

제1교시

1. 가스계 소화약제의 독성을 나타내는 NOAEL과 LOAEL 내용을 설명하고, 이와 관련된 전역방출방식 소화설비의 소화약제 사용가능기준을 기술하시오.	단원	선택여부
	가스계	○

■ 착안점

- 최근 국내의 최대허용설계농도가 NFPA의 NOAEL수치에서 LOAEL수치로 변경
- 이에 비해 NFPA2001의 2008년판에서는 독성에 대한 사용가능기준이 더욱 강화된 바 있음
- 실제 답안은 아래의 내용보다는 좀 더 짧게 작성해도 무방하지만, 생소한 내용의 이해를 돕기 위해 길게 작성한 것임

■ 답안

1. NOAEL과 LOAEL의 개념

1) Halocarbon계 청정소화약제

(1) 할로겐계 청정소화약제의 독성은 주로 심장발작 등의 민감도와 관련됨

(2) NOAEL

- No Observed Adverse Effect Level
- 인간의 심장에 악영향을 주지않는 최대 허용농도

(3) LOAEL

- Lowest Observed Adverse Effect Level
- 사람이 노출되었을 때, 독성 또는 생리적 변화가 관찰되는 최소농도

⇒ 즉, NOAEL은 인체에 심장발작 등의 악영향을 미치지 않는 한계이며, LOAEL은 악영향을 미치는 최저한계를 말함

2) Inert gas계 청정소화약제

(1) 불활성계 청정소화약제의 독성은 주로 저산소증과 관련됨

(2) NEL

- No Effect Level
- 저산소 분위기에서 인체에 생리학적 영향을 주지않는 최대농도 (산소 12%)

(3) LEL

- Low Effect Level
- 저산소분위기에서 인체에 생리학적 영향을 주는 최소농도 (산소 10%)

2. 전역방출방식 소화설비의 소화약제 사용가능기준

1) 국내기준

- (1) 사람이 상주하는 장소에서는 최대허용설계농도를 초과할 수 없음
- (2) 최대허용설계농도는 NOAEL이 아닌 LOAEL기준임

2) NFPA기준

(1) Halocarbon계 청정소화약제

설계농도	적용지역	노출허용여부	비고
NOAEL 이하	상 주 지 역	5분까지 노출 가능함	PBPK 모델링 필요없음
	비상주지역	노출가능 (제한규정 없음)	
NOAEL ~LOAEL	상 주 지 역	5분까지 노출 가능함	PBPK 모델링 필요
	비상주지역	60초 이내 노출가능	PBPK 모델링 적용불가
LOAEL 초과	상 주 지 역	5분 이내 노출 가능함	PBPK 모델링에 의해 5분 이 상 안전하다고 판단된 경우
		아래의 조건을 만족시켜서 PBPK시간이내로 적용가능 1. 관할기관 승인 2. 피난시간 계산	PBPK 모델링에 의해 5분 미 만의 시간동안 안전한 경우
	비상주지역	30초 이내 노출가능	PBPK 모델링 적용불가

----- <참고> -----

- 비상주지역에서는 PBPK모델링을 적용할 수 없으며, NOAEL을 초과하면 조기피난이 되도록 해야 함
- 위의 표에서의 LOAEL초과시 상주지역에 적용하는 것은 PBPK모델링 후, 해당 시간 내에 피난이 가능한지 실제 또는 시뮬레이션하여 그 결과를 관할 승인기관의 승인을 받아야 함
- 적용 예제 (NFPA Fire Protection Handbook 17-32)
[조건] 설계농도 : 10% NOAEL : 8% LOAEL : 9.5%인 소화약제
⇒ 설계농도가 LOAEL을 초과함
 - PBPK 모델링 결과치가 6분인 경우
→ 위의 표에 의하여 5분 이내로 인체 노출 가능
 - PBPK 모델링 결과치가 3분인 경우
→ 피난시간이 3분 이내인지 실제 계산하여 관할기관을 승인을 받아서 적용

(2) Inert gas계 청정소화약제

설계농도	적용지역	노출허용여부	비고
NEL(43%) 이하	상 주 지 역	5분까지 노출 가능함	산소농도 12% 이상
	비상주지역	노출가능 (제한규정 없음)	
NEL(43%) ~LEL(52%)	상 주 지 역	3분까지 노출 가능함	산소농도 10~12%
	비상주지역	노출가능 (제한규정 없음)	
LEL ~62%	상 주 지 역	적용불가능	산소농도 8~10%
	비상주지역	30초 이내	
62% 초과	상 주 지 역	적용불가능	산소농도 8% 미만
	비상주지역	인명노출 불가	

3. 결론

- 1) 국내에서는 NOAEL과 LOAEL의 구분 기준이 없으며, 이에 따라 유해성 여부가 불분명한 NOAEL~LOAEL사이의 농도범위에서 아무런 규제없이 상주지역에 적용이 가능하다.
- 2) 따라서, NOAEL과 LOAEL 개념의 올바른 적용을 통해 청정소화약제 방출시 인체에 유해성을 주지 않도록 관련 규정을 개정해야 한다.

2. CDC(Compatible Dry Chemical) 분말소화약제에 대해 기술하시오.	단원	선택여부
	분말	○

▣ 답안 (아래 내용을 틀로 하여 작성할 것)

1. CDC 소화약제의 필요성
분말의 속소성
포의 재착화방지능력 ⇒ 함께 사용할 경우, 높은 소화효과 기대됨
2. CDC 소화약제의 개발
 - 1) 분말의 소포성 문제
 - 2) 수성막포
 - 3) CDC 소화약제의 개발
3. CDC 소화약제의 적용방법
 - 1) Ansul 기준
 - 2) Twin Agent System : 항공기 유출유 화재에 적용

3. 특정소방대상물에 도시가스과 같은 기체연료를 사용하는 보일러를 설치하는 경우 화재예방을 위해 소방 관련법규에서 요구하는 안전기준에 대해 기술하시오.	단원	선택여부
	법규	△

▣ 착안점

- 소방법에서 출제가능성이 높은 몇 가지 주요내용중의 1가지인 소방기본법 상의 보일러 기준이 출제됨

▣ 답안

(보일러의 화재예방 : 소방기본법 제15조의 1 / 영 5조 및 영 별표1)

1. 가연성 벽·바닥·천장과 접촉하는 증기기관 또는 연통의 부분
: 규조토, 석면 등 난연성 단열재로 덮어 씌울 것
2. 기체연료를 사용하는 경우
 - 1) 보일러 설치장소 : 환기구를 설치하는 등 가연성가스가 체류하지 않도록 할 것
 - 2) 연료공급배관 : 금속관으로 할 것

- 3) 화재 등 긴급상황에서 연료를 차단할 수 있는 개폐밸브
: 연료용기 등으로부터 0.5m이내에 설치
- 4) 보일러가 설치된 장소 : 가스누설경보기를 설치
- 3. 보일러와 벽·천장 사이의 거리 : 0.6m이상 이격
- 4. 실내에 설치하는 경우 : 콘크리트바닥 또는 금속외의 불연재료로 된 바닥 위에 설치

(이외에도 경유, 등유 등 액체연료를 사용하는 경우의 기준도 있음)

4. Extra-Large Orifice(ELO) 스프링클러헤드에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	S/P	△

▣ 착안점

- 라지드롭 스프링클러 헤드의 1가지 종류인 ELO 스프링클러헤드 출제됨
(소방검정기준에서는 라지드롭 스프링클러를 ELO 스프링클러로 표기하고 있음)

▣ 답안

1. 개요

- 1) ELO 스프링클러는 표준형 스프링클러보다 오리피스의 구경을 크게 하여 큰 물방울을 방출함으로써 High-challenge fires의 강한 기류를 뚫고 화점에 도달할 수 있게 제작된 스프링클러이다.
- 2) 일명 Large-Drop 스프링클러로도 불린다.

2. High-challenge fire hazard에서의 표준형 스프링클러의 문제점

- 1) 고소화재 위험(High-challenge fire hazard)
 - (1) 높이 3.7m를 초과하는 고형 상태의 가연성 저장물을 보관하는 High-piled storage 등의 화재위험성을 말함.
 - (2) 이러한 화재위험에서는 순간적으로 화염이 천장면에 도달하며, 표준형 헤드에서 방사된 물은 화염의 강한 열기류로 인해 화원에 도달하기 어렵다.
 - (3) 또한, 화염전파속도와 열 방출율이 크기 때문에 단시간 내에 화염이 크게 확대되고 강한 열기류가 형성된다.
 - 동시에 여러 개의 헤드가 개방되어 살수밀도가 저하되거나, 분사된 물방울들이 화염 기류에 의해 이동되어 주변 헤드를 적셔 개방을 지연시키거나 개방불능을 초래하기도 한다.
- 2) 물방울 크기에 따른 소화효과
 - (1) 큰 물방울 (4~5mm)
 - : 고속 화재기류를 뚫고 연료 표면에 침투하여 화재 진화
 - (2) 작은 물방울 (0.5mm 이하)
 - : 주변의 고온 기류를 증발에 의해 냉각

⇒ Extra-Large Orifice(ELO) 스프링클러는 직경 4~5mm인 큰 물방울로 만들어 High-Challenge fire hazard의 화재에서의 침투 능력을 높인 것이다.

3. Extra-Large Orifice(ELO) 스프링클러의 특징

- 1) ELO 스프링클러는 이러한 고강도 화재의 진압을 위해 보다 큰 물방울을 분사하도록 개발된 것이다.
- 2) ELO 스프링클러의 규격
 - 오리피스 구경 : 16mm
 - K-factor : 160
 - 방사압력 : 0.2MPa 이상
 - 방호면적
 - ① 최대 방호 면적 : 100ft²
 - ② 최소 방호 면적 : 80ft² (Skipping 방지)
 - 상향형 스프링클러
- 3) ELO 스프링클러의 특징
 - 큰 물방울을 방사하여 연료 표면으로의 침투능력 향상
 - 주위 가연물을 미리 적셔 연소확대 방지
 - 천장 아래에서 수평을 확산되는 열기류의 냉각
 - 습식건식준비 작동식에 모두 사용 가능함
 - 표준형 헤드 대신 Large-Drop헤드로 교체하고, 방사압력만 0.2MPa로 높여 사용가능하다.

4. 결론

고강도 화재가 예상되는 High-Piled Storage에는 Extra-Large Orifice(ELO) 스프링클러를 설치하는 것이 바람직하다.

5. 건축부재가 내화구조로 인정받기 위해서는 '내화구조의 인정 및 관리기준(국토해양부 고시)'에 의해 품질시험에 합격하여야 한다. 내화도료 피복 철골기둥의 내화구조 인정 시 요구되는 내화 시험 및 부가시험의 시험규격(KS) 종류를 기술하시오.	단원	선택여부
	건축방화	×

▣ 착안점

- 내화구조의 인정기준 세부운영지침(건설기술연구원)에 의한 내화구조별 시험의 세부적인 기준을 알고 있는지 여부를 물어본 문제
- 이는 품목별로 숙지해야 할 사항이 매우 많은 내용으로서, 난이도가 매우 높은 문제라 판단됨
- 그러나, 향후 소방기술사 시험에서 변별력을 높이기 위해 자주 출제될 것으로 예상되므로 체계적인 정리가 필요함

■ 답안

1. 도료피복 철골기둥의 품질시험 종류 (세부기준 별표6 및 부록)

1) 내화시험

(1) KSF 2257-1 (건축부재의 내화시험방법)

(2) KSF 2257-7 (기둥의 성능조건)

⇒ 내화구조의 비재하가열시험에 의해 차열성, 차열성 및 강재의 온도를 평가

2) 부가시험

(1) 내구성 및 안전성

• 부착강도시험(KSM ISO 4624)

• 가스유해성시험(KDF 2271)

(2) 일반관리

• 원재료 및 제품의 성분분석 : 이는 KS시험이 아니며, 건설기술연구원에서 직접 실시함

6. 일정 규모나 용도의 건축물의 경우 직통계단을 2개소 이상 설치하여야 한다. 직통계단의 구조(정의)에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	건축피난	○

■ 답안

1. 직통계단

1) 정의 : 건축물의 피난층 외의 층에서 피난층이나 지상으로 통하는 계단

2) 구조

(1) 계단, 계단참 등이 연속적으로 설치되어 피난경로가 명확하게 구분될 것

(2) 직통계단의 출입구는 피난에 지장이 없도록 일정한 간격을 두어 설치할 것

(3) 각 직통계단 상호간에는 각각 거실과 연결된 복도등 통로를 설치할 것

(4) 보행거리

층의 구분			일반 피난층이 아닌 층에서의 거실에서 직통계단까지의 보행거리	
주요구조부			내화구조 또는 불연재료	기타구조
용 도	일반용도		50 (m) 이하	30 (m) 이하
	공동주택	15층 이하	50 (m) 이하	30 (m) 이하
		16층 이상	40 (m) 이하	30 (m) 이하

(내화, 불연재료의 완화기준은 지하층에 설치되는 바닥면적 300 m^2 이상의 공연장, 집회장, 관람장 및 전시장은 제외)

3) 일정규모 이상 또는 특정용도의 경우 직통계단을 피난계단, 특별피난계단으로 설치해야 하며, 특정용도에는 직통계단외에 추가적으로 옥외피난계단을 설치해야 함

2. 피난계단의 구조

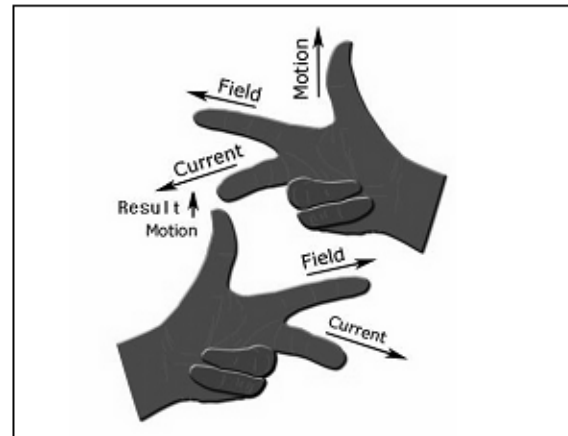
(생략) - 간략히 언급요함

3. 특별피난계단의 구조 (생략) - 간략히 언급요함

7. 플레밍법칙을 이용하여 전동기와 발전기의 원리를 설명하시오.	단원	선택여부
	전기기초	△

▣ 착안점

- 플레밍의 왼손법칙
 - 인지 : 자계(field) 방향
 - 중지 : 전류(current) 방향
 - 엄지 : 전자력(Motion)의 방향
 - ⇒ 전동기의 원리
- 플레밍의 오른손법칙
 - 인지 : 자계(field) 방향
 - 엄지 : 움직임(Motion)의 방향
 - 중지 : 기전력의 방향
 - ⇒ 발전기의 원리



