

화재 예방 및 소화

2018. 03. 00

CONTENTS

I 연소

II 소화

III 예상문제

연소

- 연소의 정의

- 가연성 물질이 공기 중 산소와 결합하여 열과 불꽃을 내며 타는 현상을 말한다.

- 연소의 3요소 (*)

- 가연물
- 열 또는 점화원
- 산소 (공기)

폭발의 성립조건

- ① 가스 및 분진이 밀폐된 공간 내에 존재할 것
- ② 가연성가스, 증기 또는 분진이 폭발범위 내에 존재할 것
- ③ 점화원이 존재할 것
- ④ 산소가 존재할 것

연소

- 인화점(인화온도) (*)

- 인화성 액체가 증발하여 공기 중에서 연소하한농도 이상의 혼합기체를 생성할 수 있는 가장 낮은 온도
- 가연성 액체의 액면 가까이에서 인화하는데 충분한 농도의 증기를 발산하는 최저온도
- 공기 중에서 그 액체의 표면 부근에서 불꽃의 전파가 일어나기에 충분한 농도의 증기를 발생시키는 최저온도

- 발화점 (발화온도) (*)

- 착화원없이 가연성 물질을 대기 중에서 가열함으로써 스스로 연소 혹은 폭발을 일으키는 최저온도
- 가연성물질을 공기나 산소 중에서 가열한 후 발화 또는 폭발을 일으키기 시작하는 최저온도

- 연소점

- 점화원의 존재 하에 지속적인 연소를 일으키는 최저온도

연소

- 연소의 분류

- 기체, 액체, 고체의 연소의 형태 (**)

기체의 연소	확산 연소	가연성 가스가 공기 중에 확산되어 연소하는 형태 예 대부분 가스의 연소
액체의 연소	증발 연소	액체 자체가 연소되는 것이 아니라 액체 표면에서 발생하는 증기가 연소하는 형태 예 대부분 액체의 연소
고체의 연소	표면 연소	가연성 가스를 발생하지 않고 물질 그 자체가 연소하는 형태 예 코크스, 목탄, 금속분 등
	분해 연소	가열 분해에 의해 발생된 가연성 가스가 공기와 혼합되어 연소하는 형태 예 목재, 종이, 석탄, 플라스틱 등 일반 가연물
	증발 연소	고체가연물의 가열에 의해 발생한 가연성 증기가 연소하는 형태 예 황, 나프탈렌
	자기 연소	자체 내 산소를 함유하고 있어 공기 중 산소를 필요치 않고 연소하는 형태 예 니트로 화합물, 다이너마이트 등

연소

- 연소의 분류

- 자연발화 (**)

- ❖ 외부 점화원 없이 자체의 열에 의해 발화하는 현상

- 자연발화를 일으키는 열의 종류 (*)

- ❖ 산화열에 의한 발열 : 석탄, 원면, 건성유 등

- ❖ 분해열에 의한 발열 : 셀룰로이드, 니트로셀룰로오스

- ❖ 흡착열에 의한 발열 : 활성탄, 목탄 등

- ❖ 미생물에 의한 발열 : 퇴비, 먼지 등

- 자연발화가 되기 쉬운 조건 (**)

- ❖ 표면적이 넓을 것

- ❖ 열전도율이 적을 것

- ❖ 주위의 온도가 높을 것

- ❖ 발열량이 클 것

- ❖ 수분이 적당량 존재할 것

연소

• 연소의 분류

■ 자연발화에 영향을 미치는 요인

- ❖ 열의 축적
- ❖ 공기의 유동
- ❖ 수분

■ 자연발화 방지법 (*)

- ❖ 저장소의 온도를 낮출 것
- ❖ 산소와의 접촉을 피할 것
- ❖ 열전도율
- ❖ 발열량
- ❖ 통풍 및 환기를 철저히 할 것
- ❖ 습도가 높은 곳에는 저장하지 말 것

■ 혼합위험의 특성 (*)

- ❖ 가압하에서 발화지연이 짧다.
- ❖ 주위온도보다 발화온도가 낮아지면 발화지연이 짧다.
- ❖ 혼합물인 경우 단독물의 혼합보다 발화지연이 짧아진다.
- ❖ 햇빛이나 기타의 빛으로 광분해 반응이 수반될 수 있다.

