</td></tr></table> <p>3. 구경 65mm의 쌍구형으로 할 것</p>	개폐밸브 설치하지 아니하는 설비	개폐밸브 설치할 수 있는 설비	<ul style="list-style-type: none">· 옥내소화전설비· 연소방지설비· 연결살수설비	<ul style="list-style-type: none">· 스프링클러설비· 간이스프링클러설비· 화재조기진압용스프링클러설비· 물분무소화설비· 포소화설비· 연결송수관설비
개폐밸브 설치하지 아니하는 설비	개폐밸브 설치할 수 있는 설비					
<ul style="list-style-type: none">· 옥내소화전설비· 연소방지설비· 연결살수설비	<ul style="list-style-type: none">· 스프링클러설비· 간이스프링클러설비· 화재조기진압용스프링클러설비· 물분무소화설비· 포소화설비· 연결송수관설비					

	<div><p>Wet pipe and dry pipe system</p></div>	<div><div>1) 체크밸브를 각 연결구에 설치한다.</div><div>2) 송수구에는 차단밸브(개폐표시형밸브)가 없어야 한다.</div><div>3) 각 급수설비마다 체크밸브 설치.(소방용수는 압력이 높은 급수설비로부터 공급된다.)</div><div>(1) 고가수조, 옥상수조 공급</div><div>(2) 소방수조 공급</div><div>(3) 연결송수구(소방차)공급</div><div>4) 배관 연결순서</div><div>(1) 펌프쪽: 체크밸브 → 개폐표시형밸브 → 각 밸브 1차측 개폐표시형밸브 → 습식, 건식밸브</div><div>(2) 송수구: 체크밸브 → 습식, 건식밸브 1차측 전단</div></div>	<div><div>65mm 쌍구형 또는 단구형</div><div>65mm 쌍구형</div><div><div><div>· 스프링클러설비</div><div>· 화재조기진압용스프링클러설비</div><div>· 물분무소화설비</div><div>· 포소화설비</div><div>· 연결송수관설비</div><div>· 연결살수설비</div><div>· 연소방지설비</div></div><div><div>· 옥내소화전설비</div><div>· 간이스프링클러설비</div></div></div></div>
준비작동식	<div><p>Praction system</p></div>	<div><div>1) 체크밸브를 각 연결구에 설치한다.</div><div>2) 송수구에는 차단밸브(개폐표시형밸브)가 없어야 한다.</div><div>3) 각 급수설비마다 체크밸브 설치.(소방용수는 압력이 높은 급수설비로부터 공급된다.)</div><div>(1) 고가수조, 옥상수조 공급</div><div>(2) 소방수조 공급</div><div>(3) 연결송수구(소방차)공급</div><div>4) 배관 연결순서</div><div>(1) 펌프쪽: 체크밸브 → 개폐표시형밸브 → 준비작동식밸브 → 체크밸브</div><div>(2) 송수구: 체크밸브 → 준비작동식 밸브 2차측 체크밸브 이전</div></div> <div><div>4. 송수구에는 그 가까운 곳의 보기 쉬운 곳에 송수압력범위를 표시한 표지를 할 것</div><div>5. 폐쇄형스프링클러헤드를 사용하는 스프링클러설비의 송수구는 하나의 총의 바닥면적이 3,000㎡를 넘을 때마다 1개 이상(5개를 넘을 경우에는 5개로 한다)을 설치할 것</div><div>6. 지면으로부터 높이가 0.5m 이상 1m 이하의 위치에 설치할 것</div><div>7. 송수구의 가까운 부분에 자동배수밸브(또는 직경 5mm의 배수공) 및 체크밸브를 설치할 것. 이 경우 자동배수밸브는 배관안의 물이 잘 빠질 수 있는 위치에 설치하되, 배수로 인하여 다른 물건 또는 장소에 피해를 주지 아니하여야 한다.</div><div>8. 송수구에는 이물질을 막기 위한 마개를 씌워야 한다.</div></div>	

<p>일제 살수 식</p>	 <p style="text-align: center;">Deluge system</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 체크밸브를 각 연결구에 설치한다. 2) 송수구에는 차단밸브(개폐표시형밸브)가 없어야 한다. 3) 각 급수설비마다 체크밸브 설치.(소방용수는 압력이 높은 급수설비로부터 공급된다.) <ol style="list-style-type: none"> (1) 고가수조, 옥상수조 공급 (2) 소방수조 공급 (3) 연결송수구(소방차)공급 4) 배관 연결순서 <ol style="list-style-type: none"> (1) 펌프쪽: 체크밸브 → 개폐표시형밸브 → 일제살수식밸브 (2) 송수구: 체크밸브 → 일제살수식밸브 2차측 	
------------------------	--	--	--

<범례>



3-5. 국가화재안전기준(NFSC)을 적용하여야 하는 지하구의 기준 및 지하공간(공동구, 지하구 등)의 화재특성, 소방대책을 설명하시오.

답)

출처 '에듀파이어' 교재 화재 P.50 / 모아 소방기술사 2권 P230

1. 개요

- 1) 최근 지하공동구 화재로 인해 많은 피해가 발생되었으나, 현행법상 미흡한 소화설비로 인해 앞으로 소화는 불가능한 실정이다.
- 2) 이는 중요도(위험도)보다는 규모를 고려한 소방설비의 적용에서 발생한 문제로 볼 수 있다.
- 3) 지하구의 개념과 적용되는 설비 및 화재 특성과 대책에 관하여 알아보도록 하자.

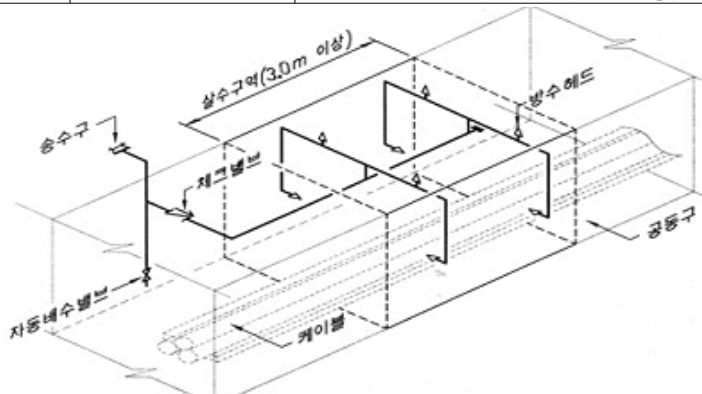
2. 지하구

1) 정의

- (1) 전력·통신용의 전선이나 가스·냉난방용의 배관 또는 이와 비슷한 것을 집합수용하기 위하여 설치한 지하 인공구조물로서 사람이 점검 또는 보수를 하기 위하여 출입이 가능한 것 중 폭 1.8m 이상이고 높이가 2m 이상이며 길이가 50m 이상(전력 또는 통신사업용인 것은 500m 이상)인 것
 - (2) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제9호에 따른 공동구
- * "공동구"란 전기·가스·수도 등의 공급설비, 통신시설, 하수도시설 등 지하매설물을 공동 수용함으로써 미관의 개선, 도로구조의 보전 및 교통의 원활한 소통을 위하여 지하에 설치하는 시설물

2) 지하구에 설치해야 할 소방시설

소 방 시 설		내용
구분	종류	
소화설비	자동소화장치	지하구의 제어반 또는 분전반의 상부[가스식, 분말식, 고체에어로졸식]
경보설비	자동화재탐지설비	지하구 하나의 경계구역 700m 이하
	통합감시시설	설치
피난설비	해당 없음	기준없음
소화용수설비	해당 없음	기준없음
소화활동설비	연소방지설비	방화벽을 포함하며, 전력 또는 통신사업용으로 사용되는 지하구((단, 폭 1.8m 높이 2m 길이 500m 이상)



3. 지하공간(공동구, 지하구 등)의 화재특성

1) 지하의 밀폐 공간특성

- (1) 지하구는 어둡고 비좁아 진압 시 어려움이 따르며 소방대원의 피해가 우려되고 지상의 지휘본부와 지하에 진입한 대원간의 통신이 어려워 화재상황을 파악하기가 곤란하다.
- (2) 화재가 진압되더라도 복구인원과 장비의 투입이 어렵기 때문에 복구 시간이 많이 소요
- (3) 지하공간의 화재는 바람의 영향을 받지 않아 출, 입구의 방향에 따라 환기류의 방향이 변하기 때문에 피난방향의 혼란을 초래한다.
- (4) 유해가스의 축적이 쉽다.

