

# 가스(산업)기사 정리

## \* 가스밀도, 비체적 비중

① 밀도 =  $\frac{M}{22.4}$  (g/ℓ, kg/m³) 여기서, M : 분자량

② 비체적 =  $\frac{22.4}{M}$  (ℓ/g, m³/kg)

③ 비중 =  $\frac{M}{29}$

## \* 보일 · 샬의 법칙

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

여기서 P, V, T : 처음 압력, 부피, 온도

P', V', T' : 나중 압력, 부피, 온도

## \* 이상기체상태 방정식

$$PV = nRT = \frac{w}{M}RT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1\text{atm} \times 22.4\ell}{1\text{mol} \times 273^\circ K}$$

$$= 0.082\ell \cdot \text{atm/mol}^\circ K$$

여기서, P : 압력(atm)

V : 부피(ℓ)

n : 몰수(mol)

R : 기체상수(ℓ · atm/mol°K)

T : 절대온도 (°K)

M : 기체의 분자량

w : 기체의 질량 (g)

## \* 실재기체상태의 방정식

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

여기서, a : 기체 분자 간의 인력(ℓ² · atm/mol²)

b : 기체 자신이 차지하는 부피(ℓ/mol)

## \* 기체상태 방정식

$$PV = GRT$$

$$R = \frac{PV}{GT} = \frac{1.033 \times 10^4 \text{ kg/m}^3 \times 22.4 \text{ m}^3}{1 \text{ kmol} \times 273^\circ K}$$

$$= 848 \text{ kg} \cdot \text{m/kmol}^\circ K$$

여기서, P : 압력(kg/m²)

V : 부피(m³)

G : 가스중량(kg)

T : 절대온도(°K)

R ; 가스정수(kg · m/kmol°K) = 848/분자량

## \* 혼합가스의 조성

$$\cdot \text{용량}(\%) = \frac{\text{단독성분가스의용적}}{\text{전체가스의용적}} \times 100$$

$$\cdot \text{용적}(V\%) = \text{몰}(\text{mol}\%) = \text{압력}(P\%)$$

$$\cdot \text{중량}(\%) = \frac{\text{단독성분의중량}}{\text{전체가스의중량}} \times 100$$

## \* 열효율(η)

$$\eta = \frac{G \times C \times \Delta T}{W \times Q}$$

여기서, G : 질량(kg)

C : 비열(kcal/kg°C)

ΔT : 온도차 (°C)

W : 연료소비량(kg)

Q : 연료발열량(kcal/kg)

## \* 구형 탱크의 내용적

$$V = \frac{\pi D^3}{6} \text{ 또는 } \frac{4\pi r^3}{3}$$

여기서, V : 내용적 (m³)

D : 안지름(m)

r : 반지름(m)

## \* 피스톤식 압력계

$$\text{압력}(\text{kg/cm}^2) = \frac{\text{추와피스톤의무게}(\text{kg})}{\text{실린더단면적}(\text{cm}^2)}$$

## \* 돌턴의 분압법칙

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

여기서, P : 전압

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : 각 단독 성분의 분압 혼합기체가 나타나는 전압은 각 단독성분의 분압의 합과 같다.

## \* 르 · 샤틀리에 공식

$$\frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \dots$$

여기서, L : 혼합가스의 하한 또는 상한

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : 단독 성분의 하한이나 상한

V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> : 단독 성분의 부피(%)

## \* 압축률 - 압력이 증가하면 액체의 체적의 감소된다.

$$\beta = -\frac{\Delta V}{V \Delta P}$$

여기서,  $\beta$  : 압축률 (1/atm)

V : 최초의 부피

$\Delta P$  : 가해진 압력(atm)

$\Delta V$  : 줄어든 부피

#### \* 연신율과 단면 수축률

$$\textcircled{1} \text{ 연신율 (= 신장률)} = \frac{L' - L}{L} \times 100$$

여기서, L : 처음 길이

L' : 나중 길이

$$\textcircled{2} \text{ 단면 수축률} = \frac{A - A'}{A} \times 100$$

여기서, A : 처음 단면적

A' : 수축한 최소 단면적

#### \* 저장능력 산정기준

$$\textcircled{1} \text{ 압축가스 : } Q = (P+1)V$$

$$\textcircled{2} \text{ 액화가스의 용기 : } w = \frac{V_2}{C}$$

$$\textcircled{3} \text{ 액화가스 탱크 : } w = 0.9dV_2$$

여기서, Q : 저장능력( $m^3$ )

P : 충전압력 ( $kg/cm^2$ )

V : 내용적( $m^3$ )

$V_2$  : 내용적( $\ell$ )

w : 저장능력(kg)

d : 액비중( $kg/\ell$ )

C : 충전상수( $C_3H_8$  - 2.35,  $C_4H_{10}$ -2.05,  $CO_2$  - 1.34,  $NH_3$  - 1.86)

#### \* 다공도

$$\text{다공도} = \frac{V - E}{V} \times 100(\%)$$

여기서, V : 다공물질의 용적( $m^3$ )

E : 침윤 잔용적( $m^3$ )

#### \* 위험도

$$H = \frac{U - L}{L}$$

여기서, H : 위험도

U : 폭발범위 상한

L : 폭발범위 하한

#### \* 웨베지수

$$WI = \frac{H_g}{\sqrt{d}}$$

(표준 웨베지수의  $\pm 4.5\%$  이내일 것.)

여기서, WI : 웨베지수

$H_g$  : 도시가스의 발열량 ( $kcal/m^3$ )

d : 가스의 비중

#### \* 압축기용 안전밸브의 분출면적

$$a = \frac{w}{230P\sqrt{\frac{M}{T}}}$$

여기서, a : 분출부의 유효면적( $cm^2$ )

w : 1시간에 분출해야 할 가스량( $kg/h$ )

P : 안전밸브의 분출압력( $kg/cm^2a$ )

M : 가스의 분자량

T : 압력 P에 있어서 가스의 절대온도( $^{\circ}K$ )

#### \* 압력용기의 안전밸브구경 계산식

$$d = C \sqrt{D \times L}$$

· 도관용 안전밸브 단면적 도관에 설치하는 안전밸브 분출면적은 도관최대지름부 단면적의 0.1배 이상

여기서, d : 안전밸브 구경(mm)

D : 바깥지름(m)

L : 관의 길이(m)

$$C : 35 \sqrt{\frac{1}{P}}$$

P : 기밀시험압력( $kg/cm^2$ )

#### \* 영구 증가율

$$\text{영구증가율} = \frac{\text{항구증가량}}{\text{전증가량}} \times 100$$

#### \* 초저온용기 단열성능 시험

$$Q = \frac{Wq}{H\Delta tV} (kcal/h^{\circ}C \ell)$$

여기서, Q : ( $kcal/h^{\circ}C \ell$ )

W : 기화량 (kg)

q : 기화잠열( $kcal/kg$ )

H : 측정시간(h)

V : 내용적( $\ell$ )

$\Delta t$  : 비점과 외기온도차( $^{\circ}C$ )

합격 1000t 초과 :  $0.002kcal/h^{\circ}C \ell$  이하

이하 :  $0.005kcal/h^{\circ}C \ell$  이하

#### \* 상사법칙

$$Q' = Q \left( \frac{N'}{N} \right) \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

$$H' = H \left( \frac{N'}{N} \right)^2 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

$$kW' = kW \left( \frac{N'}{N} \right)^3 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

여기서, Q, H, kW : 최초의 유량, 양정, 동력  
Q', H', kW' : 나중의 유량, 양정, 동력  
N, D<sub>1</sub> : 처음 회전수, 지름  
N', D<sub>2</sub> : 나중 회전수, 지름

#### \* 유량공식

$$Q = A \times V = \frac{\pi}{4} D^2 \times V = A \times \sqrt{2gh}$$

여기서, Q : 유량( m<sup>3</sup>)  
A : 단면적( m<sup>2</sup>)  
V : 속도(m/s)  
D : 지름(m)  
h : 압력손실(m)  
g : 중력가속도(9.8 m/ s<sup>2</sup>)

#### \* 마찰손실 수두

$$h_t = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

여기서, h<sub>t</sub> : 마찰손실수두(m)  
λ : 마찰계수  
L : 길이(m)  
D : 지름(m)  
V : 속도(m/s)  
g : 중력가속도(9.8m/s<sup>2</sup>)

#### \* 오차율(%)

$$\text{오차율}(\%) = \frac{\text{측정값} - \text{진실값}}{\text{진실값}} \times 100$$

#### \* 배관 유량 공식

$$\textcircled{1} \text{ 저압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 H}{SL}}$$

여기서, Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)  
K : 폴의 정수(0.707)  
D : 관의 안지름(cm)  
H : 허용압력손실(mmH<sub>2</sub>O)  
S : 가스의 비중  
L : 관의 길이(m)

$$\textcircled{2} \text{ 중·고압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 (P_1^2 - P_2^2)}{SL}}$$

여기서, Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)  
K : 콧의 계수(52.31)

D : 관의 안지름(cm)

P<sub>1</sub> : 처음 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

P<sub>2</sub> : 나중 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

#### \* 피스톤 압출량

$$\textcircled{1} \text{ 왕복동식 : } V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L \cdot N \cdot R \cdot 60$$

여기서, V : 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)  
D : 실린더의 안지름(m)  
L : 피스톤의 행정(m)  
N : 기통 수  
R : 압축기의 매분 회전수(rpm)

$$\textcircled{2} \text{ 회전식 : } V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot t \cdot R \cdot 60$$

여기서, V : 1시간의 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)  
t : 회전자의 가스압축 부분의 두께(m)  
R : 회전자의 1분간의 표준회전수(rpm)  
D : 피스톤기통의 안지름(m)  
d : 회전자의 바깥지름(m)

#### \* 펌프의 소요동력

$$PS = \frac{r \cdot Q \cdot H}{75\eta}$$

$$kW = \frac{r \times Q \times H}{102\eta}$$

여기서, r : 비중량(kg/m<sup>3</sup>)  
Q : 유량(m<sup>3</sup>/sec)  
H : 양정(m)  
η : 효율(η < 1)

#### \* 압축기 토출가스 온도

$$T_2 = T_1 \times \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

여기서, T<sub>1</sub> : 흡입 절대온도(°K)  
T<sub>2</sub> : 토출 절대온도 (°K)  
P<sub>1</sub> : 흡입압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
P<sub>2</sub> : 토출압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
K : 비열비(C<sub>p</sub>/C<sub>v</sub>)

#### \* 압축비

$$r = \sqrt[z]{\frac{P_e}{P_1}}$$

여기서, r : 압축비  
z : 단수  
P<sub>1</sub> : 흡입 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
P<sub>e</sub> : 토출 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

**\* 염소용기 두께**

$$t = \frac{PD}{200S}$$

여기서, t : 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 바깥지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

**\* 산소용기 두께 계산식**

$$t = \frac{PD}{200SE}$$

여기서, t : 산소용기 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 바깥지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

E : 안전율

**\* 프로판 용기 두께**

$$t = \frac{PD}{50S_n - P} + C$$

여기서, t : 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

n : 용접효율

C : 부식 여유 수치(mm)

**\* 용접용기 동판두께**

$$t = \frac{PD}{200S_n - 1.2P} + C$$

여기서, t : 용접용기 동판두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>) (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : FP× 1.62)

D : 안지름(mm)

S : 허용응력(kg/mm<sup>2</sup>) =  $\frac{1}{4}$  인장강도

n : 용접 효율

C : 부식 여유수치(mm)

NH<sub>3</sub> 1000 ℓ 이하 : 1mm

초과 : 2mm

Cl<sub>2</sub> 1000 ℓ 이하 : 3mm

초과 : 5mm

**\* 배관두께 계산식**

① 바깥지름과 안지름의 비가 1.2이상일 때

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{25f_n + P}{25f_n - P}} - 1 \right) + C$$

② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2미만일 때

$$t = \frac{PD}{50f_n - P} + C$$

여기서, t : 배관의 두께(mm)

P : 상용압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

f : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

C : 부식 여유수치(mm)

n : 접수효율

**\* 입상배관에 의한 압력손실**

$$h = 1.293(S-1)H$$

여기서, h : 가스의 압력손실(mmH<sub>2</sub>O)

S : 가스비중

H : 입상높이(m)

**\* 전동기의 회전수**

$$N = \frac{120f}{P} \left( 1 - \frac{S}{100} \right)$$

여기서, N : 회전수(rpm) P : 극수

**\* 비교 회전수**

형상은 유지하고 크기를 바꾼 상태에서 동일 유량, 동일 양정을 낼 때의 회전수를 원래의 회전수와 비교한 값

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{\left( \frac{H}{Z} \right)^{\frac{3}{4}}}$$

여기서, N<sub>s</sub> : 비교회전도(m<sup>3</sup>/min · m · rpm)

N : 회전수(rpm)

H : 양정(m)

Q : 유량(m<sup>3</sup>/min)

Z : 단수

**\* 응력**

$$\textcircled{1} \text{ 원주방향 응력 : } \sigma = \frac{PD}{2t}$$

$$\textcircled{2} \text{ 길이방향 응력 : } \sigma = \frac{PD}{4t}$$

여기서, σ : 응력(kg/cm<sup>2</sup>)

P : 압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 내경(cm)

t : 두께(cm)

**\* 노즐에서 LPG의 분출량**

$$Q = 0.009 D^2 \sqrt{\frac{H}{d}}$$

여기서, Q : 분출가스량(m<sup>3</sup>/h)

D : 노즐의 지름(mm)

d : 가스의 비중

H : 노즐 직전의 가스압(mmH<sub>2</sub>O)

· 유량계수가 있을 때

$$Q = 0.011D^2K\sqrt{\frac{H}{d}}$$

여기서, K : 유량계수

#### \* 노즐의 변경률

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{\sqrt{W_1}\sqrt{P_1}}{\sqrt{W_2}\sqrt{P_2}}$$

여기서, D<sub>1</sub> : 변경 전 노즐 구멍의 지름(mm)

D<sub>2</sub> : 변경 후 노즐구멍의 지름(mm)

P<sub>1</sub> : 변경 전 가스의 압력(mmH<sub>2</sub>O)

P<sub>2</sub> : 변경 후 가스의 압력(mmH<sub>2</sub>O)

W<sub>1</sub> : 변경 전 웨 베지수

W<sub>2</sub> : 변경 후 웨 베지수

#### \* 가스 홀더의 활동량

$$S \times a = \frac{t}{24} \times M + \Delta H$$

여기서, M : 최대 제조능력(m<sup>3</sup>/day)

S : 최대 공급량(m<sup>3</sup>/day)

a : t 시간의 공급률(%)

ΔH : 가스홀더의 가동용량

t : 시간당 공급량이 제조능력보다 많은 시간

#### \* 가스 홀더 가동용량

$$\Delta H = \frac{\pi}{6} D^3 (P_1 - P_2)$$

여기서, ΔH(Nm<sup>3</sup>)

D : 지름(m)

P<sub>1</sub> : 최대 사용압력(atm)

P<sub>2</sub> : 최저 사용압력(atm)

#### \* 가스 홀더 판의 두께

$$t = \frac{PD}{400S_n - 0.4P} + C$$

여기서, t : 가스 홀더판 두께(mm)

P : 최고 사용압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

S : 허용응력(kg/mm<sup>2</sup>)

n : 효율

C : 부식 여유수치

#### \* 냉동기의 성적계수(ε<sub>R</sub>)

$$\varepsilon_R = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

① 열펌프의 성적계수(ε<sub>H</sub>)

$$\varepsilon_H = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2}$$

② 열효율(η<sub>C</sub>)

$$\eta_C = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

여기서, T<sub>1</sub> : 고온 (°K)

T<sub>2</sub> : 저온 (°K)

※ T<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> : 응축 절대온도, 응축기 방출열량

T<sub>2</sub>, Q<sub>2</sub> : 증발 절대온도, 증발기 흡수열량

#### \* 개방연소기 배기통 유효 단면적

$$A = \frac{20KQ}{1400\sqrt{H}}$$

여기서, A : 유효단면적(m<sup>2</sup>)

K : 폐가스량

Q : 유량(kg/h)

H : 높이(m)

#### \* 강제 이음새 없는 용기의 몸체 허용응력 계산 공식

$$S = \frac{P(1.3D^2 + 0.4d^2)}{100(D^2 - d^2)}$$

S : 내압시험 압력시에 있어서 몸체 허용응력 ( $\frac{kg}{mm^2}$ )

P : 내압시험 압력의 최소값 ( $\frac{kg}{cm^2}$ )

D : 외경(mm)

d : 내경(mm)

### ※ 필수 압기 사항

#### \* 탄소수 증가

① 증기압 : 낮아진다.

② 비점 : 높아진다.

③ 발열량 : 증가한다.

④ 착화온도 : 낮아진다.

⑤ 폭발범위 하한 : 낮아진다.

#### \* 배기통의 세로길이

- 곡면 개수

2개 → 1.4L [L : 가로길이(m), D : 배기통 지름(m)]

3개 → 1.4L + 12D

4개 → 1.4L + 24D

### \* 윤활유

- ① 산소 압축기 : 물 또는 10% 이하의 글리세린 수용액
- ② 염소 압축기 : 진한 황산
- ③ 아세틸렌 압축기 : 양질의 광유
- ④ 공기 압축기 : 양질의 광유
- ⑤ LPG : 식물성유

### \* 윤활유 선택시 유의사항

- ① 사용가스와 반응하지 말 것.
- ② 열에 대한 안정성이 있을 것.
- ③ 인화점이 높을 것.
- ④ 점도가 적당할 것.
- ⑤ 수분 등 불순물이 적을 것.

### \* 기화기 사용시 이점

- ① 한랭시 공급가능
- ② 가스조성 일정
- ③ 설치면적이 적어도 됨.
- ④ 기화량을 가감할 수 있다.