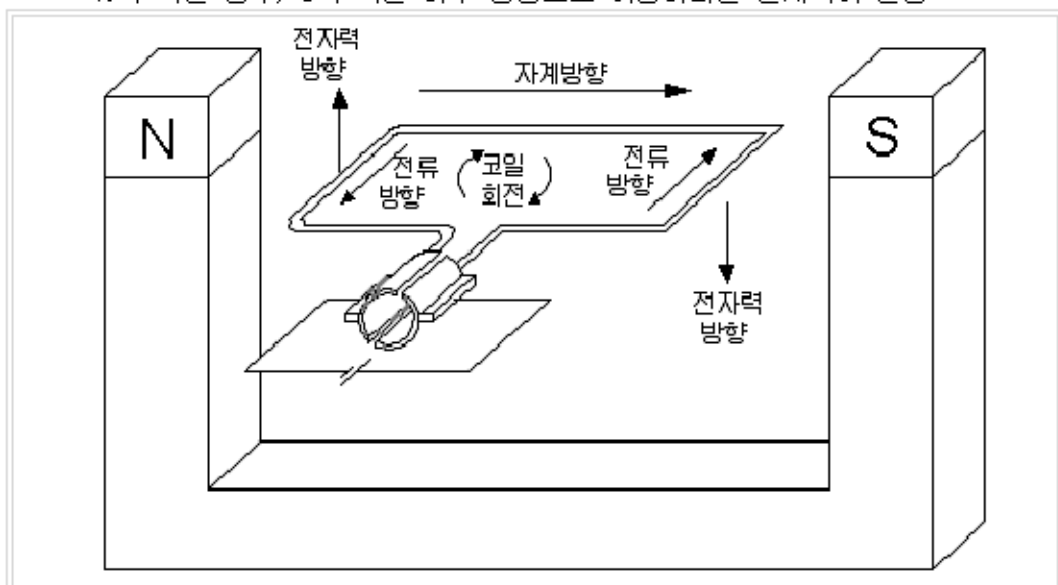
▣ 답안

1. 전동기의 원리

1) 전동기의 구조 (그림)

- (1) N극과 S극 사이에 코일을 둠
- (2) 코일에 전류를 흐르게 함
- (3) 플레밍의 왼손법칙에 의해,

N극 측은 상부, S극 측은 하부 방향으로 이동하려는 전자력이 발생



- 2) 전자력의 크기 : 코일과 자계의 각도(θ)에 의해 달라진다.

$$F = (B \times I \times l) \times \sin \theta \text{ [N]}$$

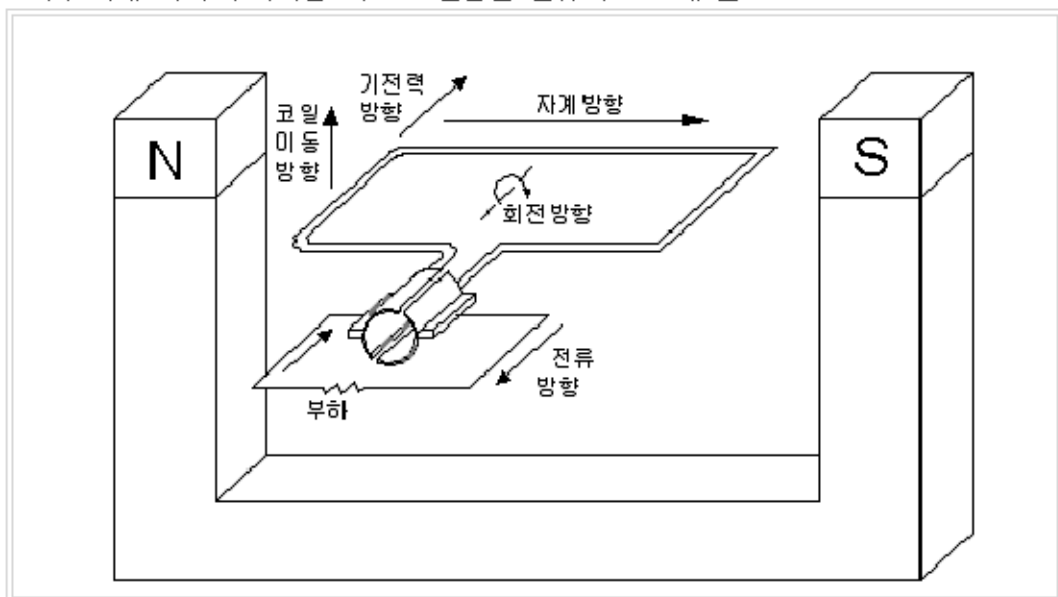
여기에서, B : 자속밀도(T) I : 전류(A) l : 전기자(코일)의 길이(m)

- 3) 실제 전동기는 이러한 코일을 회전자로 하는 원통형상에 감고 정류자의 수도 증가시켜 큰 회전력을 발생시키게 된다.

2. 발전기의 원리

- 1) 직류발전기의 구조 (그림)

- (1) N극과 S극 사이에 코일을 둠
- (2) 코일을 그림과 같이 회전시킴
- (3) 플레밍의 오른손 법칙 (N극 측 : 힘의 방향 ↑, 자계방향 →)
: ↗ 방향으로 유도 기전력이 발생
- (4) 이에 따라 부하저항 축으로 일정한 전류가 흐르게 됨



- 2) 기전력의 크기

$$e = (B \times I \times v) \times \sin \theta \text{ [V]}$$

여기에서, B : 자속밀도(T) I : 전류(A) V : 전기자 주변속도(m/s)

- 3) 교류발전기

- (1) 코일의 양 끝에 별도의 슬립링을 접속하고 발생된 기전력이 슬립링에 접촉된 브러시를 통해 외부로 인출되는 구조로 된 발전기
- (2) 180° 마다 역방향으로 기전력이 발생하여 시간에 따라 기전력은 sine곡선의 형태를 보이게 된다.

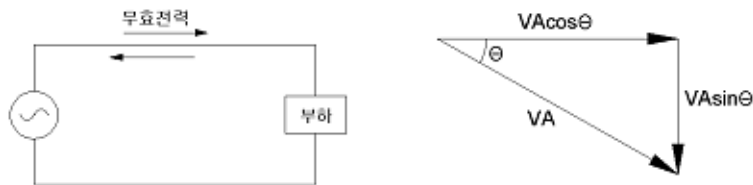
8. 유도전동기가 연결된 배전선로에서 피상전력, 유효전력 및 무효전력의 3각 관계를 설명하고 역률개선 방법을 기술하시오.	단원	선택여부
	전기기초	○

■ 착안점

- 이 문제는 최근 기출문제와 유사함

■ 답안

1. 교류전력의 3각 관계



- VA : 피상전력 (전원에서 공급해야 할 전력)
- $VA \cos \theta$: 유효전력 (W) (부하에서 실제 소비될 수 있는 전력)
- $VA \sin \theta$: 무효전력 (VAR)
- $\cos \theta$: 역률

2. 역률개선 방법

1) 역률 (PF ; Power Factor)

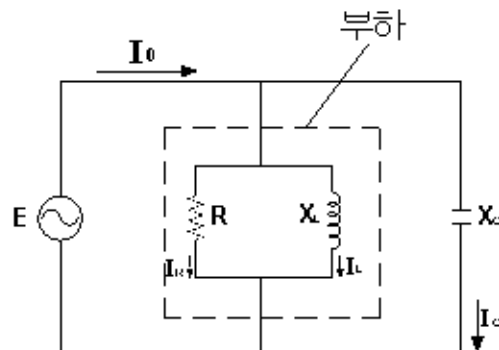
교류에서의 전압과 전류의 위상차로 인한 것으로서, 전원에서 공급된 전력이 부하에서 유효하게 사용되는 비율

2) 역률 개선방법

(1) 역률개선은 계통의 역률이 저하되었을 경우 콘덴서 등을 투입하여 역률을 1에 가깝게 끌어올려주는 것이다. (회로에 C를 삽입해서 위상차를 줄인다.)

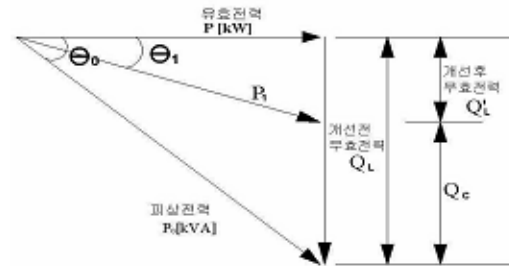
(2) 역률개선용 콘덴서의 삽입

- 부하와 병렬로 역률개선 콘덴서에 의한 용량성 리액턴스 X_C 를 접속하면 콘덴서에 흐르는 전류 I_C 는 전압E보다 90° 앞선 위상이 된다.



- 이에 따라 I_L 은 I_0 만큼 상쇄되어 겉보기 전류 I_0 가 I_1 으로 감소된다.
- 따라서, 그림에서와 같이 역률 $\cos \theta_0$ 가 $\cos \theta_1$ 으로 되어 역률개선

콘덴서를 설치하기 전보다 역률이 1에 가까워진다. [그림]



9. 윤화(Ring fire)현상을 설명하고 그 발생원인 및 대책을 기술하시오.	단원	선택여부
	포	○

▣ 착안점

- 윤화의 정의는 대부분 잘 알고 있으므로, 포소화설비의 방출상황을 연상하여 주요 원인을 작성하고 원인으로부터 대책을 유도해내야 함

▣ 답안

1. 개요

윤화현상이란, 석유류와 같은 유류탱크화재에서 포를 이용하여 진화하는 과정에서 발생하는 것으로서, 포에 의해 화재가 대부분 진압된 후에도 포 주입지점이나 탱크 벽면 부근에 잔화가 남는 현상을 말함

2. 윤화의 발생원인

- 1) 포 주입지점 부근에서 포가 유면을 덮지 못함
: 포의 방출력으로 인해 포 주입구 부근에서는 거품이 밀려나 유면을 덮지 못함
- 2) 탱크벽면의 고온도로 인한 거품 파괴
: 화재시 탱크벽면이 열전도에 의해 고열을 유지하여 포 거품이 파괴됨
- 3) 저인화점, 저비점 액체
- 4) 내열성이 약한 포 소화약제 (수성막포)

3. 윤화에 대한 대책

- 1) 포 방출구 부근
 - (1) 포 방출 중간에 포가 퍼져 나갈수 있도록 간헐적 주입
 - (2) 이동식 포 소화설비를 이용하여 잔화 제거
- 2) 탱크 벽면에 대한 물분무 소화설비를 이용한 냉각
- 3) 저인화점 액체 저장물에 대해서는 내열성이 약한 포를 사용하지 않음

10. 국내 건축법규에서는 화재방호를 위해 동일한 건축물에 함께 설치할 수 없는 용도를 규정하고 있다. 노인복지시설과 동일 건축물에 설치할 수 없는 용도 5가지를 기술하시오.	단원	선택여부
	건축방화	○

▣ 착안점

- 건축법에서의 피난 및 방화와 관련된 규정중에서 거의 유일하게 출제되지 않았던 방화상 용도의 제한 규정이 출제된 것임

▣ 답안

1. 개요

방화상 장애가 되는 용도의 제한규정은

- 1) 화재시 인명피해가 클 것으로 예상되는 용도의 시설과
- 2) 위락시설, 위험물 시설 등과 같이 화재발생 위험이 높은 용도의 시설을 함께 설치하지 않도록 제한하여 화재시의 인명피해를 최소화하려는 것이다.

2. 노인복지시설과 동일 건축물에 설치할 수 없는 용도 5가지

- 1) 위락시설
- 2) 위험물 저장시설
- 3) 위험물 처리시설
- 4) 공장
- 5) 자동차 관련시설(정비공장에 한함)

-----<참고>-----

1. 용도 제한의 원칙 (건축법 시행령 제47조)

공동주택 등	위락시설 등
의료시설 노유자시설 (아동관련시설 및 노인복지시설에 한함) 공동주택	위락시설 위험물 저장 및 처리시설 공장 자동차관련시설 (정비공장에 한함)

2. 용도 제한의 혼재가 가능한 경우

(1) 다음 중의 하나로서, 국토해양부령이 정하는 경우에 가능하다.