2) 연소확대의 위험성

지하구 내의 주요 가연물인 케이블은 외피가 폴리에틸렌이나 PVC이기 때문에 화재가 발생하면 농연, 열기류가 연속적으로 연소확대가 될 위험성이 있다.

3) 연소시 유독가스 및 연기

- (1) 불완전 연소의 우려가 크고, 케이블 외장재인 폴리에틸렌이나 PVC는 연소 시 독성가스(HCl, CO₂, CO 등) 및 연기가 생성되어 단시간동안 흡입하여도 인체에 치명적인 영향
- (2) 축적된 연기 등 다량의 연소생성물을 지상으로 배출하기가 어렵다. 공조설비 가동 시 화재확대가 우려된다.
- (3) 연기확산은 지상계단으로서의 유입으로 피난 및 소화활동에 장애요인이 된다.
- (4) 환기 지배형의 성상을 띄고, 가혹도가 매우 크다.

4. 지하공간(공동구, 지하구 등)의 방재대책

예방대책	피난대책	소방대책
<ul style="list-style-type: none"> 가연물 제한 및 내장재, 재질의 불연화. 지하구의 용적 증대 환경정비 및 유지관리 검지기 및 감지설비 설치. 거주자 안전교육 	<ul style="list-style-type: none"> 피난 설비 설치(비상조명 및 유도등 설비) 수평적 구획 및 순차적 피난이 가능하게 공조시스템의 블록화 	<ul style="list-style-type: none"> 위치파악용 전용 감지설비 설치 및 자동소화설비 설치 방화구획 철저(내화성능을 가진 재질로 구획) 제연 및 기타 설치 연동

1) 지하구 진출입 대책

- (1) 고정식 사다리 설치 - 경사도 완만, 미끄럼 방지
- (2) 진입구는 장비 휴대하고 진입 용이하게 배관 및 설비 위치 재조정

2) 지하구별 구획

- (1) 각각 지하구 말단 부분 기계실, 전기실 등 케이블, 배관 관통 부위 내화충전제로 밀폐
- (2) 방화구획 가능한 지하구는 갑종방화문 등으로 방화조치

3) 지하구 배연 대책

환기구 등 설치로 자연배연 조치 및 환기용 FAN을 구간별 증설

4) 지하구 케이블 대책

- (1) 난연화 설치, 트레이간 최소 45cm이상 이격(NEC 318)
- (2) 금속 덕트 내 케이블 포설시 전선 단면적 총합계가 덕트 내부 단면적의 20% 이하 되도록 설치(내선규정)

5) 지하구 소방시설

- (1) 경보설비
 - ① 화재가 발생한 위치의 파악이 가능한 고신뢰도 감지시스템 적용
 - ② 발신기는 지하구 입구 및 출구 양단에 설치
- (2) 소화설비

습식 스프링클러 설비 설치. 단, 설비가 불가피할 경우 연결살수설비, 연소방지설비 설치

6) 지하구 배수시설

배수 펌프 적용으로 수위 이상 시 자동기동 되도록 설치

5. 지하구 관련 문제점

1) 법.제도상 문제점

- (1) 관리주체의 부재

국토법상 지하공동구 : 시장.군수가 관리, 자치 단체는 시설물의 유지.보수 및 방호업무만, 한 전 등 설치기관이 점검.보수 등을 개별 시행하고 있어 통합관리가 불가능
- (2) 관리책임 처벌규정이 없고, 첨단소방시설이 필요함에도 방법상 소방관련시설 의무설치기준이 미흡하여 사고 발생 시 책임추궁 불능, 화재감지.화재 발생 시 초동진압에 어려움

2) 관리.운영상 문제점

- (1) 자치단체 내 지하구 관리 전담기구 미설치
- (2) 인력 부족 및 전문인력 미확보
- (3) 소방감지설비 미설치로 관계시설 간 인지체계 미 구축
- (4) 노후 지하구에 설계도면 분실 및 수용케이블의 과다 배치
- (5) 외부통로에 대한 출입 감시 장치가 없고, 시건장치만 설치되어 보안대책 부실

5. 결 론

- 1) 최근 발생된 화재로 인해 전국의 크고 작은 지하(공동)구의 점검이 있었고, 문제점 및 대책방안이 나오고 있다.
- 2) 차후 2차적 피해를 막기 위해서는 중요(위험)도를 고려한 선행적 소방시설 적용이 필요할 것으로 사료된다.

3-6. 위험물안전관리법령에서 정하는 제5류 위험물에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

- 성질, 품명, 지정수량, 위험등급 - 저장 및 취급방법
- 위험물 혼재기준 - 히드록실아민 1,000kg을 취급하는 제조소의 안전거리 산정

답)

출처' 에듀파이어 교재 위험물 P.9,13외 / 모아소방기술사 2권 P433

1. 개요

- 1) 위험물 안전관리법령상 제5류 위험물은 가연성물질과 산소를 포함한 불안정상태의 물질로 반응 시 폭발물과 같은 피해를 야기한다.
- 2) 화재 발생 시 마땅한 소화대책이 없어, 예방대책이 더욱 중요하다.
- 3) 5류 위험물의 기준 및 성상을 알아보고, 이에 적합한 저장 취급 및 소화대책을 확인해 보도록 한다.

2. 제5류 위험물**1) 성질, 품명, 지정수량, 위험등급**

성질	품 명	지정수량	위험등급
자기반응 성물질	1. 유기과산화물 - 과산화벤조일 등	10kg	I
	2. 질산에스테르류 - 니트로셀룰로오스, 니트로글리세린, 셀룰로이드 등	10kg	
	3. 니트로화합물 - 피크린산, TNT 등	200kg	II
	4. 니트로소화합물	200kg	
	5. 아조화합물	200kg	
	6. 디아조화합물	200kg	
	7. 히드라진 유도체	200kg	
	8. 히드록실아민	100kg	
	9. 히드록실아민염류	100kg	
	10. 그 밖에 행정안전부령으로 정하는 것 11. 제1호 내지 제10호의 1에 해당하는 어느 하나 이상을 함유한 것	10kg, 100kg 또는 200kg	I ~ II

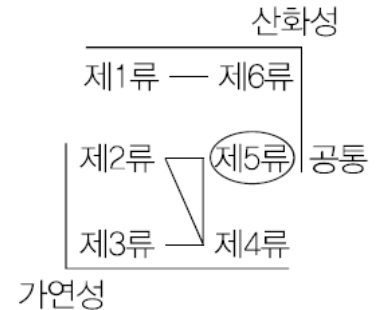
2) 저장 및 취급방법

저장 및 취급	<ul style="list-style-type: none"> · 직사광선 차단, 습도에 주의하고 통풍이 양호한 찬 곳에 보관한다. · 냉암소에 보관한다. · 불안정한 물질로서 공기 중 장시간 저장 시 분해하고 분해열의 축적으로 자연발화의 위험성이 있다. · 촉매물질, 화염, 불꽃, 불티, 고온체 등 점화원 엄금, 과열, 충격, 마찰, 타격 등을 피한다. · 분해를 촉진하는 물질 등을 피한다. · 운반용기 및 포장 외부에 화기엄금, 충격주의 등을 표시한다. · 강산화제, 강산류, 환원제 등 기타 물질이 혼입되지 않도록 한다. · 소분하여 저장한다. · 용기의 파손 및 균열에 주의하며 밀전, 밀봉하고 실온, 습기, 통풍에 주의할 것 · 정제(용제 등)가 함유되어 있는 것은 안정제의 증발을 막고, 증발되었을 때에는 즉시 보충한다.
소화 대책	<ul style="list-style-type: none"> · 자기연소성 물질이기 때문에 CO₂, 분말, 하론, 포 등에 의한 질식소화는 효과가 없다. · 연소가 시작되면 폭발적으로 연소가 진행되므로 초기에 진화한다. · 초기 화재 시에는 분말로 일시에 화염을 제거 소화할 수 있으나 재발화가 우려가 있다. · 다량 주수에 의한 물로 냉각소화하여 분해속도를 늦춘다. · 주변으로의 연소확대 방지.