### \* 발화의 원인

온도, 압력, 조성, 용기의 크기 및 형태

### \* 가스폭발의 종류

- ① 화학적 폭발 : 가스 점화
  - ② 압력폭발 : 불량용기 파열
  - ③ 분해폭발 :  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4O$ ,  $N_2H_4$
  - ④ 촉매폭발 :  $H_2$ 와  $Cl_2$ (직사광선)
  - ⑤ 분진폭발 : Al, Mg
- ※ 흡수순서
- 오르자트법  $CO_2 \rightarrow O_2 \rightarrow CO$
  - 험펠법  $CO_2 \rightarrow C_mH_n \rightarrow O_2 \rightarrow CO$
  - 케겔법  $CO_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow O_2 \rightarrow CO$

### \* 배관두께(t)

- ① 바깥지름과 안지름의 비가 1.2이하인 경우

$$t = \frac{PD}{200f_n - P} + C$$

- ② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2초과인 경우

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{100f_n + P}{100f_n - P}} - 1 \right) + C$$

여기서, P : 상용압력(kg/cm<sup>2</sup>)

f : 허용응력(kg/cm<sup>2</sup>)

n : 용접효율

C : 부식 여유수치(1mm 이상)

(스테인리스강, 염화비닐, 폴리에틸렌 등의

내식성 재료는 0으로 한다.)

t : 최소 두께 (mm)

D : 내경(mm)

※ 도시가스 배관 설치시 기울기는 도로의 기울기를 따르고, 평탄 도로의 경우 1/500~1-1000기울기를 둘 것.

### \* 스프링식 안전밸브

- ① 안전밸브 작동압력 : TP × 0.8이하
- ② 안전밸브 정지압력 : 작동압력 × 0.8이상

### \* 파열판식(박판식)안전밸브

- ① 특징
  - ㉠ 구조가 간단, 취급, 점검이 용이하다.
  - ㉡ 압력 상승이 급격히 변하는 곳에 적당하다. (냉동기 저압장치에 적합)
  - ㉢ 밸브 시트의 누설이 없다.
  - ㉣ 슬러지 함유, 부식성 유체에도 사용 가능하다.
- ② 재료 : 크리프나 피로에 견디고 강도의 분산이 없도록 요구되며 Al, STS강, 모텔, 은 등이나 납 또는 플라스틱을 라이닝한 것도 쓰인다.

- ③ 피로강도 : 반복하중에 견디는 성질

### \* 고압가스 장치 중 안전밸브 설치장소

- ① 저장탱크 상부
- ② 고압가스 수송도관(도관 최대지름부 단면적의 1/10)
- ③ 압축기 각 단마다
- ④ 감압밸브 뒤
- ⑤ 반응탑 및 반응관

### \* 고압장치의 패킹재료

구리, 납, 석면, 테프론

### \* LPG 기본적 특징

- ① 공기보다 무거워 누설시 낮은 곳에 체류, 화재의 위험이 있다.
- ② 액체는 물보다 가볍다.
- ③ 기화하면 체적이 250배 증가한다.
- ④ 액체의 온도에 의한 부피변화가 크다.
  - ㉠ 액팽창률을 고려, 용기 충전시 안전공간을 둔다.
  - ㉡ 대형 : 10% 이상  
소형(3t 미만) : 15% 이상
- ⑤ 연소에 다량의 공기가 필요하다.
- ⑥ 발열량이 크며, 착화온도가 높다.
- ⑦ 연소속도가 늦어서 안전하다.

**\* LPG 저장탱크를 지하에 묻는 경우**

- ① 저장탱크실의 규격 : 외면은 아스팔트 루핑하고 바닥 두께는 30cm 이상의 방수조치
- ② 탱크 정상부와 지면과의 거리 : 60cm
- ③ 저장탱크실 : 마른모래를 채운다.
- ④ 탱크 2개 인접설치시 : 1m 유지

**\* 가스 검지기**

- ① 설치수는 신속하게 감지할 수 있는 숫자로 가스 용도에 적합
- ② 누설시 가스가 채류하기 쉬운곳
- ③ 공기보다 무거운 것(지면 30cm 이하)
- ④ 공기보다 가벼운 것(천장 30cm 이하)
- ⑤ 검지기 : 열선식, 간섭계형, 검지관식

**\* 부취제의 구비조건**

- ① 저농도에서 냄새 식별이 가능할 것
- ② 냄새가 확실 할 것.
- ③ 화학적으로 안정할 것.
- ④ 연소 후 유해가스를 발생시키지 않을 것
- ⑤ 독성이 없을 것
- ⑥ 부식성이 없을 것
- ⑦ 물에 녹지 않을 것
- ⑧ 토양에 투과성이 있을 것
- ⑨ 관 이음새나 미터에 흡착되지 말 것

**\* 부취제의 첨가방법**

- ① 펌프 주입식(대용량에 적합)
- ② 중력 적하식
- ③ 미터 연결 by-pass식
- ④ 워크식

**\* 용기 재질**

- ① Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 등 저압인 것 : 탄소강
- ② O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 등 고압인 것 : 망간강

**\* 길이방향 응력**

$$\sigma = \frac{PD}{4t} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

여기서,  $\sigma$  : 응력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 $P$  : 압력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 $D$  : 지름(cm)  
 $t$  : 두께(cm)

**\* 초저온, 저온용기 비열처리 재료**

- ① 오오스테나이트계 스테인리스강
- ② 내식 알루미늄 합금단조품
- ③ 내식 알루미늄 합금단조판

**\* 다공물질의 구비조건**

- ① 고다공일 것
- ② 화학적으로 안정할 것
- ③ 기계적 강도가 클 것
- ④ 경제적인 것
- ⑤ 재료(숯, 목탄, 규조토, 다공성 플라스틱, 탄산마그네슘)
- ⑥ 다공도 : 75% ~ 92%

**\* 압력계 종류**

- ① 1차 압력계 : U자관, 마노미터, 자유피스톤식 압력계
- ② 2차 압력계 : 브르동관, 벨로우즈, 전기저항, 다이어프램 압력계

**\* 유량측정기기**

- ① 직접법 : 습식가스 미터
- ② 간접법 : 오리피스, 벤투리, 피토관, 로터 미터

**\* 고압가스 용기 저장시 주의사항**

- ① 40℃ 이하로 유지하고 직사광선을 피한다.
- ② 빈용기와 충전용기는 구분하여 설치한다.
- ③ 2m 이내에 인화성, 발화성 물질을 두지 않는다.
- ④ 동화용으로는 휴대용 손전등만 사용한다.
- ⑤ 작업에 필요한 것 이외는 두지 않는다.

**\* 가스배관 두께**

- ① 바깥지름과 안지름비가 1.2이상일 때

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{25f_n + P}{25f_n - P}} - 1 \right) + C$$

여기서,  $n$  : 점수효율

$C$  : 부식 여유수치

- ② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2 미만일 경우

$$t = \frac{PD}{50f_n - P} + C$$

여기서,  $f$  : 인장강도

**\* 온도계**

- ① 비접촉식 : 광온도계, 색온도계, 방사온도계
- ② 접촉식 : 봉상식, 바이메탈, 전기저항, 압력식, 열전대 온도계

**\* 가스 크래마토 그래피**

- ① 분리관(컬럼), 검출기, 기록계로 구성
- ② 검출기 형식
  - ㉠ 열전도형 검출기 TCP : 가장 널리 쓰임
  - ㉡ 수소이온화 검출기 FID : 탄화수소 감도 최고
  - ㉢ 전자포획 이온화 검출기 ECD : 할로젠 화합물의 감도 최고

- ③ 캐리어 가스 ; N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Ar, He
- ④ 흡착제
  - ㉠ 활성탄 : H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 적용
  - ㉡ 활성 알루미나 : CO, C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub> 탄화수소
  - ㉢ 실리카겔 : CO<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> ~ C<sub>3</sub> 탄화수소
  - ㉣ 물리컬러 시이브 : CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>
  - ㉤ 포라팍 : N<sub>2</sub>O, NO, H<sub>2</sub>O

**\* 가스액화 분리장치 폭발원인**

- ① C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> 혼입시
- ② 오일 열분해로 탄화수소 생성시
- ③ 오존의 흡입시

**\* 암모니아가스 누설 검사법**

- ① 적색 리트머스지를 사용한다.
- ② 물에 적신 염산과 반응시켜 본다.
- ③ 네슬러 시약을 사용한다.
- ④ 냄새로 판별

**\* CH<sub>4</sub> 가스제조법**

- ① 유기물의 분해
- ② 석유정제의 부산물
- ③ 석탄의 열분해
- ④ 천연가스

**\* C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 발생기**

저압 : 0.07kg/cm<sup>2</sup> 미만  
 중압 : 0.07이상 1.3kg/cm<sup>2</sup> 미만  
 고압 : 1.3kg/cm<sup>2</sup> 이상

**\* 압축 금지사항**

- ① 가연성 가스 중 산소 4%(상대적)
- ② 산소속 H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 각각 또는 합이2%(상대적)
- ③ 액화산소 5ℓ 당(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 5mg, 탄화수소 중 탄소질량 500mg)초과시

**\* 공기회석의 목적**

- ① 발열량의 조정
- ② 재액화 방지
- ③ 누설시 손실량 감소 및 연소효율 증대  
 주의) 폭발범위 내에 들어가서는 안 됨.

**\* 특정 고압가스**

H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> : 압축가스  
 Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> : 액화가스(흡수 재해장치, 이중배관)  
 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 용해가스  
 방폭구조 : NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>Br 예외

**\* 폭발범위**

- |   |  |
|---|--|
| ① C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (2.5 ~81%)  | ⑥ CO(12.5~74%)                             |
| ② C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (3~80%)     | ⑦ CH <sub>4</sub> (5~15%)                  |
| ③ H <sub>2</sub> (4~75%)                    | ⑧ C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (2.1~9.5%) |
| ④ C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (1.8~8.4%) | ⑨ NH <sub>3</sub> (15~28%)                 |
| ⑤ CH <sub>3</sub> Br(13.5~14.5%)            |  |

**\* 허용농도**

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| ① COCl <sub>2</sub> (0.1ppm) | ⑤ H <sub>2</sub> S(10ppm)                |
| ② Cl <sub>2</sub> (1ppm)     | ⑥ C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (25ppm)  |
| ③ NH <sub>3</sub> (25ppm)    | ⑦ CO(50ppm)                              |
| ④ HCN(10ppm)                 | ⑧ C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O(50ppm) |

**\* 특정설비**

저장탱크, 안전밸브, 긴급차단장치, 역류방지밸브, 역화방지밸브, 기화기, 자동차용 주입기

**\* 아세틸렌 발생기의 구비조건**

- ㉠ 열발생물이 적을 것
- ㉡ 가스수요에 적합하고 내압성이 우수할 것
- ㉢ 역류나 역화시 영향을 받지 않는 구조일 것
- ㉣ 구조가 간단하고 취급이 용이 할 것

**\* 누설검사 검색지**

- ① COCl<sub>2</sub> : 하리슨 시험지 → 심등색
- ② H<sub>2</sub>S : 연당지(초산연시험지) → 흑갈색
- ③ CO : 염화파라듐지 → 흑색
- ④ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 염화제일구리 착염지 → 적색
- ⑤ Cl<sub>2</sub> : KI 전분지 → 청색
- ⑥ NH<sub>3</sub> : 적색 리트머스시험지 → 청색
- ⑦ HCN : 질산구리 벤젠(초산벤젠) → 청색

**\* 신축이음**

상온 스프링, 벨로우즈, U형 band, 슬리브형, 스위블

**\* 고압가스의 반응기의 종류**

합성탑, 합성관, 전화로  
 ※ 오조작 방지를 위한 장소의 조도는 150lux 이상

**\* 수분사용시 부식 : Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, COCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S**

**\* 구리 사용시 부식 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S**

**\* 줄톱슨의 효과**

압축가스를 단열팽창시키면 온도와 압력이 강하한다.(줄톱슨 효과가 커지려면 팽창전 압력이 높고, 온도가 낮아야 한다.)

**\* SPPW : 아연도금 배관용 탄소강관**

SPPS : 압력배관용 탄소강관  
 SPPH : 고압배관용 탄소강관  
 SPLT : 저온배관용 탄소강관  
 SPHT : 고온배관용 탄소강관  
 STHG : 고압가스용 이음매 없는 강관





<b>자격증공부용</b> 가스와 공학관련	<b>공 식 정 리</b>	
---------------------------	----------------	--

1. 보일 · 샬의 법칙

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

P, V, T : 처음 압력, 부피, 온도
 P', V', T' : 나중 압력, 부피, 온도

2. 이상기체상태 방정식

$$PV = nRT = \frac{w}{M}RT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1atm \times 22.4\ell}{1mol \times 273^{\circ}K} = 0.082\ell \cdot atm/mol^{\circ}K$$

P : 압력(atm)
 V : 부피(ℓ)
n : 몰수(mol)
R : 기체상수(ℓ·atm/mol°K)

T : 절대온도 (°K )
 M : 기체의 분자량
w : 기체의 질량 (g)

3. 실재기체상태의 방정식

$$(P + \frac{n^2a}{V^2})(V - nb) = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2a}{V^2}$$

a : 기체 분자 간의 인력(ℓ<sup>2</sup>·atm/mol<sup>2</sup>)
b : 기체 자신이 차지하는 부피(ℓ/mol)

4., 기체상태 방정식

$$PV = GRT$$

$$R = \frac{PV}{GT} = \frac{1.033 \times 10^4 kg/m^2 \times 22.4m^3}{1kmol \times 273^{\circ}K} = 848kg \cdot m/kmol.^{\circ}K$$

P : 압력(kg/㎡)
 V : 부피(㎡)
G : 가스중량(kg)
T : 절대온도(°K)

R : 가스정수(kg·m/kmol°K) = 848/분자량

5. 가스밀도, 비체적 비중

① 밀도 =  $\frac{M}{22.4}$  (g/ℓ, kg/㎡) 여기서, M : 분자량
 ② 비체적 =  $\frac{22.4}{M}$  (ℓ/g, ㎡/kg)

③ 가스비중 =  $\frac{M}{29}$

6. 혼합가스의 조성

① 용량(%) =  $\frac{\text{단독성분가스의용적}}{\text{전체가스의용적}} \times 100$ 
② 용적비( V%) = mol비(%) = 압력비(%)

② 중량(%) =  $\frac{\text{단독성분의중량}}{\text{전체가스의중량}} \times 100$

7. 열효율( η)

$$\eta = \frac{G \times C \times \Delta T}{W \times Q}$$

G : 질량(kg)
 C : 비열 (kcal/kg℃)
ΔT : 온도차 (℃)

W : 연료소비량(kg)
Q : 연료발열량(kcal/kg)

8. 구형 탱크의 내용적

$$V = \frac{\pi D^3}{6} \text{ 또는 } \frac{4\pi r^3}{3}$$

V : 내용적 (㎡)
 D : 안지름(m)
r : 반지름(m)

## 9. 피스톤식 압력계

$$\text{압력(kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{추와피스톤의무게(kg)}}{\text{실린더단면적(cm}^2\text{)}}$$

## 10. 돌턴의 분압법칙

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

P : 전압                       $P_1, P_2, P_3$  : 각 단독 성분의 분압

\*혼합기체 가 나타나는 전압은 각 단독성분의 분압의 합과 같다.

## 11. 르·샤를리에 공식

$$\frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2^2}{L_2} + \frac{V_3^3}{L_3} + \dots$$

L : 혼합가스의 하한 또는 상한

$L_1, L_2, L_3$  : 단독 성분의 하한이나 상한

$V_1, V_2, V_3$  : 단독 성분의 부피(%)

## 12. 압축률 - 압력이 증가하면 액체의 체적의 감소된다.

$$\beta = \frac{-\Delta V}{V \Delta P} \quad \beta : \text{압축률 (1/atm)} \quad V : \text{최초의 부피} \quad \Delta P : \text{가해진 압력(atm)} \quad \Delta V : \text{줄어든 부피}$$

## 13. 연신율과 단면 수축률

$$\textcircled{1} \text{ 연신율 (= 신장률)} = \frac{L' - L}{L} \times 100$$

L : 처음 길이

L' : 나중 길이

$$\textcircled{2} \text{ 단면 수축률} = \frac{A - A'}{A} \times 100$$

A : 처음 단면적

A' : 수축한 최소 단면적

## 14. 저장능력 산정기준

$$\textcircled{1} \text{ 압축가스 : } Q = (P+1)V \quad Q : \text{저장능력(m}^3\text{)} \quad P : \text{충전압력 (kg/cm}^2\text{)} \quad V : \text{내용적(m}^3\text{)}$$

$$\textcircled{2} \text{ 액화가스의 용기 : } w = \frac{V_2}{C}$$

w : 저장능력(kg)

$V_2$  : 내용적( $\ell$ )

C : 충전상수

$$\textcircled{3} \text{ 액화가스 탱크 : } w = 0.9dV_2$$

w : 저장능력(kg)

d : 액비중(kg/ $\ell$ )

## 15. 다공도

$$\text{다공도} = \frac{V - E}{V} \times 100(\%) \quad V : \text{다공물질의 용적(m}^3\text{)} \quad E : \text{침윤 잔용적(m}^3\text{)}$$

## 16. 위험도

$$H = \frac{U - L}{L} \quad H : \text{위험도} \quad U : \text{폭발범위 상한} \quad L : \text{폭발범위 하한}$$

## 17. 웨베지수

$$W_i = \frac{H_g}{\sqrt{d}}$$

W<sub>i</sub> : 웨베지수

H<sub>g</sub> : 도시가스의 발열량 (kcal/m<sup>3</sup>)

d : 가스의 비중

## 18. 압축기용 안전밸브의 분출면적

$$a = \frac{w}{230P\sqrt{\frac{M}{T}}}$$

a : 분출부의 유효면적(cm<sup>2</sup>)

w : 1시간에 분출해야 할 가스량(kg/h)

P : 안전밸브의 분출압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

M : 가스의 분자량

T : 압력 P에 있어서 가스의 절대온도(°K)

19. 압력용기의 안전밸브구경 계산식

$d = C \sqrt{D \times L}$

d : 안전밸브 구경(mm)                      D : 바깥지름(m)                      L : 관의 길이(m)

$C : 35 \sqrt{\frac{1}{P}}$                       P : 기밀시험압력(kg/cm<sup>2</sup>)

20. 영구 증가율

영구증가율 =  $\frac{\text{항구증가량}}{\text{전증가량}} \times 100$

21. 초저온용기 단열성능 시험

$Q = \frac{W \times q}{H \times \Delta t \times V}$  (kcal/h℃ℓ)

