

5과목 - 화학설비위험방지기술

2022. 7. 7. 오전 11:10

- 연소의 3요소

- 1) 인화(가연)물
- 2) 산소
- 3) 열 또는 점화물

- 연소하기 쉬운 조건

- 1) 산화되기 쉬운 것
- 2) 산소와 접촉면적이 클 것
- 3) **열전도율이 적을 것**
- 4) 발열량이 클 것
- 5) 조건가 양호할 것

- 고체연소

- 1) 표면연소
- 2) 분해연소
- 3) 증발연소
- 4) 자기연소

- 기체연료연소

- 1) 확산연소
- 2) 혼합연소
- 3) 폭발연소

- 보일의 법칙

일정 온도에서 기체의 부피는 압력에 반비례한다
Ex) 수영할 때 나오는 공기방울은 수면위로 올라갈수록 커진다
하늘로 올라간 풍선은 터진다
고산지대로 라면을 가지고 올라가면 봉지가 뽕뽕해진다

- 사물의 법칙

압력이 일정할 때 부피는 그 절대온도에 비례한다
Ex) 찌그러진 탁구공은 따뜻한 물에서 퍼진다
여름철에는 타이어가 팽팽해 진다
열기구 속의 공기를 가열하면 위로 올라간다

- 보일 사물의 법칙

기체의 부피는 압력에 반비례하고 절대온도에 정비례한다

$$\frac{P1 \cdot V1}{T1} = \frac{P2 \cdot V2}{T2}$$

- 위험물의 정의

상온 20°C 1기압에서 대기중의 산소 또는 수분 등과 쉽게 격렬히 반응하면서 수조 이내에 출되는 막대한 에너지로 인해 화재 및 폭발을 유발시키는 물질

- 특수화학설비의 종류

- 1) 발열반응이 일어나는 반응장치
- 2) 증류, 정류, 증발, 추출 등 분리를 하는 장치
- 3) 가열시켜주는 물질의 온도가 가열되는 위험물질의 분해온도 또는 발화점보다 높은 상태에서 운전되는 설비
- 4) 반응폭주 등 이상 화학반응에 의하여 위험물질이 발생할 우려가 있는 설비
- 5) 온도가 섭씨 350도 이상이거나 개이저 압력이 980kpa 이상인 상태에서 운전되는 설비
- 6) 가열로 또는 가열기

- 산업안전보건법상의 위험물 분류

- 1) 폭발성 물질 및 유기 과산화물
질산에스테르류, 니트로화합물, 니트로소화합물, 아조화합물, 디아조화합물, 하이드라진 유도체
- 2) 물반응 물질 및 인화성 고체
리튬, 칼륨, 나트륨, 황, 황린, 황하인, 적린, 셀룰로이드류, 알칼리금속, 유기 금속화합물
- 3) 산화성 액체 및 산화성 고체
치아염소산 및 그 염류, 아염소산 및 그 염류, 염소산 및 그 염류, 과염소산 및 그 염류, 브롬산 및 그 염류, 요소산 및 그 염류, 과산화수소 및 무기 과산화물, 질산 및 그 염류
- 4) 인화성 액체
에틸에테르, 가솔린, 아세트알데히드, 산화프로필렌
- 5) 인화성 가스
폭발 1단계 : 메탄, 에탄, 프로판, 부탄
폭발 2단계 : 에틸렌
폭발 3단계 : 수소, 아세틸렌(C2H2)
(최소착화에너지가 작다 = 착화되기 쉽다 = 폭발 3단계 : 수소, 아세틸렌)
- 6) 부식성 물질
농도가 20% 이상인 염산, 황산, 질산, 그 밖에 이와 같은 정도 이상의 부식성을 가지는 물질
농도가 60% 이상인 인산, 아서, 트산, 불산, 그 밖에 이와 같은 정도 이상의 부식성을 가지는 물질
- 7) 급성 독성 물질

쥐에 대한 **경구투입시험**에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 양, 즉 LD50(경구쥐)이 **킬로그램당 300mg** 이하인 화학물질