3) 위험물 혼재기준

(1) 운반시 위험물의 혼재

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



비고 × : 혼재 불가, ○ : 혼재 가능
이 표는 지정수량 1/10이하의 위험물에 대하여서는 적용하지 아니함

(2) 저장 시 위험물 혼재

① 옥내저장소 또는 옥외저장소

㉠ 1m 이상의 간격을 두는 경우 혼재 저장 가능

- 제1류 위험물(알칼리금속의 과산화물 제외)과 제5류 위험물
- 제1류 위험물과 제6류 위험물
- 제1류 위험물과 제3류 위험물 중 자연발화성 물품(황린 포함)
- 제2류 위험물 중 인화성고체와 제4류 위험물
- 제3류 위험물 중 알킬알루미늄 등과 제4류 위험물(알킬알루미늄 또는 알킬리튬 함유)
- 제4류 위험물 중 유기과산화물과 제5류 위험물 중 유기과산화물

4) 안전거리 산정(히드록실아민)(NH_2OH)

(1) 관련식

$$D = 51.1 \sqrt[3]{N}$$

D : 안전거리(m)

N : 취급하는 히드록실아민 등의 지정수량의 배수
→ 히드록실아민 지정수량 100kg

(2) 1,000kg을 취급하는 제조소

$$\text{지정배수} = \frac{1,000}{100} = 10 \text{ 배}$$

$$D = 51.1 \sqrt[3]{10} = 110.091 \approx 110[m]$$

제 4교시 문제풀이

4-1. NFPA 12에서 제시한 이산화탄소소화설비의 소화약제 방출과 관련한 “자유유출(free efflux)”에 대하여 설명하고 이산화탄소 소화약제 방출후 “자유유출(free efflux)”조건에서의 방호구역의 단위체적당 약제량(kg/m³), 방출 후 농도(Vol%) 및 비체적(m³/kg)과의 관계식을 유도하시오.

답)

출처 “NFPA12 Annex D Total Flooding Systems- 2018 Version” / 모아소방기술사 1권 P456, 462

1. 개요

- 1) 구획된 실에 방출된 이산화탄소는 실내 공기와 점진적으로 혼합되고 이산화탄소와 혼합된 공기는 작은 개구부나 통풍구를 통해 자유배출 된다.
- 2) 이 때 배출된 이산화탄소는 손실처리 되며, 이는 저농도 보다 고농도에서 더 커지는 데 이러한 방식의 유출을 자유유출(Free Efflux Flooding)이라한다.

2. 자유유출식의 표현

- 1) 이산화탄소의 체적으로 표현[m³/m³]

$$e^x = \frac{100}{100 - \%CO_2}, \quad X = 2.303 \log_{10} \frac{100}{100 - \%CO_2}$$

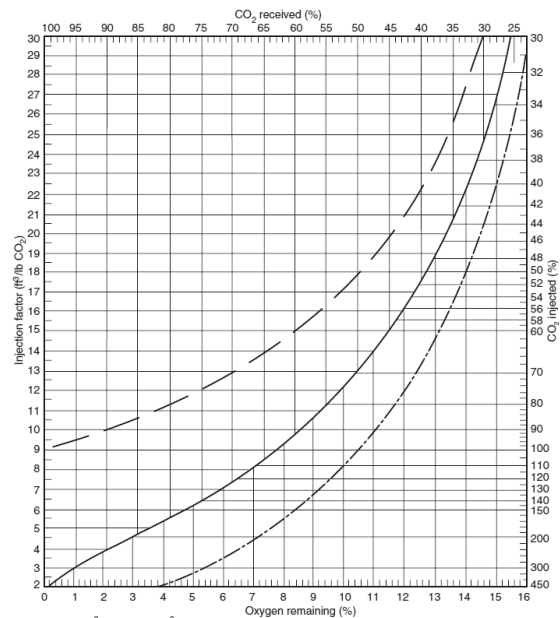
X = 방호구역체적당 이산화탄소의 체적[m³/m³]

$e = 2.718$ (자연대수의 밑)

$\%CO_2$ = 방출 후 CO₂의 농도[%]

- 2) 이산화탄소의 양으로 표현[m³/kg]

- (1) 이산화탄소의 방출량 대비 방호구역의 체적
- (2) 곡선에서 보듯이 30°C에서 0.56[m³/kg]의 부피로 팽창
- (3) 완전치환과 무유출은 이론적으로만 존재하며 실제에서는 자유유출이 사용
 - ① 상부곡선 : 완전치환(complete displacement)
 - ② 하부곡선 : 무유출(No Efflux)
 - ③ 중간곡선 : 자유유출(Free Efflux)



For SI units, 1 ft³/lb = 0.0624 m³/kg.

FIGURE D.1(a) Carbon Dioxide Requirements for Inert Atmospheres [based on a carbon dioxide expansion of 9 ft³/lb (0.56 m³/kg)].

3. 비체적 (Specific Volume)

- 1) 개념

- (1) 1기압에서 단위 질량당 기체의 체적을 비체적이라 한다.
- (2) 비체적은 아보가드로 법칙과 샤를의 법칙으로부터 구할 수 있으며 온도가 상승할수록 비체적은 커진다.

2) 비체적식

$$S = K_1 + K_2 t(^{\circ}\text{C}) \quad [\text{m}^3/\text{kg}]$$

3) 선형상수 (Specific Volume Constant)

(1) K_1 , K_2 를 선형상수라 한다.(2) K_1

① 아보가드로법칙

• 0°C 1기압(표준상태)에서는 1mol(g분자량)은 22.4ℓ이다.• 즉 1kg의 분자량은 22.4m^3 이다.② 표준상태인 0°C , 1atm에서 기체의 비체적 $K_1 = \frac{22.4\text{m}^3}{1\text{kg의 분자량}}$ ③ CO_2 의 $K_1 = \frac{22.4\text{m}^3}{44\text{kg}} = 0.509 \quad [\text{m}^3/\text{kg}]$ (3) K_2

① 샤를의 법칙

• 모든 기체의 부피는 온도에 따라 증가하며 1°C 증가할 때마다 0°C 부피의 $\frac{1}{273}$ 배씩 증가한다.② 수식으로 표현하면 $K_2 = \frac{K_1}{273}$ 으로, 이는 0°C 에서 1°C 상승하는 데 필요한 비체적의 증가분을 의미③ CO_2 의 $K_2 = \frac{0.509}{273} = 0.00186$ ④ 온도 -273°C 이하는 존재하지 않는 값4. 방호구역의 단위체적당 약제량 (kg/m^3) 유도1) 자유유출식 $e^x = \frac{100}{100 - \% \text{CO}_2}$

2) 양변에 자연로그를 취하면

$$\ln e^x = \ln \frac{100}{100 - \% \text{CO}_2}, \quad x = \ln \frac{100}{100 - \% \text{CO}_2} \quad [\text{m}^3/\text{m}^3]$$