연소

- 연소범위(폭발범위)

- 폭발 한계(폭발범위, 연소범위)

- ❖ 가연성 물질이 공기와 혼합하여 일정 농도 범위 내에서 폭발이 일어날 수 있는 범위를 말한다.

- 폭발하한계 (*)

- ❖ 폭발이 시작되는 최저의 용량비를 말한다.

- ❖ 가연성 물질의 용량이 폭발하한계보다 낮으면 폭발은 일어나지 않는다.

- 폭발상한계 (*)

- ❖ 폭발이 계속되는 최고의 용량비를 말한다.

- ❖ 가연성 물질의 용량이 폭발상한계보다 높으면 공기 중 산소가 부족하여 폭발은 중지된다.

- 온도, 압력과의 관계 (*)

- ❖ 압력 상승 시는 하한계는 불변, 상한계는 상승한다.

- ❖ 온도 상승 시는 하한계는 약간 하강, 상한계는 상승한다.

- ❖ 폭발하한계가 낮을수록, 폭발상한계는 높을수록 폭발범위가 넓어져 위험하다.

• 위험도의 계산 (**)

위험도의 계산 ★★

$$\text{위험도}(H) = \frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

여기서, U_1 : 폭발 하한계(%) U_2 : 폭발 상한계(%)

예제

공기 중에서 수소의 폭발하한계가 4.0vol%, 상한계가 75.0vol%라면 수소의 위험도는 얼마인가?

해설 위험도(H) = $\frac{U_2 - U_1}{U_1} = \frac{75 - 4}{4} = 17.75$ * 위험도는 단위가 없습니다.

정답 17.75

연소

- 완전 연소 조성 농도(화학양론농도, 이론산소농도)
 - 발열량이 최대이고 폭발 파괴력이 가장 강한 농도를 말한다.

완전 연소 조성 농도 ★★

$$C_{st} = \frac{100}{1 + 4.773 \left(n + \frac{m - f - 2\lambda}{4} \right)} (\%)$$

여기서, n : 탄소, m : 수소, f : 할로젠원소, λ : 산소의 원자 수, 4.773 : 공기의 몰 수

연소

- 완전 연소 조성 농도(화학양론농도, 이론산소농도)
 - 발열량이 최대이고 폭발 파괴력이 가장 강한 농도를 말한다.

예제

프로판(C_3H_8)가스가 공기 중 연소할 때의 화학양론농도는 약 얼마인가? (단, 공기 중의 산소농도는 21%이다)

해설

$$C_{st} = \frac{100}{1 + 4.773(n + \frac{m - f - 2\lambda}{4})} (\%)$$

여기서, n : 탄소, m : 수소, f : 할로겐원소, λ : 산소의 원자 수

프로판(C_3H_8)에서 $n : 3$, $m : 8$, $f, \lambda = 0$ 이므로

$$C_{st} = \frac{100}{1 + 4.773(3 + \frac{8}{4})} = 4.02(\%)$$

정답 4.02(%)

소화

- 소화방법 (*)

- 제거소화

- ❖ 가연물의 제거에 의한 소화방법
 - ❖ 예) 촛불을 입으로 불어 끈다.
 - ❖ 산불이 진행되는 방향의 나무를 제거한다.
 - ❖ 가스화재나 전기화재 시 가스공급 밸브나 차단기를 닫는다.