- ① 기숙사와 공장이 같은 건축물 안에 있는 경우
- ② 중심상업지역, 일반상업지역 또는 근린상업지역 안에서 도시 및 주거환경 정비법에 의한 도시환경정비사업을 시행하는 경우

(2) 건설교통부령의 기준

- ① 출입구 상호간의 보행거리가 30 [m] 이상 될 것
- ② 내화 구조의 바닥 벽으로 구획하여 차단(통로 포함)
- ③ 서로 이웃하게 배치하지 않을 것
- ④ 건축물의 주요구조부를 내화구조로 할 것
- ⑤ 실내 마감재료
 - 거실의 실내마감 : 불연, 준불연, 난연재료
 - 복도 등의 실내마감 : 불연, 준불연 재료

11. 건식스프링클러소화설비의 급속개방장치(Quick Opening Device)에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	S/P	○

■ 착안점

- 최근 문제에서는 건식설비의 방수지연시간이 자주 출제되고 있는데, 이와 관련된 것이므로 Trip 및 Transit time과 연계하여 작성함

■ 답안

1. 급속개방장치의 종류

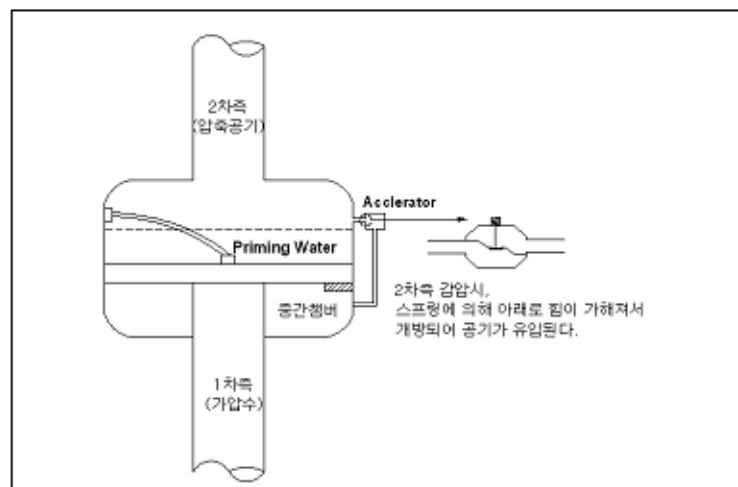
- 1) Accelerator : 2차측 공기압력이 저하될 경우, 중간챔버로 공기를 유입시켜 클래퍼 개방을 촉진시키는 장치 (Trip time 단축)
- 2) Exhauster : 2차측 공기압력이 저하될 경우, 교차배관 말단에서 2차측 공기를 배출하여 2차측으로의 가압수 유입을 촉진시키는 장치 (Trip, Transit time 단축)

2. 설치대상

- 1) NFPA : 2차측 배관내용적이 500gal을 초과하고, 헤드 개방이후 60초 이내에 방수되지 않는 경우에 설치
- 2) 국내 : 명시된 설치대상 기준이 없으나, 제조사에서 건식밸브 제작시 가속기 설치

3. 급속개방장치의 종류

- 1) Accelerator
 - (1) 구조 및 작동원리
 - 입구 : 2차측 토출배관, 출구 : 건식밸브의 중간챔버에 설치함
 - 2차측 압력이 설정치 이하로 낮아지면, 2차측 공기의 일부를 중간챔버로 보내 클래퍼 개방을 촉진시킴



(2) 설치기준

- 급속개방장치는 건식밸브 가까이 설치할 것

- 입상관과 급속개방장치 입구측의 연결부
 - (a) Priming water보다 위에 설치할 것
 - : 제한 오리피스와 기타 급속개방장치의 작동부가 물에 침수되지 않도록 하기 위함
 - (b) 글로브 밸브나 앵글밸브를 설치할 것
 - : 급속개방장치의 유지, 보수를 위한 것
- 급속개방장치와 건식 밸브의 중간챔버 사이
 - (a) 체크밸브를 설치할 것 (급속개방장치 ~ 중간챔버 측으로만 흐름)
 - (b) 만일 중간챔버의 압력을 확인해야 하는 급속개방장치의 경우에는 체크 밸브 대신 일반 개폐확인이 가능한 밸브를 설치하고, 개방상태에서 고정되거나, 폐쇄하지 못하게 설치할 것

2) Exhauster

- (1) 대기로의 공기 배출을 가속화하여 트립시간과 소화수 이송시간을 단축시키는 장치이다.
- (2) 입구는 2차측 토출배관, 출구는 대기중으로 설치한다.
(보통 교차배관 말단에 설치하게 된다.)
- (3) 2차측의 압력이 저하되면, 2차측 공기를 빠르게 배출시키게 되는데, Exhauster는 약 15개 정도의 헤드 개방과 같은 공기 배출 효과를 가진다.

4. 결론

- 1) 국내에서는 건식설비의 작동지연에 대한 별도의 규정이 없으며, 급속개방장치에 대한 언급도 되어 있지 않다.
- 2) 실제에서는 제조사의 기준에 의해 건식밸브 전체에 Accelerator를 설치하고 있어 NFPA기준에는 만족될 수 있는 실정이다.
- 3) 하지만, 이러한 건식설비의 작동지연은 화세확대와 같은 큰 문제를 발생시킬 수 있음을 인지하여 적절한 기준을 마련해야 한다.

12. 소방펌프의 압력세팅방법(국내기준, NFPA)에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	펌프	○

▣ 착안점

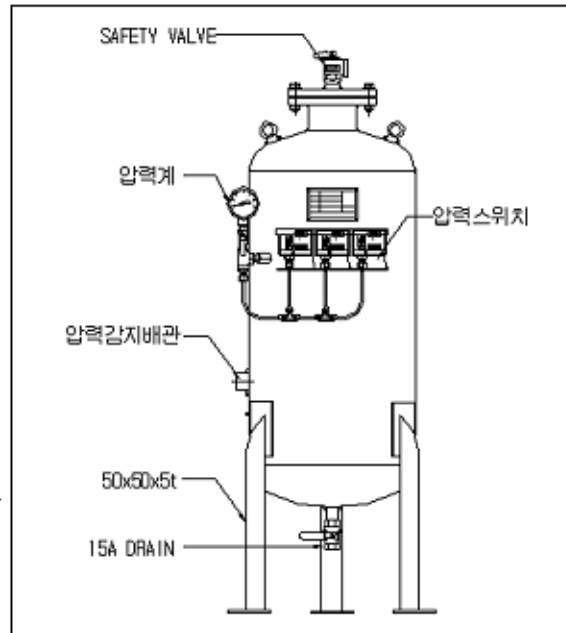
- 압력세팅방법으로 국내기준에서 흔히 적용되는 압력챔버 방식의 문제점을 이해하고 이에 대한 개선방법인 NFPA기준에서의 방법을 아는지를 묻는 문제

▣ 답안

1. 국내에서의 압력세팅방법

- 1) 펌프 토출측 배관에서 압력감지배관을 분기하여 압력챔버로 연결시킨다.
- 2) 그림과 같은 압력챔버로 가압수가 유입되면 압력챔버 상부 공기가

- 압축되어 압력스위치의 접점이 붙어 펌프가 기동된다.
- 3) 또한, 토출측 압력이 저하되면 챔버 상부의 공기가 팽창되어 압력스위치 접점이 떨어져 펌프가 정지된다.
- 4) 국내방식의 단점
- (1) 상부공기 배출
 - 안전밸브를 통해 압력챔버내의 가압공기가 배출됨
 - 압력챔버 내에 물로만 충만되어 펌프 기동시의 맥동압력이 그대로 압력스위치에 전달되어 펌프의 단속적 기동, 정지 반복
 - (2) 압력스위치의 문제점
 - 압력스위치의 부정확성
 - 압력스위치의 Diff범위 한계
 - 압력스위치의 외부 노출



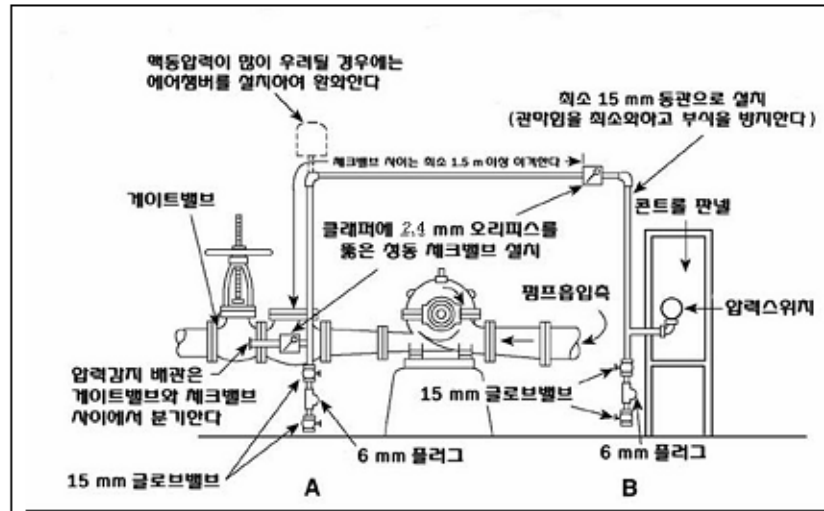
2. NFPA기준에서의 압력세팅방법

- 1) 압력감지배관의 설치기준
 - (1) 펌프마다 독립된 압력감지배관을 설치할 것
 - (2) 분기위치 : 펌프 토출측의 체크밸브와 개폐밸브 사이
 - (3) 관의 종류 : 15[A]의 황동, 구리, 300스테인레스강 등
 - (4) 개폐밸브 설치금지 : 감지배관 ~ 압력스위치까지의 경로에는 개폐밸브를 설치하지 않을 것
 - (5) 감지배관에는 클래퍼에 2.4[mm]의 오리피스가 설치된 체크밸브 2개를 1.5[m]이상 이격시켜 설치할 것
(체크밸브의 설치방향은 압력스위치~토출측 배관 방향임에 주의할 것)
- 2) 관련이론
 - (1) 펌프별 독립된 압력감지배관
: 압력감지배관의 고장시 해당 펌프만 기동되지 않도록 피해를 최소화함
 - (2) 15[A]이상 : 경년에 따른 압력감지배관의 막힘 방지
 - (3) 체크밸브



- 토출측 압력 증가
: 작은 오리피스(2.4[mm]) 2개를 통해 압력스위치로 가압수가 소량 전달되므로, 맥동압력이 완화되어 압력스위치에 전달된다.
→ 펌프의 급격한 정지가 방지됨

- 토출측 압력 저하
: 압력스위치 측의 가압수가 신속히 배출되어 압력스위치가 작동된다.
→ 펌프의 신속한 기동이 가능



3. 결론

- 1) 국내에서 통상적으로 적용되는 압력챔버 방식은 그 문제점으로 인해 소화펌프 작동 신뢰성을 저하시킴
- 2) NFPA기준에 따른 압력세팅방법을 도입하여 펌프의 작동신뢰성 향상 필요함

13. 물분무소화설비 헤드(5종)와 소화효과(4가지)에 대해 각각 설명하시오.	단원	선택여부
	물분무	○

■ 답안

1. 물분무헤드의 종류

- 1) 충돌형 : 유수간의 충돌에 의해 미세한 물방울을 만드는 방식
- 2) 분사형 : 소구경의 오리피스에서 고압 분사에 의해 미세한 물방울을 만드는 방식
- 3) 선화류형 : 와류에 의해 직선류와 와류간을 충돌시키거나 또는 와류에 의해 확산 방출시키는 방식
- 4) 디플렉터형 : 수류를 디플렉터에 충돌시켜 미세 물방울을 만드는 방식
- 5) 슬릿형 : 수류를 slit(긴 구멍)을 통해 방출하여 수막상의 분무를 만드는 방식

2. 물분무소화설비의 소화효과

- 1) 냉각소화
 - (1) 미세한 물입자를 방사하여 화열에 의한 증발에 의해 주위의 열을 흡수한다.
 - (2) 연소면 전체를 덮을 경우 효과적이므로, 장치류 표면에 물입자를 분사한다.
 - (3) 가스 생성물에는 효과가 없다.
- 2) 질식소화
 - (1) 미세 물입자의 기화로 인한 체적 팽창된 수증기가 화면을 차단하여 산소공급을

억제한다.

(2) 물분무 설비가 화재 발생 구역 전체에 설치되고, 화재강도가 충분한 양의 수증기를 발생시킬 수 있는 경우에 그 효과가 나타난다.

(3) 자기 반응 물질에는 적응성이 낮다.

3) 유화작용

(1) 물입자가 운동에너지를 가지고 유면에 방사되면 유면에 부딪히면서 산란하여 불연성의 박막인 유화층을 형성한다.

(2) 이러한 유화층이 가연성 증기 발생을 억제한다.

4) 희석작용

(1) 수용성 액체 위험물에 적용하는 경우 물입자에 의해 액체 위험물이 비인화성 농도로 희석된다.

(2) 충분한 양의 물의 방사되어야 적응성이 있다.

※ 물분무의 효과인 소화, 화재제어, 출화예방, 노출부 방호 등의 4가지도 언급할 필요가 있음

□ 1교시 출제경향 및 대책

1. 출제문제 분석

마스터 유사문제	수업 응용문제	고난이도 문제
8문항	4문항	1문항
1 2 4 6 9 10 11 13	3 7 8 12	5

⇒ 1교시에서는 충실히 공부한 경우, 10문제 선택에 어려움이 없었을 것으로 판단됨

2. 문제별 평가

- 전기공학 기초개념이 다수 출제됨
- 청정소화약제는 앞으로 수준이 높은 내용들이 다수 출제될 것으로 보임
- 건축방화기준의 세밀한 학습이 요구됨
- 앞으로 미세물분무 및 청정소화약제 관련 최신개념 학습과 전기공학 기초개념 이해 등의 보완학습이 필요함

제2교시

1. 이산화탄소 소화약제의 저장량 산정방법을 표면화재와 심부화재로 구분하여 기술하시오.	단원	선택여부
	가스계	○

▣ 착안점

- CO_2 소화약제 저장량은 설계농도에 도달하기 위한 기본 약제량과 개구부 보정량(또는 연장방출량) 및 예비소화약제로 구성해야 함
- 표면화재와 심부화재의 설계농도가 다르며, 개구부 보정량이 다름을 이용하여 작성하되, 개구부 보정량은 문제점이 있는 사항이므로 이에 대한 보완대책도 염두에 두면서 작성해야 함

▣ 답안

1. 화재별 CO_2 소화설비의 적용개념

1) 표면화재

- 불꽃을 제거하고, 재착화를 방지하는 개념
- 산소농도 저하에 따른 질식소화를 주체로 하며, 상대적으로 낮은 설계농도 및 적은 약제량으로도 가능함
- 1분 이상의 설계농도 유지시간만을 요구하므로, 개구부가 있을 경우 누설비용만큼의 보정량을 방호구역 내에 추가 방출해야 함

2) 심부화재

- 가연물 내부로 소화약제가 침투하고, 고온의 가연물을 냉각시켜 소화하는 개념
- 가연물 냉각을 위한 냉각소화를 주체로 하며, 상대적으로 높은 설계농도 및 많은 약제량을 필요로 함
- 20분 이상의 설계농도 유지시간을 요구하므로, 개구부가 없도록 해야 하며 누설이 불가피한 경우에는 연장방출방식으로 누설량과 같은 양의 이산화탄소를 지속적으로 공급해야 함

2. 국내기준에서의 기본량 및 보충량 기준

1) 표면화재

(1) 기본약제량 (k_1 (Flooding factor) 산정)

방호구역의 체적 [m^3]	설계농도	k_1 [kg/m^3]
45 미만	43 [%]	1.0
45 ~ 150	40 [%]	0.9
150 ~ 1450	36 [%]	0.8
1450 이상	34 [%]	0.75

(2) 개구부 보정량 (k_2 [kg/m^2] 산정) : 5 [kg/m^2]

2) 심부화재

(1) 기본약제량 (k_1 (Flooding factor) 산정)

방호구역	설계농도	k_1 [kg/m ³]
유입기기를 제외한 전기설비, 케이블실	50 [%]	1.3
체적 55 [m ³] 미만의 전기설비	50 [%](57 [%])	1.6
서고, 전자제품 창고, 목재가공품창고, 박물관	65 [%]	2.0
고무류 및 면화류 창고, 모피창고, 석탄창고, 집진설비	75 [%]	2.7

(2) 개구부 보정량 (k_2 [kg/m²] 산정) : 10 [kg/m²]

3) 저장량의 산정방법

(1) 약제량

$$W = (V \times k_1) + (A \times k_2)$$

여기에서, V : 방호구역의 체적

A : 개구부 면적

(2) 저장량 산정

- 충전비에 따른 저장용기당 용량(1병당 45kg)에 따라 저장용기별로 동일 약제량으로 저장량을 산정한다.