3) 상용로그로 변환하면

$$x = 2.303 \log_{10} \frac{100}{100 - \% \text{CO}_2} \quad [\text{m}^3/\text{m}^3]$$

4) 위의 식에서 단위체적당 방사된 이산화탄소의 체적을 중량으로 환산하려면 비체적의 역수인 $\frac{1}{S}$ [kg/m^3]를 곱해줌

$$W = 2.303 \log_{10} \frac{100}{100 - \% \text{CO}_2} \times \frac{1}{S} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

 X = 방호구역체적당 이산화탄소의 체적 [m^3/m^3] $e=2.718$ (자연대수의 밑) $\% \text{CO}_2$ = 방출 후 CO_2 의 농도 [%]

5. 방호구역의 단위체적당 약제량(kg/m³), 방출후 농도(Vol%) 및 비체적(m³/kg)과의 관계

- 1) 방사후 CO_2 의 농도가 클수록 단위체적당 약제량(kg/m³)은 커짐
- 2) 비체적(S)가 클수록 단위체적당 약제량(kg/m³)은 작아짐
- 3) 비체적(S)는 온도가 높아질수록 커짐
 - 즉 온도가 높아질수록 단위체적당 약제량(kg/m³)은 작아짐
 - NFPA 12에서는 CO_2 의 가스농도와 약제량 계산 시 표면화재는 30°C 적용
 - NFPA 12에서는 CO_2 의 가스농도와 약제량 계산 시 심부화재는 10°C의 비체적 적용

※ 표면화재시의 농도

- 1) NFPA 12에서는 CO_2 의 가스농도와 약제량 계산 시 표면화재는 30°C 적용
- 2) 비체적 $S = K_1 + K_2t = 0.509 + 0.00186 \times 30 = 0.56 [m^3/kg]$
- 3) CO_2 농도

예시) NFSC 106 제5조 체적 $1,450m^3$ 에서 약제량이 $0.75kg/m^3$ 인 경우

$$2.303 \times \log \frac{100}{100 - C} \times \frac{1}{0.56} = 0.75$$

$$\log \frac{100}{100 - C} = \frac{0.56}{2.303} \times 0.75 \approx 0.1824$$

$$10^{0.1824} = \frac{100}{100 - C} \Rightarrow 100 - C = \frac{100}{10^{0.1824}}$$

$$C = 100 - \frac{100}{10^{0.1824}} = 100 - \frac{100}{1.522} \approx 34.3\%$$

- 4) NFSC 106 제5조에서 방호구역의 체적이 작을수록 설계농도는 커지고 있으며 이는 체적이 작은 구역일수록 큰 체적에 비해 상대적으로 표면적 비율이 큰 관계로 누설이 많이 발생하므로 설계농도는 커짐

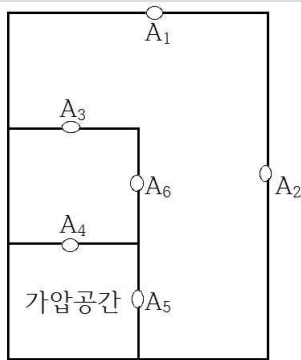
※ 심부화재시의 농도

- 1) NFPA 12에서는 CO_2 의 가스농도와 약제량 계산 시 심부화재는 10°C의 비체적 적용
 - 심부화재는 표면화재 보다 더 많은 약제가 필요하므로 30°C가 아닌 10°C 적용
- 2) 비체적 $S = K_1 + K_2t = 0.509 + 0.00186 \times 10 = 0.52 [m^3/kg]$
- 3) CO_2 약제량

예시) NFSC 106 제5조 전기설비, 케이블실의 설계농도 50%인 경우

$$2.303 \times \log \frac{100}{100 - C} \times \frac{1}{0.52} = w \text{ kg/m}^3$$

$$2.303 \times \log \frac{100}{100 - 50} \times \frac{1}{0.52} = 1.33 \text{ kg/m}^3$$

4-2. 다음 그림의 조건에서 유효누설면적(A_T)을 구하시오.

<조건>

 $A_1 = A_3 = A_4 = A_6 = 0.02\text{m}^2$ 이고, $A_2 = A_5 = 0.03\text{m}^2$ 이다.

답)

출처 “NFPA92 및 각종자료”/모아소방기술사 1권 P368

1. 개요

- 1) 구획된 공간에서 차압발생 시 유체 흐름경로의 Network를 간략화 하여 해석하며 연기제어설계에 있어 CONTAM 프로그램을 이용하면 Network를 간략화 하는데 많은 도움을 준다.
- 2) 공기유동의 여러 경로는 상호간 병렬, 직렬 또는 상호조합으로 이루어지며, 여러 경로는 동일한 차압을 가할 시 하나의 개구부로 표현할 수 있으며 이러한 개념은 전기저항회로와 유사하다.

2. 유효면적 (Effective Flow Areas)

1) 병렬흐름경로에서 유효면적

$$A_e = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$$

$$A_e = \sum_{i=1}^n A_i$$

 A_e = 유효면적 [m^2] A_i = 경로 i 의 흐름면적 [m^2]

2) 직렬흐름경로에서 유효면적

$$A_e = \left(\frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \dots + \frac{1}{A_n^2} \right)^{-1/2}$$

$$A_e = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{A_i^2} \right)^{-1/2}$$

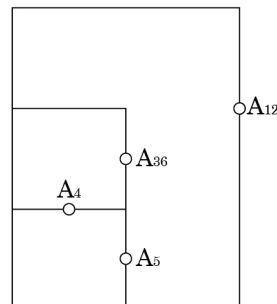
 A_e = 유효면적 [m^2] A_i = 경로 i 의 흐름면적 [m^2]

3. 문제풀이

1) 병렬흐름경로 ($A_1//A_2$, $A_3//A_6$)

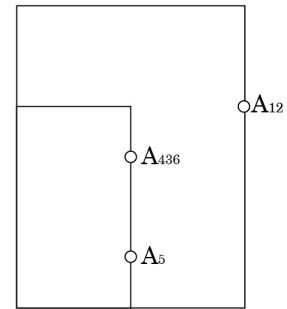
$$(1) A_{12} = A_1 + A_2 = 0.02 + 0.03 = 0.05$$

$$(2) A_{36} = A_3 + A_6 = 0.02 + 0.02 = 0.04$$

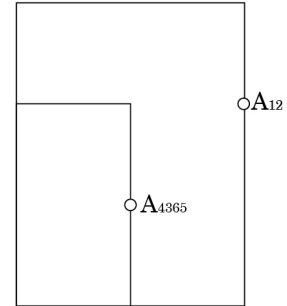


2) 직렬흐름경로 ($A_4=A_{36}$)

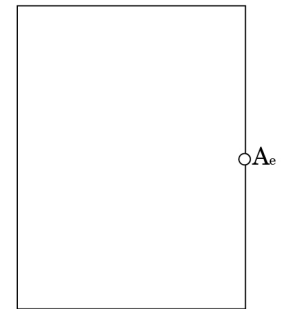
$$A_{436} = \left(\frac{1}{A_4^2} + \frac{1}{A_{36}^2} \right)^{-1/2} = \left(\frac{1}{0.02^2} + \frac{1}{0.04^2} \right)^{-1/2} = 0.0179$$

3) 병렬흐름경로 ($A_{436} // A_5$)

$$A_{4365} = A_{436} + A_5 = 0.0179 + 0.03 = 0.0479$$

4) 직렬흐름경로 ($A_{4365}=A_{12}$)

$$A_e = \left(\frac{1}{A_{4365}^2} + \frac{1}{A_{12}^2} \right)^{-1/2} = \left(\frac{1}{0.0479^2} + \frac{1}{0.05^2} \right)^{-1/2} \approx 0.0345$$



4. 결 론

- 1) 누설면적 : $0.0345[m^2]$
- 2) 부속실 제연설비의 급기량은 차압유지를 위해 필요한 누설량과 방연풍속을 유지하기 위한 보충량을 합산하여 산정한다.