Q : (kcal/h℃ℓ)    W : 기화량 (kg)    q : 기화잠열(kcal/kg)    H :    측정시간(h)  
V : 내용적(ℓ)                      Δt : 비점과 외기온도차(℃)

합격 기준	1000ℓ 초과	0.002kcal/h℃ℓ이하
	1000ℓ 이하	0.0005kcal/h℃ℓ이하

22. 상사법칙

① 유량                       $Q' = Q \left( \frac{N'}{N} \right) \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3$

② 양정                       $H' = H \left( \frac{N'}{N} \right)^2 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2$

③ 동력                       $kw' = kw \left( \frac{N'}{N} \right)^3 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^5$

Q, H, kw : 최초의 유량, 양정, 동력                      Q', H', kw' : 나중의 유량, 양정, 동력  
N, D<sub>1</sub> : 처음 회전수, 지름                      N', D<sub>2</sub> : 나중 회전수, 지름

23. 유량공식

$Q = A \times V = \frac{\pi}{4} D^2 \times V = A \times \sqrt{2gh}$                       \*  $V = \sqrt{2gh}$

Q : 유량( m<sup>3</sup>)                      A : 단면적( m<sup>2</sup>)                      V : 속도(m/s)                      D : 지름(m)  
h : 압력손실(m)                      g : 중력가속도(9.8 m/ s<sup>2</sup>)

24. 마찰손실 수두

$h = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$

h : 마찰손실수두(m)                      λ : 마찰계수                      L : 길이(m)                      D : 지름(m)  
V : 속도(m/s)                      g : 중력가속도(9.8m/s<sup>2</sup>)

25. 오차율(%)

오차율(%) =  $\frac{\text{측정값} - \text{진실값}}{\text{진실값}} \times 100$

## 26. 배관 유량 공식

$$\textcircled{1} \text{ 저압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 H}{SL}}$$

Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)

K : 폴의 정수(0.707)

D : 관의 안지름(cm)

H : 허용압력손실(mmH<sub>2</sub>O)

S : 가스의 비중

L : 관의 길이(m)

$$\textcircled{2} \text{ 중·고압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 (P_1^2 - P_2^2)}{SL}}$$

Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)

K : 콕의 계수(52.31)

D : 관의 안지름(cm)

P<sub>1</sub> : 처음 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

P<sub>2</sub> : 나중 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

## 27. 피스톤 압출량

$$\textcircled{1} \text{ 왕복동식 : } V = \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times N \times R \times 60$$

V : 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)

D : 실린더의 안지름(m)

L : 피스톤의 행정(m)

N : 기통 수

R : 압축기의 매분 회전수(rpm)

$$\textcircled{2} \text{ 회전식 : } V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times t \times R \times 60$$

V : 1시간의 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)

t : 가스압축 부분의 두께(m)

R : 1분간의 회전수(rpm)

D : 실린더 안지름(m)

d : 피스톤의 바깥지름(m)

## 28. 펌프의 소요동력

$$\textcircled{1} PS = \frac{r \cdot Q \cdot H}{75 \eta}$$

$$\textcircled{2} kW = \frac{r \times Q \times H}{102 \eta}$$

r : 비중량(kg/m<sup>3</sup>)

Q : 유량(m<sup>3</sup>/sec)

H : 양정(m)

η : 효율(η < 1)

## 29. 압축기 토출가스 온도

$$T_2 = T_1 \times \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

T<sub>1</sub> : 흡입 절대온도(°K)

T<sub>2</sub> : 토출 절대온도 (°K)

P<sub>1</sub> : 흡입압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

P<sub>2</sub> : 토출압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

K : 비열비(C<sub>p</sub>/C<sub>v</sub>)

## 30. 압축비

$$r = \sqrt[z]{\frac{P_e}{P_1}}$$

r : 압축비

z : 단수

P<sub>1</sub> : 흡입 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

P<sub>e</sub> : 토출 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

## 31. 염소용기 두께

$$t = \frac{PD}{200S}$$

t : 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 바깥지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

32. 산소용기 두께 계산식

$$t = \frac{PD}{200SE}$$

t : 산소용기 두께(mm)      P : 최고 충전압력(kg/cm²)      D : 바깥지름(mm)  
S : 인장강도(kg/mm²)      E : 안전율

33. 프로판 용기 두께

$$t = \frac{PD}{50S_n - P} + C$$

t : 두께(mm)      P : 최고 충전압력(kg/cm²)      D : 안지름(mm)  
S : 인장강도(kg/mm²)      n : 용접효율      C : 부식 여유 수치(mm)

34. 용접용기 동판두께

가스명	내용적	부식여유
NH <sub>3</sub>	1000ℓ이하	1mm
	1000ℓ초과	2mm
Cl <sub>2</sub>	1000ℓ이하	3mm
	1000ℓ초과	5mm

$$t = \frac{PD}{200S_n - 1.2P} + C$$

t : 용접용기 동판두께(mm)      P : 최고 충전압력(kg/cm²) (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : FP× 1.62)      D : 안지름(mm)  
S : 허용응력(kg/mm²)=  $\frac{1}{4}$  인장강도      n : 용접 효율  
C : 부식 여유수치(mm)

35. 배관두께 계산식

① 바깥지름과 안지름의 비가 1.2이상일 때

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{25f_n + P}{25f_n - P}} - 1 \right) + C$$

② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2미만일 때

$$t = \frac{PD}{50f_n - P} + C$$

t : 배관의 두께(mm)      P : 상용압력(kg/cm²)      D : 안지름(mm)      f : 인장강도(kg/mm²)  
C : 부식 여유수치(mm)      n : 접수효율

36. 입상배관에 의한 압력손실

$h = 1.293(S-1)H$       h : 가스의 압력손실(mmH<sub>2</sub>O)      S : 가스비중      H : 입상높이(m)

37. 전동기의 회전수

$N = \frac{120f}{P} \left( 1 - \frac{S}{100} \right)$       N : 회전수(rpm)      P : 극수      f : 주파수(Hz)      S : 미끄럼틀(%)

### 38. 비교 회전도(수)

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{\left(\frac{H}{n}\right)^{\frac{3}{4}}} \quad N_s : \text{비교회전도}(\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{rpm}) \quad N: \text{회전수}(\text{rpm}) \quad H: \text{양정}(\text{m}) \quad Q : \text{유량}(\text{m}^3/\text{min})$$

$n : \text{단수}$

### 39. 응력

$$\textcircled{1} \text{ 원주방향 응력} : \sigma = \frac{PD}{2t} \quad \textcircled{2} \text{ 길이방향 응력} : \sigma = \frac{PD}{4t}$$

$\sigma : \text{응력}(\text{kg}/\text{cm}^2) \quad P : \text{압력}(\text{kg}/\text{cm}^2) \quad D : \text{내경}(\text{cm}) \quad t : \text{두께}(\text{cm})$

### 40. 노즐에서 LPG의 분출량

$$\textcircled{1} Q = 0.009 D^2 \sqrt{\frac{H}{d}} \quad * \textcircled{2} \text{식에서 유도됨}$$

$Q : \text{분출가스량}(\text{m}^3/\text{h}) \quad D : \text{노즐의 지름}(\text{mm}) \quad d : \text{가스의 비중}$   
 $H : \text{노즐 직전의 가스압}(\text{mmH}_2\text{O})$

$$\textcircled{2} Q = 0.011 \times D^2 \times K \times \sqrt{\frac{H}{d}} \quad K : \text{유량계수(일반적으로 0.8)}$$

### 41. 노즐의 변경률

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{\sqrt{W_1} \sqrt{P_1}}{\sqrt{W_2} \sqrt{P_2}}$$

$D_1 : \text{변경 전 노즐 구멍의 지름}(\text{mm}) \quad D_2 : \text{변경 후 노즐구멍의 지름}(\text{mm})$   
 $P_1 : \text{변경 전 가스의 압력}(\text{mmH}_2\text{O}) \quad P_2 : \text{변경 후 가스의 압력}(\text{mmH}_2\text{O})$   
 $W_1 : \text{변경 전 웨베지수} \quad W_2 : \text{변경 후 웨베지수}$

### 42. 가스 홀더의 활동량

$$S \times a = \frac{t}{24} \times M + \Delta H$$

$M : \text{최대 제조능력}(\text{m}^3/\text{day}) \quad S : \text{최대 공급량}(\text{m}^3/\text{day}) \quad a : t \text{ 시간의 공급률}(\%)$   
 $\Delta H : \text{가스홀더의 가동용량} \quad t : \text{시간당 공급량이 제조능력보다 많은 시간}$

### 43. 가스 홀더 가동용량(유효활동량)

$$\Delta H = \frac{\pi}{6} D^3 (P_1 - P_2)$$

$\Delta H : \text{가스 홀더 가동용량}(\text{Nm}^3) \quad D : \text{지름}(\text{m})$   
 $P_1 : \text{최대 사용압력}(\text{atm}) \quad P_2 : \text{최저 사용압력}(\text{atm})$

### 44. 가스 홀더 판의 두께

$$t = \frac{PD}{400S_n - 0.4P} + C$$

$t : \text{가스 홀더판 두께}(\text{mm}) \quad P : \text{최고 사용압력}(\text{kg}/\text{cm}^2) \quad D : \text{안지름}(\text{mm})$   
 $S : \text{허용응력}(\text{kg}/\text{mm}^2) \quad n : \text{효율} \quad C : \text{부식 여유수치}$

가스엔지니어 박 종 근입니다. 여러분의 공부에 도움이 되면 고맙겠습니다.

가스에 관계되는 질문은 gassafety@hanmail.net, 016-799-0903 으로 연락 주세요

45. ① 냉동기의 성적계수(  $\varepsilon_R$  ) 
$$\varepsilon_R = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

② 열펌프의 성적계수(  $\varepsilon_H$  ) 
$$\varepsilon_H = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2}$$

③ 열효율(  $\eta_C$  ) 
$$\eta_C = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$T_1$  : 고온 (°K)       $T_2$  : 저온 (°K)

$T_1, Q_2$  : 응축 절대온도, 응축기 방출열량       $T_2, Q_2$  : 증발 절대온도, 증발기 흡수열량

#### 46. 개방연소기 배기통 유효 단면적

$$A = \frac{20KQ}{1400\sqrt{H}} \times 10^4$$

A : 유효단면적( $\text{cm}^2$ )      K : 폐가스량( $\text{m}^3/\text{kg}$ )      Q : 유량( $\text{kg}/\text{h}$ )      H : 높이(m)

#### 47. 유효환기량 ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) = $20 \times K \times Q$

유효환기량은 이론 폐가스량( $K \times Q$ ) 의 20 ~ 40배 이므로 최소는 20배

#### 48. 배기통의 세로길이

① 곡면 갯수    2개  $\rightarrow 1.4L$

3개  $\rightarrow 1.4L + 12D$

4개  $\rightarrow 1.4L + 24D$

L : 가로길이(m)      D : 배기통 지름(m)

② ①의식을 하나의 식으로 나타내면  $1.4L + 12D(n-2)$       n: 곡면 갯수

\* 최선을 다해 정리 했으며 수시로 수정, 보완, 추가하겠슴



## 고압가스 정의

### ◎ 상용의 온도 또는 35 ° C에서

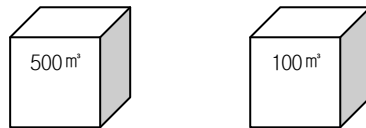
- 압축가스 : 10kg/cm<sup>2</sup> 이상, 단 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>는 사용온도 중 0kg/cm<sup>2</sup> 이상
- 액화가스 : 2kg/cm<sup>2</sup> 이상
- 저장소 : 일정량 이상의 고압가스 용기 또는 저장 탱크로 저장하는 장소

무독성                  독성

액화가스의 저장소 =



압축가스의 저장소 =



- 냉동기 : 고압가스를 이용하여 냉동하기 위한 기기로 능력이 3톤 이상의 것
- 가연성가스 : 폭발 한계 하한 10% 이하  
상한과 하한의 차가 20% 이상인 것
- 독성가스 : 허용농도(건강한 사람이 1일 8시간 일해도 이상 없는 농도) 200 ppm 이하
- 충전용기 : 충전량 또는 충전압력의 1/2 이상 있는 통
- 잔 가스용기 : 충전량 또는 충전압력의 1/2 미만 있는 통
- 방호벽 : 높이 2m 이상, 두께 120mm 이상의 철근 콘크리트
- 1종 보호 시설 : 학교, 유치원, 유아원, 사설강습소, 병원(의원포함)
  - 도서관, 시장, 목욕탕, 호텔, 여관
  - 독립된 부분의 면적이 1000m<sup>2</sup> 이상인 곳
  - 극장, 교회, 공회당 같은 것으로 수용인원이 300인 이상 건축물
  - 아동복지시설 또는 심신장애자복지시설로 수용능력 20인 이상
  - 문화재보호로 지정된 건축물
- 2종 보호 시설 : 주택, 독립된 부분의 연면적 100m<sup>2</sup> (33평)~1000m<sup>2</sup> 미만

### ◇ 특정고압가스 사용신고

- 특정고압가스 : H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 액화 암모니아, 액화염소, LNG, 압축모노실란, 디보레인, 알진, 포스핀, 게르만, 디실란을 사용하고자 하면 시청, 군수, 구청장에게 신고하여야 한다(어디에 신고해야 되는가 라는 문제가 나옴)
- 특정고압가스 신고 대상자

- ① 액화가스저장설비 250kg 이상 갖춘 자
- ② 압축가스저장설비 50m<sup>3</sup> 이상 갖춘 자
- ③ 사용량 관계없이 배관을 통해 공급 받아 특정고압가스를 사용하려는 자
- ④ 액화염소, 액화 암모니아를 사용하려는 자

단, 시험용이나 벚짚을 발효하는데 암모니아를 사용하는 데는 제외

- 특정고압가스 사용시설은 한국가스안전공사로부터 **1회/년** 정기검사를 받아야 함
- 용기 등의 검사:제조, 수리, 수입한 자는 그에 해당하는 용기 등을 검사 받아야 함.  
용기, 3톤 이상 냉동기, 특정설비는 검사를 받아야 함  
(특정설비:탱크, 기화기, 역화 방지기, 자동차용 가스 주입기, 단 배관은 아님)

#### ◆각종 용기의 재검사 기간

용기종류	용기용량	15년 미만	15~20년	20년 이상
용접용기	500 ℓ 이상	5년	2년	1년
	500 ℓ 미만	3년	2년	1년
무계목용기	500 ℓ 이상	상관없이 5년		
	500 ℓ 미만	상관없이 3년(첫 번째 재검사는 4년)		

- ① Aℓ 합금, SUS로 된 용기 - 첫 번째 재검사 받고 4년 후 재검사
- ② 용기 내장형(캐비닛형=식당에서 끌고 다니는 난로) 난방용 용기는 6년
- ③ 초저온 용기는 4년

#### •용기 등의 재검 항목

- ① 수검기간 경과
- ② 손상 발생
- ③ 합격표시 훼손
- ④ 사용충전가스의 종류변경

단, 용기부품과 20 ℓ 미만 용접용기 및 자동차용 용기는 재검사 대상이 아니다

#### •재검사가 제외되는 부품 및 특정설비

- ① 초저온저장 탱크, 평저형 저온저장 탱크
- ② 특성가스 배관용, 역화 방지기  
자동차용 가스 자동 주입기, 안전 및 긴급차단장치
- ③ 냉동설비에 쓰이는 특정설비, 내용적이 125 ℓ 미만인 용가부속품

#### •용기의 내용연한

- ① 내용적 20 ℓ 미만의 용접용기는 내용연한 10년(검사 없이 10년을 쓴다)
- ② 자동차 용기는 그 차의 차령 기간
- ③ 내용적 125 ℓ 미만의 용기 부속품은 그 부속품 제조 날부터 2년을 경과하여 해당 용기의 재검사를 받을 때까지의 기간

#### ◆ 안전 관리자

- ① 특정고압가스의 사용 전에 선임
- ② 안전 관리자가 해임 또는 퇴직 시 30일 이내에 선임

•안전관리자가 여행, 질병 등으로 인해 직무를 이행 못할 시 직무 대행자를 선임 - 그 기간은 30일

#### •안전 관리자의 직무

- ① 사업소의 시설, 용기 및 작업과정 안전유지

- ② 안전 관리 규정 시행
- ③ 사고의 통보
- ④ 종업원의 안전 관리를 위한 지휘, 감독

가스사고의 통보 내용 : 통보자 소속, 직위, 성명, 연락처, 사고발생 일시, 장소, 사고 내용, 시설현황, 피해현황

안전교육 : 안전교육 대상자에 대해 신규 종사 시 1회, 그 후론 1회/2년

#### ◆ LPG

- LPG : 프로판, 부탄을 주성분으로 한 액화한 것
- 소형 저장 탱크 : LPG 저장능력 3톤 미만의 것
- LPG 저장소 : 일정량을 용기 또는 저장 탱크에 저장하는 일정한 장소  
단, 내용적 1ℓ 미만의 용기에 충전된 LPG는 그 총량이 250kg 이상의 경우

LPG 사용 신고

- LPG 사용하고자 하는 자는 사용 개시 20일전에 신고해야만 한다
- 사용신청서, 사용시설 위치 및 부근 상황을 표시한 도면
- LPG 사용 신고 대상
  - ① 1종 보호 시설 또는 지하실에서 LPG를 사용하고자 하는 자(주거용 제외)
  - ② 식품접객업 또는 집단 급식소로서 영업장 100㎡ 이상  
집단 급식소는 1회 수용 인원 50인 이상
  - ③ 주택건설 촉진법으로 공동 250kg 저장능력을 갖추고 관리주체로부터 LPG를 공급 받아 사용하는 공동주택 입주자
  - ④ ②, ③ 이외의 자로 250kg~5톤 사용 시설로 LPG를 사용하려는 자
  - ⑤ LPG차를 사용하려는 자

압력 : atm(기압), kg/cm<sup>2</sup>, 수은주, 수주

기압(atm)	kg/cm <sup>2</sup>	mmHg	mH <sub>2</sub> O	bar
1	1.0332	760	10.332	1.013(1013mbar)
0.968	1	735.7	10.00	

공기 1mole(22.4ℓ)의 무게 : 29g

공기 또는 산소와 혼합되어 연소할 수 있는 혼합 비율 범위:폭발범위 또는 폭발한계

▶무게가 아니고 가연성가스의 혼합비율로 %임.