3. NFPA기준에서의 기본량 및 보충량 기준

1) 기본약제량

국내기준과 유사

2) 개구부의 보정

(1) 표면화재

- 밀폐가 불가능한 개구부가 있을 경우에는 1분동안 설계농도에서 예상되는 손실과 같은 양의 이산화탄소를 가산하여 보정해야 함
- 분배설비를 통해 보정량의 이산화탄소를 공급할 것
- 누설량의 영향인자 : 방호구역의 온도, 체적, 배기구, 개구부의 위치 등

(2) 심부화재

- 원칙적으로는 완전밀폐를 요구함
- 폐쇄불가능한 개구부가 있을 경우, 설계농도 유지시간동안 누설량과 같은 비율의 이산화탄소를 연장방출 방식으로 공급해야 함
- 폐쇄불가능한 개구부의 크기가 Pressure vent계산식에 의한 크기를 초과하는 경우에는 천장 부근에 설치할 것 (과압배출구의 위치)

4. 추가 요구사항

1) Vapor delay time 손실량

CO_2 소화약제가 방출 초기에 배관으로부터의 열에 의해 증발되어 발생하는 손실량

2) 필요한 방출량을 방출하고 배관에 남는 잔류 약제량

- (1) 배관시스템에서 방호구역으로 필요한 약제량만큼 방출하고 남는 양
- (2) 이러한 약제량은 CO_2 방출의 추진제 역할도 하는 것임

5. 결론

- 1) 국내에서는 기본 억제량 + 개구부 누설량으로 저장 억제량을 규정하고 있으나, 실제로 방호구역에 필요한 CO_2 농도를 유지하기 위해서는 더 많은 CO_2 저장량이 필요하다.
- 2) 즉, 요구되는 CO_2 저장량은 아래와 같이 표현할 수 있다.
 - (1) 표면화재 : 기본량 + 개구부보정량 + Vapor delay time 손실량 + 잔류량
 - (2) 심부화재 : 기본량 + 연장방출량 + Vapor delay time 손실량 + 잔류량
- 3) 이 외에도 억제충전 등의 비상상황을 위해 필요한 예비소화약제를 포함해야 한다.

2. 중질유 탱크화재 시 발생하는 Boil over, Slop over, Froth over에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	방폭	○

▣ 착안점

- 이러한 현상들은 정확한 개념 및 메커니즘 이해가 필수적이며, 메커니즘으로부터 영향인자, 대책도 자연스럽게 이어져 기술될 수 있음

▣ 답안

1. 중질유탱크 화재의 특성

- 1) 중질유 : 다비점 액체
- 2) 저장형태 : 콘루프 탱크
- 3) 화재형태 : 증기부 예혼합연소 - 지붕 날아감 - Pool fire 형태
- 4) 고온층 형성 : 간략하게 언급

2. 보일오버

- 1) 화재시의 고온층 전파
 - 다비점 액체의 증발특성에 따른 고온층 발생 메커니즘
 - 고온층 전파 입면도 그림 작성
- 2) 보일오버 발생
 - 화재시의 고온층 하부 전파
 - 하부 응축수 급격증발에 따른 분출
- 3) 보일오버의 문제점
- 4) 보일오버 방지대책

3. 슬롭 오버

- 1) 발생 메커니즘

중질유화재에서 고온층이 형성된 상태에서 물, 포 등이 주입되면 수분이 급격히 증발하여 1) 유면에 거품발생 2) 열류 교란 발생 이에 따라 고온층 아래의 찬 기름이 급히 열팽창하여 불이 붙은 유류가 탱크 밖으로 분출되는 것
- 2) 문제점 (생략)

3) 방지대책 (생략)

4. Froth over

1) 발생 메커니즘

비화재시에 물이 유류 아래에서 비등할 때, 캥크 밖으로 물과 기름이 거품형태로 분출되는 현상

고온의 기름이 하부 물에 도달하여 잠시간 경과하고, 물이 비등하는 시간이 오래 되면 그 축적된 에너지에 의해 탱크의 지붕을 날려버리고 넓은 범위로 물과 기름을 분출하는 현상

2) 문제점 (생략)

3) 방지대책 (생략)

3. 소방시설공사법에서 규정하고 있는 성능위주설계를 해야 하는 특정소방대상물의 범위와 성능위주설계자의 자격을 기술하고, 2009년 1월부터 소방방재청에서 시행하고 있는 성능위주설계 수행지침 주요내용에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	PBD 실무	○

▣ 착안점

- 성능위주 소방설계와 관련한 업계의 최근 동향을 알고 있는지를 묻는 문제

▣ 답안

1. 성능위주설계 범위

- 1) 연면적 20만 m^2 이상 (아파트 제외)
- 2) 건축물의 높이 100m 또는 30층(지하층 포함)이상 (아파트 제외)
- 3) 연면적 3만 m^2 이상인 철도역사 · 공항시설
- 4) 하나의 건축물에 영화상영관이 10개이상인 특정소방대상물

2. 성능위주설계자의 자격

- 1) 전문소방시설설계업을 등록한 자
- 2) 전문소방시설설계업 기준의 기술인력을 갖춘 소방방재청장이 정하여 고시한 연구기관 및 단체
- 3) 기술인력 : 소방기술사 2인 이상

3. 수행지침 주요내용

- 1) 성능위주설계의 현황
 - (1) 2005년 8월 성능위주설계의 도입 근거규정 마련
: 소방시설공사법에서 2006년 1월부터 시행하도록 규정함
 - (2) 2007년 1월 성능위주설계의 대상물 규정
: 2005~2007년의 3년간 성능위주설계 대상물의 건축허가 동의현황은 162 개소로서, 연평균 54개소

2) 현재 문제점

- (1) 가연물에 대한 기본적 데이터베이스 미구축 상태
: 2008년 8월부터 2009년 8월까지 성능위주설계 표준절차 및 설계기준 등의 고시를 위한 연구용역이 진행중임
- (2) 공사업법 시행령 개정 불가에 따른 성능위주 설계의 시행일의 당초 2009년에서 2011년으로의 연기가 곤란함
- (3) 성능위주 설계 의무화에 따른 건축주 설계비용 부담 가중 (??)

3) 대책

- (1) 성능위주 설계 시행에 관한 지침을 마련하여 성능위주 설계에 대한 고시 제정까지 활용하기로 함
 - (2) 주요 골자
 - 성능위주설계를 국가화재안전기준 적용이 부적합한 부분에 한정하여 적용
 - 성능위주 설계대상 여부에 대한 심의를 지방소방기술심의위원회에서 실시하여 20일 내에 마치도록 규정
 - 50층이상 또는 200m이상의 건축물은 필요시 중앙소방기술심의위원회에서 30일 이내로 심의할 수 있음
 - 소방방재청과 시도 소방본부장은 성능위주 설계에 대해 세부사항을 정하여 운영 가능함
- ⇒ 즉, 성능위주설계 대상물은 심의를 거쳐 성능위주 설계여부가 결정됨

4. 결론

- 1) 성능위주 설계의 필요성, 중요성
- 2) 성능위주 설계의 조속한 도입이 필요함

4. 옥내소화전 가압송수장치(Pump)의 성능시험배관에 의한 유량측정 방법 2가지에 대해 설명하시오.	단원	선택여부
	펌프	○

▣ 착안점

- 국내에서는 유량계를 이용하여 성능시험을 실시하는데, 여러 가지 문제점으로 인해 부정확한 측정이 되고 있다. 이에 대한 대안의 1가지 방법으로 단순하면서도 NFPA 기준에서 언급되고 있는 Test Header 방식을 소개하고자 하는 문제

▣ 답안

1. 개요

- 1) 국내에서는 펌프의 유량측정방법으로 유량계를 이용하는 방식만을 적용하지만,
- 2) NFPA기준에서는 다음과 같은 2가지 방식이 있다.
 - (1) 유량계를 이용하는 방법
 - (2) Test Header를 이용하는 방법
- 3) 국내에서는 일반적으로 면적식 유량계를 사용하여 유량을 측정하는데, 이는 실제 펌프의 성능시험에서 많은 문제점을 가지고 있다.

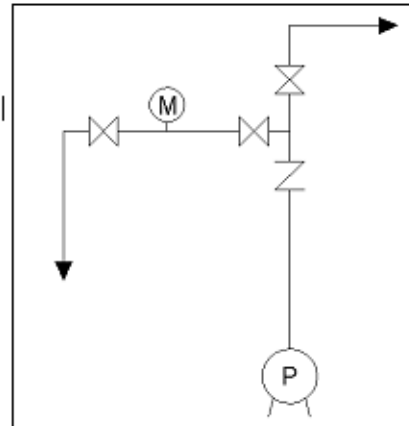
2. 유량계를 이용하는 방법

- 1) 아래의 그림과 같이 펌프 토출측배관의 체크밸브와 개폐밸브 사이에 별도의 펌프 성능시험을 분기한다.
- 2) 유량계는 정격토출량의 175%까지 측정할 수 있는 것으로 설치하며, 그 양쪽에 개폐밸브와 유량조절밸브를 설치한다.
- 3) 이 때, 유량계와 밸브사이에는 유량계 제조사 사양에 따라 적절한 직관길이를 두어야 한다.

4) 유량계 방식 적용시의 주의사항

(1) 유량계의 종류

- 현장에서는 일반적으로 면적식 유량계를 설치하고 있는데, 이는 시선의 위치 등에 따라 부표의 눈금이 달라지는등 오차가 많이 발생할 수 있다.
 - 또한, 클램프 방식의 유량계는 펌프토출압에서 사용압력범위를 벗어난다.
- ⇒ 따라서, 차압식유량계(오리피스미터, 벤츨리미터 등)를 적용함이 바람직하다.



(2) 직관의 길이

- 충분한 길이의 직관부를 두지 않을 경우, 와류에 의해 유량계에서의 측정값이 부정확해진다.
- 따라서, 제조사 기준에 맞추되 신뢰성이 확보되도록 유량계 시험성적서도 첨부할 수 있도록 해야 한다.

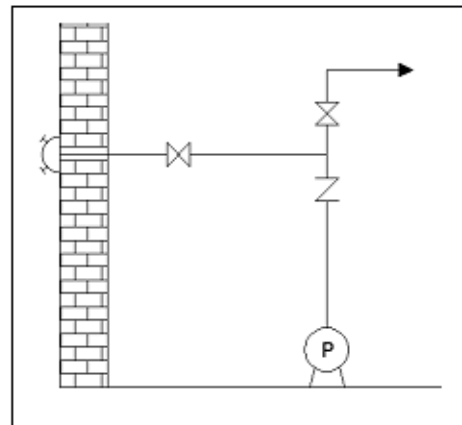
(3) 유량조절밸브

- 현장에 유량조절밸브를 설치하지 않고, 유량계 1차측에 설치된 개폐밸브로 유량을 조절하는 경우가 있는데 이는 바람직하지 않다.

- 5) 유량계 방식은 설치상의 여러 가지 주의사항을 만족해야만 실질적으로 정확한 펌프성능시험이 가능하다.

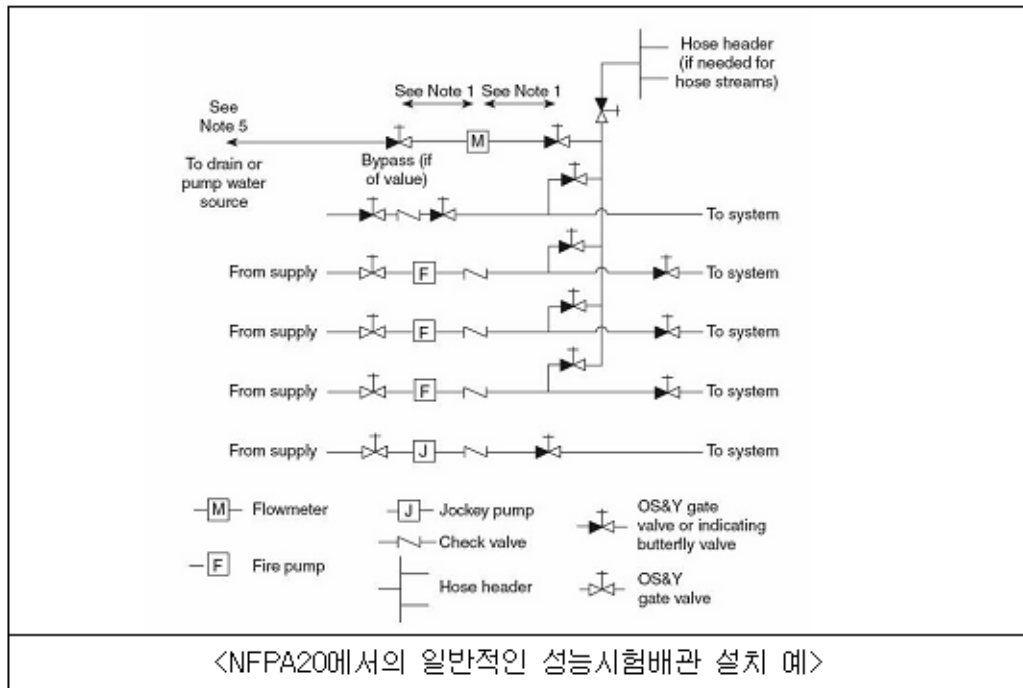
3. Test Header를 이용하는 방법

- 1) 그림과 같이 건물외벽으로 연결된 성능 시험배관을 설치하여 그 말단에 시험용 호스접결구(방수구)를 설치하는 방식
- 2) 펌프성능시험을 할 때에는 이 접결구에 호스를 연결하여 피토게이지를 이용하여 방수량을 측정하는 방식이다.
- 3) 이 방식은 구조가 단순하며, 유사시에는 옥외소화전 형태의 방수구로도 이용할 수 있다는 장점을 가지고 있다.