쥐 또는 토끼에 대한 **경피흡수시험**에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 양, 즉 LD50이 **킬로그램당 1000mg** 이하인 화학물질

쥐에 대한 4시간 동안의 **흡입시험**에 의하여 실험동물의 50%를 사망시킬 수 있는 물질의 농도, 즉 가스 LC50이 2.500ppm 이하인 화학물질, 증기 LC50이 **10mg/L** 이하인 화학물질, **분진 또는 미스트 1mg/L** 이하인 화학물질

- 저장법

- 1) 나트륨, 칼륨 : 석유속
- 2) 적린, 마그네슘 : 격리
- 3) 황린 : 물 속
- 4) 질산은 : 갈색병

- 칼륨, 나트륨, 리튬 = 물반응성 물질 (급성 독성 물질)**

-> 물과 격렬히 반응하여 수소가스 발생시킴

- 구리는 물과 반응하지 않는다

- 일산화탄소(CO)는 폭발등급 G1으로 분류되며 (독성 50) 화재, 사망의 주요 원인이 되는 독성가스이다

- 고압의 환경에서 장시간 작업하는 경우 **잠혈병 또는 잠수병**이 발생할 수 있다
급격한 감압시에 혈액속의 질소가 혈액과 조직에 기포를 형성하여 혈액순환 장애와 조직손상을 일으키는 **질소중독 증세**때문

- 노출기준의 표시단위

가스 및 증기 : ppm 또는 mg/cm³

고온 : 습구측구온도차수 (WBGIT)

- 1) 태양광선이 내리쬐는 옥외 장소
WBGIT(°C) = 0.7 x 자외선구온도 + 0.2 x 측구온도 + 0.1 x 건구온도
- 2) 태양광선이 내리쬐지 않는 옥내 또는 옥외 장소
WBGIT(°C) = 0.7 x 자외선구온도 + 0.3 x 측구온도

- 시간가중 평균 노출기준 (TWA = Time Weighted Average)

1일 8시간, 주 40시간동안의 평균노출농도로서 거의 모든 근로자가 평생작업에서 반복하여 노출되더라도 건강장해를 일으키지 않는 공기 중 유해물질의 농도

$$TWA = \frac{C1 \times T1 + C2 \times T2 + \dots + C \times T}{8}$$

(C : 유해인자의 측정치, T(h) : 유해인자의 발생시간)

- 화재의 종류

- 1) A급화재 : 일반화재, 냉각소화 (목재, 종이, 섬유 등의 화재)
- 2) B급화재 : 가연성 액체에 의한 화재 (에테르, 가솔린, 경유, 벤젠, 톨타르 등)
- 3) C급화재 : 전기화재 (소화지 절연성을 갖는 소화제 사용)
- 4) D급화재 : 금속에 의한 화재

- 분할소화기

- 1) 제 1종 : 탄산수소나트륨 - B,C
- 2) 제 2종 : 탄산수소칼륨 - B,C
- 3) 제 3종 : 제1인산암모늄 - A,B,C,
- 4) 제 4종 : 탄산수소칼륨과 요소와의 반응을 -B,C

- 단시간 노출기준 (STEL = Short-Term Exposure Limit)

- 1) 근로자가 1회 15분간의 시간가중 평균 노출기준 (허용농도)
- 2) 노출농도가 시간가중 평균 노출기준값을 초과하고 단시간노출기준값 이하인 경우에는 1회 노출지속시간이 15분 미만이어야하고 이러한 상태가 1일 4회 이하로 발생하여야하며, 회의 노출간격 60분 이상이어야 한다

- 유독물의 종류와 증상

- 1) 흡 : 흡기화된 물질의 응축 및 산화로 인하여 생기는 고체상의 미립자
- 2) 미스트 : 공기중에 분산된 액체의 작은 입자
- 3) 분진 : 공기중에 분산된 고체의 작은 입자