- 상한 : 연소할 수 있는 최고 농도
- 하한 : 연소할 수 있는 최저 농도

C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> = 2.5~81%

부탄 = 1.8~8.4%

- 평형상태 : LPG가 더 이상 기화하지도 않고 액체도 그 때의 액체를 유지하고 있는 상태.이 때의 압력을 증기압이라 한다
- 프로판의 증기압 : 20 °C 시에 7.4kg/cm<sup>2</sup>(프로판 용기는 상온에서 통상 7kg/cm<sup>2</sup>의 압력을 받고 있다), 40 °C 시에는 12.7kg/cm<sup>2</sup>
- ▶용기 내 증기압 이하면 더 이상 기화하지 않는다는 뜻으로 액체가 없다는 뜻

- ▶ 액화 프로판의 증발 잠열 : 102 kcal/kg
- ▶ 물 : 0~4 °C 부피 수축, 4 °C 이상 부터는 팽창
- 프로판 : 15 °C의 액화 프로판 100이면 60 °C에선 119.3이 된다  
15 °C → 60 °C 이면 용적은 20% 증가
- 비점(끓는점): 프로판( $C_3H_8$ ) : -42.1 °C, 부탄( $C_4H_{10}$ ) : -0.5 °C  
(착화온도는 C수가 많아질수록 낮아짐)
- 증기압(20 °C) : 프로판 : 7kg/cm<sup>2</sup>, 부탄 : 1kg/cm<sup>2</sup>
- 증발 잠열 : 프로판 : 102kcal/kg,  $C_4H_{10}$  : 92kcal/kg
- 가스비중 :  $C_3H_8$  : 1.52,  $C_4H_{10}$  : 2.00
- 임계온도 : 기체를 액화할 수 있는 최고 온도, 이 온도 이상에서는 어떤 압력에서도 액화가 안됨
- 임계 압력 : 임계온도에서 액화할 수 있는 최저 압력

◆ 염소 : 용기 내에 수분이 있으면 물과 반응하여 염산을 만들어 강을 부식 시킨다.

허용농도 1ppm

- 염소와 수소1:1의 혼합물을 ‘염소폭명기’ - 가열, 직사광선에도 폭발함(촉매폭발)
- 염소는 독성가스 이면서 조연성 가스다
- 액체 프로판, 액화 암모니아수는 물보다 가볍다
- 암모니아는 8기압 20 °C 로도 액체가 된다,  $NH_3$  물에 800배 녹는다
- 암모니아 폭발 범위 : 15-28%

허용농도는 25ppm

- 암모니아의 누설검지 : 냄새, 염산수용액 병을 열어 놓으면 흰 연기가 남  
페놀프탈렌 용액이나 붉은 리트머스 시험지(→파랑색으로 변색)
- $H_2$ 의 용기 : 탄소강은 수소 취화로 곤란  
오오스테나이트계 스테인리스강, Cu, Al 합금, 모넬, 청동 등을 사용

#### ◆수소

- 폭발 범위 : 4~75% 융점 : -259 °C
  - 임계 온도 : -240 °C
- 수소:산소=2:1인 경우를 폭명기라 하면 격렬히 반응
- $H_2$ 는 산소와 취환되어 질식제를 띈다.
  - 액체 수소의 위험성
    - ① 비점이 극히 낮다
    - ② 액체에서 기체로 될 때 부피가 크다
    - ③ 기화한 후에 촉발범위가 넓다

#### ◆LNG

- 주로 메탄( $CH_4$ )가 주성분, → 천연가스를 냉각하여 액화
- 용도 : 도시가스, 액화산소, 액화 질소 제조, 냉동창고, 저온분쇄(폐타이어처리)

● 폭발범위 : 5~15%

LNG는 연소속도가 느리고 폭발 하한계, 발화점이 더 지방족 탄화수소에 비해 높다. 정압기는 입구 및 출구에 가스차단 장치를 설치한다. 출구 측에서 이상 고압이 발생하면 경보장치를 울리도록 할 것. 정압기는 2년에 1회 이상 분해 점검 실시. 1회/주 작동 상황 점검

◆LPG 사용시설의 시설 기준 및 기술 기준

(1) 용기 저장

- ① 저장 설비는 옥외에 둔다
- ② 50kg 이상의 용기로 사용하는 경우는 용기 보관실을 설치
- ③ 50kg 미만인 경우는 용기, 압력조정기가 직사광선에 노출되지 않게 한다
- ④ 저장능력이 500kg 이상인 경우는 소형 저장 탱크

(2) 화기와 설비와의 이격거리

용기, 감압기, 배관(내부배관은 제외)은 화기로부터 8m이상 우회 거리 유지

(3) 배관 설치

- ① 저장능력 250kg 이상인 경우 용기와 압력조정기 사이에 이상압력 상승 시 터지도록 안전변을 달아야 함
- ② 배관은 단독 피트에 설치하거나 노출시키는 것이 원칙  
단, 동, SUS, 가스용 금속 flexible hose는(이음매 없이) 매설 가능하다
- ③ 고정구 설치간격: 관경13mm 미만 - 1m, 13~33mm - 2m, 33mm 이상 - 3m
- ④ 배관 이음부(용접부는 제외)와 전기계량기, 전기개폐기 - 60cm 이상 이격  
배관 이음부와 굴뚝, 전기점열기, 전기 접속기 - 30cm 이상 이격  
배관 이음부 와 절연 조치 아니한 전선 - 15cm 이상 이격

(4) 중간 밸브

- ① 연소기에는 각각 휴즈 코크, 상자 코크 등의 안전장치를 설치

(6)연소기용 hose: 3m 이내, T형 연결 불가

(7) 내압 시험

고압배관은 용기 또는 소형 저장 탱크의 내압 시험 압력 이상의 압력  
저압배관은 8kg/cm<sup>2</sup> 이상 압력으로 테스트

(8) 가스 계량기

영업장 100㎡ 이상과 가정용 가스 시설에는 계량기를 설치

- ① 가스계량기는 화기와 의 거리 2m 이상 안전거리를 둘 것
- ② 가스계량기의 설치 는 바닥에서 1.6~2m의 높이로 수평, 수직으로 설치할 것
- ③ 가스 계량기와 전기 계량기, 전기 개폐기 등의 거리는 배관 이음부와 같다

(9) 충전 용기 취급

용기가 얼었을 경우 가열 시는 열습포나 40 ° C 이하의 더운 물 사용

◆도시 가스의 시설 기준

(1) 배관 작업

모두 용접(지하 매설인 경우)한다. 중압 배관 및 ϕ80mm(내경)인 경우는

비파괴 시험을 실시. 단, 가스용 폴리에틸렌관은 제외함.

배관의 이음쇠는 가단 주철제 또는 주강재

(2) 도시가스의 입상관과 화기와의 거리는 2m이상으로 할 것

(3) 도시 가스는 사용 가스명, 최고 사용 압력, 가스 흐름 방향을 배관에 표시

지상 배관은 황색

지하 매설관의 도색 - 최고 사용 압력이 저압 : 황색

- 중압 이상인 배관 : 적색

지하 매설관의 재료는 폴리에틸렌 피복강관(PLP)일 것

단, 최고 사용 압력이  $4\text{kg}/\text{cm}^2$  이하이면 가스용 폴리에틸렌관(PE)을 쓸 수 있다

(4) 정압기

① 입구, 출구에 밸브를 설치함

② 정압기 출구 배관에 이상압력이 생기면 경보음이 나도록 한다

③ 정압기는 설치 후 2년에 1회 이상 분해 점검하고 1회/주 작동점검

#### ◆특정 고압 가스( $\text{O}_2$ , $\text{H}_2$ , $\text{C}_2\text{H}_2$ , 염소, $\text{NH}_3$ 등)의 사용 시설 기준

(1) 안전 거리

저장 능력 500kg의 액화 염소의 저장실은 제1종, 제2종 보호시설까지

안전거리 유지

(2) 방호벽

액화 가스 저장량이 300kg( $60\text{m}^3$ )이상인 용기 보관실은 방호벽으로 한다. 단, 용기 보관실 외벽으로부터 사업소 내의 것을 포함한 모든 1,2종 보호시설까지 안전거리를 유지한 경우는 그렇지 않음

(3) 안전 밸브

액화 가스 저장능력이 300kg(LPG는 250kg)이상에는 안전 밸브를 설치한다

(4) 화기와의 거리

① 가연성가스(수소, 암모니아)의 저장설비, 기화기 및 이들 사이의 배관으로부터 화기는 최소 8m 우회거리를 둔다

② 산소 저장 설비 주위 5m 내에서는 화기 취급을 금한다

(5) 내압 및 기밀 시험

고압가스 설비는 상용압력의 1.5배 압력에서 합격되어야 한다

(6) 역류 방지 장치

특정가스의 가스조정기와 사용기기 사이에 역류방지장치를 설치한다.

(7) 배관

독성가스 설비 중 밸브, 배관, flange접합은 용접으로 한다

#### ◆특정 고압 가스의 안전관리

- $\text{C}_2\text{H}_2$ 는  $1.3\text{kg}/\text{cm}^2$  이상 올리지 않고 밸브도 1.5회 이상 돌리지 않음
- 용기는  $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$  의 잔압을 남긴다
- 염소는  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  정도의 잔압을 남긴다
- 응급조치를 할 수 있는 장비 : 제독제(소석회), 소화기, 방독면, 산소호흡기,

공기호흡기, 고무장갑, 낫빼기, 나무마개, 나무망치, 체인

- 독가스가 호흡기로 들어가 호흡이 멈춰 있으면 즉시 인공 호흡을 하나 다량 흡입한 경우 구강 대 구강법은 실시하지 않는다
- 염소 누설 시 주의 사항
  - ① 누설되면 주위 습기와 반응하여 흰 연기가 남
  - ② 기체 상태로 누설되면 소석회를 살포함  
액체 상태로 누출되면 소석회를 살포함과 동시에 고무포로 씌워 기화 방지
  - ③ 누설 용기에 살수하면 부식이 촉진되고 기화속도를 빠르게 하므로 살수는 절대 금한다
  - ④ 중화제  
염소의 중화제는 석화유 및 가성 소오다 용액(NaOH)임  
탄산나트륨, 소석회도 쓰임
  - ⑤ 방독 마스크  
염소 농도가 1 ppm 이상이면 산소 마스크를 사용해야 한다

- 용접용기 :  $C_2H_2$ , 암모니아, LPG, 프레온에 사용
- 초저온용기 :  $-50^{\circ}C$  이하의 액화 가스(액화 $O_2$ , 액화 $N_2$ )를 충전하기 위한 용기로 내조(2중으로 된 용기의 안 쪽에 있는 통) 통상사용 압력이  $7kg/cm^2$  정도임

- ① 내조 안전 밸브 : 작동 압력  $18kg/cm^2$
- ② 내조 파열 안전판 : 비상 시 내조 밸브가 작동 안 될 때 파열하는 2중 안전장치. 이것은 한 번 작동하면 내조 압력이  $0kg/cm^2$ 까지 모두 방출된다.
- ③ 납불임(접합 용기)  
 $35^{\circ}C$  에서  $8kg/cm^2$  이하의 내압을 가지는 액화가스를 충전 spray와 같은 것으로 내용적  $1000ml$  미만 임

- 용기의 저장량(충전량)

- ① 액화 가스 저장량

$$W = \frac{V}{C} \text{ (Kg)} \quad V = \text{용기내용적(리터)} \quad C = \text{충전정수(액화프로판:2.35, 부탄:2.05)}$$

- ② 압축 가스 용기 저장 능력

$$Q = (P+1) \times V \text{ (} m^3 \text{)} \quad P: \text{최고충전압력(kg/cm}^2\text{)}, V: \text{용기내용적(} m^3 \text{)}$$

- 가스 계량기의 계량 능력

가스 계량기의 계량 능력은 그 계량기의 호수와 같다. 2호는 시간당  $2m^3$  이고 3호는  $3m^3/hr$ 이다.

최대 유량은 사용되는 연소기의 가스소비량 보다 1.2배 이상이어야 한다

- SPP : 일반 배관용 강관

- A호칭 : 내경에 가까운 치수를 mm로
- B호칭 : 내경에 가까운 치수를 inch로

- SPPS : 압력 배관용 강관

- 동관 : 8, 10, 12 mm 것이 있고 이 치수는 외경을 지칭

- 폴리에틸렌관

염류, 산, 알칼리에 강하고 전기 절연도 양호

단, 벤젠에 약하고 직사광선에 약하므로 4kg/cm<sup>2</sup> 이하의 지하 매설관만으로 사용됨

●휴즈 코크

과전류 차단 안전기구가 부착되어 있다. 배관과 휴즈, 배관과 휴즈코크는

휴즈가 빠지거나 절단 혹은 화재 시에 규정량 이상의 가스가 흐르면 자동으로 차단시킨다.

●상자 코크 = 가스콘센트

휴즈 코크도 작동되며 가스 쓸 때만 콧 카플러를 꽂아 쓸 수 있다

●연소기 중 불꽃

(1) 안정된 불꽃

내염, 외염이 있다. 안정된 상태에서도 내염에 찬 물체가 접촉하면 CO 발생이 커서 중독사고의 위험이 있다

(2) 황염(黃炎)

공기량 부족, CO 과다 발생, 그을음

(3) Lifting(선화)의 원인(선화:불꽃이 화구로부터 떨어져서 연소하는 것)

- ① 화구에 오물부착으로 구멍이 작아질 때
- ② 공급 가스압이 너무 세다
- ③ 연소 가스 배출 불량으로 산소 부족 시(연소 속도가 느려짐)
- ④ 공기 조절기를 너무 많이 열었을 때

가스 공급량이 지나치면 Lifting원인이 되지만 반대로 너무 적으면 역화의 원인이 된다

(3) 역화의 원인(역화:불꽃이 연소기내로 빨려 들어가며 연소하는 것)

- ① 부식으로 영공이 커졌다(혼합 가스의 유출 속도가 느려지기 때문)
- ② 노즐 구경이 너무 작거나 먼지로 노즐 구멍, 코크가 막히거나 가스 압력이 낮을 때
- ③ 가스 렌지 위에 큰 냄비를 올려 놓고 장시간 사용해서 버너의 과열로 연소 속도가 빨라질 경우

●고압가스의 사용에 따른 각종 행정사항

고압가스를 **제조**하고 자(충전하는 자도 포함)는 시·도 지사에게 허락 받아야 함. 저장소를 설치하려는 자 또는 고압 가스를 판매하려는 자도 시장, 군수, 구청장에 허락. 용기, 냉동기 또는 특정 설비를 제조하고 자 하는 자도 시, 도지사의 허락을 얻어야 함. 위의 모든 사람은 사업, 저장소를 휴지, 폐지할때도 허가 관청에 신고해야 함. 허가관청(시간, 군수, 구청장)은 허가일부터 사유없이 1년이내에 개시하지 않거나 휴지할 때 본 업소를 정지, 제한할 수 있다.

고압가스 제조, 공급자는 수요자에게 공급할 때 수요자의 안전 시설 점검을해야함. 특정 고압가스 사용 신고자 중 어떤 자는 고압가스의 제조, 판매, 저장, 제반 시설에 대한 안전관리 규정을 정하여 허가 관청에 신고해야되며 본 규정의 실시 기록은 2년간 보존.

- ▶ 제조하려는 자는 시·도지사에게 허락, 저장소를 설치하려면 시장,군수,구청장에게 허락을 받는 다는 것이 중요.(만드는 자는 더 상위기관에 신고해야 된다)

(1)제출 대상 : 액화 가스 500kg(압축가스 50m<sup>3</sup>), 독성 가스 100kg(10m<sup>3</sup>)이상의

저장설비를 사용하는 자

(2)자체검사 : 사용자는 제조, 저장, 판매 시설에 관해 자체검사를 정기적으로



실시하고 서류를 2년간 보존한다

- 용기, 냉동기 또는 특정 설비 제조자는 자체검사를 실시 후 그 내용을 5년간 보존한다.
- 고압가스 충전 대량은 1년간 보존한다

(3)안전관리자에는 안전관리 총괄자는 자격을 갖추지 아니해도 되나 안전관리 책임자, 안전관리원은 반드시 자격을 갖춘자를 채용해야함. 총괄자는 자격있을 때도 책임자로 경임이 가능하다. 사업소 시설, 용기, 작업 안전유지, 제조공정 관리, 공급자 의무 확인, 안전 관리 규정 시행, 자업자 지휘, 감독, 자체 검사 일지 작성

- 특정 고압가스 : 산소, 수소, 액화암모니아, 액화염소, 아세틸렌  
특정 고압가스 신고 받은 시장군수, 구청장은 7일 이내에 소방소에 신고해야 함
- 정기 검사 생략 : 3년간 자체검사실적이 우수한 곳.(공사가 인정)
- 용기 등의 검사 생략 : 검사가 전부 생략되는 경우
  - ① KS 규격의 허가를 받아 제조하는 것.
  - ② 시험, 연구개발용으로 수입하는 것
  - ③ 수출용으로 제조하는 것,
  - ④ 주한 외국인 기관에 사용하기 위해 수입하는 것으로 **외국검사 득한 것**
  - ⑤ 산업설비에 부착되어 수입되는 것
  - ⑥ 소화기에 내장되어 있는 것
- 한국 가스 안전공사의 하는 일
  - ① 고압가스의 안전기술에 관한 조사.연구
  - ② 가스안전의 홍보
  - ③ 안전 관리자의 양성교육 및 기술인력 양성
- 검사기관

시도 지사가 지정하고 제출한 서류들 공사에게 검토시켜야 한다.

공사가 하는 일 (시도 지사가 위탁한다)

- ① 자체검사 실수 여부 확인, 감독
- ② 완성검사 및 정기검사
- ③ 용기 및 특정설비 검사
- ④ 유통 중의 용기 수집검사
- ⑤ 수입신고의 수리
- ⑥ 안전교육 실시
- ⑦ 검사기관이 실시하고 검사업무 확인.
- ⑧ 냉동기 검사

허가 관청은 공사 및 검사기관을 감독한다.

