

## ●가스분류

- ④상태에 따라 : ◦압축가스 - 임계온도가 낮은 기체를 저장탱크에 취급하는 상태가 기체인 것  
35℃온도에서 압력이 10Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> G 이상이되는 것. 단 아세틸렌은 0 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> G 이상.  
◦액화가스 - 임계온도가 높은 기체를 저장탱크에 취급하는 상태가 액체인 것  
35℃온도에서 압력이 2Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> G 이상이되는 것.
- ⑤연소상태에 따라 : ◦가연성 - 연소범위 하한이 10 %이하이거나 상한과 하한의 차이가 20% 이상인 기체  
◦조연성 - 자신은 연소 안 하고 남의 연소를 도와주는 것  
◦불연성
- ⑥독성에 따라 : ◦독성가스 - 허용농도가 200ppm이하인 것 ◦비독성가스

## ●수소

- 성질 : 연소범위 4 ~ 75% , 확산속도 가장 빠름 . 수소, 염소, 플루오르과 민감하게 반응 .  
수소 취성 ? 고온고압에서 탄소와 반응 하여 메탄을 생성 .  $Fe_3C + 2H_2 \rightarrow CH_4 + 3Fe$
- 제법 : ◦실험적 : 아연에 황산가함 (  $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$  ) , 철에 염산가함 (  $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$  )  
◦공업적 : 물의 전기분해 (  $2H_2O \rightarrow 2H_2(음) + O_2(양)$  ) , 수성가스법 (  $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$  )  
천연가스분해 , 석유 열분해  
일산화탄소 전환법 (  $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$  . 고온전환시 : 철-크롬 촉매하에서 , 350 ~ 500℃ )  
저온전환시 : 구리-아연계 , 200 ~ 250℃ )
- 수소화 개질법의 조성과 발열량에 영향주는 인자 ? 온도 , 압력 , 촉매 , 수소비
- 수소화탈유장치 정제반응에서의 반응조건 ? 온도 , 압력 , 촉매 , 반응시간

## ●산소

- 제법 : 물의 전기분해 (  $2H_2O \rightarrow 2H_2(음) + O_2(양)$  )  
공기를 액화하여 제조 : 액화순서 ( 산소(-183℃) - 아르곤(-186℃) - 질소(-196℃) )  
액화원리는 줄담승효과를 이용
- 산소건조제 : 가성소다 , 산화알루미늄 , 실리카겔 , 소바비드

## ●염소

- 성질 : 암모니아와 반응하여 흰색연기 발생( $8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6NH_4Cl + N_2$ ) . KI 전분지가 청색으로 변한다 .
- 제법 : 소금물의 전기분해 - 격막법: 음극에 Fe 사용 수소 발생. 양극에 C 사용 염소 발생  
수은법: 음극에 Hg 사용 수소 발생. 양극에 C 사용 염소 발생
- 염소와 물의 반응 :  $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$  .  $HClO \rightarrow HCl + [O]$
- 염소흡수제 : 가성소다 , 탄산소다 , 소석회

## ●암모니아

- 성질 : 적색리트머스지가 청색으로 변한다 . 네슬러 시약 가한다(적갈색변화)
- 암모니아 합성촉매는 산화철을 주촉매로 사용하며 원료가스는 수소와 질소가 있다 .
- 흡수제 ? 물 , 묽은염산 , 묽은질산
- 제법 : 하버-보시법 -  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  450℃ 촉매 :  $Fe_2O_3$  ,  $Al_2O_3$
- 암모니아 내용적 500ℓ 미만은 3년 500ℓ 이상은 5년마다 재검사 .

## ●희가스(비활성기체)

- 모두 단원자분자이고 압축가스로 취급됨 . He , Ne

## ●일산화탄소

- 연소범위 : 12.5 ~ 74 % (일산화탄소는 가스압 높아지면 연소범위 좁아진다) ◦허용농도 : 50ppm
- 일산화탄소는 철재금속과 반응 하여 금속카보닐을 형성 한다 .

## ●메탄

- 연소범위 : 5 ~ 15% ◦안정하며 치환반응만한다 .