- 질식소화

- ❖ 가연물이 연소할 때 공기 중의 산소농도를 21%에서 15% 이하로 낮추어 소화하는 방법
 - ❖ 예) 분말소화기
 - ❖ 포소화기
 - ❖ 이산화탄소(CO_2) 소화기
 - ❖ 물의 분무 등

소화

- 소화방법 (*)

- 냉각소화

- ❖ 가연물의 온도를 떨어뜨려 소화하는 방법 or 물의 증발 잠열을 이용하는 방법
 - ❖ 예) 물
 - ❖ 산알칼리 소화기
 - ❖ 강화액 소화기

- 억제효과(부족매효과)

- ❖ 연소반응을 억제하는 부족매를 이용하는 소화방법
 - ❖ 예) 할로겐화물 소화기(할론 소화기)

소화

- 소화기의 종류

- 화재의 분류 및 소화방법 (***)

분 류	구분색	가연물	주된 소화 효과	적응 소화제
A급 화재	백색	일반 가연물 화재	냉각 효과	물, 강화액소화기, 산·알칼리소화기
B급 화재	황색	유류 화재	질식 효과	포 소화기, CO ₂ 소화기, 분말소화기
C급 화재	청색	전기 화재	질식, 억제효과	CO ₂ 소화기, 분말소화기, 할로겐화물소화기
D급 화재	표시없음 (무색)	금속 화재	질식 효과	건조사, 팽창 질석, 팽창 진주암

소화

• 소화기의 종류

■ 소화기 종류별 사용대상 화재

[소화기구의 소화약제별 적응성(제4조제1항제1호 관련)]

소화약제 구분 적응 대상	가스			분말		액체				기타			
	이산화탄소소화약제	할로겐화물소화약제	청정소화약제	인산염류소화약제	중탄산염류소화약제	산알칼리소화약제	강화액소화약제	포소화약제	물·침윤소화약제	고체에어로졸화합물	마른모래	팽창질석·팽창진주암	그밖의것
A급 화재 (일반화재)	-	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
B급 화재 (유류화재)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
C급 화재 (전기화재)	○	○	○	○	○	*	*	*	*	○	-	-	-

소화

• 소화기의 종류

■ 소화효과에 따른 소화기의 종류

❖ 냉각소화 효과

➤ 물소화기

- ✓ 물에 의한 냉각작용으로 소화효과를 증대하기 위해 인산염, 계면활성제 등을 첨가한다.
- ✓ 방출방식 : 수동펌프, 축압, 가스가압식

➤ 산, 알칼리 소화기

- ✓ 소화기의 내부에 탄산수소나트륨(NaHCO_3) 수용액과 진한황산(H_2SO_4) 이 분리 저장된 상태에서 레버를 누르면 탄산수소나트륨 수용액과 황산의 화학반응 결과 발생 되는 탄산가스의 압력으로 물을 방출시키는 소화기이다.



✓ (황산) (중탄산나트륨) (이산화탄소) (물) (황산나트륨)

- ✓ 방출방식 : 전도식, 파병식(이중병식)

➤ 강화액 소화기 : 부동액을 첨가하여 물의 동해를 방지한 소화기이다. (*)

- ✓ 탄산칼륨(K_2CO_3) 이 농축된 강알칼리 성의 수용액, 즉 강화액을 용기 내에 넣고 방사용 에너지로서 질소가스($8\sim 10\text{kg/cm}^2$)를 봉입한 소화기이다.

- ✓ 방출방식 : 축압, 가스가압, 반응(파병식)

소화

• 소화기의 종류

■ 소화효과에 따른 소화기의 종류

❖ 질식소화 효과

➤ 분말소화기

- ✓ A, B, C급 분말 소화기 : 일반화재, 유류화재, 전기화재에 적합한 소화약제인 제1인 산암모늄을 충전한 소화기이다.
- ✓ B, C 분말 소화기 : 유류화재, 전기화재에 적합한 중탄산소다, 중탄산칼륨을 충전한 소화기이다.
- ✓ 방출방식 : 축압식, 가스가압식

➤ 이산화탄소 소화기 (탄산가스 소화기)

- ✓ 이산화탄소(CO_2)를 액화시켜 철제용기에 넣은 것이다.
- ✓ 피부에 닿으면 동상이 우려되므로 주의해야 한다.
- ✓ 무창층, 지하층, 밀폐된 거실 등에서는 질식이 우려되므로 사용을 금지한다.