적용범위에서 제외되는 고압가스

- ① 보일러 내의 고압 증기
- ② 철도 차량의 에어컨 내 고압 가스
- ③ 선박 내 고압 가스
- ④ 광업을 위한 설비 내 의 고압 가스

- ⑤ 항공기 내 고압가스
- ⑥ 전기 공작물 내 고압가스
- ⑦ 원자로 및 부속설비 내 고압가스
- ⑧ 내연기관 시동, 타일 공기 충전, 토목 공사에 사용되는 압축 가스
- ⑨ 소방법의 적용 받는 1ℓ 이하 소화용 용기 및 소화기에 내장되어 있는 용기 내 가스
- 가연성가스의 전기 설비는 방독구조로 되어 있어야 하나 브롬화 메탄,  $\text{NH}_3$ ,는 제외
- 처리 능력 : 처리설비가 압축, 액화 등으로 1일 처리할 수 있는 가스 용적
- 방호벽을 설치해야 되는 곳
  - ①  $\text{C}_2\text{H}_2$  압축기와 용기 저장소 사이 압력  $100\text{kg}/\text{cm}^2$  이상 ( $\text{C}_2\text{H}_2$  제외) 압축하는 압축기와 용기 사이
  - ② 특정 고압 가스 사용 시설 중 액화 가스 저장 능력  $300\text{kg}$  이상의 용기 저장 실벽
- 안전거리 적용 대상
  - ① 특정 고압 가스 및 고압 가스 일반 제조 시설 중 저장 및 처리설비
  - ② 고압 가스 저장 설비
  - ③ 고압 가스 판매 시설 중 3톤(가스  $300\text{m}^3$ )이상의 사용 용기 보관실
  - ④ 액화 염소 저장 능력  $500\text{kg}$  이상의 저장 설비
- 절대 온도 : 기체의 운동에너지가 완전 정지 되어 분자의 운동 에너지가 제로(0)가 되는 온도  
 $K$  : 섭씨의 절대 온도 ( $-273^\circ\text{C}$ )  
 $^\circ\text{C} = K - 273$                        $^\circ\text{F} = ^\circ\text{R} - 460$
- 열량 :  $1\text{kcal} = \text{물 } 1\text{kg} \text{ 을 } 1^\circ\text{C} \text{ 올리는 데 필요한 열량}$
- 열역학 0 법칙 : 열평형의 법칙 고  $\rightarrow$  저, 열평형이 이루어진 후 열이동은 없다.
- 열역학 1 법칙 : 일은 열로, 열은 일로 변환 될 수 있으며 변환되는 일량과 열량의 비는 일정하다.  $Q = AW$
- 열역학 2 법칙 : 열은 외부에서 일을 해주지 않는 한 고온의 물체에서 저온의 물체로만 이동
- 열역학 3 법칙 : 어떠한 방법으로도 절대 온도 0도에 이르게 할 수 없다
- 엔탈피 :  $i$  ( $\text{kcal}/\text{kg}$ ) - 액체나 기체가 갖는 단위 중량당의 열에너지  
 엔탈피 = 내부 에너지 + 외부 에너지  
 즉,  $i = u + APV$ ,  $u$  : 내부 에너지,  $A$  : 일의 열당량( $\text{kcal}/\text{kg}, \text{m}$ )  $P$ :압력,  $V$ :체적  
 어느 기관에 열을 받으면 우선 내부에너지가 충족(효율이 저하)되고 그 후 외부로 일을 한다.  
 그러므로 열효율100%의 열기관인 2종영구기관은 존재하지 않는다.
- 엔트로피 :  $S$ ( $\text{kcal}/\text{kg}$ ,  $^\circ\text{K}$ ) 열량의 변화를 절대 온도로 나눈 값

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

- 가스의 밀도 :  $\text{g}/\ell$ ,  $\text{kg}/\text{m}^3$

표준 상태에서는  $\frac{\text{분자량}}{22.4\ell}$ , 표준 상태란 :  $0^\circ\text{C}$ ,  $1\text{atm}$  (0도씨 1기압임)

- 가스의 비중 :  $\frac{\text{가스비중}}{29}$

• 이상기체 상태 방정식

$$PV=nRT= \frac{W}{M} RT$$

P : 절대 압력(atm), V = 부피

R : 0.082, M : 분자량, W : 질량

• 가스 정수

$$PV = GRT$$

P : 압력, V : 부피(m³)

$$G : \text{가스의 질량}, R : \text{가스 정수} = \frac{848}{\text{분자량}}, T : \text{절대 온도}$$

• 혼합 기체의 법칙

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

기체 혼합물의 전체압력은 성분 기체들의 부분합과 같다

• 혼합 가스의 폭발 한계 산출식

$$\frac{100}{L} = \frac{V1}{L1} + \frac{V2}{L2} + \frac{V3}{L3} \dots\dots$$

V1,V2,V3...:각 성분가스의 용량(%), L1,L2,L3...: 성분 가스 폭발한계(상한 또는하한) 값

• H<sub>2</sub> : 확산 속도가 가장 빠르고 열전도도가 대단히 크다

- 폭발 범위 : 4~75%

- 수소 폭명기 : 수소:산소 = 2:1                      550 ° C 이상에서 반응

- 염소 폭명기 : H<sub>2</sub>:Cl<sub>2</sub> = 1:1    햇빛에도 폭발

환원성이 크고 탄소강을 취성(Cr, Mo 등을 첨가)

용기 도색은 주황색

- 품질 검사 : 순도 98.5% 이상, 35 ° C에서 120kg/cm² 이상 충전할 것

• CO : 공기보다 가벼운 무색, 환원성이 강하다, 허용 농도 50ppm

공기 중에 잘 연소한다(12.5~74%)

• CO<sub>2</sub> : 자극성의 황녹색 무거운 기체

조연성 가스로 허용 농도 1ppm

암모니아와 반응하여 흰 연기를 발생

• NH<sub>3</sub> : 자극성의 무색, 가연성 독성 가스

- 폭발 범위 : 15~28%    허용농도 25ppm

암모니아 장치나 계기는 구리나 황동을 직접 사용할 수 없다

• HCN(시안화수소) : 복숭아 냄새가 나는 맹독성(허용농도 10ppm)으로 쉽게 액화됨. 순수한 액체 HCN은 안정하나 수분이나 알칼리 물질을 함유하면 중합이 촉진되고 이에 의해 폭발 한다. 가연성 가스이다.

- 안정제 : 황산, 아황산 가스, 구리

• 산화에틸렌(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O) - 중합 폭발을 함.

가연성 가스로 자극성 냄새에 독성 가스다

폭발 범위 3~80% 허용 농도 50ppm, 섬유공업에 이용(폴리에스텔)

• 황화수소( $H_2S$ )

무색이나 계란 썩는 냄새의 독성 가스

허용 농도 10ppm, 공기 중 연소하며 환원제 역할

• 연소의 3요소 : 가연체, 산소, 발화체

• 연소 속도가 빨라지는 요인

- ① 분자 충돌 횟수가 많을수록
- ② 활성화 에너지가 작을수록
- ③ 반응 온도가 높을수록( $10^\circ C$ 를 높이면 2배 증가)

• 인화점 : 점화된 접촉 시 연소하는 최저 온도

• 발화점 : 불씨 없이 연소가 일어나는 최저 온도(착화점)

탄화 수소에서 탄소수가 많은 분자일수록 착화점은 낮아 진다

• 고체 연료 : 주성분 C 외에 회분과 수분 함유

- ① 휘발분이 존재할 때 - 그을음 발생, 점화는 쉬우나 발열량 저하
- ② C 가 존재할 때 - 발열량이 크고 매연감소, 청색 단염, 연소속도저하
- ③ 회분이 존재할 때 - 발열량 저하, 통풍 저하, 연소를 나쁘게 함
- ④ 착화온도는 발열량이 클수록, 분자구조가 복잡할수록, 산소량이 많을수록, 압력이 클수록 낮아진다

• 폭발의 종류

- ① 화학 폭발 : 화약
- ② 압력 폭발 : 보일러 폭발
- ③ 분해 폭발 : 가압 하에서  $C_2H_2$ , 산화에틸렌 등

$C_2H_2$ 의 희석제(폭발 방지 목적) :  $C_2H_4$ (에틸렌), CO,  $CH_4$ ,  $N_2$ ,  $H_2$

- ④ 중합 폭발 : HCN,  $C_2H_4O$  의 중합, 염화비닐도 포함
- ⑤ 촉매 폭발 : 수소, 염소 등의 일사광선으로 인한 폭발기

※ 산소 없이 분해 폭발 하는 것 :  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4O$ ,  $N_2H_4$ (히드라진)

• 폭굉 : 음속 보다도 화염 전파속도가 큰 경우를 말하며 속도는 1000~3500m/sec

DID(폭굉 유도 거리) : 완전한 연소가 폭괴으로 발전하는 거리, 짧을수록 위험 DID가 짧아지는 요인

- ① 연소 속도가 큰 혼합 가스일 수록
- ② 관속에 장애물이 있거나 관경이 작을수록
- ③ 고압일수록
- ④ 점화원의 에너지가 클수록

• 폭발에 영향을 주는 인자 : 온도, 압력, 용기 형태와 크기, 조성

폭발등급

1등급 : 안전 간격 0.6mm 이상 가스 ( $CO$ ,  $C_3H_8$  ...)

2등급 : 0.6~0.4 (에틸렌, 석탄 가스)

3등급 : 안전간격이 0.4mm 미만 (수소,  $C_2H_2$ , 수성가스), 3급>2급>1급

위험

덜위험

• 위험도  $H = \frac{U-L}{L}$

- 5ℓ 이상의 용기는 전도, 전략에 의한 밸브손상 방지 조치를 해야함(CAP,보호구)
- 가스 누설 경보기는 폭발 하한의 1/4 이하, 독성 가스는 허용 농도 이하에서 작동해야 됨
- 통풍구의 크기 : 바닥 면적 1㎡에 대해 300㎢ 이상(바닥면적의 3%) 2개 이상설치
- 강제 통풍 능력 : 바닥 면적 1㎡당 0.5㎢/min 이상
- 용접 용기 : LPG, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O
  - 두께 공차는 평균값의 ± 20% 이하여야 됨
- 가스 사고 방지
  - ① 산소 밸브에 유지류 : 사염화 탄소(CCl<sub>4</sub>)로 세척
  - ② 밸브의 얼음 녹이기 : 40 ° C 이하 온수
  - ③ 가스 사용 후 1/3 기압 정도 남기고 밸브를 닫음
- NH<sub>3</sub>와 CH<sub>3</sub>Br은 오른 나사로 하며 방폭 구조를 하지 않는다
- 2중배관 대상 : SO<sub>2</sub>(아황산 가스), 염소(1ppm), COcℓ<sub>2</sub>(포스겐)
  - H<sub>2</sub>(황화 수소, 10ppm), NH<sub>3</sub>(25ppm), C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O(50ppm), HCN(10ppm), CH<sub>3</sub>Cℓ (염화메탄)
  - 2중관 중 외관의 안지름 = 내층관 외경 X 1.2배 이상
- 긴급차단 장치 : 3곳 설치, 저장탱크 용량 5000ℓ 이상일 때 설치해야 함
  - ① 조작 위치 : 5m 이상
  - ② 주위 온도가 110 ° C 이상이되면 가용합금이 녹아 차단
- 고압설비의 안전 장치
  - 안전 밸브 : 용기 내압 시험 압력의 80% 이하에서 작동
- 방류독 : 액체 상태의 가스저장 장소에 액체의 유출을 막기 위함
  - ① 용량 : 저장 능력에 해당하는 전량(100%)
    - 단, 액화 산소는 저장 능력의 60% 로 함
  - ② 구조:방류독의 기울기 45°이하, 정상부 폭은 30cm이상
  - ③ 대상 : - 독성 저장 탱크 : 5톤 이상
    - 가연성 저장 탱크 : 1000톤 이상, 액체 산소 : 1000톤 이상
    - 단, 불활성 가스는 대상이 아니다
  - ④ 방류독 구비 조건
    - 액밀 구조
    - 액이 체류할 때 표면적이 적어야
    - (대기 접촉량이 적어야 기화량이 적으므로)
- 용접 용기 CPS 비율 - C : 0.33%, P : 0.06%, S : 0.05% 이하
  - 장점 : 싸다. 두께가 고르다(± 20% 이하), 사이즈 마음대로 가능
- 밸브의 충전구 나사 : 가연성 가스는 NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>Br을 제외하곤 원나사
- 안전 밸브 부착 의무
  - ① 산소용 - 박판식 80%(내압시험 압력)
  - ② 프로판용 - 스프링식 80%(내압시험 압력)
  - ③ 염소용 - 65~68 ° C 에서 녹는 가용전식
  - 밸브의 안전 내압 시험은 용기의 내압 시험 압력 이상에서 실시

밸브의 기밀 시험은 용기의 최고 충전 압력 이상에서 실시

• 용기의 각종 시험

① 내압 시험

- 일반 용기 : 최고 충전 압력 X 5/3배
- $C_2H_2$  용기 : 최고 충전 압력 X 3배
- 설비의 경우 : 상용 압력의 1.5배

② 기밀 시험

- 기체( $N_2$ , 공기)을 1분이상 압입 후 비눗물 체크
- 초저온 용기 : 최고 충전 압력 X 1.1배, 도시 가스 설비도 1.1배
- $C_2H_2$  용기 : 최고 충전 압력 X 1.8배
- 기타 용기 : 최고 충전 압력 이상

• 용기 부품 기호 :  $C_2H_2$  용 부속품 : AG

압축 가스 부속품 : PG

LPG 용 부속품 : LPG

액화 석유 가스 외의 액화 가스 충전하는 부속품 : LG

• 원통형 저장 탱크 : 구형에 비해 소형에 사용 된다. 제작용이, 운반용이

• 구형 탱크 특징 : 고압 저장 탱크로서는 건설비가 싸다. 강도가 크다

기초공사용이, 제작 중 검사, 기밀 시험을 하므로 누설이 없다

• 저장 설비 계산

- ① 안전 공간은 10% 이상 유지 함
- ② 압축 가스 저장 능력 :  $Q = (P + 1) \cdot V$      $Q = m^3$
- ③ 액화 가스 저장 능력 :  $W(kg) = 0.9dV$   
 $d$  : 상용 온도에서의 액화 가스 비중

◆안전 밸브

• 파열 판식

- ① 구조가 간단하고 취급, 점검이 용이
- ② 스프링식보다 토출량이 많아 압력 상승이 급격한 곳에 적당
- ③ 밸브 리트 누설이 없다
- ④ 슬러지, 부식성 유체도 사용 가능
- ⑤ 판 재료 : Sus, Aℓ

• 가용 전식 안전 밸브: 녹아 내림

- ① 염소용 : 65~68 °C
- ②  $C_2H_2$  용 : 105 °C ± 5 °C
- ③ 긴급 차단용 : 110 °C

• 도관용 안전 밸브의 단면적

도관의 최대 지름부 단면적의 1/10배 이상

◆압축기를 냉각할 때 얻는 효과

- ① 체적 효율이 증대
- ② 압축 효율이 증대되어 동력 절감

- ③ 윤활 기능 향상, 윤활유 열화·탄화 방지
- 압축기 종류
  - ① 용적형 : 회전식, 왕복식·다이아드램형
  - ② 터보형 : - 원심식
    - 축류식 : 항공기 프로펠라
  - 0.1kg/cm<sup>2</sup> 미만 : fan
  - 0.1~ 1kg/cm<sup>2</sup> : blower
  - 1kg/cm<sup>2</sup> 이상 : 압축기
- 주요 GAS의 윤활유
  - ① 공기 : 디젤 엔진유
  - ② SO<sub>2</sub> : 화이트 유
  - ③ H<sub>2</sub> : 양질의 광유
  - ④ O<sub>2</sub> : 글리세린 10% 수용액
  - ⑤ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 양질의 광유
  - ⑥ LPG : 식물성 유
- 원심 PUMP 종류 (터보식)
  - ① 볼트류 PUMP : 안내 베인이 없다. 토출량이 크며 저점도 액체에 유리. 프레이밍이 필요
  - ② 터빈 PUMP : 안내 베인이 있다. 고 양정, 대용량에 유리
- 왕복 PUMP(용적식) - 피스톤, 플랜지 PUMP,
  - 다이아드램 PUMP(불순물 함유체에 사용용이)

#### 장점

- ① 소형 ,고압 ,고점도 액체에 유리함
- ② 토출량이 일정함
- ③ 흡입 양정이 큼

#### 단점

- ① 밸브 글랜드가 고장 나기 쉬움
- ② 맥동 발생
- ③ 고압으로 유체 변질 우려, 진동이 있으며 설치면적이 크다

- 캐비테이션
  - ① 원인 : 펌프 내의 물이 과속이거나 흡수면과 펌프 사이에 너무 거리가 길 때
  - ② 방지책 : 펌프 설치 높이를 낮추어 흡입 양정을 짧게 한다
    - 立軸펌프를 사용하고 impeller를 수중에 잠그게 함
    - 관지름을 크게하고 굽힘도 적게, 펌프 회전수를 낮춘다
    - 양흡입(兩吸入) 펌프 사용
- 수격 작용
  - ① 원인 : 압송 중 정전 등으로 펌프가 멈추면 관 속의 물이 급격히 변화하여 심한 압력 변화가 생기는 현상
  - ② 방지책 : 유속을 줄인다.Fly wheel을 부착하여 급격히 변하지 않게밸브를 펌프 송출구 가까이설치하여 밸브를 적당히 제어하도록 함

### ◆공기 액화 분리 장치

- ① 공기 액화 분리 장치의 폭발 원인
  - $C_2H_2$  혼입시
  - $O_3$  혼입시
  - $NO$ ,  $NO_2$  혼입시
  - OIL 열분해로 탄화수소 생성 시
- ② 겔 건조기
  - $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ , 소바비드 등의 건조제
  - 수분은 흡수하나  $CO_2$  는 제거 불가함
- $CO_2$  흡수탑
  - ① 공기 청정탑 이라고도 함
  - ② 원료 공기 中  $CO_2$  가 있으면 저온 장치에 들어가 드라이아이스( $CO_2$  가 원료)가 되어 밸브등을 막는다
  - ③  $CO_2$  흡수제로는  $NaOH$ (가성소오다) 수용액이 쓰인다