4. 결론

- 1) 현재 국내기준에서는 펌프의 성능시험배관의 방법으로 유량계를 적용하는 방식만으로 한정하여 규정하고 있다.
- 2) 이는 오히려 직관길이의 미확보, 유량계의 불량이나 고장 등으로 인해 펌프의 성능시험이 부정확해지는 일을 발생시키고 있다.
- 3) 따라서, 국내에도 Test Header방식을 도입하여 유량계 방식과 함께 사용하면 펌프 성능시험의 신뢰성이 크게 향상될 것으로 기대된다.



5. 과전류와 단락에 의한 화재발생 메카니즘과 예방대책에 관하여 설명하시오.

단원	선택여부
전기화재	○

▶ 답안

1. 개요

- 1) 과전류 : 정격전류보다 높은 전류가 흐르게 되는 현상
 - 2) 단락 : 전선의 절연이 파괴되어 부하가 접속되지 않은 상태로 전원만의 폐회로가 구성되는 것 (합선)
- ⇒ 이러한 과전류나 단락이 발생되면, 발열량이 증대되어 온도가 상승되어 발화될 위험이 있다.

2. 과전류에 의한 화재발생 메카니즘

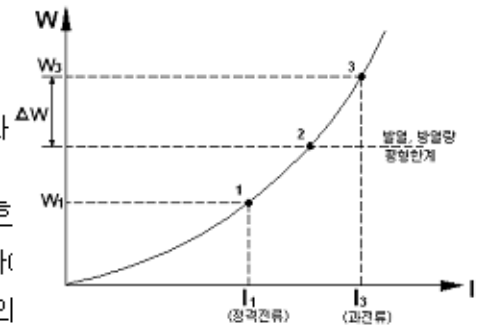
- 1) 전류 증가에 따른 발열량 증가
 - (1) Joule의 법칙

$$W = I^2 RT$$

W : 발열량, I : 전류,
 R : 저항, T : 시간

(2) 발열량과 전류간의 관계

- 발열량(W)과 전류(I)의 관계는 그림과 같이 표시된다.
- 정격전류(I_1)로 사용되던 기기에 어떠한 되면, 발열량은 전류의 제곱에 비례하
- 발열량과 방열량의 평형한계가 2점이리
 으로 열이 축적된다.



2) 열축적에 의한 화재 발생

- (1) 발열량의 축적에 의해 기기가 과열되면, 절연 피복의 용융 연소 또는 주위 가연물에 대해 열면 역할을 하게 되어 발화한다.
- (2) 일반적으로 정격전류의 200~300 [%] 정도 과전류되면 피복이 변질되고, 500~600 [%] 과전류이면 적열 후 용융된다.

3. 단락에 의한 화재발생 메커니즘

1) 단락의 발생

- (1) 외력에 의한 절연 파손
 가구류 등의 중량물, 스테이프 고정, 전선을 밟거나 잡아당기는 등의 잘못된 취급 등에 의해 절연파괴되어 단락이 발생된다.
- (2) 접촉불량 등 국부발열에 의한 절연열화
 비틀림 접속부 및 빈번한 굴곡에 의한 반단선부분 등의 접촉 불량에 의해 전선이 국부적으로 발열하여 절연열화되어 단락이 발생된다.
- (3) 외부 열에 의한 절연파괴
 화열이나 전열기 등의 열에 의해 피복이 녹아 절연파괴되어 단락이 발생된다.

2) 단락출화

- (1) 단락시에는 부하가 없어 저항이 0이 되므로, 옴의 법칙에 따라 전류가 무한대로 되어 매우 위험해진다.
- (2) 단락에 의한 스파크는 순간적 에너지는 크지만, 국부적 · 순간적이어서 가연물의 온도를 발화점까지 상승시키기는 어렵다.
- (3) 그러나, 가연성 가스나 열용량이 적은 물질(솜, 목분 등)에 착화시키거나, 연속적인 단락불꽃에 의해 착화시키게 된다.

4. 대책

1) 과전류에 대한 대책

- (1) 과전류 계전기, 과전류 차단기 등의 설치
- (2) 과전류의 원인이 될 수 있는 단락, 누전 등의 방지

2) 단락에 대한 대책

- (1) 접지 실시 및 주기적인 접지저항 체크
- (2) 단락시 전류를 차단하는 차단기 설치

- (3) 충분한 굵기의 전선 사용
- (4) 전선의 손상방지

6. 옥내변전소 주변압기실 내 유입식 변압기의 화재방호를 위해 전역방출방식의 미분무수(Water mist)소화설비를 설치하려고 한다. 발생 가능한 B급(유류)화재의 가연물 유형을 2차원 화재와 3차원 화재로 구분하여 설명하고 이 두 가지 화재를 지배하는 변수들을 각각 기술하시오.	단원	선택여부
	미분무수	×

▣ 착안점

- 최근 출판된 한글판 미세물분무 소화설비의 NFPA기준 (NFPA750) 관련 문제
- 금년 미세물분무 소화설비에 대한 화재안전기준 제정에 앞서 미세물분무 소화설비에 관한 주요 개념들이 자주 출제될 가능성이 높음

▣ 답안

1. 개요

- 1) 미세물분무 소화설비는 가스계 소화설비와 달리, 인명에 대한 독성이나 환경유해성이 거의 없고 스프링클러 소화설비에 비해서는 입자가 작아 B급, C급화재에 적용 가능하다는 장점을 가지고 있다.
- 2) 금년에는 국내에서도 이러한 미세물분무 소화설비에 대한 화재안전기준 제정이 추진되고 있다.
- 3) 이러한 미세물분무 소화설비는 화재나 구획실에 따른 많은 변수에 영향을 받으므로 실제 방출에 따른 시험이 필요하다.

2. 옥내 유입식 변압기의 화재특성

- 1) 유입식 변압기의 화재위험성
 - (1) 1차 위험
 - ① 열적 · 전기적 열화
 - ② 심한 전압 변동(Voltage Surge)
 - ③ 변압기 매자 표면의 오염
 - (2) 2차 위험
 - ① 아크
 - ② 절연유 누출
- 2) 발생가능한 B급화재의 유형
 - (1) 2차원 화재
 - 변압기의 절연유가 유출되어 변전실 바닥이나 구덩이 부분에 고인 상태에서 착화되는 화재
 - 액면화재를 형성하는 것
 - (2) 3차원 화재
 - 변압기 절연유가 분출되면서 착화되고, 계속적으로 절연유가 분출되어 흐르

면서 연소되는 화재

- 절연유의 분무화재 및 유동화재

3. 미세물분무 설계에서의 변수

- 1) 2차원 화재
 - (1) 가연물의 하중과 형상
 - (2) 가연물의 인화점
 - (3) 예비연소시간의 액면 및 유출의 크기
- 2) 3차원 화재
 - (1) 가연물 하중과 형상
 - (2) 가연물의 인화점
 - (3) 예비연소시간
 - (4) 캐스케이드(cascade) / 흘러가는 가연물 화재
 - (5) 연료 유량
 - (6) 화재 형상
 - (7) 절연유의 압력
 - (8) 분무화재
 - (9) 연료의 분무 각도
 - (10) 연료분무 방위
 - (11) 재발화원

4. 결론

- 1) 최근 미세물분무 소화설비에 대한 국가화재안전기준 제정을 위해 초안이 공개되는 등 기준 제정이 가시화되고 있다.
- 2) 이러한 기준 초안에 의하면, 화재시나리오를 작성하여 중앙 또는 지방소방심의위원회의 승인을 받아 설계하도록 규정되어 있다.
- 3) 또한, 일제살수식 스프링클러와 유사한 설치기준 등을 포함하고 있다.
- 4) 그러나, 위에서와 같이 옥내변압기실의 절연유 화재의 경우만 해도 다양한 화재 유형이 있게 되며, 이에 따라 다양한 변수들을 고려해야 한다.
- 5) 따라서, 미분무수 소화설비는 규정위주의 설계가 이루어지도록 하는 것이 아니라, 성능위주 설계가 이루어질 수 있도록 규정을 유연화할 필요가 있으며, 화재시나리오의 승인 역시 국제적 공인기관의 프로토콜 도입을 통해 점진적으로 발전시켜 나가야 한다고 판단된다.

□ 2교시 출제경향 및 대책

1. 출제문제 분석

마스터 유사문제	수업 응용문제	고난이도 문제
3문항 1 2 5	2문항 3 4	1문항 6

⇒ 4문항 선택에는 어려움이 적었을 것으로 판단되지만, 실제 점수는 예상보다 낮을 수 있는 교시로 판단됨 (당락에 큰 영향)

2. 문제별 평가

- 1번(약제량) : 계산문제를 포기한 수험생들은 작성에 어려움을 간접적으로 겪을 수 있는 문제임
- 2번(보일오버 등) : Froth over의 개념이해와 같은 세세한 부분 학습의 중요성
- 3번(성능위주설계) : 최근 성능위주설계의 지침을 관심있게 확인한 수험생들만 작성 가능함 (수업시간에 언급되었음)
→ 소방업계, 정책 등 시사적인 부분에도 관심을 가져야 함
- 4번(유량측정법) : NFPA기준에도 나와있지만, 새로 출간된 소방시설의 설계 및 시공을 참고하여 출제된 것으로 판단됨
- 5번(과전류 등) : 통상적인 문제여서 전기전공인 소수를 제외하고, 고득점은 어려운 문제
- 6번(미세물분무) : 최근 출간된 NFPA750의 번역판 내용중에서 일부가 발췌되어 출제 (실제로는 미세물분무에 대한 이해도가 낮은 상황이므로, 공부를 하여도 작성하기 매우 어려움)

제3교시

1. 구획화재에서 Flash over와 Back Draft의 관계에 대해 5가지 이상 기술하시오.	단원	선택여부
	화재성상	○

■ 답안

1. 개요

- 1) Flash over : 실내화재에서 축적된 고온 연기층으로부터의 가열로 인해 실내의 모든 가연물이 거의 동시에 발화하여 실내 전체가 화염에 휩싸이는 현상
- 2) Back draft : 실내가 고온가스와 연기로 충만되고 산소부족상태로 유지되다가 공기 유입 등으로 인해 연소가 다시 재개되어 충만되어 있던 가스가 열팽창에 의해 실외로 방출되며 화염이 폭발적으로 확산되는 현상

2. Flash over와 Back Draft의 관계

항목	Flash over	Back Draft
발생 직전의 상태	성장기 (연료지배형) - 고온가스층이 천장부근으로부터 축적된 상태 - 고온가스층의 복사열에 의해 실내가연물이 가열된 상태	감쇠기/최성기 (환기 지배형) - 실내에 발화점이상의 고온인 미연소가스와 연기 충만 - 산소부족으로 연소가 중단된 상태
발생조건	복합적인 내부원인 - 충분한 크기의 열방출율 - 실내온도 500~600℃ - 충분한 연소속도 - CO₂/CO가 150정도 (감소) - 다양한 열복사원 ⇒ 연료조건 만족	단일 외부조건 산소공급이 재개됨 (출입문개방, 창문 파손 등) ⇒ 환기조건 만족
압력상승 여부 (폭발)	압력상승이 거의 없음 (연소) (연료지배 → 환기 지배형화재)	과압 및 폭발파가 발생됨
주요 피해	- 화재실 내의 인명 사망 - 내부 전면화재 형태로 발전	- 화재실 외의 인명피해 - 과압에 의한 벽체 파손
방지대책	화재성장의 억제 - 내장재 불연화 - 개구부 크기 제한 - 실내 연료하중 감소 - 스프링클러 작동 등	산소공급방지 + 냉각 - 폭발력 억제 (조금만 개방) - 환기 (창문 파괴) - 소화 (방수) - 격리

■ 답안

1. 혼합 소화약제의 불꽃소화농도

1) 1안

$$C = \frac{100}{\frac{20}{5} + \frac{80}{10}} = 8.33\% \quad (\leftarrow \text{르샤프리에 공식과 유사하게 풀이})$$

2) 2안

$$C = \frac{(5 \times 20) + (10 \times 80)}{100} = 9\% \quad (\leftarrow \text{대수적인 평균값으로 풀이})$$

2. 모범 답 및 의견

1) 어떤 풀이가 정답(?)인가?

- 과거 소화약제가 열용량에 의한 냉각효과로만 소화한다고 가정하여 혼합가스의 소화농도 추정식을 르샤프리에 공식의 형태로 유도하여 이용하였음
- 실제 화공관련 분야에서의 많은 혼합가스의 농도계산에 르샤프리에 공식을 이용하는 경우가 다수 있음 (연소범위 계산에 국한하지 않고 적용)
- 그 논문에서는 화학적 소화성능을 무시하면, 르샤프리에 공식에 의한 풀이가 거의 정확하게 맞는다고 표현되어 있으며 이러한 내용으로 볼 때 **르샤프리에 공식으로 풀이하는 것이 출제의도에 부합되는 것으로 판단됨**

2) 문제점

- 특별히 함께 사용하도록 승인된 경우(HFC Blend B 등)를 제외하고는 가스 소화약제를 병용하지 못하도록 규정하고 있다. (ISO와 NFPA 모두 해당됨)
- 그런데, 이러한 문제를 출제하는 것은 앞으로 현장에서 가스계를 잘못 적용할 수 있는 소지를 만들 수 있음

3) 실제 혼합 소화약제별 소화농도

- HFC Blend B (MEC : 11.3%)

	HFC-134a	HFC-125	CO ₂
성분비	86%	9%	5%
MEC	12.6%	8.7%	28%

⇒ 르샤프리에 공식에 의한 소화농도 : 12.44%

대수 평균에 의한 소화농도 : 13.0% (위의 2가지 모두 맞지 않음)

- IG-55의 소화농도

① 실제 소화농도 (NFPA FPH)

IG-100(질소)의 소화농도 : 33.6%

IG-01(아르곤)의 소화농도 : 39.5%

IG-55(질소+아르곤)의 소화농도 : 36.5%

② 르샤프리에 공식에 의한 추정

$$C = \frac{50 + 50}{\frac{50}{33.6} + \frac{50}{39.5}} = 36.31\%$$

③ 대수적 평균에 의한 추정

$$C = \frac{(33.6 \times 50) + (39.5 \times 50)}{100} = 36.55\%$$

⇒ 즉, 불활성가스계의 경우 대수적인 평균으로 소화능도가 산출됨

3. 저전력 소비로 각광을 받고 있는 고휘도유도등에 관하여 다음을 설명하시오. 1) 고휘도유도등의 원리 및 종류 2) 고휘도유도등의 특징	단원	선택여부
	소방전기	○