## ●산화에틸렌 (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)

- 물과 반응시 에틸렌 글리콜 생성 ◦희석제 ? 수증기 , 질소

## ●시아나화수소 (HCN)

- 허용농도 : 10 ppm ◦오래된 시아나화수소는 중합폭발의 우려가 있다 . 보관기간 60일
- 시아나화수소는 수분이 2%이상되면 중합반응 일으킨다
- 시아나화수소는 안정제 ? 황산 , 인산 , 아황산가스 , 염화칼슘
- 시아나화수소 정치시간 ? 24시간 ◦앤드류소우법에서 촉매 ? 10%로등을 함유한 백금촉매

## ●아세틸렌

- 제법 :  $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$
- 성질 : 고체아세틸렌은 용해하지 않고 승화한다 .  
용기충전시는 다공성물질을 용기에 채우고 여기에 DMK나 DMF를 스미게 한 후 충전  
아세톤 1ℓ 에 아세틸렌이 25ℓ 용해한다.

- ※ 아세틸렌 정성시험에 사용되는 시약 ?질산은
- ※ 아세틸렌은 온도에 불구하고 25 Kg/cm<sup>2</sup> 이하 로 충전해야하고 15℃에서 15.5 Kg/cm<sup>2</sup> 이하가 될 때까지 정치시킨다 (희석제 :CH<sub>4</sub> ,C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ,질소 ,일산화탄소 ,수소 ,프로판)
- ※ 습식아세틸렌제조법 : 투입식 ,주수식 ,침지식
- ※ 아세틸렌 발생기 표면온도 ?70℃ 이하
- ※ 아세틸렌이 접촉하는 부분의 동함유량 한계는 62%미만 . 만약 그 이상일땐 동아세틸라이드가 생성되어 폭발  
 $C_2H_2 + 2Cu \rightarrow Cu_2C_2 + H_2$
- ※ 아세틸렌을 아세톤에 용해시키는 이유 ?  $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$
- ※ 다공도 =  $\frac{\text{다공질의용적} - \text{아세톤침윤잔용적}}{\text{다공질의용적}}$  75%이상 92%미만 (측정온도 20℃)
- ※ 다공물질의 구비조건 :가스충전방출이 쉬울 것 .기계적강도 클 것 ,고다공도일 것 ,경제적일 것 ,화학적안정할 것
- ※ 다공물질재료 ?석면 ,목탄 ,규조토 ,다공성플라스틱
- ※ H<sub>2</sub>S를 흡수하기위한 알카리성 흡수제 ?탄산소다 ,암모니아수
- ※ 공기액화법에서 공기 정제하는 방법 ?겔건조기에서 수분을 흡수시킨다 . CO<sub>2</sub> 흡수탑에서 CO<sub>2</sub>제거  
 $C_2H_2$  흡착기에서  $C_2H_2$  제거
- ※ 공기액화분리장치 폭발원인 ?아세틸렌 혼입시 , 질소산화물 혼입시 ,오존 혼입시 ,오일열분해로 탄화수소 생성시
- ※ 연당지는 H<sub>2</sub>S에 의해 검은색 반점 나타난다 .
- ※ 암모니아누설시험 ? 리트머스(적색 →청색),염화수소 ,네슬러시약 ,후각
- ※ 아세틸렌누설시험지 ? 염화제일구리 착염지 (적색으로 변색)
- ※ 염소가스는 KI전분지를 이용하여 청색변화로 누설을 감지
- ※ NO<sub>2</sub> 확인법 : 스파닐산 알파 나프틸아민의 아세트산 산성용액에 통과 시켜 분홍색변화 .
- ※ CO 확인법 : 염화파라독시 흑색변화 .
- ※ 포스겐 확인법 : 하리슨 시험지 (심등색) ※ HCN 확인법 : 질산구리 벤젠 시험지 ,초산납 청색변화
- ※ 아황산가스 해독제 ? 가성소다 수용액 ,탄산소다 수용액 ,물
- ※ 각물질의 폭발범위  
아세틸렌(2.5 ~ 81) 수소(4 ~ 75) 메탄(5 ~ 15) 에탄(3 ~ 12.5) 프로판(2.1 ~ 9.5) 부탄(1.8 ~8.4)  
산화에틸렌(3 ~ 80) CO (12.5 ~74)
- ※ 독성가스 허용 농도  
포스겐 = 0.1 염소 = 1 황화수소,시안화수소 = 10 벤젠,암모니아 = 25 일산화탄소,산화에틸렌 = 50
- ※ 용기도색 :산소(녹색),C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (황색) ,H<sub>2</sub> (주황색) , LPG (회색) ,NH<sub>3</sub> (백색) ,액화탄산가스 (청색) .프레온 (회색)  
문자색 :수소(백색) ,산소(백색) ,C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (흑색) ,LPG적색 ,암모니아 (흑색)
- ※ 의료용 가스용기색 :산소(백색) , 질소(흑색) , 이산화질소 (청색)
- ※ 구리사용금지 가스 :아세틸렌 ,암모니아 ,황화수소