- 자연발화 발생조건

- 1) 표면적이 넓을 것
- 2) 열전도율이 작을 것
- 3) 발열량이 클 것
- 4) 주위의 온도가 높을 것

- 기체의 자연발화 온도 측정법 = 예열법

- 자연발화 방지대책

- 1) 통풍
- 2) 저장실 온도를 낮출 것
- 3) 열이 축적되지 않는 퇴적방법 선택
- 4) 습기가 높지 않도록

- 폭발

- 1) 기상 폭발(기체상태의 폭발) : 혼합가스 폭발, 분해폭발, 분진폭발, 분무폭발, 증기운폭발
- 2) 용성 폭발(고체와 액체상태의 폭발) : 혼합위험성 물질의 폭발, 폭발성 화합물의 폭발, 증기 폭발, 도선폭발, 고상간의 전이에 의한 폭발, 전기폭발, 수증기폭발

- 폭발의 조건

- 1) 인화성 가스, 증기, 분진 등이 폭발범위내에 존재
- 2) 밀폐공간이 존재
- 3) 점화원이 존재(최소착화에너지 이상인 경우)

- 분진폭발

- 1) 가스폭발보다 폭발압력이 작다
- 2) 가스폭발보다 연소속도가 작다
- 3) 가스폭발보다 연소시간이 길다
- 4) 가스폭발보다 발화에너지가 크다
- 5) 압력의 파급속도가 크다
- 6) 분진내의 수분농도가 적으면 정전기 발생 등의 위험으로 분진폭발 위험성이 커진다
- 7) 금속차(알루미늄, 마그네슘, 아연분말)에 의해 일어난다
- 8) 2차, 3차 폭발로 파급한다

- 폭발등급에 따른 분류

- 1) 1등급 - 안전간격 : 0.6m초과
메탄, 에탄, 프로판, 부탄
- 2) 2등급 - 안전간격 : 0.4mm 초과 0.6mm 이하
에틸렌, 석탄가스
- 3) 3등급 - 안전간격 0.4mm 이하
수소, 아세틸산

- 반응기의 구분

- 1) 조작방식에 의한 분류 : 최분식, 반회분식, 연속식
- 2) 구조에 의한 분류 : 관형반응기, 탑형반응기, 교반기형반응기, 유동층형반응기

- 이산화탄소 소화약제의 특성

- 1) 전기절연성이 우수하다
- 2) 액체로 저장할 경우 **자체 압력으로 분사**할 수 있다
- 3) 액화상태에서 부식성이 매우 적다
- 4) 저장에 의한 분질이 없어 장기간 저장이 용이한 편이다
- 5) 사용 후에 오염의 영향이 거의 없다
- 6) 주된 소화효과는 **질식소화**이다

- 소화의 종류

- 1) 질식소화
연소하고 있는 가연물이 존재하는 장소를 기계적으로 폐쇄하여 공기의 공급을 차단
- 2) 제거소화
가연성 기체의 분출화재시 주 밸브를 닫는다
- 3) 억제소화
가연성 기체의 연쇄반응을 차단
- 4) 냉각소화
연료 탱크를 냉각하여 가연성 가스의 발생속도를 작게 한다

- 인화성 가스가 발생할 우려가 있는 지하작업장에서 작업을 할 경우,

폭발이나 화재를 방지하기 위한 조치사항

- 1) 매일 작업을 시작하기 전에 측정
- 2) 가스의 누출이 의심되는 경우 측정
- 3) 장시간 작업할 때에는 4시간마다 측정
- 4) 가스가 발생하거나 정체할 위험이 있는 장소에 대하여 측정

- 가연성가스가 밀폐된 용기 안에서의 **최대폭발압력**

- 1) 혼합농도에서 최대가 된다
- 2) 초기온도가 높을수록 감소가 된다
- 3) 용기의 형태, 부피, 유속 등에는 큰 영향을 받지 않는다
- 4) 초기 압력이 상승할수록 증가한다