4-3. 스프링클러헤드의 균일한 살수밀도를 저해하는 3가지(Cold soldering, Skipping, Pipe shadow effect)의 원인 및 대책에 대하여 설명하시오.

답)

출처 '모아소방기술사 1권 P222 외 각종자료

1. 개요

- 1) 스프링클러설비는 바닥면에 균일한 살수밀도를 유지하여 표면냉각을 통해 소화하며, 균일한 살수밀도를 유지하지 못 할 경우 소화의 지연 및 실패 등의 우려가 있다.
- 2) 균일한 살수밀도를 저해하 원인으로는 Skipping, Cold Soldering, 배관간섭현상(Pipe Shadow Effect), 로지먼트(Logement)현상 등이 있으므로 이에 대한 대책이 필요하다.

2. Skipping 현상

1) 정의

화재 발생 시 초기에 개방된 스프링클러헤드로 부터 방사된 물로 인하여 주변헤드를 적시거나 또는 방사된 물방울들이 화재시 발생하는 열기류에 의하여 동반 상승되어 인근에 근접한 헤드에 부착하여 감열부를 냉각시켜 주변 헤드의 개방을 지연 시키거나 미개방되게 하는 현상

2) 발생원인

- (1) 스프링클러헤드가 상호간 너무 인접해 있을 경우
- (2) 랙크식 창고와 같이 천장고가 높아 헤드를 수직으로 여러개 설치한 경우
- (3) 한 개실에 작동온도나 열감도가 다른 헤드 혼용
예) 주방 104°C, 거실 76°C, 화재인접한곳 : 표준형헤드, 먼곳 : 조기반응형 헤드
- (4) 헤드에서 방사된 물방울이 너무 작은 경우

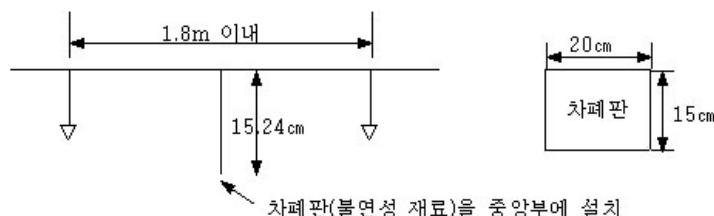
3) 문제점

- (1) 조기진압이 어려움 (침투밀도(ADD)<분포밀도(RDD))
- (2) 연소가 확대되어 진압실패

4) 대책

- (1) 감열된 헤드에 의해 옆이나 밑에 있는 헤드가 물에 적시어져서 감열을 방해하는 경우

- ① 헤드간의 수평거리를 1.8m이상이 되도록 설치한다
 - NFPA에서는 헤드간 최소이격거리를 1.8m로 규정
 - 1.8m이하 시 헤드간 차폐판(Baffle Plate)을 설치



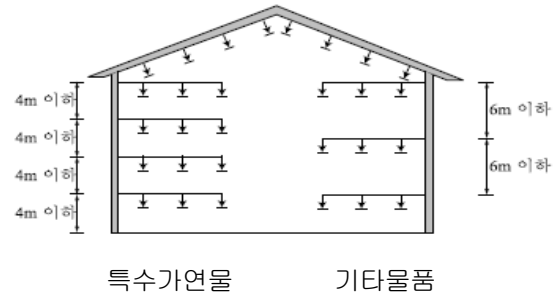
- ② 수직으로 여러개 헤드를 설치시 In Rack 헤드 설치

- 상부헤드로부터 방수되는 물로 인한 영향을 받지 않도록 헤드 윗부분에 보호판이 부착된 In-Rack헤드를 설치

- (2) 방사된 물방울이 플럼의 부력에 의해 상승하여 주위 헤드의 감열하는 경우 플럼 부력의 영향을 받지 않도록 물방울 입자를 크게하여 방사

① ESFR(Early Suppression Fast Response Head)헤드 설치

- ESFR헤드는 화재초기에 작동될 수 있도록 RTI가 28로 크며 초기에 강력한 화재를 침투할 수 있도록 입자가 큰 물방울을 방사하는 특성이 있음
- 오리피스 K Factor 200, 240, 320, 360



② Large Drop헤드 설치

- 헤드에서 방수되는 물방울의 크기를 크게 해서 화염을 침투하여 소화
- 오리피스 직경 16.3mm, K Factor = 160~167)

(3) 동일 표시온도와 열감도의 헤드 설치

3. Cold Soldering

1) 정의

- (1) 감열체가 직접 냉각되어 미경계지역이 발생하는 현상으로 주변이 냉각되어 발생하는 Skipping과는 차이가 있다.
- (2) Solder란 스프링클러 헤드의 열감지 부품으로 저융점을 이용하여 용점에 도달되면 용융되어 스프링클러 헤드가 동작하게 됨
- (3) Solder Type Head란 스프링클러 헤드의 열을 감지하는 부분이 퓨즈 형태로 되어있어서 일정한 용융점에 온도가 도달되면 감열부분이 녹아서 막고 있던 헤드를 개방시켜 자동적으로 물이 방출되도록 되어 있는 구조의 스프링클러 헤드로 폐쇄형 스프링클러 헤드의 일종을 말한다.

2) 발생원인

- (1) 랙크식 창고에 표준형 헤드를 수직으로 설치할 경우 상단부의 헤드가 하단부의 헤드를 직접 젖히므로 하부 헤드의 개방이 지연됨
- (2) 경사지붕에서 중앙의 헤드가 보다 낮게 설치된 측면부측의 헤드를 직접 젖히므로 측면부측의 헤드의 개방이 지연됨
- (3) 기계실이나 주차장의 경우 천장측에 설치된 헤드가 덕트등 장애물로 인해 하부에 설치된 헤드를 직접 젖히는 경우 하부 헤드의 개방이 지연됨

3) 문제점

- (1) 조기진압이 어려움 (침투밀도(ADD)<분포밀도(RDD))
- (2) 연소가 확대되어 진압실패

4) 대책

- (1) In Rack 헤드 설치
- (2) 차폐판(Baffle Plate) 설치

4. 배관간섭현상 (Pipe Shadow Effect)

1) 정의

상향식 헤드에서 방사된 물방울이 하부의 배관에 가려져 살수패턴에 장애를 받는 현상

2) 발생원인

- (1) 스프링클러가 상향식으로 설치되어 있고 가지배관과 헤드간의 간격이 작은 경우

- (2) 스프링클러 배관의 꺾임으로 인하여 살수에 장애가 생기는 경우
- (3) 가지배관의 직경이 큰 경우

3) 문제점

- (1) 살수패턴에 장애를 일으킴
- (2) 소화 지연발생

4) 대책

- (1) 헤드를 하향식으로 설치
- (2) 동결의 우려가 있는 지하주차장등은 설계시 배관간섭을 고려
- (3) 헤드를 상향으로 설치시 가지배관과 헤드간에 간격을 30cm이상으로 띄워 설치
- (4) 가지배관은 되도록 구경을 65mm이하로 작게 하여 간섭을 작게함

4-4. 위험물제조소등의 소화설비 설치기준에 대하여 다음의 내용을 설명하시오.

- | | |
|---------------|---------------|
| 1) 전기설비의 소화설비 | 2) 소요단위와 능력단위 |
| 3) 소요단위 계산방법 | 4) 소화설비의 능력단위 |

답)

출처 “위험물안전관리법 시행규칙”

1. 개요

- 1) 위험물안전관리법 시행규칙 별표17에서 소화설비, 경보설비 및 피난설비의 기준을 규정하고 있다.
- 2) 소화설비는 제조소등의 규모, 저장 또는 취급하는 위험물의 품명 및 최대수량 등에 따라 소화난 이도 등급 I, II, III으로 구분하고 있으며 각각에 대해 설치해야 하는 소화설비를 규정하고 있다.
- 3) 위험물안전관리법 시행규칙 별표17의 5항에서 소화설비의 설치기준을 제시하고 있다.