▣ 착안점

- 최근 CCFL보다 고효율 LED 유도등 사용을 장려(정부시책)하고 있는데, 이에 따라 고휘도 유도등의 종류별 특성들을 모두 물어보는 문제가 출제됨

▣ 답안

1. 고휘도유도등의 원리 및 종류

1) 종류

- (1) CCFL 방식
- (2) 고효율LED 방식
- (3) T5형광등 방식

2) 작동원리

(1) CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp-냉 음극관) 원리

- 가스방전에 의해 램프 내부에 도포된 형광물질을 자극하여 빛을 발산시키는 원리의 램프
- 가는 유리관 속에 형광물질이 도포되어 있고, 그 양끝에는 전극이 밀봉되어 있으며 램프 내부에는 수은, 아르곤, 네온의 혼합가스가 채워진 상태
- CCFL의 양끝 전극에 고압 전류를 흘려보내면 밀폐상태인 수은과 혼합가스가 이온화에 의해 고주파 에너지를 생성
- 이러한 전극 방전에 의한 고주파 에너지가 형광물질을 자극하여 빛을 발산하면 이를 가시광선 영역까지 증폭함

(2) LED(Lights Emitting Diode) 원리

- LED란 다이오드의 p-n 접합부에서 홀과 전하가 재통합할 때에 빛이 발생되는 소자
- 종전의 광원이 유리섬유 안에서 전기에너지가 복수 단계를 거쳐 빛으로 전환되는데 비해, LED는 전기에너지가 반도체 안에서 직접 빛으로 전환되는 방식
- 다른 방식에 비해 광변환 비율이 높아 에너지 효율이 높고, 수은 등을 사용하지 않아서 친환경적임
- 가시광 외의 방사가 거의 없고, 가스필라멘트를 사용하지 않음

(3) T5 형광등(열 음극관)의 원리

- 필라멘트 전극에 도포된 전자방출물질이 전극 가열에 의해 자유전자를 방출
- 유리관 내부의 저압수은 증기와 반응에 의해 발생된 에너지가 유리관에 도포된 형광물질을 자극하여 빛을 발산
- T5 : 기존 T10 등에 비해 유리관이 슬림화된 것임

3. 고효율 유도등의 특징

- 1) 일반 기존 유도등에 비해 휘도가 높다.
- 2) 소형이며 디자인이 우수하다.
- 3) 에너지 절감 효과가 크다.
- 4) 수명이 기존 유도등에 비해 5~6배 더 길다.
- 5) 축전지 용량이 60분까지 가능하다.
- 6) 변색이 적다.
- 7) 초기 투자비는 다소 비싸지만, 유지 관리비가 적게 들어 경제적이다.

4. 고효율 LED유도등의 장점

- 1) 가스필라멘트의 전자방출물질 방식이 아니어서 수명이 길다.
- 2) 광변환비율이 크다.

	고효율LED	CCFL	형광등
소비전력	1.6~2.3W	5W	18W

- 3) 빠른 응답특성을 가지고 있고, 다른 방식에 비해 점등시의 큰 전압이 걸리지 않음
- 4) 수은을 사용하지 않아서 친환경적
- 5) 가스필라멘트를 사용하지 않아 충격에 강함

5. 결론

향후 2선식 삼시점등 방식 → 고효율 LED유도등을 사용이 바람직함

4. 2008년 7월에 국토해양부에서 고시한 “고강도콘크리트 기둥·보의 내화성능관리기준”의 제정이유와 주요내용(내화성능기준, 시험방법, 시험체 제작 및 내화성능관리 등)을 기술하시오.	단원	선택여부
	건축방화	○

▣ 착안점

- 고강도 콘크리트의 화재시 폭발현상에 대한 대책의 일환으로 제정된 고강도 콘크리트 내화성능 인정기준이 출제된 것임

▣ 답안

1. 개요

- 1) 최근 건물의 초고층화에 따라 철근콘크리트구조에 있어서 큰 압축강도를 가진 고강

도 콘크리트의 사용이 증대되고 있다.

- 2) 이러한 고강도콘크리트는 내부조직의 치밀화에 따른 폭열(Spalling)발생의 가능성이 증대되어 화재시 내화성능저하로 인한 붕괴위험을 가지고 있다.

2. 기준의 제정이유 (고강도 콘크리트의 문제점+보완방법)

1) 고강도 콘크리트의 화재 취약성

- (1) 고강도 콘크리트(HSC, High-Strength Concrete)는 일반강도 콘크리트에 비해 압축강도를 크게 높여 구조부재의 두께를 얇게 할 수 있도록 한 것
- (2) 압축강도가 50~100 [MPa]로서, 일반 콘크리트의 20~50[MPa]에 비해 크다.
- (3) 화재시 문제점
 - ① 고강도 콘크리트는 그 내부조직이 치밀하여 공극비가 낮음
→ 화열에 의한 내부 온도상승에 의한 폭열 위험성이 큼
 - ② 온도상승에 따른 압축강도 저하 폭이 NSC에 비해 크다.

2) 고강도 콘크리트의 보완방법

- (1) 표면에 내화재 도포, 피복
 - 부재에 내화도료 도포 또는 내화모르타르·내화보드를 피복하는 방법
 - 이를 통해 콘크리트 표층부의 온도상승 및 온도상승률을 저하시킴
- (2) 가연성 합성섬유 혼입
 - 폴리프로필렌이나 폴리비닐알콜 섬유 등을 혼입한 고인성 내화모르타르 (Engineered Cementitious Composites, ECC)를 이용하는 방법
 - 온도상승시, 가연성 섬유의 용융으로 열응력 완화 및 내부 수분의 배출을 통한 폭열 방지
- (3) 콘크리트 비산방지
 - 콘크리트 외부에 강판 부착 또는 표층부에 메쉬근 및 메탈라스를 설치하는 방법
 - 폭열에 의한 콘크리트 비산을 방지하여 내부 Steel의 보호
- (4) 표층부의 재료 치환
 - 콘크리트의 심재 부분만 폭열위험이 큰 고강도 콘크리트를 사용하고, 피복 부분은 폭열이 발생하지 않는 동일 강도이상의 재료로 치환하는 방법
 - 이를 통해 콘크리트의 온도 상승을 방지함

3) 기준 제정의 배경

- (1) 위와 같은 고강도 콘크리트의 화재취약성으로 인해 적절한 보완대책이 필요한데 비하여 콘크리트 부재의 경우, 특정 부재별로 일정 두께이상을 만족하면 모두 내화구조로 인정되고 있음
- (2) 이러한 보완대책의 적절성을 공인기관의 시험을 통해 확인하여 화재시의 구조부 붕괴 등을 방지하기 위하여 국토해양부 고시 제2008-334호 고강도 콘크리트 기동·보의 내화성능 관리기준이 제정됨

3. 기준의 주요내용

- 1) 대상 : 설계기준강도 50 [MPa] 이상의 콘크리트
 - (1) 국내 콘크리트 표준시방서의 고강도 콘크리트는 40 [MPa] 이상으로 규정됨
→ 이는 관리대상 범위가 너무 넓어짐
 - (2) 일본의 경우, 60 [MPa] 이상으로 규정
→ 국내 콘크리트는 일본과 달리 고온에 약한 화강암 골재를 이용하므로 미국 기준을 준용함
- 2) 대상부재 : 관리대상 콘크리트를 사용한 기둥·보
 - (1) 콘크리트 사용 부재는 기둥, 보, 벽, 바닥 등
→ 제정된 고시에서는 내화성능 인정대상을 기둥 및 보로 한정하고, 내화시험은 기둥에 대해서만 실시함
 - (2) 폭열현상이 주로 기둥에서 발생하며, 국내 시험기관의 장비로는 보의 시험이 어려워 시험체는 기둥으로만 한정된 것임
- 3) 내화성능 시험기준
 - (1) 시험체 제작
 - 콘크리트, 철근, 철골 및 내화성능 확보를 위한 재료 및 공법을 포함
 - 즉, 폭열 방지를 위한 일반적 방법인 섬유혼입이나 콘크리트 외면의 내화 피복재(도료, 뿔칠재, 보드류 등)를 포함하여 시험하여 내화성능 보완여부를 평가함
 - (2) 내화시험방법
 - 비재하가열시험에 의한 온도판정
: KS F 2257-1에 의한 표준온도시간곡선에 의한 가열시험을 통해 내화성능 요구시간까지 시험체의 주철근 온도가 평균 538 [°C], 최고 649 [°C] 이하
 - ISO기준에 의하면 재하가열시험을 실시해야 하지만, 고강도 콘크리트의 국제 표준 재하량이 1.00 [ton]인데 비하여 국내 시험장비의 경우 최대 300 [ton]까지만 재하가열시험이 가능함
 - 이에 의해 비재하가열시험으로 대체 실시하는 것임
 - (3) 설계기준강도 60 [MPa] 이하
: 내화성능기준에 적합하도록 구조보강하여 구조기술사가 이를 확인, 서명한 경우 내화시험의 면제 가능함

4. 결론

- 1) 최근 초고층 건축물에 많이 이용되는 고강도 콘크리트는 높은 압축강도로 인해 경제성이 우수하지만, 화열에 취약한 단점을 가지고 있다.
- 2) 이에 따라 고강도 콘크리트의 내화성능시험 기준의 제정을 매우 합리적이고, 바람직한 조치라고 판단된다.
- 3) 그러나, 국내 시험기관의 열악한 사정으로 인해 국제적 기준에 맞게 시험하지 못하는 문제점은 조속히 시정되어야 한다고 판단된다. (보 시험, 재하가열시험 미실시)

5. 국가화재안전기준에서 요구하는 청정소화약제의 저장용기 설치 장소 기준과 저장용기기준을 기술하고 ISO 14520 가스계소화 설비기준에서 제시한 "Liquid full"을 설명하시오.	단원	선택여부
	가스계	△

▣ 착안점

- 가스계 저장용기에서의 설치기준과 액화가스 저장한계인 최대충전밀도의 제한 이유를 공학적으로 설명하기를 요구하는 문제로서, 난이도가 높은 문제임

▣ 답안

1. 청정소화약제의 저장용기 기준

- 1) 저장용기설 설치기준
(생략)

- 2) 저장용기 설치기준
(생략)

2. Liquid full의 개념

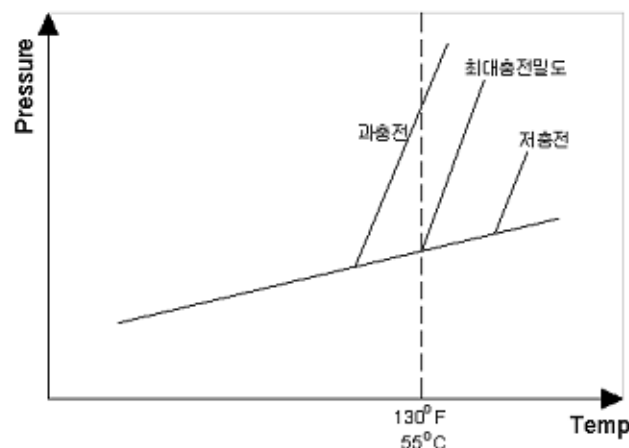
- 1) ISO기준에서의 기준

용기의 최대충전밀도를 초과하여 저장하지 않을 것

→ 최대충전밀도를 초과하여 저장할 경우, 용기는 적은 온도상승에도 매우 큰 압력 상승의 효과를 갖는 Liquid full 상태가 되어 용기 조립품 강도에 나쁜 영향을 줄 수 있다.

- 2) Liquid full의 개념

(1) 일반적인 Halocarbon계 청정소화약제의 상태도



→ 위의 그림과 같이 충전밀도에 따라 상태도 형태가 달라진다.

- (2) 용기 내부의 압력변화

- 가압액화가스로 저장된 소화약제 용기의 내부압력은 충전밀도와 온도에 의해 크게 달라진다.

- 용기 내부에서 온도가 상승하면, 액상부분이 증발하면서 기상부분의 압력이 증대된다.
- 온도가 계속적으로 상승되어 그림의 포화증기압선도에 접하면 liquid full 상태가 되어 용기내부의 압력이 크게 상승된다.

(3) 최대충전밀도

- 가압액화가스의 저장원칙 (130[°F] = 55[°C])
 - ① 130[°F]에서 Liquid full이 되지 않을 것
 - ② 130[°F]에서 용기압력은 설계압력을 20% 이상 초과하지 않을 것
- 위의 기준에 만족하기 위해 최대충전밀도를 초과하여 저장할 수 없도록 규정하고 있으며, 이를 초과하여 저장할 경우 온도에 따른 압력증가가 매우 커져 용기 파손 등에 의한 피해가 발생할 수 있다.
- 최대충전밀도 미만에서는 용기 제한온도인 130[°F]에서 liquid full 상태가 아니므로, 용기 내부의 압력이 급격히 상승하지 않는다. (그림 참조)

3. 결론

- 1) 청정소화약제의 저장용기 설치기준에서의 55[°C]와 최대충전밀도는 용기의 안전을 위해 밀접한 관련성을 가지고 적용된 것이므로, 최대충전밀도 이하로 저장하며 용기실의 온도를 철저히 관리해야 한다.
- 2) CO₂와 할로겐 소화설비의 경우, 충전비 및 저장온도 40[°C]의 기준을 적용하고 있는데 앞으로 청정에서와 같이 약제 특성 등에 따라 적절한 기준으로 변경해야 한다고 판단된다.

6. 가스누설경보기의 3가지 검지방식에 관하여 작동원리, 센서구조, 특징을 설명하십시오.	단원	선택여부
	소방전기	○

■ 답안

1. 개요

가스누설 경보기는 연료용 가스 또는 자연적으로 발생하는 가연성가스의 누설을 탐지하여 이를 관계인 및 거주자에게 경보하기 위한 설비로서, 폭발이나 가스 중독 등을 방지하기 위한 것이다.

2. 가스누설경보설비의 분류

1) 구조별 분류

(1) 단독형

- ① 하나의 본체에 감지부 및 경보부가 함께 있는 것으로 설치가 간편하다.
- ② 대형 저장소, 가스를 다량으로 사용하는 장소 또는 소음지역에는 부적합
- ③ 일반 가정이나 음식점 주방에 주로 사용한다.

(2) 분리형

- ① 탐지부와 수신부가 분리되어 탐지부는 가스저장실, 수신부는 사람이 상주하는

장소에 설치하여 원거리에서 가스누설을 감지한다.