- 가연성가스의 폭발범위

압력 증가시 : 하한계는 불변, 상한계는 상승
온도 증가시 : 하한계는 약간 하강, 상한계는 상승

- 1m³ = 1000L

- 사업주는 인화성 액체 및 인화성 가스를 저장 취급하는 화학설비에서 증기나 가스를 대기로 방출하는 경우에는 외부로부터의 화염을 방지하기 위하여 **화염방지기를 그 설비 상단에 설치**하여야 한다

- 사업주는 특수화학설비를 설치하는 경우에는 그 내부의 이상 상태를 조기에 파악하기 위하여 필요한 자동경보장치를 설치하여야 한다. 다만, 자동경보장치를 설치하는 것이 곤란한 경우에는 한시안을 두고 그 특수화학설비의 운전 중 설비를 감시하도록 하는 등의 조치를 하여야 한다

$$\text{최소산소농도} = \text{폭발하한계} (\%) \times \frac{\text{산소 mol 수}}{\text{연소가스 mol 수}}$$

- 위험물을 액체상태로 저장하는 저장탱크를 설치하는 경우에는 위험물질이 누출되어 확산되는 것을 방지하기 위하여 방유제(防油堤)를 설치하여야 한다.

- STP 조건

0°C 1기압(atm)에서, 기체 분자의 종류에 상관없이, 모든 기체 1몰의 부피는 22.4리다
1기압 = 101.325kpa

- 부탄 = C4H10

프로판 = C3H8

에탄 = C2H6

- 관 부속품

- 1) 2개의 관 연결 : 플랜지, 유니온, 커플링, 니플, 소켓
- 2) 방향변경 : Y형 관이음쇠, 엘보, 티, 십자
- 3) 직경변경 : 리듀서, 부싱
- 4) 유로차단 : 플러그, 밸브, 캡
- 5) 지선연결 : Y형 관이음쇠, 티, 십자

$$\text{위험도} = \frac{\text{연소상한계} - \text{연소하한계}}{\text{연소하한계}}$$

$$\frac{\text{혼합가스의 체적비}}{\text{혼합가스의 폭발하한계}} = \frac{\text{A 체적비}}{\text{A 폭발하한계}} + \frac{\text{B 체적비}}{\text{B 폭발하한계}}$$

- 소화약제

IG-01 : Ar(아르곤)
IG-100 : N2(질소)
IG-541 : N2, Ar, CO2
IG-55 : N2, Ar

- 유동열 지평테크

저장물질 위에 떠온 지평판이 탱크 측판부를 따라 상하로 움직이는 원통탱크
이러한 구조로 증발에 의한 액체 손실을 방지하고 액면 위의 공간에 폭발성 위험가스를 형성할 위험이 적음

- 내화구조로 하여야 하는 부분 기준

- 1) 건축물의 기둥 및 보 : 지상 1층까지
- 2) 위험물 저장 및 취급용기의 지지대 : 지상으로부터 지지대의 끝부분까지
- 3) 배관 및 전선 및 기타 지지대 : 지상으로부터 1단

- 인화점** = 액체의 표면에서 발생한 증기농도가 공기 중에서 **연소하한 농도가 될 수 있는 가장 낮은 액체 온도**

황화수소 (-60°C)
에틸에테르 (-45°C)
휘발유, 가솔린 (-43°C)
이황화탄소 (-30°C)
아세톤 (-20°C)
벤젠 (-11°C)
메탄올 (13°C)
아세트산 (39°C)

- 디에틸에테르

- 1) 인화점 : -45°C
- 2) 착화점 : 180°C
- 3) 증기비중 : 2.55
- 4) 연소범위 1.9~48%

- 강화액 소화약제**

물의 소화력을 높이기 위하여 물에 **탄산칼륨(K2CO3)**과 갈 류를 첨가한 소화약제
0°에 얼어버리는 물에 탄산칼륨 등을 첨가하여 여는점을 낮추어 겨울철이나 한랭지역에 사용이 가능하도록 한 소화약제