2. 전기설비의 소화설비

- 1) 제조소 등에 전기설비(전기배선, 조명기구 등은 제외)가 설치된 경우에는 당해 장소의 면적 100 m² 마다 소형수동식소화기를 1개 이상 설치할 것

3. 소요단위 및 능력단위**1) 소요단위**

소화설비의 설치대상이 되는 건축물 그 밖의 공작물의 규모 또는 위험물의 양의 기준단위

2) 능력단위

1)의 소요단위에 대응하는 소화설비의 소화능력의 기준단위

4. 소요단위 계산방법

건축물 그 밖의 공작물 또는 위험물의 소요단위의 계산방법은 다음의 기준에 의할 것

- 1) 제조소 또는 취급소의 건축물은 외벽이 내화구조인 것은 연면적(제조소 등의 용도로 사용되는 부분 외의 부분이 있는 건축물에 설치된 제조소 등에 있어서는 당해 건축물 중 제조소 등에 사용되는 부분의 바닥면적의 합계를 말함) 100 m²를 1소요단위로 하며, 외벽이 내화구조가 아닌 것은 연면적 50 m²를 1소요단위로 할 것
- 2) 저장소의 건축물은 외벽이 내화구조인 것은 연면적 150 m²를 1소요단위로 하고, 외벽이 내화구조가 아닌 것은 연면적 75 m²를 1소요단위로 할 것
- 3) 제조소 등의 옥외에 설치된 공작물은 외벽이 내화구조인 것으로 간주하고 공작물의 최대수평투영면적을 연면적으로 간주하여 1) 및 2)의 규정에 의하여 소요단위를 산정할 것
- 4) 위험물은 지정수량의 10배를 1소요단위로 할 것

5. 소화설비의 능력단위

- 1) 수동식 소화기의 능력단위는 수동식 소화기의 형식승인 및 검정기술기준에 의하여 형식승인 받은 수치로 할 것
- 2) 기타 소화설비의 능력단위는 다음의 표에 의할 것

소화설비	용량	능력단위
소화전용 물통	8ℓ	0.3
수조(소화전용물통 3개 포함)	80ℓ	1.5
수조(소화전용물통 6개 포함)	190ℓ	2.5
마른 모래(삽 1개 포함)	50ℓ	0.5
팽창질석 또는 팽창진주암(삽 1개 포함)	160ℓ	1.0

4-5. 건축물의 내부마감재료 난연성능기준에 대하여 설명하시오.

답)

출처 “건축물 마감재료의 난연성능 및 화재확산방지구조기준”/모아 소방기술사 2권 P291

1. 개요

- 1) 대통령령으로 정하는 용도 및 규모 건축물의 내부 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하며 내부마감재료란 건축물 내부의 천장, 반자벽, 기둥 등에 부착되는 마감재료를 말한다. (“다중이용업소 안전관리에 관한 특별법 시행령”의 실내장식물은 제외)
- 2) 대통령령으로 정하는 건축물의 외벽에 사용하는 마감재료는 방화에 지장이 없는 재료로 하여야 한다.
- 3) “불연재료”란 불에 타지 아니하는 성질을 가진 재료이며 “준불연재료”란 불연재료에 준하는 성질을 가진 재료, “난연재료”란 불에 잘 타지 아니하는 성능의 재료를 말한다.

2. 건축물 마감재료 난연성능기준 (건축물 마감재료의 난연성능 및 화재확산방지구조기준)

등 급	규 격	성능기준	시험횟수
불 연 재 료 (난연 1급)	불연성 시험 (KS F ISO 1182)	<ul style="list-style-type: none"> 가열시험 개시 후 20분간 가열로 내의 최고 온도가 최종 평형온도를 20K이상 초과 상승하지 않을 것 질량감소율 30% 이하 	<ul style="list-style-type: none"> 시험체는 실제의 것과 동일하게 구성한 재료 총3회 실시
	가스유해성 시험 (KS F 2271)	<ul style="list-style-type: none"> 실험용 쥐의 평균행동정지시간 9분이상 	<ul style="list-style-type: none"> 내(외)부 마감재료:실내(외)에 접하는 면에 2회
준불연 재 료 (난연 2급)	콘칼로리 미 터 법 (KS F ISO 5660-1)	<ul style="list-style-type: none"> 가열 개시 후 10분간 총방출열량 8MJ/m²이하 10분간 최대 열방출율이 10초 이상 연속으로 200kW/m²를 초과하지 않을 것 10분간 가열 후 시험체를 관통하는 유해한 균열, 구멍 및 용융이 없을 것 	<ul style="list-style-type: none"> 내(외)부마감재료 : 실내(외)에 접하는 면에 3회 가열강도는 50kW/m²
	가스유해성 시험 (KS F 2271)	<ul style="list-style-type: none"> 실험용 쥐의 평균행동정지시간 9분이상 	<ul style="list-style-type: none"> 내(외)부마감재료:실내(외)에 접하는 면에 2회
난 연 재 료 (난연 3급)	콘칼로리 미 터 법 (KS F ISO5660-1)	<ul style="list-style-type: none"> 가열 개시 후 5분간 총방출열량 8MJ/m²이하 5분간 최대 열방출율이 10초 이상 연속으로 200kW/m²를 초과하지 않을 것 5분간 가열 후 시험체를 관통하는 유해한 균열, 구멍 및 용융이 없을 것 	<ul style="list-style-type: none"> 내(외)부마감재료 : 실내(외)에 접하는 면에 3회 가열강도는 50kW/m²
	가스유해성 시험 (KS F 2271)	<ul style="list-style-type: none"> 실험용 쥐의 평균행동 정지시간 9분이상 	<ul style="list-style-type: none"> 내(외)부마감재료 : 실내(외)에 접하는 면에 2회

3. 내부마감재료 적용 대상 건축물 (건축법 시행령 제61조)

용도	적용대상	마감재료	
		거실	복도·계단·통로
문화 및 집회시설, 종교시설, 판매시설, 운수시설, 의료시설, 위락시설	바닥면적합계 200m ² 이상 (주요구조부가 내화구조 또는 불연재료시 400 m ²)	불연재료 준불연재료 난연재료 (지하층 또는 지하공작물에 설치 시 불연재료, 준불연재료)	불연재료 준불연재료
단독주택 중 다중주택·다가구주택, 공동주택, 제2종 근린생활시설 중 학원, 독서실, 고시원, 숙박시설, 의료시설, 노유자시설 중 아동관련시설·노인복지시설, 유스호스텔, 오피스텔, 장례식장	3층 이상인 층의 용도로 쓰는 거실의 바닥면적합계 200m ² 이상(주요구조부가 내화구조 또는 불연재료시 400m ²)		
위험물저장 및 처리시설	면적에 관계없이 적용		
공장	공장 용도로 쓰는 건축물(단 1층 이하, 연면적 1천m ² 미만으로 영 62조 4호의 요건을 갖춘 경우 제외)		
5층 이상 건축물	5층 이상 층 거실 바닥면적합계 500m ² 이상		
제2종 근린생활시설 중 공연장·당구장, 음식점, 초등학교, 여관·여인숙, 주점영업, 다중이용시설		불연재료 준불연재료	
창 고	600m ² 이상인 건축물(자동식 소화설비 설치시 1,200m ²)	불연재료 준불연재료 난연재료	

4-6. 연료전지의 종류와 특성 및 장·단점에 대하여 설명하시오.