### ◆냉동 사이클

- ① 압축 : 증발기에서 기화한 GAS 를 응축하기 좋게 가압
- ② 응축 : 고온고압의 GAS 열을 외부공기 또는 냉각수에 보내고 응축됨
- ③ 팽창 : 고온 고압의 액체를 저온 저압의 만듦
- ④ 증발 : 저온 저압의 액이 증발하면서 주위의 열을 흡수

### ◆LPG 설비

- ① 용기 : 회색 , 스프링식 안전밸브  
 내압시험 :  $30 \text{ kg/cm}^2$ , 기밀시험 :  $18 \text{ kg/cm}^2$   
 안전밸브작동 압력 : 내압시험압력 X 0.8
- ② LPG 설비 완성 검사(설비를 모두 구축한 후 검사받음)
  - ◎ 항목 : 내압 시험, 기밀 시험, 가스 치환, 기능 검사
  - 내압시험압력
    - ◆ 용기 ↔ 조정기 사이 배관 :  $30 \text{ kg/cm}^2$
    - ◆ 조정기 ↔ 중간 V/V :  $8 \text{ kg/cm}^2$
    - ◆ 호스 :  $2 \text{ kg/cm}^2$
- 조정기 폐쇄 압력 :  $350 \text{ mm H}_2\text{O}$  이하
- 조정 압력 :  $230 \sim 300 \text{ mm H}_2\text{O}$  범위
- 2단 감압식 조정기
  - ① 장점 : 입상관 이어도 압력 손실 보정가능
    - 배관이 길어도 공급 압력 인정
    - 중간 배관 지름이 작아도 됨
    - 각 연소 기구에 맞는 압력으로 공급 가능
    - 조정기의 동결을 막는다
  - ② 단점 : 설비 복잡
    - 점검 개소 多



- 부탄은 재액화 가능
- 시설의 압력이 높다
- 가스 계량기
  - ① 감도 유량 : gas meter가 작동 개시하로 최소 유량
  - ② gas meter 표시 사항
    - $l/rev$  : 계량실 1 주기 체적
    - $MAX\ 00m^3/h$  : 사용 최대 유량이 시간당  $00m^3$
- 기화기
  - 부탄 : 비점이 높고 증기압이 낮으므로 설치 필요
  - $C_3H_8$  을 대량 사용할 때 : 기화 속도 증대

#### ◆이송설비

- ① 차압방식 : 탱크로리라 저장탱크 액상부를 직접 연결, 위상차로 주입
- ② 액 펌프를 이용한 방식
  - 장점 : 재액화 현상이 일어나지 않음, 드레인 현상이 안 일어남
  - 단점 : 충전 시간이 길고 잔 가스 회수가 불가능, 베이퍼락 현상으로 누설원인
- ③ 압축기를 이용한 방식
  - 장점 : 액 펌프에 비해 충전 시간이 짧고 베이퍼락 현상이 안일어 남, 탱크 내 잔 가스를 회수 하므로 사고가 적다
  - 단점 :  $C_4H_{10}$  인 경우 저온에서 재액화가 일어나며 압축기 기름이 들어가 드레인의 원인

#### ◆도시 가스 설비

##### (1) 도시 가스 공급 방식

- ① 직접법 : LPG를 그대로 혹은 공기를 혼합시킨 상태로 공급
  - 생가스 공급 방식 : 액상의 LPG 를 기화시켜 일정압으로 수요자에게 공급  
기화방법에는 자연기화방법, 강제 기화 방법이 있으며 구조가 간단, 설비비 저렴, 유지 관리 용이
  - 공기 혼합 가스 공급 방식 : 기화된 LPG 와 Air를 일정비율로 혼합시켜 공급
- ② 간접법 : LPG 에 다른 도시가스를 혼합하는 방법  
발열량 조정이나 피크 타임 때 공급 부족을 보충한다
- ③ 개질법

##### (2) 도시 가스 공급 설비

- ① 가스 홀더
  - 여유분 비축량 확보
  - 공급가스의 성분, 열량 등의 균질화
  - 홀더를 소비 지역 근처에서 설치하여 피크 시 공급, 수송 효과를 얻는다
- ② 가스 홀더의 분류
  - 저압식 홀더 : 유수식, 무수식

· 중, 고압식 : 원통형, 구형

- 유수식 홀다: 저압인 경우 사용

구형에 비해 유효 가동량이 많으나 기초 설비가 크고 수분을 흡수 한다

- 무수식 홀다: 피스톤이 있음, 예)우리 회사의 가스 홀더

기초가 간단, 가스압이 유식에 비해 일정하고 건조하다. 유효 가동량이 큼

- 구형 홀다: 가장 합리적인 형, 표면적이 작다, 자재가 적다

부지면적이 작고 건조상태로 저장 가능, 송출에 탱크 내압을 이용할 수 있다

## • 부취제

### ① 액체 주입식 부취 설비

· 펌프 주입식 : 대용량에 적합

· 적하 주입식 : 유량 변동이 적은 소량

### ② 증발식 부취 설비

· 동력이 필요 없고 싸다. 소규모에 사용. 지하에 저장 하는 것이 좋음

(온도 불변이므로)

## • 압력계

· 부르동관 압력계

· 다이어프램 압력계 : 고무, 양은, SUS 소재의 박판이 이용되므로 부식성 액체, 먼지가 있는 액체, 고정도 액체 압력 측정에 이용

## • 유량계

### ① 오리피스 유량계 : 설치 간단, 값이 저렴하나 내구성이 약하고 압력 손실이 큼

### ② 플로우 노즐 유량계 : 노즐의 줄임을 완만하게 하여 압력 손실을 줄여 내구성 큼

### ③ 벤츄리 유량계 : 압력 손실이 적고 비싸다

※ 압력손실 : 오리피스 > 플로우 노즐 > 벤츄리

### ④ 피토관 유량계 : 압력차는 유속을 측정하여 유량 산정, 유속이 5m/sec이상의 빠른 유속일때 사용.

유량은 동압의 평방근( $\sqrt{\quad}$ )에 비례

### ⑤ 열선식 유량계 : 관선에 열선을 두고 유속에 따른 온도 변화를 유량을 측정

### ⑥ 가스 미터 유량계 : 드럼 회전수를 측정

### ⑦ 와류식 유량계 : 원주의 배후에 생기는 와류의 발생수로 유속 측정, 손실 적고 범위가 넓음

## • 가스 분석계

· 화학적 가스 분석계 : 오르자트 분석기, 연소식  $O_2$  계, 자동화학  $CO_2$  계

· 물리적 가스 분석계 : 열전도율법, 밀도법, 적외선 흡수법, 자화율법, 가스크로 마토 그래피법

### ① 오르자트 가스 분석계 분석순서:

$CO_2(KOH) \rightarrow O_2(\text{알칼리}) \rightarrow CO(\text{암모니아성})$ , ( )안은 흡수제

### ② 연소식 $O_2$ 계 : 연소열이 $O_2$ 농도에 비례한다는 원리 이용

- ③ 열전도율형 CO<sub>2</sub> 계 : CO<sub>2</sub>의 열전도율이 공기보다 작다는 것을 이용 ➡ 전압측정
- ④ 밀도식 CO<sub>2</sub> 계 : CO<sub>2</sub> 밀도가 공기보다 크다는 것 이용
- ⑤ 자기식 O<sub>2</sub> 계 : O<sub>2</sub> 가 타 가스에 비해 강자성체라는 것을 아용
- ⑥ 세라믹 O<sub>2</sub> 계

## • 안전관리

### (1) 특정 가스 제조 시설 및 기술 수준

- ① 안전구역 내 설비사이의 거리 : 30m 이상
- ② 제조 설비는 제조소 담장까지 최소 20m이상
- ③ 가연성 탱크 와 지연성 탱크 사이의 거리는 1m 나 두 지름의 합 1/4 중에서 큰 거리 유지
- ④ 밴트 스택 : 폐가스를 그대로 방출  
(가연성은 폭발 하한, 독성은 허용 농도 이하)
- ⑤ 플레어 스택 : 폐가스를 연소하여 방출
- ⑥ 배관부는 용접으로 하고 지하에 매설한다
- ⑦ 배관의 지하에 매설 시
  - 다른 시설과는 30cm 수평거리
  - 산 들에서는 지면과 1m 이상 나머지는 1.2m 이상
  - 단, 도로 뒀에서는 1.5m 이상 깊이 유지

### (2) 일반 가스 제조 기술 수준

- ① 가연성 가스는 탱크색은 은백색으로 칠하고 적색으로 가스명 기입
- ② 저장능력 5m<sup>3</sup> 이상 탱크는 가스방출장치 설치
- ③ 저장 탱크를 지하에 저장할 때
  - 천장, 벽, 바닥면 두께 : 30cm 이상
  - 주위가 모래이면 정상부와 지면은 60cm 이상
  - 탱크 사이는 최소 1m 이상유지
  - 지상에서 5m 이상 방출구를 설치
- ④ 긴급 차단장치 (5000ℓ 미만 제외)
  - 5m 이상에서 조작할수 있도록, 3곳 이상 설치
- ⑤ 설비의 내압 시험은 상봉 압력 X 1.5배
- ⑥ 설비와 화기와 의 거리는 8m 이상
- ⑦ 설비 두께는 상용압력 X 2배에서 견딜 수 있는 두께
- ⑧ 다른 가연성 제조 설비와는 5m 이상 유지  
산소 제조 설비와는 10m 이상 유지
- ⑨ 가연성 제조 설비는 방폭 구조로 함. 단, NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>Br 은 제외
- ⑩ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 압축기 또는 100kg/cm<sup>2</sup> 이상인 압축기와 다음의 장소에는 방호벽 설치
  - 충전 장소
  - 충전 용기 보관소 사이
- ⑪ 다음의 장소 사이에도 방호벽을 설치
  - 충전 장소와 용기 보관소 사이

- 충전 장소와 충전용 주관 밸브사이
- ⑫ 안전 밸브는 TPX0.8 이하에서 작동 하도록 하나 액화 산소 탱크,  
안전 밸브는 상용 압력 X 1.5배 이다
- ⑬ 1일 처리 능력 100㎥ 이상인 곳은 표준 압력계 2개 이상 설치
- ⑭ 살수장치 구비 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 충전소나 용기 보관소
- ⑮ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 접촉부는 Cu 함유량 62% 이하 강 사용
- ⑮ · C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 발생 장치는 25kg/㎥ 이하로 하고 CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, CO 등의 회석제 첨가  
· C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 용기 충전 시의 다공물질다공도는 75% 이상 92% 미만이어야 함  
· C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 충전 중에는 25kg/㎥ 이하로 2~3회 나누어 충전, 충전 후 압력은 15 ° C,  
15.5kg/㎥(1.55MPa) 이하가 되도록 24시간 방치
- ⑮ 가연성 가스, 산소 제조 시 1일 1회 이상 품질분석
- 16 압축 금지 사항(아래와 같이 성분이 초과할 때는 같이 압축하면 안됨)  
· 가연성 가스에 산소 4% 이상 혼합될 시  
· 산소 중에 H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 2% 이상 혼합될 시
- 17 기능 검사  
· 충전용 주관 압력계는 매월 1회 이상  
· 기타 압력계는 3개월 1회 이상
- 18 안전 밸브의 작동압 조정  
압축기 최종단의 것은 6개월에 1회  
기타 안전 밸브는 1년에 1회 작동압 조정
- 19 시안화 수소(HCN) - 순도 98% 이상이고 SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 안정제 투여  
용기 충전 후 24시간 정치하고 60일 경과하기 전에 다른 용기에 충전한다  
(중합을 방지하고자 함이다)
- 20 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O(산화에틸렌)50ppm - 탱크 내부를 N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 로 치환 후 5 ° C 이하로 보관 충전 시 45 ° C 에서  
4kg/㎥ 이상이 되도록 N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 를 충전  
(산화에틸렌은 가스상태에서 위험하므로 가스화를 방지하고자 하기 위함)

#### ◆저장 시설

- 우회 거리, 인화성 물질 보관 금지
- 저장실 주위 2m
- 산소, 가연성은 8m
- 100㎥, 1톤 이상의 탱크는 지반 침하 방지 조치
- 기타
- 두께가 8mm 이상되는 판은 펀칭 가공 금지(8mm 이상 판의 펀치 가공 시는  
가장 자리 1.5 mm 모따기를 한다)
- 두께 13mm 이상 용기는 충격 시험을 한다(초 저온 용기는 1.3mm 이상)
- 용기 내압 시험 시 영구 증가율이 10% 이하여야 합격이다
- 용기 재검사 시 질량은 최초의 95% 이상을 합격으로 한다  
(팽창률이 6% 이하인 것은 90% 이상 합격)

- 액화 염소 500kg 이상의 시설은 안전 거리 유지
- 액화 가스 300kg, 압축 가스 60m³ 이상인 용기 보관실은 방호벽으로 한다
- 자전거, 오토바이 이동 시 20kg 이하 한 개만 가능
- 혼합 적재 금지 : 염소, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 는 혼합적재하면 안됨
- 운반 책임자 동승 :
  - 독성 - 100m³, 1톤 이상
  - 가연성 - 300m³, 3톤 이상
  - 지연성 - 600m³, 6톤 이상
- 차량 탱크 내용적 제한
  - 가연성, O<sub>2</sub> : 18,000 ℓ
  - 독성 : 12,000 ℓ
- LPG : 탱크 는 은백색, 가스명은 적색으로 도색
  - 배관 깊이 : 지하 1m 이상
  - 부취제 : 1/1000 상태에서 감지할 수 있는 량 공급
  - 설비 치환 : 불활성 가스로 채운후 ➡ 공기로 재 치환(산소 농도 18% 이상)
  - 탱크로리는 저장 탱크에서 3m 이상 떨어져 주차
  - 납붙임 접합용기는 충전할 때 35 ° C 에서 4kg/cm² 이하가 되도록 함
  - 지하 매설관 : 1m 이상, 도로 밑에는 1.2m 나 이중관  
(특정 가스는 산, 들 1m, 그 외 1.2m 도로 밑 1.5m)
  - 탱크는 내용적의 90%를 넘지 않는다(소형 85%)

#### ◆도시 가스 안전

##### (1) 배관의 구분

- ① 본 관 : 사업소 ➡ 정압기
- ② 공급관 : 정압기 ➡ 사용자 토지 경계
- ③ 내 관 : 토지 경계 ➡ 연소기

##### (2) 압력 구분

- ① 고압 : 10kg/cm² 이상, 기화된 액화 가스 2 kg/cm² 이상
- ② 중압 : 1~10kg/cm² , 기화된 액화 가스 0.1~2 kg/cm² 미만
- ③ 저압 : 1kg/cm² 미만, 기화된 액화가스 0.1 kg/cm² 미만

##### (3) 가스 도매 사업 시설 기준

- ① LNG 저장 처리 설비는 1.2중 보호시설과 30m 거리 유지
- ② 제조시설 구조
  - 인터 Lock 기구 : 오조작이나 이상 시 원료 공급 차단
  - 계기실 : 내화성 구조에 2중문으로 함
- ③ 배관 : 용접이 원칙, 중압이상은 X-ray 검사

##### (4) 일반 도시 가스 사업 시설 기준

- ① 제조소 및 공급소 안전
  - 안전 거리
    - 발생기 - 홀더 외면에서 사업장 경계

고압 -20m, 중압 10m, 저압 5m 안전거리 유지

· 혼합기-정제기,배송기,승압기의 사업장 경계까지 3m 유지

- 공급 시설 외면과 화기와는 8m 거리
- 내압 시험은 최고 사용 압력의 1.5배
- 기밀 시험은 최고 사용 압력의 X 1.1배
- 비상 공급시설은 1중보호시설과 15m 이상, 2중보호시설과는 10m이상 거리 유지

② 가스 발생 설비

- 가스 발생기 - 압력 상승 방지 장치(안전 밸브, 파열판 ...)
- 기화기 : · 직화식 구조가 아니어야  
· 온수 방식인 경우 부동액 첨가  
· 과류 방지 장치 부착
- 가스 홀더 : 300㎥ 이상 홀더는 안전 거리 유지

③ 부대 설비

- 5m 내에서 조작 가능한 살수 장치 비치
- 압력계는 상용 압력 1.5배 이상 2배 이내의 눈금이 있는 것

④ 정압기

- 2년에 1회 분해 점검
- 입구에는 불순물 제거 장치
- 출구에는 압력 측정기록 장치

⑤ 배관

- 지하 매설시 도로 밑 1.2m, 공동주택 0.6m, 이외에는 1m 이상)
- 지하 매몰관은 3년에 1회, 고압 배관은 1년에 1회 누설 검사 실시
- 용접 시공한 중압 이상 배관 모두는 X-ray,  $\phi$  150mm 이상 저압 배관의 용접부는 10% 에 대해서 X-ray

⑥ 압력 측정

- 위치 : 가스홀더 출구, 정압기 출구, 공급 시설 말단(압력 100~250 mm H<sub>2</sub>O)

⑦ 도시 가스 유해 성분 : 주 1회 측정

- ㎥당 S : 0.5g, NH<sub>3</sub> : 0.2g, H<sub>2</sub>S : 0.02g 을 초과하면 안된다

——종합요약——

- 주요 가스 위험 순위 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> > H<sub>2</sub> > C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> > CH<sub>4</sub> > NH<sub>3</sub>
- 가연성 가스 수리코자 퍼지했을 때 그 가스 농도는 폭발하한계 1/4이하까지 치환
- 도시가스 사용시설 기밀 시험 : 840mm H<sub>2</sub>O 이상 1000mm H<sub>2</sub>O 이내
- 큰 고압용기나 탱크 라인(Tank - Line)퍼지용 : N<sub>2</sub> 와 CO<sub>2</sub>
- 용해도가 크다 : 저온 고압
- $\chi^\circ$  에서  $\rightarrow \chi$  압력으로 변화되고 yKg의 산소를 충전코자 할 때 용기체적은?  
----이럴 땐 PV = GRT식을 이용한다.
- NH<sub>3</sub> ,염화메탄의 중화제 : 물
- 고압가스 제조 시설 중 안전 밸브설치 장소 : 압축기토출측, 감압변 뒤, 반응탑,