- 파열판

반응폭주 등 급격한 압력상승의 우려가 있는 경우에 설치

- 증류 방법

- 1) 공비증류 : 벤젠과 같은 물질을 첨가하여 수분을 함유하는 성분의 수분을 제거
- 2) 누출증류 : 두 성분의 분리를 허용하기 위해 이원 혼합물에 세번째 성분을 첨가
- 3) 가압증류 : 대기압보다 높은 압력을 가하는 증류법
- 4) 감압증류 : 끓는점이 비교적 높은 액체 혼합물을 분리하기 위하여 액체에 작용하는 압력을 감소시켜 증류 속도를 빠르게 하는 방법

- 개스킷** : 물질의 누출방지용으로써 접합면을 상호 밀착시키기 위하여 사용

- 체크밸브** : 액체의 역류를 방지하기 위하여 한쪽 방향으로만 흐르게 하는 밸브

- 플러그** : 전원에 연결하기 위하여 사용하는 접속기구

- 코크** : 유체의 흐름과 차단을 행하는 밸브

- 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준

- 1) 가스 및 증기의 노출기준 표시는 ppm
- 2) 분진 및 미스트 등 에어로졸의 노출기준 표시단위는 mg/m³ 을 사용
- 3) 고온의 노출기준 표시단위는 WBGIT

- 단위공정시설 및 설비**로부터 다른 단위공정 시설 및 설비사이의 안전거리는 설비의 바깥면으로부터 10m 이상이 되어야 함
(그 외 20m)

- 펌프 종류

- 1) 왕복펌프 : 피스톤펌프, 플린저펌프, 격막펌프
- 2) 회전펌프 : 기어펌프

- 위험물 건조설비 중 건조실을 설치하는 건조물의 구조를 독립된 단층 건물로 하여야 하는 건조설비

- 1) 위험물 또는 위험물이 발생하는 물질을 가열, 건조하는 경우 내용적이 1m³ 이상인 건조설비
- 2) 고체 또는 액체 연료의 최대사용량이 10kg/h 이상
- 3) 기체연료의 최대사용량이 1m³ /h 이상
- 4) 전기사용 정격용량이 10kW 이상

- 송풍기의 검사법칙

- 1) 풍량은 회전수에 비례
- 2) 풍압은 회전수 제곱에 비례
- 3) 소요동력은 회전수의 세제곱에 비례

- CO(일산화탄소) 특징

- 1) 무색 무취
- 2) 염소와 촉매 존재하에 반응하여 포스겐(COCl2) 생성
- 3) 인체내의 헤모글로빈과 결합하여 산소운반기능 저하
- 4) 질식성 독성가스
- 5) 허용농도 50ppm

- 특수화학설비에 설치하는 계속장치

- 1) 원재료 공급의 긴급차단장치
- 2) 즉시 사용할 수 있는 예비동력원
- 3) 온도계, 유량계, 압력계 등의 계속장치

- Flash Over (플래쉬오버)

화재로 인해 실내온도 급격히 상승해 화재가 순간적으로 실내 전체로 확산되어 연소되는 현상

- 플래쉬오버에 영향을 미치는 것

- 1) 개구부
- 2) 내장재료
- 3) 화원의 크기
- 4) 실의 내표면적

- 고압가스 용기의 도색

- 1) 산소 - 녹색
- 2) 수소 - 주황색
- 3) 아세틸렌 - 황색
- 4) 질소, 아르곤 - 회색

- 공정안전보고서의 내용

- 1) 공정안전자료
- 2) 공정위험성 평가서
- 3) 안전위험계획
- 4) 비상조치계획

- Halon

CFClBr
Ex) Halon 2402 = C2F4Br2

- 화재감지기

- 1) 열감지기 : 자동차, 정온식, 보상식
- 2) 연기감지기 : 이온화식, 광전식

- Burgess-Wheeler의 법칙

서로 유사한 탄화수소계의 가스에서 폭발하한계의 농도(vol%) * 연소열 (kcal/mol) = 1100로 일정