답)

출처 “에너지관리공단”/모아 소방기술사 1권 P662

1. 개요

- 1) 연료전지(Fuel Cell)란 연료와 산화제를 전기화학적으로 반응시켜 전기에너지를 발생시키는 장치이며 화학 반응은 촉매층내에서 촉매에 의하여 이루어지며 일반적으로 연료가 계속적으로 공급되는 한 지속적으로 발전이 가능하다.
- 2) 기존 발전방식 대비 에너지변화가 적어 발전효율이 높고 공해물질 배출이 거의 없는 청정 발전원으로 전기가 필요한 곳에 손쉽게 설치 가능한 분산 발전시스템이다.
- 3) 분산발전이란 전기가 필요한 곳에서 직접 생산하므로 송전손실이 없고 송전설비건설에 필요한 경제적, 사회적 비용을 줄이고 양질의 전력을 공급할 수 있는 장점이 있다.

2. 연료전지의 종류

전해질의 종류에 따라 아래와 같이 분류할 수 있으며 각 종류별로 발전효율과 작동온도가 달라 사용처도 달라진다.

- 1) 용융탄산염 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell)
- 2) 고분자전해질 연료전지(PEMFC, Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)
- 3) 고체산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)
- 4) 직접메탄올 연료전지(DMFC, Direct Methanol Fuel Cell)
- 5) 인산형 연료전지(PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell)
- 6) 직접탄소 연료전지(DCFC, Direct Carbon Fuel Cells)

※ 전해질 : PAFC 액체, MCFC 반고체, SOFC 고체

3. 연료전지의 구성요소

1) 연료개질기 (Fuel Reformer)

화학적으로 수소를 함유하는 일반 연료(LPG, LNG, 메탄, 석탄가스 메탄올 등)로부터 연료 전지가 요구하는 수소를 많이 포함하는 가스로 변환하는 장치

2) 연료전지스택 (Stack)

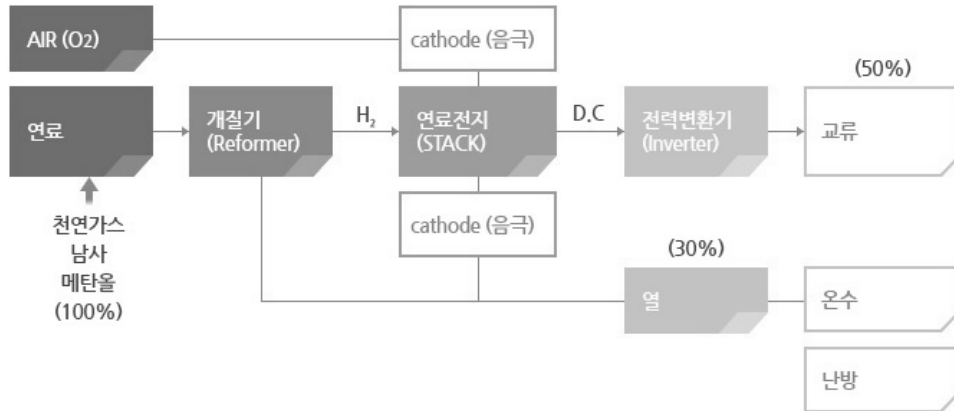
연료 개질 장치에서 들어오는 수소와 공기 중의 산소로 직류 전기와 물 및 부산물인 열을 발생시키는 역할을 함

3) 전력변환장치 (Inverter)

연료 전지에서 나오는 직류전원을 교류전원으로 변환시킨다.

4) 주변기기 (BOP, Balance Of Plant)

- (1) 연료전지 발전설비의 효율을 높이기 위하여 연료전지 반응에서 생기는 반응열과 연료 개질 과정에서 나오는 폐열 등을 이용하는 장치가 부수적으로 필요하다.
- (2) 연료, 공기, 열회수를 위한 펌프류, Blower, 센서 등



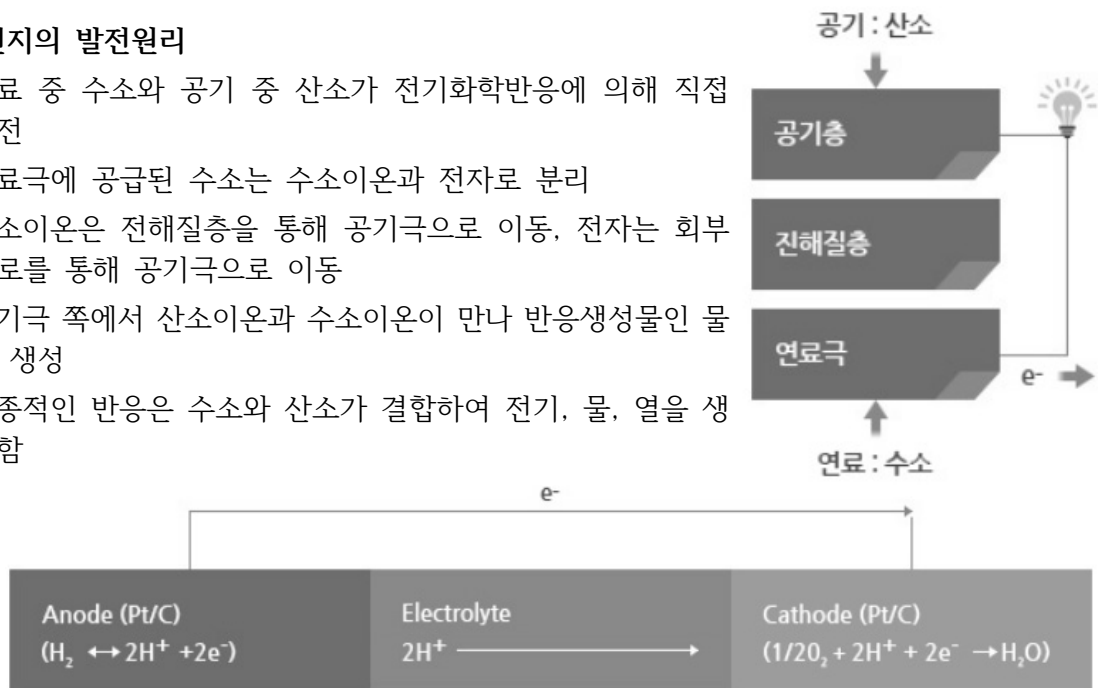
4. 연료전지의 기술 및 발전원리

1) 연료전지의 기술

- (1) 연료전지는 수소와 산소의 화학반응으로 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술
- (2) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O + \text{전기}$
- (3) 생성물이 전기와 순수(純水)인 발전효율 30~40%, 열효율 40% 이상으로 총 70~80%의 효율을 갖는 신기술임

2) 연료전지의 발전원리

- (1) 연료 중 수소와 공기 중 산소가 전기화학반응에 의해 직접 발전
- (2) 연료극에 공급된 수소는 수소이온과 전자로 분리
- (3) 수소이온은 전해질층을 통해 공기극으로 이동, 전자는 외부 회로를 통해 공기극으로 이동
- (4) 공기극 쪽에서 산소이온과 수소이온이 만나 반응생성물인 물을 생성
- (5) 최종적인 반응은 수소와 산소가 결합하여 전기, 물, 열을 생성함



[연료전지의 반응과정 예]

5. 연료전지의 특성 및 장·단점

1) 용융탄산염 연료전지(MCFC, Molten Carbonate Fuel Cell)

(1) 특성

- ① 2세대 연료전지로 불림
- ② 열효율과 환경친화성이 높고 모듈화가 특성되었음
- ③ 650℃의 고온에서 운전되기 때문에 인산형 연료전지(PAFC) 또는 고분자전해질 연료전지(PEMFC)와 같은 저온형 연료전지에서 기대할 수 없는 추가적인 장점이 있음