## ★ 도시가스 ★

### 1. 도시가스원료

- ①나프타
- 원유를 상압증류시 비점이 200℃이하인 유분을 말함 .비점이 130℃이하는 경질나프타 130℃이상은 중질나프타
  - PONA값 : P(파라핀계, 많을수록 좋다) O(올레핀계) N(나프텐계) A(방향족 탄화수소) ◦C/H 비가 3에 가까우면 가스화가 용이하다 .
  - 나프타를 도시가스로 이용할 때 좋은점 ?
    - 저장취급간단, 공해문제 적다, 장치가 간단하여 경제적 좋다. 유향분 적어서 정제장치 간단하게 할 수 있다
    - 가스화비율이 좋아서 타르 ,카본등의 부생물이 없다 .

- 탈황법 ? 건식탈황법 - 탈황반응 :  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O + 3H_2S \rightarrow Fe_2S_3 + 6H_2O$  재생반응 :  $Fe_2S_3 + 3H_2O + \text{---} O_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O + 3S$
- 습식탈황법 , 수소화탈황법(가장효과적)

### ②LPG (액화석유가스)

- 주성분 :프로판 ,부탄 ◦특성 :액체는 비중이 1보다 적고 물에 녹기 힘들다 . ◦누설 LPG기체는 공기보다 무겁다 .
- 장점 :발열량크다 . 완전연소가 쉽다 .환경문제 적다 .가압장치가 필요 없다 .도시가스예비해입지제약을받지않는다
- 단점 :저장탱크 또는 용기집합장치 필요 .산소가 다량 필요 .부탄의 재액화 우려가 있다 .
  - ※LPG저장실 강제통풍장치 통풍능력 ?1m<sup>2</sup>당 1분에 0.5m<sup>3</sup>
  - ※LPG를 자동차연료화했을 때 잇점? 공해적다 ,열효율좋다 ,가솔린에비해 경제적이다 .엔진수명연장 ,내식성 크다  
단점? 용기설치 장소가 필요 ,급속한 가속이 곤란 ,누설시 차내로 인입되면 위험  
무겁고 용기교환이 불편
  - ※LPG제조설비 ?저장 ,충전 ,기화 ,처리 ,부속설비
  - ※LPG수입기지 plant :수입가스설비 - 수입설비 - 저온저장설비 - 이송설비 - 고압저장설비 - 출하설비 -2차소비
  - ※프로판 임계압력 ? 42.01 atm ※프로판 임계온도 ? 96.81℃ ※프로판 연소범위 ? 2.1 ~ 9.5
  - ※프로판 발열량 ?530.6 Kcal ※CO<sub>2</sub>비점 ? -78.5℃ ※CO<sub>2</sub>임계온도 ? 31℃

### ③LNG (액화천연가스)

- 주성분 :메탄
- 특징 :환경문제 없다 .
  - 냉열이용 (액체산소 및 질소제조 ,드라이아이스제조 ,저온에의한 배연탈황 ,고무플라스틱 처리) 가능하다 .
  - 기화장치 필요하다 .