➤ 포소화기

- ✓ 화학포(탄산수소나트륨, 황산알루미늄)소화기와 기계포(수성 막포, 계면활성제포)소화기가 있으며 거품이 연소면을 덮어 질식 및 냉각에 의해 소화한다.
- ✓ 밀폐공간에서 화재진압 시 질식 등의 우려가 있는 소화기(분말, 이산화탄소, 하론소화기)의 문제점을 제거하여 지하실 등에 적응이 가능하다.

소화

• 소화기의 종류

■ 소화효과에 따른 소화기의 종류

❖ 질식소화 효과

➢ 할로겐화물 소화기

- ✓ 가격이 비싸고 공기 중 오존층을 파괴하는 물질로 사용이 규제되어 생산량이 크게 줄었다.
- ✓ 할로겐화물을 소화기 본체 내부에 충전하여 화재발생 시 외부로 방출하여 화재를 소화시키는 소화기이다.
- ✓ 할로겐화물 소화약제

[소화약제의 종류 ★]

명칭	화학식(성분)
하론 1301	CF_3Br
하론 1211	CF_2ClBr 무색, 무취이며 전기적으로 부전도성인 기체이다.
하론 2402	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$
하론 1011	CH_2ClBr
하론 1040	CCl_4 또는 사염화탄소(CTC)

소화

• 소화기의 종류

■ 소화효과에 따른 소화기의 종류

❖ 질식소화 효과

➢ 할로겐화물 소화기

- ✓ 사염화탄소 소화기 (CTC) 는 실내에서는 포스겐가스(COCl_2)에 의한 중독위험이 있다. (*)
- ✓ 부촉매 효과 : $\text{I} > \text{Br} > \text{Cl} > \text{F}$ (*)
- ✓ 안정성 : $\text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$
- ✓ 방출방식 : 축압식, 가스가압식

■ 가압방식에 의한 소화기의 분류

❖ 가압식 소화기

- 소화약제의 방출원이 되는 압축가스를 본체 용기와는 별도로(내부 또는 외부)전용용기(압력бом베)에 봉입하여 봉판이 파괴되면 충전되어 있던 압축가스의 압력으로 본체의 소화약제를 외부로 방사하는 방식의 소화기를 말한다.

❖ 축압식 소화기

- 소화기 본체에 소화약제와 압축가스가 함께 봉입되어 있는 방식의 소화기를 말한다.

소화

- 소화기의 종류

- 감지기종류 (*)

- ❖ 열감지기

- 차동식 감지기(스폿형, 분포형) : 실내온도의 상승률이 일정한 값을 넘었을 때 동작한다.
 - 정온식 감지기(스폿형, 감지선형) : 실온이 일정온도 이상으로 상승하였을 때 작동한다.
 - 보상식 감지기(스폿형) : 차동성을 가지면서 차동식의 단점을 보완하여 고온에서도 반드시 작동하도록 한 것이다.

- ❖ 연기감지기

- 이온화식 : 검지부에 연기가 들어가는데 따라 이온전류가 변화하는 것을 이용했다.
 - 광전식 : 검지부에 연기가 들어가는데 따라 광전소자의 입사광량이 변화하는 것을 이용했다.

기출 문제

1. 다음의 할로겐화물 소화약제 중 비점이 가장 낮은 것은?
(05.05.29)

- ① Halon 2402
- ② Halon 1301
- ③ Halon 1211
- ④ Halon 1011

기출 문제

2. 다음은 최소 발화에너지에 대한 설명이다. 틀린 것은?
(05.05.29)

- ① 최소발화에너지는 압력이 증가할수록 낮아진다.
- ② 최소발화에너지는 온도가 높아질수록 낮아진다.
- ③ 최소발화에너지는 공기중에서 보다 산소중에서 더 낮다.
- ④ 최소발화에너지는 혼합기체의 흐름이 있으면 유속 증가에 따라 감소한다.