(2) 장단점

- ① 설치공간 작음
- ② 650℃의 고온에서 운전되므로 빠른 전기화학반응은 전극재료로 쓰이는 촉매로써 백금대신 저렴한 니켈사용이 가능하므로 경제적임
- ③ 일산화탄소를 발생시킬 우려가 있어 백금을 이용하는 저온형 연료전지에는 사용하기 힘든 석탄가스, 천연가스, 메탄올, 바이오매스 등 다양한 연료를 MCFC에는 이용할 수 있다
- ④ 고온에서 부식성이 높은 용융탄산염을 사용하기 위한 내식성 재료의 개발에 따르는 경제성 문제 및 수명, 신뢰성 확보 등 기술적 검증이 아직 끝나지 않음

(3) 적용장소

2세대 연료전지로 대형발전소, 아파트단지, 대형건물의 분산형 전원으로 이용

2) 고분자전해질 연료전지(PEMFC, Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)

(1) 특성

- ① 수소이온을 투과시킬 수 있는 고분자막을 전해질로 사용
- ② 다른 형태의 연료전지에 비하여 전류밀도가 큰 고출력 연료전지
- ③ 100℃ 미만의 비교적 저온에서 작동되고 구조가 간단

(2) 장단점

- ① 빠른 시동과 응답특성, 우수한 내구성을 가짐
- ② 수소 이외에도 메탄올이나 천연가스를 연료로 사용할 수 있어 자동차의 동력원으로서 적합한 시스템
- ③ 무공해자동차의 동력원 외에도 분산형 현지설치용 발전, 군수용 전원, 우주선용 전원 등으로 응용될 수 있는 등 그 응용범위가 매우 다양
- ④ 전기자동차 동력원으로서의 배터리에 대한 단점을 보완하기 위하여, 연료전지 구동방식 또는 배터리와 연료전지를 동시에 사용하는 혼합형(Hybrid) 자동차를 구성하는 방법이 최근에 각광받음

(3) 적용장소

4세대 연료전지로 가정용, 자동차용, 이동용 전원으로 이용

3) 고체산화물 연료전지(SOFC, Solid Oxide Fuel Cell)

(1) 특성

- ① 3세대 연료전지로 불림
- ② 산소 또는 수소이온을 투과시키는 고체산화물을 전해질로 사용
- ③ SOFC는 현존하는 연료전지 중 가장 높은 온도(700 - 1000 ℃)에서 작동
- ④ 산소 이온전도성 전해질과 그 양면에 위치한 공기극(양극, cathode) 및 연료극(음극, anode)으로 구성

(2) 장단점

- ① 모든 구성요소가 고체로 이루어져 있기 때문에 다른 연료전지에 비해 구조가 간단
- ② 전해질의 손실 및 보충과 부식의 문제가 없다
- ③ 고온에서 작동하기 때문에 귀금속 촉매가 필요하지 않으며, 직접 내부 개질을 통한 연료 공급이 용이
- ④ 고온의 가스를 배출하기 때문에 폐열을 이용한 열 복합 발전이 가능

(3) 적용장소

3세대로서, MCFC보다 효율이 우수한 연료전지, 대형발전소, 아파트단지 및 대형건물의 분산형 전원

4) 직접메탄올 연료전지(DMFC, Direct Methanol Fuel Cell)

(1) 특성

- ① 고분자 전해질 막을 사이에 두고 양쪽에 각각 음극과 양극이 위치
- ② 음극에서는 메탄올과 물이 반응하여 수소 이온과 전자를 생성

(2) 장단점

- ① 메탄올을 개질하여 수소로 만들 필요가 없이 직접 연료로 사용할 수 있기 때문에 소형화가 가능
- ② PEMFC에 비해 출력밀도는 낮지만, 연료의 공급이 용이
- ③ 2차전지에 비해 높은 출력밀도를 갖기 때문에 자동차의 동력원으로서 2차전지를 대체할 수 있는 가능성이 매우 높음

(3) 적용장소

이동용(핸드폰, 노트북 등) 전원으로 이용

5) 인산형 연료전지(PAFC, Phosphoric Acid Fuel Cell)

(1) 특성

- ① 액체 인산을 전해질로 이용하는 연료전지이며 전극은 카본지(carbon paper)로 이루어짐
- ② 150~200°C의 운전 온도에 이르게 되면 반응 결과물로 생성되는 물을 증기로 바뀜

(2) 장단점

- ① 150~200°C의 운전 온도에 이르게 되면 반응 결과물로 생성되는 물을 증기로 바꾸어 공기나 물의 가열에 이용할 수 있음
- ② 이렇게 발생하는 열과 전력을 합했을 때 전체 효율은 80%에 이름
- ③ 일산화탄소에 내성이 있어서 고정형 연료전지 시장에서 그 입지를 넓혀 가는 중
- ④ 백금 촉매를 이용하기 때문에 제작 단가가 비쌈
- ⑤ 액체 인산은 40°C에서 응고되어 버리기 때문에 시동이 어려우며, 지속적인 운전 또한 제약이 따름

(3) 적용장소

1세대 연료전지로 병원, 호텔, 건물 등 분산형 전원으로 이용

6) 직접탄소 연료전지 (Direct Carbon Fuel Cells, DCFC)

(1) 특성

- ① 직접탄소 연료전지(DCFC) 혹은 직접석탄 연료전지(direct coal fuel cell or coal fuel cell, CFC)는 고온형 연료전지인 고체산화물 연료전지(SOFC)와 용융탄산염 연료전지(MCFC)로 부터 파생된 차세대 고온형 연료전지 기술
- ② 고온형 연료전지도 일반적으로 수소를 연료로 가장 많이 이용
- ③ 최근 메탄, 에탄, 부탄, 디젤과 같은 탄화수소계 (hydrocarbon) 연료를 이용하려는 연구가 활발히 진행

(2) 장점

- ① NOx, SOx와 같은 부생 가스를 배출을 최소로 줄일 수 있음
- ② 최종 산물은 매우 순도 높은 CO2 가스를 배출하기 때문에 차후 탄소 저장 및 포집CCS 기술과 연계가 용이
- ③ 시스템이 고온에서 작동하기 때문에 다양한 종류의 고체 형태의 탄소 연료 (coal, coke, char, graphite) 뿐만 아니라 바이오 매스도 연료로 이용이 가능
- ④ 기존의 화력 발전소 혹은 석탄가스화복합발전(IGCC: Integrated Gasification Combined Cycle)과 연계하여 부생 가스(syngas, CH4, H2)와 잔존 석탄 찌꺼기 등을 연료로 이용이 가능
- ⑤ 사용되는 촉매(Ni 기반)가 대부분 연료 중에 포함되어 있는 탄소 증착(침착) (C-C deposition, formation)문제로 장기 가동에 문제를 가지고 있음

6. 개발현황

- 1) 1985년부터 한국에너지기술연구소와 한전기술연구원 공동으로 5.9kW급 인산염형 연료 전지 본체를 수입하여 국내 최초로 발전 시스템을 구성하여 성능 실험을 실시한 것이 효시이다.
- 2) 최근에는 연구 개발 사업이 활성화되어 인산염형, 용융 탄산염형, 고체 전해질형 및 고분자 전해질 연료 전지도 개발하고 있다.

※ 연료전지의 종류 비교

구분	용융탄산염형(MCFC)	고분자 전해질형(PEMFC)	고체산화물형(SOFC)	직접메탄올형(DMFC)	인산형(PAFC)	알카리(AFC)
전해질	탄산염	이온교환막	세라믹	이온교환막	인산염	알카리
동작온도(℃)	700이하	100이하	1,200이하	100이하	250이하	120이하
효율(%)	80	75	85	40	70	85
용도	중대형건물 (100kW~1MW)	가정, 산업용 (1~10kW)	소, 중, 대용량 (1kW~1MW)	소형이동 (1kW)이하	중형건물 (200kW)	우주발사체 전원
특징	발전효율 높음 내부개질 가능 열병합대응 가능	저온작동 고출력밀도	발전효율 높음 내부개질 가능 복합발전 가능	저온작동 고출력밀도	CO내구성 큼 열병합대응 가능	-