- 공기보다 가벼워서 누설시 바닥에 채류하지 않는다 .(낮은 온도시는 바닥에 채류)
- 천연가스란 제진 - 탈유 - 탈탄산 - 탈수 - 탈습의 처리후 액화저장한다 .
- 천연가스로부터 LPG회수하는방법 ?냉각법 , 흡수법 , 흡착법      천연가스로부터 LPG얻는법 ?냉동액화법 , 압축냉각법
- off gas의 주성분 ?수소 , 메탄

## 2. 가스연소기구

- 연소기구 종류** :
  - ㉠ **적화식** - 연소에 필요한 공기를 모두2차 공기로 취한다 .  
(1차공기 혼합 비율에따른 분류 )
  - ㉡ **분젠식** - 연소한계내의 공기를 1차 공기에 의해 혼합시키면 적당한 조건에서 내염추와 그것을 둘러싼 외염을 형성해서 연소한다 .
  - ㉢ **세미분젠식** - 적화식과 분젠식의 중간
  - ㉣ **전1차공기식** - 연소에 필요한 공기를 모두 1차공기로 취한다 .
- 급배기방식에 따른 연소기구 종류** : 개방형 , 밀폐형 , 반밀폐형  
 동일 장소에서 10000 Kcal/h 사용시 급배기방식 ?반밀폐형 , 밀폐형연소기  
 ※개방형연소기 배기통유효단면적 :  $A(m^2) = \frac{Q}{K \cdot H}$       K :폐가스량    Q :유량(Kg/h)    H :높이(m)
- 가스연소시 이상현상**
  - 리프팅 - 염공위에서의 가지런한 연소가 아닌 염공과 일정한 간격을 두고 공간에 연소가 되는 현상 .  
원인 -가스압이 높을때 , 1차 공기량이 많을때 , 가스의 유출속도가 연소속도보다 빠를때
  - 블로우오프 - 염공주위의 기류변화에 의해 불꽃이 꺼지는 현상 , 원인 :주위공기흐름의 급격한 변화
  - 역화 - 원인 -연소속도가 유출속도보다 빠를때 . 노즐의 부식 ,가스분출압이 낮을 때 ,버너의 과열
  - 엘로우 팁 - 불꽃의 끝이 적황색이 되는 연소 현상
- 불완전연소요인** :공기부족시 ,가스조성이 맞지 않을 때 ,가스기구가 맞지 않을 때 ,후레임냉각 ,환기배기불량시  
 ※LPG연소기구가 갖춰야할 요건 ?완전연소시킬수 있을 것 ,발열량 유효하게 이용할수 있을 것 . 취급간단하고 안전성 있을 것 .  
 ※염공부하 ?염공의 단위면적당 한시간에 발생시킬 수 있는 최대열량 .  
 ※가스기구의 input ?노즐에서 단위시간에 발생하는 열량(kcal/h)      ※가스기구의 output ?가열하는 목적물에 유효하게 사용된 열량(kcal/h)  
 ※열효율 =  $\frac{\text{output}}{\text{input}}$