기출 문제

3. 포소화기 또는 분말소화기의 소화(消火)원리와 관계되는 것은? (05.08.07)

- ① 질식소화
- ② 제거소화
- ③ 부족매소화
- ④ 연속관계의 차단

기출 문제

4. 이산화탄소 및 할로겐화합물 소화설비의 특징과 거리가 먼 것은? (05.08.07)

- ① 소화속도가 빠르다.
- ② 전기기기류 화재에 사용된다.
- ③ 변질 우려가 있어 장기간 저장이 어렵다.
- ④ 소화할 때 주변을 오염시키지 않아 부식성이 없다.

기출 문제

5. 연소한계에 영향을 가장 적게 미치는 것은? (06.03.05)

- ① 온도
- ② 압력
- ③ 이산화탄소
- ④ 산소

기출 문제

6. 전기설비의 화재에 사용되는 소화기의 소화제로 알맞는 것은? (06.03.05)

- ① 산 및 알칼리
- ② 물거품
- ③ 염화칼슘
- ④ 탄산가스

기출 문제

7. 주위의 온도가 정해진 비율 이상으로 상승할 때 작동하며, 온도상승이 완만한 화염이 감지에는 효과가 적은 단점이 있는 자동화재 탐지설비는? (06.03.05)

- ① 정온식 감지기
- ② 보상식 감지기
- ③ 차동식 감지기
- ④ 복사 감지기

기출 문제

8. 윤활유를 닦은 기름걸레를 햇빛이 잘 드는 작업장의 구석에 모아 두었을 때 가장 가능성이 높은 재해는? (06.05.14)

- ① 분진폭발
- ② 자연발화에 의한 화재
- ③ 정전기 불꽃에 의한 화재
- ④ 기계의 마찰에 의한 화재

기출 문제

9. 다음 중 폭발의 위험성이 가장 높은 것은? (06.08.06)

- ① 폭발 상한농도
- ② 완전연소 조성농도
- ③ 폭발 상한성과 하한선의 중간점 농도
- ④ 폭굉 상한성과 하한선의 중간점 농도

기출 문제

10. 다음의 소화방법 중에서 액체의 증발잠열을 이용하여 소화시키는 것으로 물을 이용하는 방법은 주로 어떤 소화방법에 해당되는가? (07.03.04)

- ① 냉각소화법
- ② 연소억제법
- ③ 제거소화법
- ④ 질식소화법

기출 문제

11. 다음 중 분말소화약제에 대한 설명으로 틀린 것은?
(08.03.02)

- ① B급, C급 화재의 소화에 적당하다.
- ② 방사원으로는 질소가스를 사용한다.
- ③ 주된 소화효과는 희석효과이다.
- ④ 축압식과 가스가압식이 있다.

기출 문제

12. 다음 중 자연발화에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
(08.03.02)

- ① 점화원을 잘 관리하면 자연발화를 방지할 수 있다.
- ② 자연발화는 외부로 방열하는 열보다 내부에서 발생하는 열의 양이 많은 경우에 발생한다.
- ③ 습도는 높게 하면 자연발화를 방지할 수 있다.
- ④ 윤활유를 닦은 걸레의 보관 용기로는 금속재보다는 플라스틱 제품이 더 좋다.