② LPG 저장소, 보일러실 등에 주로 사용한다.

2) 경보방식에 따른 분류

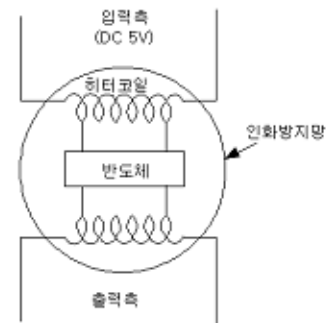
- (1) 즉시 경보형 : 가스농도가 설정치에 도달하면, 즉시 경보하는 방식
- (2) 경보 지연형 : 가스농도가 설정치에 도달하면 일정한 지연시간(20~60초)후에 계속해서 설정치 이상일 경우에 경보하는 방식
- (3) 반환시 경보형 : 가스가 설정치에 도달하면 그 농도 이상으로 존재하는 경우에 경보하며, 가스농도가 높을수록 경보지연시간이 짧은 특성을 가진 방식

3. 검지방식

1) 반도체식

(1) 구조

- ① N형 반도체인 크리스탈 주위에 히터 코일 2개가 마주보고 있다.
- ② 입력 측에는 반도체를 350 [°C] 정도로 유지하기 위해 DC 5 [V]의 전압을 유지한다.
- ③ 출력 측은 전원없이 전극 역할만을 수행한다.
※ 350 [°C]의 온도유지 이유
 - ① 자유 반송파를 많이 보내기 위함
 - ② 오염된 가스를 태워버리기 위함



(2) 동작원리

- ① 평상시 : 산화주석으로 코팅된 크리스탈인 반도체에 산소가 흡수되어 그에 따른 일정한 출력치를 가지고 있다.
- ② 화재시 : 연소에 의해 발생된 가연성 가스에 반도체 표면에 흡착되어 반도체 자체의 저항값이 변화하여 전도성이 증가된다. 이 전도성이 일정 기준이상 증가하면 경보를 발하게 된다.

(3) 특성

- ① 비교적 저농도에도 민감한 편이다.
- ② 수명이 길다.
- ③ 여러 가스에 동작되며, 비화재보를 일으키기 쉽다.
- ④ 온·습도에 영향을 받는다.

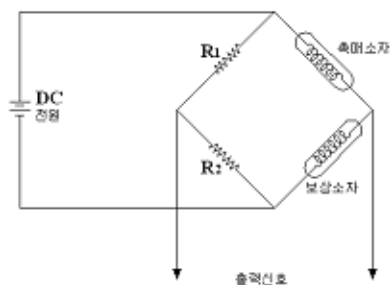
2) 접촉연소식 (촉매소자형)

(1) 구조

- ① 촉매소자는 백금선으로 만든 코일에 알루미늄 이다.
- ② 보상소자는 촉매가 없어서 가스와 충분히 반응하지 않는다.

(2) 동작원리

- ① 가연성 가스가 이 소자에 접촉되면 연소



현상이 발생되어 온도가 상승하고, 이에 따라 저항이 감소되는 현상을 이용한 것이다.

- ② 촉매소자는 촉매로 코팅된 상태이므로 연소가 활발해져 온도상승이 비교적 크고, 보상소자는 촉매가 없어서 충분한 반응이 이루어지지 못하여 온도상승이 적다.
- ③ 따라서, 이러한 연소에 의한 두 소자의 저항차이를 검출하여 출력을 주게 된다.

(3) 특성

- ① 온·습도나 전원의 파동 등에 의해 오동작하지 않는다. (보상소자)
- ② 촉매에 따라 특정한 가스만을 검출할 수 있다.
- ③ 특정 가연성 가스에만 동작하므로, 비화재보를 예방할 수 있다.

3) 열전도식

(1) 원리

접촉연소식과 달리, 백금선 코일에 반도체를 도포한 것으로 반도체의 가스에 대한 열전도차이를 검출하는 방식이다.

(2) 구조

(그림은 접촉연소식과 거의 동일)

(3) 특성

(특성 역시 접촉연소식과 거의 유사함)

□ 3교시 출제경향 및 대책

1. 출제문제 분석

마스터 유사문제	수업 응용문제	고난이도 문제
3.5문항 1 3 (5) 6	2문항 2 4	0.5문항 (5)

⇒ 3교시는 4문항 선택에는 큰 어려움이 없지만, 2번 계산문제를 틀렸을 경우에는 고득점하기 어려운 교시임

2. 문제별 평가

- 1번(F.O / B.D) : 통상적인 문제여서 고득점은 어려운 문제
- 2번(혼합농도 계산) : 약간 문제의 소지를 가진 문제
- 3번(고취도 유도등) : 최근 현장에서의 유도등 설치에 대한 현황을 이해하면, 충분히 예상 가능한 문제였음
- 4번(고강도 콘크리트) : 최근 기준 제정으로 예상문제였음
- 5번(저장용기기준 및 Liquid full) : 청정의 저장용기 등의 기준을 꼼꼼하게 작성해야 하며, 일부 내용을 틀리면 감점요소가 크다고 판단됨
Liquid full은 생소한 용어여서 대부분 작성하기 어려웠을 것으로 예상되며, 문제 내에서의 관련성을 유추했다면 일부 작성한 수험생도 있을 것으로 보임
- 6번(가스누설경보기) : 소방전기 중에서 지엽적인 내용이 출제된 것이지만, 이는 충실하게 공부한 수험생은 쉽게 작성 가능한 내용임

제4 교시

1. ESFR(Early Suppression Fast Response) 스프링클러설비의 개발배경, 개발이론 3가지(RTI, ADD, RDD), 설치장소의 구조, 설치제외 장소에 대해 논하시오.	단원	선택여부
	S/P	○

▣ 착안점

- “~논하시오.”의 형태 문제이므로, 각 내용별로 그 근거까지 포함하여 작성해야 함

▣ 답안

1. ESFR 스프링클러의 개발배경

- 고강도화재에서의 기존 스프링클러의 문제점
 - 랙식 창고와 같은 장소에서의 화재는 급속히 성장하고, 가연물이 많다.
 - 이에 따른 화재시의 강한 기류와 고온의 화염은 다음과 같은 문제로 화재 진압을 어렵게 한다.
 - 화재시의 강한 상승기류로 인해 화재 표면에 도달하는 물의 양이 적다.
 - 화염 내에 침투된 물방울이 화염면에 도달되기 전에 증발되거나, 화염으로부터 먼 곳으로 날린다.
 - 높은 천장고와 cold-soldering현상 등으로 인해 화점 부근의 헤드 작동이 지연되고, 먼 곳의 헤드가 먼저 작동되는 skipping현상이 발생된다.
⇒ 방수량 저하와 화점으로의 물침투량 저하로 소화실패가 됨
- ESFR 스프링클러 개념
 - 화재의 초기단계에 헤드가 작동되어(Fast Response) 화재를 진압하기에 충분한 양의 물을 방수하면(큰 K-factor), 화재진압이 가능하다는 이론에서 출발하여 개발된 것이 ESFR스프링클러이다.
 - 화재 초기에 4개 이내의 헤드 작동으로 단시간 내에 많은 물을 방수하여 화재의 확대 이전에 화재를 진압하는 것이다.

2. 개발이론 3가지 (ADD, RDD, RTI)

- ADD와 RDD
 - 소요 살수밀도 (RDD, Required Delivered Density)
 - 소화를 위해 연소표면에 도달해야 하는 단위면적당 방수량
 - 화재가 성장함에 따라 RDD는 더 많이 필요해진다.
 - 실제 침투밀도 (ADD, Actual Delivered Density)
 - 물이 방수되었을 때, 실제 연소표면에 도달하는 단위면적당 방수량
 - 화재가 성장함에 따라 ADD는 점점 줄어든다.
 - 따라서, 스프링클러가 조기작동해야 ADD가 RDD이상 되어 소화가 가능하며, 작동이 늦을 경우, 소화에 필요한 양만큼 물이 화점에 도달하지 못해 소화실패할 우려가 커진다.

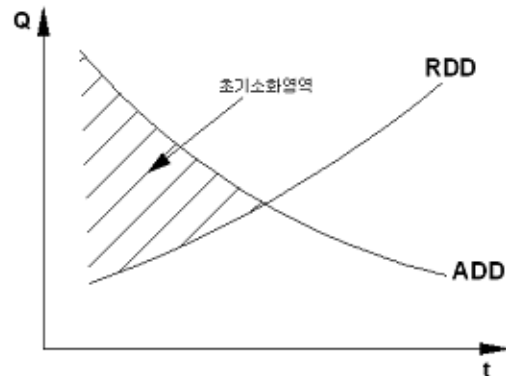
2) 조기진압과 RTI의 관계

(1) ESFR의 초기 소화영역

- 초기 소화 영역
: $RDD < ADD$
- 즉, 초기소화를 위해서는 단시간 내에 필요한 물의 양보다 더 많은 양의 물을 화원에 침투시켜야 한다.

(2) RTI에 따른 조기진압 성능

- RTI가 작은 경우
: 스프링클러가 조기 작동되므로 RDD는 작아지고, ADD는 커진다.
- RTI가 큰 경우
: 화재성장 이후에 헤드가 작동되므로, RDD는 커지고 ADD는 작아진다.



⇒ 즉, 조기진압을 위한 ESFR 스프링클러는 낮은 RTI의 조기반응형 헤드이어야 한다.

3. 설치장소의 구조

1) 층의 기준

- (1) 당해 층의 높이 13.7m 이하일 것
- (2) 2층 이상인 경우 : 당해 층의 바닥을 내화구조로 하고 다른 부분과 방화구획할 것

2) 천장 기울기

- (1) 천장 기울기는 168/1000을 초과하지 않을 것
- (2) 초과할 경우 : 반자를 지면과 수평으로 설치할 것
⇒ 천장기울기가 크면, 방호면적의 형태와 헤드작동순서가 바뀔 수 있기 때문

3) 천장 구조

- (1) 천장은 편평할 것
- (2) 철재나 목재 트러스구조인 경우 : 철재나 목재의 돌출부분이 102mm를 초과하지 않을 것
⇒ ESFR은 조기감지 및 진압하는 개념이므로, 살수장애가 있어서는 안 됨

4) 보

- (1) 보로 사용되는 목재, 콘크리트 및 철재 사이의 간격 : 0.9~2.3m
- (2) 보의 간격이 2.3m 이상인 경우
: ESFR스프링클러 동작을 원활히 하기 위해 보로 구획된 부분의 천장 및 반자의 넓이가 28㎡를 초과하지 않을 것
⇒ 천장구획(Ceiling Bay)의 내부에 화열이 집적되는 것을 방지하기 위함

5) 창고내의 선반 형태 : 하부로 물이 침투되는 구조로 할 것

6) 저장물의 간격

: 저장물품 사이의 간격은 모든 방향에서 152mm이상의 간격을 유지할 것
 ⇒ 화재 발생시, 헤드가 있는 천장까지 화열이 상승할 수 있도록 하기 위함

7) 환기구

- (1) 공기의 유동으로 인해 헤드의 작동온도에 영향을 주지 않는 구조일 것
 - (2) 화재감지기와 연동하여 동작하는 자동식 환기장치를 설치하지 않을 것
 - (3) 자동식 환기장치를 설치할 경우, 최소 작동온도가 180℃ 이상일 것
- ⇒ 환기에 의해 화열이 외부로 빠져나가 헤드 작동이 지연되지 않도록 하기 위함

4. 설치제외 장소

1) 제4류 위험물

⇒ 유류 화재의 경우에는 물 소화약제에 의한 화세확대 우려로 설치 제외함

2) 타이어, 두루마리 종이, 섬유류, 섬유제품 등 연소시 화염속도가 빠르고 방사된 물이 하부까지 도달하지 못하는 것

단, 물품에 대한 화재시험등 공인기관의 시험을 받은 것은 적용 가능함

⇒ NFPA기준에서도 타이어, 두루마리 종이 등에 대해서는 별도 시험을 통해 ESFR을 적용할 수 있도록 규정하고 있음

	단원	선택여부
2. NFPA 12에서 제시한 이산화탄소소화설비의 소화약제 방출과 관련한 “free efflux”에 대하여 설명하고 이산화탄소 소화약제 방출후 이 “free efflux”조건에서의 방호구역의 단위체적당 약제량(kg/m^3), 방출 후 농도(Vol %) 및 비체적(m^3/kg)과의 관계식을 유도하시오. (이 때 방호구역 단위체적당 약제량은 F, 방사후 농도를 C, 비체적은 S로 표시한다.)	가스계	○

▣ 착안점

- 가스계 소화설비에서의 방출상황인 자유유출과 무유출의 개념을 통해 약제량 산정 공식의 차이점이 발생하는 것을 이해하는지 묻는 문제

▣ 답안

1. 자유유출의 개념

- 1) 요구되는 설계농도에 도달하는데 필요한 CO_2 의 부피는 방출 이후에 방호구역 내에 남아있는 부피보다 더 많이 필요하다.
- 2) 이것은 약제의 방출동안 방호구역의 경계면을 통해 CO_2 가 유출됨을 의미함
- 3) 대부분 CO_2 는 방호구역 내의 공기와 점진적인 혼합방식으로 표현되며, 방출 초기에는 공기만 누출되지만 방출이 지속되면서 지속적으로 CO_2 의 누설비율이 점점 높아지게 된다.
- 4) 즉, 고농도일수록 CO_2 의 누설손실은 점점 커지게 되므로, CO_2 는 요구 설계농도에 비례하여 지수 함수적으로 더 많은 양이 필요하게 된다.

- 5) 자유유출에 따른 필요 약제량의 실험식

$$e^x = \frac{100}{100 - C}$$

x : 설계농도C에 도달하도록 방호구역 단위부피당 방사된 소화약제의 부피 [m^3/m^3]

(무유출, 완전치환의 개념도 간략히 설명해도 됨)

2. F, C, S의 관계식 유도

- 1) 위의 자유유출 실험식으로부터,

$$e^x = \frac{100}{100 - C}$$

- 2) 양변에 로그를 취하여 x 로 정리하면,

$$x = 2.303 \times \log\left(\frac{100}{100 - C}\right)$$

- 3) 양변을 비체적 S로 나누면,

$$F = 2.303 \times \log\left(\frac{100}{100 - C}\right) \times \frac{1}{S}$$

3. 제연설비 성능평가 시험방법인 Hot Smoke Test에 대해 기술 하시오.