## 저장 탱크

- LPG 충전 디스펜서 란? : 차량용 충전기기
- SNG : 대체 천연 가스 또는 합성 천연 가스
- 내압  $4\sim 5\text{kg}/\text{cm}^2$  이상이고 LPG 와 같은 저 비점 액체용 펌프 메카니칼 Seal 은 배런스 실이고 독성, 인화성액일 때는 더블실형 임
- 가스 공급 시설 조명 : 150Lux 이상
- 암모니아 경보 장치의 검지에서 발신까지 시간 : 1분 이내
- $\text{C}_2\text{H}_2$  용기 다공도 : 75~92%
- 탱크로리 후방취출구 탱크일 경우 범퍼에서 탱크몸체까지 40cm이격  
단, 탱크의 조작상자(콘트롤박스) 와 범퍼 사이는 20cm이격
- 가연성 가스 제조 중 오조작 되어 작업 불가할 때 자동적으로 원료를 차단시키는 장치 : inter lock(인터록)기구
- 저온 장치 재료로 우수한 것은 9% 니켈강이다
- 초 저온 특정설비의 단열시험 합격 :  $0.002\text{kcal}/\text{h} \cdot ^\circ\text{C}$  이하
- 산소용 압력계는 ‘금유’ 라고 써진 전용 압력계를 쓰고 브루동관은 Cu 62% 이하 황동으로 제작
- 압력계는 눈의 위치보다 높은 곳에 설치한다
- 액화 메탄의 저장 용기는 니켈강, Al 합금이 좋다(저온 용기)
- 가스 배관의 부식 : 화학 현상, 누전, 전기 화학적 현상
- 버너의 화염 점화 불량 원인 : 불완전 연소
- 펌프 베이퍼락 방지 : 펌프 설치 위치를 내리고, 회전수를 낮추며 흡입관을 단열 조치하고 흡입 배관 관경을 크게, 토출관을 크게한다
- 용기의 각인 순서 : 제조자 명칭 - 가스명칭 - 용기기호 - 내용적
- 초저온 용기의 기밀 시험 : 최고 충전압력 X 1.1배
- 허용농도:CO - 50ppm, 염소- 1ppm,  $\text{CO}_2$  - 5000ppm,  $\text{SO}_2$  - 5ppm, HCN - 10ppm
- 소형 저장 탱크 액면계 표시 눈금의 최소눈금은 용적의 10% 이하로 나타낼 것
- 일산화 탄소는 염소와 반응하여 포스겐을 만듦(일산화 포스데이터로 외울 것)
- 포스겐은 염소보다 더 위험한 독성가스임  
프레온 가스를  $800^\circ\text{C}$  에 접촉했을 때도 포스겐이 발생
- 눈에 프레온 가스가 들어가면 약한 붕산수 또는 2% 소금물로 씻는다
- 지하 매설 시 도로가에서 수평거리 1m 이상 유지한다
- LPG는 3톤 이상 저장하고자 할 때 허가를 받는다
- 탄소수가 많아지면 비등점이 높아짐.  $\text{C}_3\text{H}_8$  :  $-42.1^\circ\text{C}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  :  $-0.5^\circ\text{C}$
- 가정용 취사 도시가스 정압기 출구 가스 압력 : 100mm  $\text{H}_2\text{O}$  ~ 250mm  $\text{H}_2\text{O}$  이내
- 산소, 수소,  $\text{C}_2\text{H}_2$ 는 고압 가스 품질 검사 대상이다.
- $\text{C}_2\text{H}_2$ 의 정성시험에 사용되는 시약 : 질산은 시약,  $\text{O}_2$ 는 Cu, 암모니아 시약
- 고압 가스 알반 제조 시설에는 가스 방출 장치를 설치 해야 하는 저장  
탱크 규모:  $5\text{m}^3$  이상
- 가스 계량기는 굴뚝과 최소 30cm 떨어져야 한다

- 청동제 브르동관은  $\text{NH}_3$  가스는 사용 불가
- 고압 장치의 부식에 영향을 주는 요소 : Ph, 온도, 유속, 유속상태, 응력, 금속재료의 조성
- 물과 혼합하면 유리나 고무류를 부식시키는 가스는 : 프레온
- 암모니아수로 검출하는 것 :  $\text{SO}_2$ (아황산 가스), 염소
- 암모니아 합성의 고압 ( $600 \sim 1000 \text{ kg/cm}^2$ ) 합성법 : 클로우드법
- 불활성가스의 발광색:헬륨 - 황백색 Ne -주황색
- $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l} = 1000 \text{ Kg}$ (물일 경우)
- 폭광의 속도 :  $1000 \sim 3500 \text{ m/sec}$
- 가스가 공기가 혼합되고 압력을 증가시키면 폭발범위가 좁아지는 것 : CO
- Ar은 전구에 넣어 산화방지제
- 가연성 가스가 밀폐 용기 내에서 공기 혼합 폭발할 때의 기압 : 7~8 기압
- 액화 프로판은 기화 시에  $2.35 \text{ l/kg}$  이다
- 절대압 = 대기압 - 진공압  
절대압:가스 자체의 압,  
대기압:표준 대기압:  $760 \text{ mmHg}$ ,  $1.033 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1.013 \text{ bar}$ ,  $14.71 \text{ lb/}$
- 암모니아, 산화 에틸렌, 염화 메탄의 중화제는 물이다
- 물분해:  $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + 1/2 \text{ O}_2$   $\text{H}_2\text{O}$ 의 분자량 = 18g
- 가스 저장실의 소화기의 소화제 : 중 탄산소다 소화기
- 고온용 배관 보온재 : 펄라이트, 규산 칼슘, 세라믹 화이버
- 동관의 암·수 이음부 길이 : 관경의 1.5배
- 1RT : 물( $0^\circ \text{C}$ )1톤을 24시간에  $0^\circ \text{C}$ 의 얼음으로 만드는 능력(1.2kW)
- 단열재는 밀도가 작아야 한다
- 강제크리이프 영향을 고려해야 하는 온도(배관에서) :  $350^\circ \text{C}$
- 압축비**가 크게 될 때는 소요동력이 증가한다
- 연강재 브르동관은 **암모니아 및 아세틸렌** 용으로 사용한다
- 냉동설비에서 유분리기 설치위치 : 압축기와 응축기 사이
- 저비점 액체의 펌프는 운전 개시 전 충분히 냉각한다
- 고온, 고압의 관 후렌지이음 시 사용되는 패킹재료 : 석면
- 냉동기에서 간접 냉매 : 염화 칼슘
- 단열 변화 = 동 엔트로피 변화(단열압축 시)
- 플레어 이음은 구경이 15mm 이하에서 사용됨
- 구리관 호칭은 외경 X 두께
- 압축기 기동 시 흡입변은 서서히 여는데 그 이유 : 액흡입을 막기 위함
- 압축기의 간극봉적(크리어런스): 피스톤이 상사점에 있을 때의 가스 체적
- 연관(납관)은 알카리에 부식되며 산에는 강하다
- 구리나 구리합금을 사용할 수 없는 가스 :  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$
- CO 취급시의 금속 라이닝은 알루미늄 재질로 한다
- 황동의 탈 아연 부식 : 선택 부식



- CO<sub>2</sub> 흡수제 : NaOH 또는 KOH
- 공기액화 분리장치 폭발원인 : 공기취입구에서 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 또는 O<sub>3</sub> 혼입, 질소 산화물혼입, •윤활유 분해 암모니아수로 검출해 내는 독성 가스 : Cℓ<sub>2</sub>(염소), SO<sub>2</sub>(아황산가스)
- 산소제조 공장에서의 건조제 : NaOH, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 소바비드
- 공기액화 분리 장치에서 액화산소 탱크 내의 액화산소 중에 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 가 5ℓ 중 5mg 이상 5ℓ 중 500mg(탄화수소 중탄소의 량이)이상일 때 액화산소를 배출해야 함
- 독성가스 배관 외면으로부터 건축물과의 수평거리는 1.5m 이상이어야 함
- 저장능력이 압축가스 60㎥, 액화가스 300kg 이상은 안전밸브를 설치함과 동시에 방호벽으로 한다
- 용기검사기준 중 파열시험을 한 용기의 인장시험과 압괴시험은 생략함
- Spray통의 검사는 5000개에서 랜덤 1개 뽑아 용기 테스트
- H<sub>2</sub>와 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, Cℓ<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>는 동일차량에 운반불가
- H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>는 산소와 2% 이상 시 위험. 나머지 가연성가스는 산소가 4%이상 시.
- LPG 누설로 화재가 났을 때 : 중탄산소다 분말소화기
- 도시가스 8m 이상도로 밑 배선 깊이 : 1.2m, 특정가스는 1.5m 이상
- 에어줄제조용 용기는 13kg/cm<sup>2</sup> 이상의 가압시험에서 합격해야 함
- 고압 가스 저장자 허가 대상 : 액화가스 3000kg, 압축가스 300㎥
- 가연성 가스로 인한 화재 : C급 화재
- LPG저장 탱크 지하에 설치할 때 2개 서로의 최소 인접거리 : 1m
- 염소 가스 저장용 부식 여유 :
 

1000 ℓ 이상 - 5mm
1000 ℓ 이하 - 3mm
- 암모니아의 용기 부식여유치수:NH<sub>3</sub>

1000 ℓ 이상 - 2mm
1000 ℓ 이하 - 1mm
- LPG도관의 색 : 황색의 띠
- 산화 에틸렌과 암모니아의 중화제 : 물
- 압축기의 윤활유 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> - 양질의 광유, Cl<sub>2</sub> - 농황산 또는 글리셀린 + 사탕  
H<sub>2</sub> - 양질의 광유, LPG:식물성유
- 액화 암모니아 또는 액화 염소의 감압기나 고압가스 반응설비 간에는 역류방지 밸브를 설치
- LPG저장 탱크의 긴급차단 장치가 작동한다? : 배관의 외면온도가 110℃이다
- LPG충전용 주관 압력계의 정기 검사주기 : 월1회 이상, 기타는 3개월에 1회
- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>의 다공물질 : 석면, 규조토, 목탄, 다공성 플라스틱
- LPG 충전업소 ↔ 1종 보안 시설과의 거리 : 17m
- 용기 각인 - V: ℓ (㎥가 아님)  
W: 초저온 용기를 제외한 V/V 및 부속품을 뺀 용기 (kg)
- 염소와 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub> 는 동일 차량에 운반하면 안된다
- LPG 저장 탱크를 지상에 설치할 때 안전 밸브방출구 : 지상에서 5m, 정상부에서 2m 높이로 한다
- 액화 염소 사용시설 같은 독성 가스 시설 내에는 누설 대비 흡수장치, 가연성

가스이면 소화기구, 살수장치를 구비한다

- 산소 저장 설비의 수리 및 청소를 위한 저장탱크 내의 산소 치환 시 산소의 농도 : 18 ~ 22%

- 브로화 메탄 : 상온 상압에서 가연성, 독성 가스임

#### ◆ 가스 시설 검사 대상 (한국 가스 안전 공사 시행)

##### (1) LPG

- ① 1종 보호시설, 또는 지하실(가정용 제외)에서의 사용 시설
- ② 식품 접객업 100㎡ 이상 요식업소, 50인 수용 가능한 집단 급식소
- ③ 저장 능력 250kg~5톤 까지 능력을 갖춘 시설

##### (2) 도시가스

- ① 월 예정 사용량이 2000㎥ 이상인 사용시설  
(1종 보호 시설 내에는 1000㎥ 이상)
- ② 그 외의 것은 도시가스 회사에서 실시

- $H_2$  공기 중 폭발 범위 : 4.0 ~ 75% (수사철오)

- 암모니아 제조법 : 하아버 보시법, 석회 질소법

- 주거지역, 상업지역의 저장탱크에 폭발장치 장치를 부착 해야 하는  
저장 규모 : 10톤이상

- 저장 설비나 가스 설비를 수리 또는 청소를 목적으로 가스 치환을 하는데 이것을 생략해도 되는 조건들

- ① 용기 등의 용적이 1㎥ 이하일 때
- ② 작업원이 안에 들어가지 않고 작업할 경우
- ③ 화기를 사용하지 않고 작업할 경우
- ④ 간단한 청소, 가스킷 교환이나 이와 유사한 경미한 경우

- 도시 가스 내압 시험은 최고사용 압력 X 1.5배 이나 기밀 시험은  $FP \times 1.1$ 배  
(= 초저온 용기)

- 신규용기의 검사종목 : 용착금속 인장강도, 충격 시험, 내압시험

- 국룰 반지름 = 파이프 외경의 4배 이상

- LPG 사용시설 중 · 고압부는 내압 시험 30kg/㎠ 이상  
· 저압부의 내압 시험은 8kg/㎠ 이상  
· 저압부에서 Hose사이의 내압시험 : 2kg/㎠ 이상

- 고압가스 종류 중 액화 시안화수소, 액화 브로화 메탄, 액화 산화 에틸렌 등은 상용의 온도에서 0kg/㎠ 이상이면 고압가스다

- 용접시공한 탱크는 기밀 시험을 하지 수압시험은 하지 않는다

- 구리 및 구리 합금을 사용해서는 안되는 가스 :  $C_2H_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$

- 안전 밸브의 정기 점검

- 고압가스 장치 : 1년에 1회
- 압축 기용 안전변 : 6개월에 1회

- 산소의 임계압력과 임계온도 : 50.1 atm,  $-118.4^\circ C$

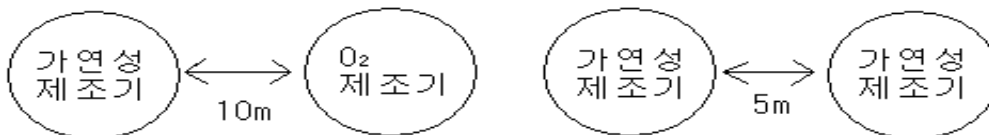
- 물분무 장치의 소화전 : 30분 이상 방사할수 있는 소화전과 접속
- 도시 가스 사업자가 가스를 제조할 때 측정해야 되는 것: 유해성분, 압력, 연소성
- 내용적이 40ℓ 인 도시가스 배관 기밀 시험 압력 유지 시간 : 10분
- 전기 콘센트나 배관과의 거리 : 30cm이상(굴뚝과 동일)
- 도시 가스 배관의 가정용 말단에서의 가스압력 : 100~250mm H<sub>2</sub>O

단, LPG 가정용 압력은 230mm H<sub>2</sub>O ~ 330mm H<sub>2</sub>O다

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 의 용기 충전 시 압력 25kg/cm<sup>2</sup> 이하 → 15.5kg/cm<sup>2</sup> 이하가 되도록 정치함
- 염소는 충전완료 후 60일을 초과하면 안되나 순도98% 이상으로서 착색되지

아니한 것은 그러하지 아니하다

- 메탄 폭발 범위 : 5~15% (오메,,오가 많다는 뜻으로 외움)
- LPG용기 내에 수분이 있으면 증발잠열로 수분이 동결되어 사용 중 밸브가 막힌다
- 용기 저장실 내에는 분리형 가스 누설경보기를 사용한다



- LPG 충전 액화 저장 Tank에 꼭 있어야 되는 것 : 액면계, 안전 v/v, 긴급차단장치
- 탱크로리 가연성 1800ℓ (LPG 제외), 독성 1200ℓ (NH<sub>3</sub> 예외)
- 암모니아 가스 누출 시 경보장치는 검지에서 발신 시까지 1분 이내이어야 한다.
- 공기 액화 분리기의 원료 성분 중 제거해야 할 불순물은 물과 CO<sub>2</sub> 다.
- 복식 정류탑에서의 질소의 순도 : 99.8%
- 염소를 짤 때는 농황산을 쓰면 부드럽다.(염소의 압축기용 윤활유는 황산이다)
- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 압축기는 양질의 광유, 공기압축기에도 광유를 씀.
- 액화 석유가스 사용 시설 中 저장설비용량이 250kg 이상일 때 소형저장탱크로 함.
- 액화 독성 가스 1000kg 미만 운반시 소석회는 20kg 이상 보유, 1000kg 이상은 40kg
- 독성가스 운반 시 휴대해야 하는 Rope 길이 : 15m
- SO<sub>2</sub> (아황산가스)는 암모니아수로 검지한다.
- 독성가스를 냉매가스로 하고 냉매 설비 중 수액이 내용적이 10000ℓ 이상일 때 방류독을 뺀다.
- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>의 희석제 : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>.
- °R = °K x 1.8
- HCN 은 독성가스이면서 가연성 가스이다.
- 고압가스설비의 기밀시험 : 상용압력이상으로 10분간 유지. (단, 용기는 1분)
- 긴급차단장치 작동 검사 주기 : 1회/년 , 5m 거리에서 작동

확산 속도는 분자량 제곱근에 반비례 (예, 4, 16일 때  $\sqrt{\frac{4}{16}} = \sqrt{\frac{2}{1}}$  )

- 알칸족에서 탄소수가 증가할수록 착화온도가 낮아진다. CH<sub>4</sub> 가 착화온도가 제일 높다.
- 가연성 가스와 산소저장 Tank가 인접하여 불분무 장치를 설치할 때 저장 Tank의 외면으로부터 15m 이상 떨어진 위치에서 조작할 수 있게함.
- 가스압축기의 압축비는 그 능력증가효과와는 상관없다.