기출 문제

13. 다음 중 CO₂ 소화기의 주된 소화효과는? (08.05.11)

- ① 희석소화
- ② 제거소화
- ③ 억제소화
- ④ 질식소화

기출 문제

14. 다음 중 화재의 종류와 그 화재급수가 올바르게 연결된 것은? (08.07.27)

- ① 목재에 의한 화재 - A급 화재
- ② 전기에 의한 화재 - D급 화재
- ③ 유류에 의한 화재 - C급 화재
- ④ 금속에 의한 화재 - B급 화재

기출 문제

15. 다음 중 이산화탄소 및 할로겐화물 소화기의 소화약제에 대한 특징으로 틀린 것은? (08.07.27)

- ① 소화속도가 빠르다.
- ② 장기간 저장이 가능하다.
- ③ 주로 냉각효과에 의한 소화방식이다.
- ④ 전기절연성이 커서 전기기계류의 화재에 사용된다.

기출 문제

16. 다음 중 연소의 3요소가 아닌 것은? (08.07.27)

- ① 연쇄반응
- ② 점화원
- ③ 산소공급원
- ④ 가연물

기출 문제

17. 다음 중 고체물질의 연소 종류가 아닌 것은? (08.07.27)

- ① 표면연소
- ② 증발연소
- ③ 자기연소
- ④ 확산연소

기출 문제

18. 다음 중 전기설비 화재의 소화에 가장 적합한 것은?
(09.03.01)

- ① 건조사
- ② 포 소화기
- ③ CO₂소화기
- ④ 봉상강화액 소화기

기출 문제

19. 액체의 표면에서 발생한 증기농도가 공기 중에서 연소하한 농도가 될 수 있는 가장 낮은 액체온도를 의미하는 것은?
(09.05.10)

- ① 착화점
- ② 발화점
- ③ 인화점
- ④ 연소점

기출 문제

20. 다음 중 연소의 3요소에 해당하는 물질이 아닌 것은?
(09.05.10)

- ① 메탄
- ② 공기
- ③ 정전기 방전
- ④ 이산화탄소

기출 문제

21. 정전기 방전의 종류 중 부도체의 표면을 따라서 star-check 마크를 가지는 나뭇가지 형태의 발광을 수반하는 것은?
(09.07.26)

- ① 기중방전
- ② 연면방전
- ③ 불꽃방전
- ④ 고압방전

기출 문제

22. 하론 소화기는 연소의 요소를 제거함으로써 소화작용을 하는가? (09.07.26)

- ① 발화원
- ② 가연물
- ③ 연쇄반응
- ④ 탄화물

기출 문제

23. 다음 중 물을 소화재로 사용하는 주된 이유로 가장 적합한 것은? (10.03.07)

- ① 기화되기 쉬우므로
- ② 증발 잠열이 크므로
- ③ 환원성이므로
- ④ 부축매 효과가 있으므로

기출 문제

24. 다음 중 할로겐화합물 소화약제의 주된 효과는? (10.03.07)

- ① 냉각효과
- ② 억제효과
- ③ 질식효과
- ④ 제거효과

기출 문제

25. 다음 중 고체물질의 연소 종류가 아닌 것은? (10.05.09)

- ① 표면연소
- ② 증발연소
- ③ 자기연소
- ④ 확산연소

기출 문제

26. 가정에서 튀김기름으로 요리 하다가 식용유에 불이 붙었을 때 채소기류를 기름에 넣으면 불이 꺼지는 경우에 해당되는 소화법은? (10.05.09)

- ① 냉각소화법
- ② 질식소화법
- ③ 제거소화법
- ④ 희석소화법

기출 문제

27. 다음 중 이산화탄소 소화기의 사용이 가능한 것은?
(10.07.25)

- ① 전기설비가 존재하는 한랭한 지역에서의 화재
- ② 사람이 존재하는 밀폐된 지역에서의 화재
- ③ LiH, NaH와 같은 금속수소화물에 의한 화재
- ④ 제5류 위험물(자기 반응성 물질)에 의한 화재

기출 문제

28. 다음 중 독성가스의 발생으로 화재에 사용할 수 없는 할로젠화합물 소화약제는? (10.07.25)

- ① 할론 1211 소화약제
- ② 할론 1301 소화약제
- ③ 할론 2402 소화약제
- ④ 할론 104 소화약제

Thank you