## 3. 구조 및 설비

- 인터록기구** : 중요부분에 오동작 발생하는 경우 자동으로 원료 차단 .
- 긴급차단장치** :비상사태시 가스를 차단시켜 피해를 최소로 줄이기위해 설치
- 플래어 스택** :가연성가스를 방출시킬 때 폭발성가스가 형성되지 않도록 연소시켜 방출하는 장치  
 기준 : 플래어스택 설치 높이는 지표면에 미치는 복사열이 4000kcal/m<sup>2</sup>hr 이하가 되도록 한다 .  
 스택재질을 내열성구조로 할 것 ,폭발방지장치 할 것
- 벤트스택** :폐가스를 그대로방출
- 가스누설 경보기** :검지부는 공기보다 무거운 것은 바닥으로부터 30cm 이내에 설치 하고 가벼운 것은 천장에서 30cm 이내에 설치 한다 .  
 종류는 열선식 ,간섭계식 ,검지관식  
 성능기준 ? 측정범위는 0 ~폭발범위까지일 것 ,검지부에 도달하면 30초이내에 작동할 것 ,정전대비 보안전력장치 설치할 것  
 전압전원이 ±10%내에서도 정상작동할 것 . 온도변화시 성능이 저하되지 않을 것  
 가연성( 폭발범위하한의1/4(설정치) , 0 ~ 폭발범위(측정범위) )  
 독성( 허용농도 이하(설정치) , 0 ~ 허용농도의 3배까지(측정범위) )
- 가스계량기** :통풍양호하고 검침수리가 용이할 것 ,눈비에 직접접촉하지 않을 것 ,  
 설치높이는 1.6m ~ 2m로 수평,수직으로 설치밴드로고정 ,습도낮고 화기와 2m이상 떨어지거나 차열판 설치할 것 ,전기기기와 60cm 이상 이격할 것 .
- 보안전력장치** :정전시 자동제어장치들이 정상작동 할수있도록 하는 장치  
 ※특정설비 ?저장탱크 및 자동차용 주입기 ,긴급차단장치 ,기화기 ,안전밸브 ,역류방지밸브 ,역화 방지밸브

## 4. 고압가스제조시설 거리기준

- ※저장탱크사이의 거리 S =  $S = 1.5 \sqrt{V}$       단 물분무 장치 설치시는 예외
- ※방호벽은 높이 2m이상 두께 12cm 이상의 철근콘크리트로 된 벽을 말함 .  
 이때 철근콘크리트는 직경 9mm이상 가로세로 40cm 이하의 간격으로 배근해야 한다 .

## 5. 가스제조공정

- ㉠**가스제조방식** : 열분해공정(고급탄화수소 →저급탄화수소) , 부분연소공정(저열량 가스제조)  
 수소화 분해(20 ~60기압 ,700 ~800℃)공정  
 대체천연가스(SNG)공정 :원유를 750℃정도에서 수소와 반응시켜 메탄성분을 많게 하는 방법  
 발열량 9000Kcal  
 접촉분해공정 :싸이클링프로세서 ,고압수증기프로세서 ,저온수증기 프로세서 ,중온  
 발열반응식 -  $CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$  ,  $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$   
 카본생성 방지를 위해 압력을 높이고 온도를 낮춘다 .

⑥원료의 송입법에 의한 분류 : 연속식(원료를 연속적으로 공급) , 배치식(원료를 일정하게 투입시킨다음 가스를 발생시킨후 제거)  
 사이클식(연속식과 배치식의 중간)

⑦가열방식에 의한 분류 : 외열식(외부에서 가열) , 축열식(반응기내에서 연소후 원료를 송입) , 자열식(산화나 수첨분해반응의 발열반응 이용)  
 부분연소식(원료일부를 연소시켜 그 열을 이용)

⑧부취제 : 목적 : 1/1000에서 감지될수 있도록 도시가스에 첨가시키는 냄새나는 물질 (엘캅탄)

조건 : 완전연소시 냄새를 남기지 않을 것 . 배관에 흡착하지 않을 것 . 부식성 없을 것 . 물에 안 녹을 것  
 화학적으로 안정할 것 , 토양에 투과성이 클것

부취제첨가방법 ? 액체주입식(펌프주입방식, 적하주입방식) , 증발식(바이패스증발식 , 위크증발식)

종류 : THT(테트라하이드로 티오펜) , TBM(티셀리부틸 메르캅탄) , DMS(디메틸설파이드)

## 6. 가스의 공급

③ 고압 (10 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> 이상) , 중압 (10이상 ~ 10 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> 미만) , 저압 (1 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> 미만)

### ⑥ LP가스 공급방식

자연기화식 : 소량소비에적당 , 가스조성의 변화가 크다 , 발열량 변화가 크다

강제기화식 : 생가스 공급방식 - 기화기에서 기화한 가스를 그대로 사용

변성가스 공급방식 - 부탄을 고온 축매로 분해하여 저급탄화수소를 변성시켜 공급하는 방법

공기혼합 공급방식 - 공기혼합목적(재액화 방지 , 발열량 조절, 연소효율증대, 누설시 손실량 감소)

※프로판 자연기화식 , 부탄 강제기화식

※가스공급시설 ? 저장탱크 , 가스홀더 , 정압기 , 발생설비 , 압송기 , 배송기

※LPG소비설비에서 기화기 사용시 장점 ? 한랭시도 공급가능 , 가스조성이 일정하다 , 기화량을 가감할수 있다 .  
 설치면적이 적어도 된다 .