- $C_2H_2$  및 합성용 가스 제조에 사용되는 반응장치 : 내부 연소식 반응기
- 센츨리 미터는 고압용 유량계다.
- 펌프나 수차 등에서 다량의 유량을 측정할 때 편리한 것 : 위어(weir)
- 원심식 압축기용 냉매의 구비조건 : 가스 비중이 클 것
- $^{\circ}R = 460 + ^{\circ}F$      $^{\circ}R = F + 460$  (알이 에프 460)
- 철도부지 밑에 배관 : 1.2m 이상
- 독성가스 제독작업 훈련 빈도 : 3개월마다 1회 이상

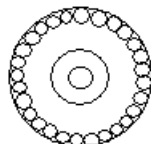
ppd : 10억분의 1  $\frac{1}{10^9}$

- 수소, He를 냉매로 한 것으로, 장치가 소형인 공기 액화 장치 : 필립스식
- 베릴륨 합금제 공구는 안전공구다.
- 탄소수가 많을수록 발열량이 커진다.
- 기화열이 크다는 얘기는 냉매로 사용한다는 의미
- 압축공기 액화분리기 : 먼저 산소가 액화 ( $-182^{\circ}C$ ) 다음 질소가 액화 ( $-196^{\circ}C$ )
- 질소가 정류탑 상부를 먼저 생성되어 나감. 下部로는  $O_2$  가 나옴
- 불소( $F_2$ ) 허용농도 : 0.1ppm
- LPG를 LNG를 바꾸면 연소기 노즐은 3배 구경이 큰 것 사용
- 후레온 22의 냉매설비 중 저압부 설계 압력 :  $13kg/cm^2$
- 초저온용기 용접부 충격시험은  $-150^{\circ}C$ 이하, 시험관은 3개 사용.
- 압축된 가스를 단열팽창시키면 온도가 떨어진다. : 주울통슨효과
- 고압식 액화 산소 분리기에서 원료 공기의 압축 강도 : 80~120 atm
- 차량폭 2.5m 로 운반책임자 동승 변화가 통행을 제한하고 있는데 통제되는 도로폭은 6m 이다.
- 저장 Tank주위의 온도상승을 방지하기 위한 고정식 살수장치의 탱크의 단위면적당 능력은  $5\ell / 분\ m^2$  이상 임.
- 왕복 펌프의 밸브 중 점성액이나 고형물이 들어가 있는 액에 적합한 밸브는 원판 밸브 임.
- 차압식 유량계 : 오리피스, 플로우노즐, 벤츨리
- 면적식 유량계 : 로터미터
- 액화가스 : 가압, 냉각에 의하여 액체가 되는 것으로서 대기압 T 에서 비점이  $35^{\circ}C$  이하인 것.
- LPG 특징 : 질소가 소량 함유됨. 질식성 gas ,  $-133.3^{\circ}C$ 이하에서 공기보다 무겁다.
- 얼음 1g을 녹이는 데 필요한 열량 80cal , 물 1g을 끓이는데 540cal (기화열)
- 즉 얼음 1g 을 기체로 만들려면 720cal 가 소모된다



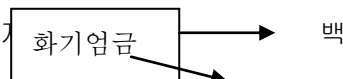
- 에띠게 삼팔광뎡을 잡았어! 산화에틸렌 폭발범위 : 3~80ppm

마찰펌프(웨스코펌프) = 재생 Pump



- 살수 능력 :  $4\ell / \text{분} \cdot \text{m}^2$  :  $1\text{m}^2$  당 1분에  $4\ell$  를 쏟아 부을 수 있도록,
- 암모니아 합성법 中 고압합성법 : 클로우드법, 카자르법.
- 다공물질 용적이  $100\text{m}^3$  이며 아세톤 침윤 다용적이  $20\text{m}^2$  일 때 다공도는 80%이다.
- 액화 암모니아 충전 정수 : 1.86
- 가연성 가스 제조설비의 접지 저항 : 피뢰 설비 설치가 있을 시는 10Ω 이하  
피뢰설비가 안 되었을 경우는 100Ω 이하이어야 함.
- 가연성 가스 제조소의 방폭 구조 : 압력 방폭 구조, 내압 방폭 구조, 유입 방폭 구조  
본질 안정증 방폭구조, 안정증 방폭 구조, 특수 방폭 구조.
- HCN의 중합 방지제 : 황산,  $\text{SO}_4$ , Cu, 인산, 염화칼슘
- 다이아프램식 압력계의 특징 : 반응속도가 빠르고 정확성이 크며 점도가 큰 유체 압력 측정에  
적합하나 온도에 따른 영향이 크다.
- 저온장치의 분말진공단열법에서 충전용 분말재 : 퍼얼라이트, Al, 규조토
- 이상기체가 고압 시 여러 법칙이 적용되지 않는 가장 큰 이유 : 기체가 일부 액화하기 때문
- 저온저장에 사용되는 진공단열법의 종류 : 고진공단열법, 분말진공 단열법, 다층진공단열법,
- 불꽃은 염공에 빨리 옮겨져서 완전히 점화되어야 한다.
- 배관 內의 마찰저항에 의한 압력 손실은 관내경의 5승에 반비례함.
- 인화점은 착화점보다 낮다.
- 수소,  $\text{C}_2\text{H}_2$  등이 배관 출구 등에서 대기 중에 유출되어 연소 하는 것 : 확산연소
- 압력과 부피 계산 시에는 절대압력으로 환산하여 계산하여야 한다.
- gauge압력  $5\text{Kg}/\text{cm}^2 = 6.033\text{Kg}/\text{cm}$  으로 가스보일러는 개방식이 아닌 밀폐식 연소기다
- $\text{Cl}_2$  는  $120^\circ\text{C}$  이상일 때 철과 직접 반응한다.
- 압력 배관통 탄소강관:  $10\sim 100\text{Kg}/\text{cm}^2$
- 고체가 액체로 되었다가 기체가 되어 연소되는 것 : 증발연소(촛불)
- 초저온 액화가스 취급 사고 발생원인
  - ① 액체의 급격한 증발에 의한 이상압력 상승
  - ② 화학적 반응에 의한 것
  - ③ 동상
- 방청효과는 좋지 않으나 도막이 부드럽고 값이 싸서 많이 사용하고 있는 도료는? : 산화철 도료
- 버너의 역화 원인
  - ① 부식에 의해 염공이 커졌다.
  - ② 연소기 코크가 충분히 열리지 않았다.
  - ③ 버너가 과열되었다.
- 고체  $\text{C}_2\text{H}_2$ 는 용해하지 않고 승화한다.
- 주로 LPG나 기름 수송에 많이 사용하는 pump 는? : 볼류트 pump
- 공기액화 분리장치에서 나오는 가스 순서:  $\text{N}_2 \rightarrow \text{Ar} (-185.7^\circ\text{C}) \rightarrow \text{O}_2$
- 비체적 : 단위 중량당 물체가 차지하는 부피 - 크기는 밀도의 역수와 동일

- 자동차 동기 충전소 內 ‘화기엄금’ 글자



적

- 완전진공상태를 0으로 기준 하여 측정한 압력 = 절대압력
- mAq : 수주 높이라 함
- 안전증: 기름, 불활성 가스로 봉입하여 폭발가스가 직접 자기회로에 닿지 않게 한 것
- 가연성가스 (암모니아, 브롬화메탄 제외)의 제조 설비 중 1종 장소에서의 변압기  
방폭 구조는 ‘내압’ 이다. 1)터져도 내부에서만 폭발하도록 압력에 견디도록 한 것
- 도시가스 공급 안전 관리자는 4000가구 당 1인이다.
- LPG용 납 불임 또는 용기는 46~50℃에서 누설시험을 할 수 있게 완비.
- 가연성 가스의 폭발할 염려가 있는 곳에 전기공사를 할 때 위험의 정도를 나타내는  
등급의 분류 : 0종, 1종, 2종. (3종이 아님)
- 피토우관은 유속이 낮으면 측정이 곤란함.
- 공기분리기에서 Ar 제조시 불순물인 O2를 제거하기 위해 H2를 첨가하여 정제한다.
- 포스겐의 허용농도 : 0.1ppm ( = F<sub>2</sub> )
- 압축기의 토출변 배관에서 저항이 증가함에 따라 운동, 양정, 도출량이 주기적으로 변하는  
현상 : 써어징 현상
- 산소순도 측정 시약 : 구리, 암모니아 시약
- 어느온도 이상에서 물질은 액체와 기체의 구별이 없어지는데 이 때의 온도를 임계온도라한다.

$$W(Kg) = \frac{V(\ell)}{C} \rightarrow \text{용기내용적}$$

- 프레온 가스 눈 입 → 붕산수 나 2% 소금물로 씻음
- 중압폭발 : HCN, 산화 에틸렌, 염화비닐
- 독성가스 제독 작업 중 보호구는 분리식 방독마스크다.
- 온도변와없이 상태변화에만 소요된 열 : 잠열
- 현열 : 상태변화는 없고 온도변와에만 소요된 열
- 일산화탄소의 전화법이란 수성가스를 발한다.  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$
- 산소가 대기중 16%이하면 산소결핍이 온다. (산소 원자량과 같다고 외울 것)
- CaC<sub>2</sub>(카바이드) 가스 발생량 : 350 ℓ /Kg
- 암모니아를 사용하는 냉동장치의 시운전에 사용해서는 안되는 기체:  
- CO<sub>2</sub> ( NH<sub>3</sub> 와 CO<sub>2</sub>가 반응하여 탄산암모늄 생성 - 기기침식 )
- 가스연소기의 버너 가스소비량은 표시치의 ±10%이내이어야 한다.
- 충전용기 넘어짐 방지조치를 하지 않아도 되는 용적 : 5 ℓ 미만
- 도시가스 배관의 이상고압 시 경고 압 : 상용압력 × 1.1 배일때 울린다.
- LPG 충전시설의 잔 가스 연소장치와 가스 배출 설비와의 거리 : 8m 이상
- $PV = nRT$        $R = 0.082$

$$n = \frac{W}{M} \begin{matrix} \rightarrow \text{질량} \\ \rightarrow \text{분자량} \end{matrix}$$

- 열전대 中 가장 저온 측정에 적합한 것 : Cu - 콘스탄탄 (CC)
- 프로판 사용 시 보다 부탄을 쓰면 공기가 1.3배 더 들어간다.
- 열용량 = 비열 × 물질의 질량
- HCN의 순도 ( 용기충전용 ) : 98%
- 물의 전기분해 시 전해액 : 10~25% 수산화나트륨 용액
- 수분이 존재하면 강재를 부식시키는 가스 : 염소, H<sub>2</sub>S
- 마찰저항에 의한 압력손실
  - ① 관의 길이  $l$  에 비례
  - ② 유속의 2승에 비례
  - ③ 가스비중에 비례
  - ④ 관벽의 상태에 따라 변화
- 밀도 = 1/비체적
- 가스미터의 사용공차 :  $\pm 4\%$
- 과산화수소나 동·망간 접촉 후 폭발 : 중합폭발
- 15℃ 정도 사용 시의 열교환기 : 강관
- 초저온용기 단열시험용 저온액화가스 : 액화알콜, 액화산소, 액화질소
- 포스켄은 유독성 gas 이다. 불연소성 가스다.
- 초대영 Tank 액면표시기 : 부자식 액면계
- 가연성 가스충전실 보관실의 벽 재질 : 난연재료 ( 불연재료가 아님 )
- 시아나화수소 중압방지제 : 염화칼슘, 황산, 인산, H<sub>2</sub>S, Cu
- 부취제 주입 시 가스 배관에 오리피스를 설치 하는 것 : 미터 영결 바이패스 방식
- 음극방식법 : 방식대상물을 음극화시켜 방식하는 법 ( 음극으로 전류가 들어오면 방식됨 )
- 희생양극법: 방식대상보다 이온화 경향이 큰 금속을 전해질 內에서 양극에 물리게하고 양극이 이온화 ( 부식 ) 되어 소모되는 방법.
  - 대형물 사용곤란, 양극의 주기적 교환. 외부전원이 필요없어 간편함.
- 외부전원법 : 직류전원장치를 이용하여 불용성의 양극을 사용하여 (+)극에,
  - 방식대상 금속은(-)극을 물리어 양극자체는 전지기능을 하지 않고 단지 전류원으로 작용시킴. 양극수명이 길고 대형물에 이용.
- 물 분무 장치의 설치기준
  - 소화전의 방수능력 : 400  $\ell$  /min
  - 소화전의 호수끝 수압 : 3.5Kg/cm<sup>2</sup> 이상
- “독성가스 누설주의” - 글자크기 5cm × 5cm (가로 × 세로)
- 식별거리 : 10m, 백색바탕에 흰색글씨, 단 ‘주의’ 는 적색
- 다공물질 : 석면, 구조도, 목탄, 다공성 프라스틱
- 독성가스의 식별표시 및 위험표시 - 식별거리 : 30cm 글자 : 5cm이상
- 가스종류별 가스검지 시험지명
  - HCN (시아나화수소) : 질산구리벤젠지 → 청
  - CO (염소) : KI전분지 → 청 (염전 으로 외울 것)
  - CO : 염화 파라듐지 → 흑 (일산의 한 구멍만 파라)

포스겐:하리슨 시험지 (포스코에는 해리슨 포드처럼 잘 생긴 직원이 많다)

NH3 : 붉은리트머스지 → 파랑색, 청

●마노미터 : 유속 및 차압측정 기기

●휴즈콕 : 중간 v/v 와 유사하나 과류 차단 장치가 내장되어 있어 hose가 빠져도 가스를 자동으로 차단시킴.

●다기능 가스안전 제량기 :마이클 미터

가스의 미량 누출. 정상치보다 과다한 가스 흐름. 가스의 압력 저하 가스 누출경보기 작동이 금지되었을 때 가스를 자동으로 차단하고 공급자에게 이상신호를 보내는 종합안전기기

●가스누출 검사 : 자기 압력계 가스 누출검지기 비눗물을 이용

- ┌ 지하 매설관에는 수소염 이산화식 검지방식
- └ 지상노출 배관을 자기 압력계를 이용 기밀시험 실시

●정기압 특성 (정압기는 2년에 1회 분해점검. 작동상황은 1회/1주

①정특성

②동특성

③유량특성

●유계목 용기 제작법 : 만네스만식. 에르하르트식, 딥드로우잉식

CPS ( C:0.55% 이하 , P:0.04% , S:0.05%이하 )

●용기용접 CPS ( C:0.33% “ “ )

●초저온 용기 : 임계온도 -50℃ 이하인 액화가스 충전용. AI 합금 및 오스테나이트 SUS

●내.외통 사이를  $10^{-6}$  mmHg 로 진공 : 열전달 차단 목적

●용기용 Value : 충전구 형식에 따라 A형, B형, C형

Value 구조에 따라 패킹식, 0링식, 백시트식, 다이어프램식

●배관방식법

①부식 환경 처리에 의한 방식법

②인히비터 (음전하 피막 형성)에 의한 방식법

③피복에 의한 방식법

④전기 방식법 : 희생 양극법, 외부전원법, 선택 배류법, 강제 배류법.

●열전대 CC 형 : 최고 낮은 온도에서 측정 가능. Cu - Constantan

●액면계 : 크린카식 액면계 - 평행 유리판과 금속판을 조합 사용

고압에 사용. 두께가 20mm 정도의 유리판을 금속제 보호판과 조합

●정압기실 : 철책 1.5m 이상 설치

벽두께 30cm 이상의 콘크리트로 정압기실 설치

150Lux 이상 방폭 구조의 조명

●정압기 설치 장치

①감시장치 ②동결 방지 조치 ③내압 기록 장치 ④불순물제거 장치

●정압기 기밀 시험

◆ 전압기 입구 측은 최고 사용압력의 1.1배

◆ 전압기 출구 측은 최고 사용압력의 1.1배 또는 840mmH<sub>2</sub>O

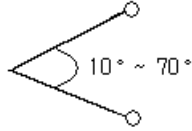
●정압기 中 열량 측정



매일 오전 6:30 ~ 9:00 , 17:00 ~ 20:30

- 탱크롤리의 용량이 5000 l 이상인 것은 차량 정지목을 비치 탱크롤리는 저장 Tank 와 3m 이상 떨어져 정차.
- 가스 누출 경보기 설치 수 : 건축물 內에 설치할 경우 그 설비 중 주위 10m 마다 1개씩, 건물 外 설치할 경우 20m 마다 1개씩
- 로딩암 : 탱크롤리에서 가스를 저장탱크에 넣는 로봇팔과 같은 도구.

운동 각도 :  $10^{\circ} \sim 70^{\circ}$



- ◆ 차량과 로딩암 위치가 지각에서  $\pm 20^{\circ}$  에서도 이입.충전이 가능할 것.
- ◆ 사용압력 1.5배 이상의 수압으로 내압시험이 통과.
- ◆ 600회 이상의 작동 시험후 공기 또는 불활성 가스로 상용 압력 이상의 압력으로
- ◆ 기본 시험을 실시하여 누출이 없을 것.
- ◆ 로딩암 표시는 각인으로 제조자명, 제조번호, 사용가스명, 흐름방향.

●P-E 관(폴리에틸렌관)

최고 사용 압력  $4\text{kg} / \text{cm}^2$  이하로 지하매설

관의 굴곡 반경 :  $\phi$  외경의 20배 이상

금속관 접합은 T/F (Transition fitting) 을 사용.

P-E 관의 연결방법

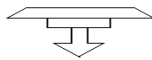
- ① 맞대기 용착
- ② 소켓 용착
- ③ 새들 용착 (=서비스 티)

●배관의 보호판 (지하 매설관)

지상에서 30cm 이상, 두께 t4mm 以上. (고압용 6mm)

- ㄷ자형 철근 콘크리트 보호대: 두께 10cm 이상 길이 1m 이상. 야광 Tape를 감는다

- 도시가스 배관 Line mark : 50m 마다



의 형태의 마커를 땅에 박는다

표지판



500m 마다 1개씩

●배관의 보호포(배관을 매설할 때 관 위에 섬유질 형태의 망을 씌우는 것)

- ◆ 폴리에틸렌 수치 등의 질긴 재질로 t 0.2mm 이상.
- ◆ 폭은 15~35 cm
- ◆ 바탕색은 최고 사용 압력이 저압인 경우 청색, 중압 이상은 적색 가스명, 사용압력, 공급자명을 표시.
- ◆ 보호포는 배관폭의 10cm를 더한 폭

저압인 경우 배관 정상부의 60cm 이상, 중압인 경우 30cm 이상, 공동 주택 등의 부지  
內에서는 정상부에서 40cm이상 떨어진 곳에 설치.

•압축기 윤활유로 1000hr 사용 후 교체

•Surge : 큰 파도. 서어지 Tank 는 수격작동을 방지하기 위함

유속을 낮추든지, Fly wheel 을 설치한다.

•케비테이션 : 물이 유동 중일 때 어느 부분의 정압의 그 때의 물 온도에 해당하는 증기압

이하이면 부분적으로 증기가 발생

마침