단원

선택여부

제연

△

■ 답안

1. 개요

- 화재에 의해 발생하는 연기는 독성, 부식성 및 검댕을 포함하고 있기 때문에 실제 연기로 제연설비 성능평가를 수행하는 것은 많은 어려움과 비용이 발생하게 된다.
- 이러한 연기에 의한 실험의 문제점없이 고온인 연기의 특성을 분석하기 위해 이용 되는 시험방법이 Hot smoke test이다.

2. 시험의 요구조건

- 연기 발생용 가스
 - 이미 Plume특성이 연구되어 있는 부양성 가스를 이용함
 - 해당 시험용 가스는 실제 화재의 연기와 유동특성이 유사한 것으로 함
 - 일반적으로 프로판가스가 이용됨
- Tracer
 - 시각적으로 Hot smoke를 쉽게 식별할 수 있도록 눈에 보이는 에어로졸(Tracer smoke)을 투명한 부양성 Plume에 첨가함
 - Tracer는 액체 증발에 의해 발생하는 미세한 액체 에어로졸임
- 시험장치
 - 비상차단장치로 열방출율을 조절할 수 있을 것

- (2) 고온가스의 최고온도는 벽 마감재나 내부시설물 등이 손상을 입지 않는 범위
이어야 하며, 스프링클러 작동온도보다 낮아야 함
- (3) 가스와 Tracer는 유해하지 않고, 잔류물이 남거나 부식을 발생시키지 않을 것
- (4) 시험장치는 쉽게 설치할 수 있고, 조작이 쉬울 것
- 4) 연기층의 경계면 결정에 따라 시험결과가 매우 상이하게 나타나므로, 경계면 측정
은 객관적인 기준을 적용해야 함
- 5) 동일한 열방출율에서 실제 화재에 비해 시험장치는 Plume의 유동률이 더 높고,
온도는 더 낮게 된다.

3. Hot smoke test의 활용

- 1) ceiling jet flow의 온도분포
 - (1) 화재플럼은 고온에 의한 부력으로 상승하다가 천장에 부딪혀 천장면을 따라
유동하는 Ceiling Jet Flow를 형성하게 된다.
 - (2) 이러한 Ceiling Jet Flow는 감지기, 스프링클러 및 제연설비의 작동에 큰 영향
을 미치게 된다.
 - (3) Hot smoke test를 통해 이러한 Ceiling jet flow의 온도분포를 추정할 수 있다.
- 2) 연기층만과정 및 누출시간 조사
 - (1) 천장 부근에 고온연기층이 축적되면 시간에 따라 개구부 상단까지 하강하고
개구부 상단을 통해 외부로 확산된다.
 - (2) Hot smoke test는 이러한 고온 연기층의 두께, 외부로의 누출시간을 측정하는
데 이용할 수 있다.

4. 결론

- 1) Hot smoke test는 제연시스템이 설계대로 운영되는지 확인하는 시험으로서, 컨
벤션홀, 전시장 등 다양한 건물의 제연설비 성능평가방법으로 활용될 수 있다.
- 2) 또한, 이 시험을 통해 감지기, 스프링클러 등의 작동시간 예측과 이에 따른 적절한
배치 등을 가능하게 하여 성능위주 설계를 하는데 도움을 줄 수 있다.

4. 화재시뮬레이션에 이용되는 존모델(Zone model)의 대표적인 "CFAST"의 장점과 단점에 대해 기술하십시오.	단원	선택여부
	모델링	×

▣ 착안점

- 성능위주설계에서 거의 필수적으로 요구되는 화재시뮬레이션 프로그램 중에서 가장
대표적인 프로그램에 대하여 알고 있는지 묻는 문제

▣ 답안

1. 화재시뮬레이션 기법의 분류

- 1) 화재시뮬레이션에 이용되는 컴퓨터 모델은 크게 2가지 종류로 분류된다.

- (1) 확률론적 모델
- (2) 결정론적 모델 : 물리, 화학을 바탕으로 상호 연관된 수학적 표현식을 통해 구획실 화재를 표현하는 것임

2) 결정론적 모델의 종류

- (1) 필드 모델
 - 단위 결자로 분할된 방호구역 내부의 각 요소에 대한 질량, 운동량 및 에너지 관련 기본방정식을 푸는 것임
 - CFD(전산유체역학)모델 기법
 - 상당한 용량의 컴퓨터를 요구하며, 매우 복잡한 분석기법
- (2) 존 모델
 - 방호구역을 크게 고온상부층과 저온하부층으로 분할하여 각 Zone(검사체적) 간의 경계면을 보존방정식 등을 통해 분석하는 기법
 - 모든 경우에 적합한 존 모델은 없으며, 여러 가지 요소를 고려하여 적합한 모델을 이용하게 된다.

2. CFAST의 특성

1) 특징

- (1) Consolidated model of the Fire growth And Smoke Transport의 약어로서, FAST 프로그램의 업그레이드 버전
- (2) 입력치
 - 구획실 및 연결부에 대한 기하학적 데이터
 - 천장, 벽, 바닥 등의 열물리학적 특성
 - 질량손실율($\dot{m}$)로 표현되는 화재
 - 연소생성물의 발생속도
- (3) 출력치
 - 구획실의 고온 상부층과 저온 하부층의 온도, 두께 및 유해가스 농도
 - 가연물의 표면온도, 열방출율, 질량유량
 - 이를 통해 천장 스프링클러 및 감지기 작동 등도 예측 가능함

2) 장점

- (1) 다중구획실 모델
 - 여러 개의 구획실을 가진 건축물에서의 온도, 연기층 높이 등을 예측 가능함
- (2) 환기시스템의 모델링이 가능
- (3) 가연물질별 데이터베이스가 포함되어 있음
- (4) 결과 도출이 빠름

3) 단점

- (1) 화재성장모델이 없음
 - 사용자가 화재성장속도를 입력해야 함
 - 따라서, 보완적으로 FDS 모델링 등을 함께 이용해야 함

- (2) 존 모델로서, 이동에 제한
- (3) 거주가능조건의 한계로 온도와 독성간의 상호관계 고려되지 않음
- (4) 실의 구성은 사각형으로만 구현됨
- (5) 30개실까지 입력가능하며, 스프링클러와 감지기 최대입력 수는 20개임
- (6) 일반적으로 3개의 구획실까지는 신뢰할만한 결과치가 주어지지만, 3개실을 초과할 경우 신뢰도가 현저히 저하됨

5. 문화 및 집회시설, 판매시설 등의 용도로 사용하는 건축물에는 건축물로부터 바깥쪽으로 나가는 출구를 설치하여야 한다. 이 경우 건축 관련규정에서 요구하는 옥외로의 출구 설치기준(출구의 구조, 설치 수, 유효폭 등)을 기술하시오.	단원	선택여부
	건축피난	△

▣ 착안점

- 건축물의 피난, 방화에 관한 기준에 관한 규칙 내에서 출제되지 않았던 내용이 출제된 것임 (Exit Discharge)
- 앞으로 건축방화, 피난 기준에 있어서는 거의 대부분의 내용을 충분히 숙지 요함

▣ 답안

1. 옥외로의 출구의 수

- 1) 계단~바깥으로의 출구까지의 보행거리

주요구조부			내화구조 또는 불연재료	기타구조
용 도	일반용도		50 [m] 이하	30 [m] 이하
	공동주택	15층 이하	50 [m] 이하	30 [m] 이하
		16층 이상	40 [m] 이하	30 [m] 이하

- 2) 거실~바깥으로의 출구까지의 보행거리

위의 기준에서의 보행거리의 2배 이하가 되도록 할 것

2. 출구의 구조

- 1) 개방방향

: 안여달이로 설치하지 않을 것 (문화, 집회시설, 장례식장, 위락시설)

- 2) 보조출구

: 관람석의 바닥면적의 합계가 300 [m²] 이상인 집회장 또는 공연장

→ 주 출구외에 보조출구 또는 비상구를 2개소 이상 설치할 것

3. 출구의 폭

도소매시장의 경우에는 다음과 같이 산출한 너비 이상의 폭으로 할 것

$$w = A \times \frac{0.6 \text{ [m]}}{100 \text{ [m}^2\text{]}}$$

여기에서, A : 당해용도로 쓰이는 층 중에서 최대인 층의 바닥면적

4. 경사로

다음에 해당하는 건축물의 피난층 또는 피난층의 승강장에서 건축물의 바깥쪽에 이르는 통로에는 경사로를 설치할 것

1) 설치대상 (피난-방화기준 제11조 5항)

- (1) 동사무소, 파출소, 소방서, 우체국, 전화국, 방송국, 보건소, 도서관, 의료보험조합 등 : 바닥면적 1,000 [m²] 미만
- (2) 마을공회당, 공동작업소, 정수장, 대피소, 공중화장실 등
- (3) 연면적 5,000 [m²] 이상인 판매 및 영업시설
- (4) 학교
- (5) 지방자치단체 청사 및 외국공관
- (6) 승강기를 설치해야 하는 건축물

2) 경사로의 기준

- (1) 경사도는 1:8을 넘지 않을 것
- (2) 표면을 거친 면으로 하거나, 미끄러지지 않는 재료로 마감할 것

6. R형 수신기를 사용한 자동화재탐지설비의 다중통신방법(변조방식, 전송방식, Polling Addressing)을 설명하시오.	단원	선택여부
	자담	○

▣ 답안

1. 개요

- 1) P형의 문제점 : 간선수 증가, 전압강하
- 2) R형의 다중통신방법(멀티플렉싱)의 개념
: 2개의 공통신호선을 이용하여 신호선로회로(SLC)의 통신을 하는 방식
(그림 - R형설비의 구성)

2. 변조방식 → Pulse Code Modulation(펄스부호변조)

1) 변조

- (1) Local에서의 동작신호(점점신호)를 디지털 신호로 바꾸어주는 것
- (2) 디지털 신호로 변조되어야 2가닥의 신호선을 이용하여 많은 정보를 전송할 수 있다.

2) 펄스변조

- (1) R형 설비에서는 전류신호를 Pulse로 변조하여 전송함
- (2) 펄스변조방식에는 진폭, 주파수, 부호 등으로 변조할 수 있으나, 일반적으로 R형 설비는 펄스부호변조방식(PCM 방식)을 채택함
- (3) 이는 모든 정보(작동위치, 구역, 설비 등)를 0과 1의 디지털 신호로 변환하여 8비트의 펄스로 변환시켜 통신선로를 이용해서 송수신하는 방식
- (4) PCM방식은 경제성이 우수하고, 노이즈를 최소화함

3. 전송방식 → Time division multiplexing (시분할 전송방식)

- 1) 수신기는 많은 Local의 기기(중계기, 주소형기기 등)과 데이터를 송수신해야 하므로, 신호의 중복없이 전송시켜야 한다.
- 2) 중복을 피하기 위한 전송방식에는 TDM, FDM방식 등이 있으며 PCM방식으로 변조하는 경우에는 대부분 시분할 방식을 적용한다.
- 3) 시분할 방식은 좁은 시간간격으로 펄스를 분할하고 다시 각 중계기별로 펄스 위치를 어긋나게 하여 분할된 펄스를 각 중계기별로 혼선없이 송수신하는 것
- 4) 시분할은 각 펄스별 시간이 매우 짧아 시간 지연을 느낄 수 없다.

5. 신호제어방식 → Polling addressing

- 1) 신호제어방식은 송수신하려는 데이터를 PCM변조하여 시분할방식으로 전송할 때, 수신기가 수많은 주소형 기기중에서 정보를 주고받을 기기를 어떻게 선택할지를 결정하는 것이다.
- 2) 특징
 - (1) Polling
 - 수신기에서 특정 주소형 기기를 지정하여 정보를 송수신하는 절차로서, 수신기가 주소형 기기들을 하나씩 선택하여 정보 송신요구의 유무를 확인하는 방식
⇒ 즉, 수신기에서 기기들을 하나씩 scanning하면서 전송할 데이터의 유무를 묻고 전송할 데이터가 있으면 전송하고, 없으면 다음 중계기로 넘어가는 방식임
 - Polling은 프로그램의 제어를 받아 이루어지며, 기기마다 고유한 주소를 가지고 있어서 이 주소코드를 지닌 폴링에 대해서만 기기가 응답함
⇒ 즉, 자신의 주소가 아니면 데이터를 pass하고, Polling message에 자기 주소가 있는 경우에는 데이터를 수신하고 이에 응답한다.
 - Polling을 행하는 순서는 폴링 목록에서의 주소의 순서와 빈도수에 따라 결정되며, 이러한 순서와 빈도는 프로그램 수정에 의해 변동시킬 수 있다.
 - (2) Addressing
 - 번지를 지정한다는 의미
 - 즉, Poilling Addressing은 번지를 지정하면서 Polling한다는 의미임
 - (3) R형 설비에서의 신호방식
수신기와 수많은 주소형 기기간의 통신에서 데이터 중복을 피하고, 해당되는 기기들만 호출하여 데이터를 주고받는 Polling Addressing방식을 이용한다.

□ 4교시 출제경향 및 대책

1. 출제문제 분석

마스터 유사문제	수업 응용문제	고난이도 문제
3.5문항 1 2 5 (6)	0.5문항 (6)	2문항 3 4

⇒ 4교시는 공부량에 따라 답안의 질적 수준이 크게 차이가 나는 문제들로 구성되어 당락에 큰 영향을 미칠 것으로 판단됨

2. 문제별 평가

- 1번(ESFR) : 설치장소 기준을 숙지하고 있을 경우에는 나머지 내용이 잘 알려져 있어 고득점이 가능함
(전략적으로 좀 길게 써야 할 문제 - 마지막 문제)
- 2번(자유유출) : CO_2 약제량 공식의 유도를 쉽게 할 수 있는 경우에는 매우 평이함
- 3번(Hot smoke test) : 과거 기출문제와 동일함
- 4번(CFAST) : CFAST 자료는 충분하지 않지만, 향후 PBD수행에 대한 관심과 컴퓨터 프로그램에 대한 학습이 요구됨
(피난 프로그램인 Simulex, Exodus도 출제된 바 있음)
- 5번(옥외로의 출구기준) : 마스터 교재에도 언급된 건축법령 기준이지만, 지엽적인 내용이라 공부량이 많지 않은 수험생에게는 매우 어려움
- 6번(다중통신법) : 최근 자담설비의 통신 관련문제들은 지속적 출제가 되고 있음