※LP가스를 도시가스로 공급방법 ? 직접혼입방식 , 변성혼입방식 , 공기혼입방식

※액화가스 이송방법 : 차압식 , 균압관이 있는 펌프에 의한 방법 , 균압관이 없는 펌프에 의한방법 , 압축기에 의한방법

※기화장치 제조시 가스가 접촉되는 부분의 강의 제질 ? C : 0.33% 이하 , P : 0.04%이하 , S : 0.05%이하

※산소공급방식중 일정장소에서 공급량을 1000 ~ 5000m<sup>3</sup> 일 때 산소를 공급하기 위한공급방식 ? 카틀공급방식

## 7. 가스 배관 설비

①가스배관경로선정 4요소 ? 최단거리로 할 것 , 구부러지거나 오르내림이 적게 할 것 , 은폐나 매설을 피할 것  
 가능한 옥외에 설치 할 것

②입상배관에 의한 손실 :  $h(\text{압력손실 mmH}_2\text{O}) = 1.293(S - 1)H$  S=가스비중 H=입상높이(m)

③노즐에 의한 LPG 산출계산 :  $Q = 0.009 \sqrt{\frac{P}{S}}$  유량계수사용시  $Q = 0.011 \sqrt{\frac{P}{S}}$

Q =분출가스량 m<sup>3</sup>/hr D =노즐직경 mm

h =노즐직전의 가스압 mmH<sub>2</sub>O S =가스비중(공기 1, 프로판 1.52)

④저압배관 유량 :  $Q(\text{m}^3/\text{hr}) = K \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{S}}$

K =0.707 L =파이프길이(m) S =가스비중 h =압력손실 mmH<sub>2</sub>O

⑤중,고압배관의 유량 :  $Q(\text{m}^3/\text{hr}) = K \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{S}}$

K =52.31 P<sub>1</sub> =초압 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> P<sub>2</sub> =나중압 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> d =파이프내경 cm

⑥외,내경의 비가 1.2 미만일 때 :  $t(\text{mm}) = \frac{P \cdot D}{\sigma \cdot f}$  부식여유수치

외,내경의 비가 1.2 이상일 때 :  $t(\text{mm}) = \frac{P \cdot D}{\sigma \cdot f}$

P = 상용압력 ( Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> ) f = 인장강도(Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>) η = 점수효율 D = 안지름(mm)

※ Schedule no =  $\frac{\text{최고사용압력}}{\text{관의허용응력}} \times 1000$  안전율 =  $\frac{\text{인장강도}}{\text{허용응력}}$

※ 배관용 강관의 종류 ? 배관용(SPP) , 압력배관용(SPPS) , 고압배관용(SPPH) , 고온배관용(SPHT)

저온배관용 탄소강 강관(SPLT) , 배관용 스테인레스강관(STS × TP) ,

아연도금배관용탄소강관(SPPW) , 고압가스용이음매없는 강관 (STHG)

※ 배관의 접합방법은 원칙적으로 아크용접하고 용접이 적당하지 않은 경우에는 플랜지 접합할 수 있다 .

※ 액화가스를 수송하는 도관에는 압력계 및 온도계를 설치해야 한다 .

※ 압축산소 가스를 수송하는 배관에는 안전밸브와 압력계를 설치해야 한다 .

- ※ LPG배관중 호스의 길이는 3m 이내로 한다 .
- ※ 가스배관 누설검사방법 ?발포액사용 ,수주계에의한 방법 ,검사지 사용 ,누설검지기 사용 ,진공방지법
- ※ LPG 가스배관 압력손실요인 ?배관직관부에 의한 손실 ,수직상항에 의한 압력 손실 ,엘보나 밸브에 의한 손실  
가스미터나 코크에 의한 손실
- ※ 교량통과배관 열신축(팽창) 흡수방법 ? 벨로우즈 ,슬리브 ,스위블형이음
- ※ 배관공사 착공전 조사사항 ? 지하매설물검사 ,현장의 도로구조조사 ,관련공사등의 조사
- ※ 배관재료의 구비조건 ? 내식성 ,내열성 ,내압성이 우수할 것 ,  
절단가공이 용이 할 것 .접합이 용이하고 누설방지 할 수 있을 것 .
- ※ 열전대재료 구비조건 ?내식성 ,내열성 우수할 것 ,기전력을 것 ,전기저항 적을 것 , 기계적강도 클것
- ※ 배관의 응력원인 ?열팽창에 의한 응력 ,내압에 의한 응력 ,용접에 의한 응력 ,냉간가공에 의한 응력  
배관무게에 의한 응력 ,유체의 무게에 의한 응력
- ※ 원주방향응력 ( $Kg_f/cm^2$ ) = ——— ※ 축방향응력 = ———  $P = Kg_f/cm^2$   $D(내경) = cm$   $t = cm$
- ※ 열응력 제거법 :상온스프링 ,벨로우즈이음 ,스위블형 이음 ,U자밴드
- ※ 배관에 발생하는 진동의 원인 ?펌프,압축기에 의한영향 ,관내유체압력변화에의한 영향 ,관굴곡에 의한 영향  
안전밸브 작동에 의한 영향 ,바람,지진에 의한 영향
- ※ 배관부식방지 토양조사시 측정사항 ?수소농도이온지수 ,전위 ,토양의 함유율 ,저항율
- ※ 가스배관 관지름 결정요소 ?유량 ,관길이 ,가스비중 ,압력손실
- ※ 저압배관결정시 중요사항 ?가스유량 ,관길이 ,압력손실 ,관내경
- ※ 가스에 의한 부식의 예 ?수소에 의한 탈탄작용 ,산소에의한 산화부식 ,암모니아에 의한 질화 ,  
(고온,고압) 황화수소에 의한 황화부식
- ※ 지하에 매설된 철관의 부식원인 ?이종금속의 접촉에 의한 부식 ,농염전지에 의한부식 ,극부전지에 의한 부식  
미주전류에 의한 부식 ,박테리아에 의한 부식
- ※ 금속재료 부식억제하는 방식법 ?피복에의한 방법 ,부식억제제사용 ,부식환경치리에 의한방법 ,전기방식법
- ※ 전기방식 유지해야하는 곳 ?직류전철 횡단부주위 ,밸브스테이션 ,교량 및 하천 횡단배관의 양단부  
타금숙구조물과 근접교차부분 ,지중에 매설된있는 배관절연부의 양측 .
- ※ 전기방식법 ?유전양극법 ,외부전원법 ,선택배류법 ,강제배류법
- ※ 유전양극법?매설배관보다도 저전위금속을 직접도선으로 접속하여 양금속사이의 고유전위차를 이용하여  
방식하는법
- ※ 외부전원법?땅속에 매설한 애노우드에 강제전압을가하여 피방식 금속체를 캐소우드로 하여 방식하는법
- ※ 선택배류법 ?땅속의 금속과 전철의 레일을 전선으로 연결한 것 .

	장점	단점
<b>유전양극법</b>	시공단순 ,소규모설비에는경제적 ,과방식염려없다 다른매설금속체 방해 없다 .	방식범위좁다 ,대규모설비시비용많이든다 ,전류조절불가능 강한전식에는 무력하다
<b>외부전원법</b>	방식범위넓다 ,대형설비에경제적 ,전극수명길다 ,전류조정가능	초기시공비많이든다 ,AC전원필요 ,다른매설금속체 방해있다
<b>선택배류법</b>	시공비별로안든다 ,전철운동동안자연방식된다	과방식우려 ,레일전위가 높은 경우 효과없다 전류제어관련 전철과의 관계위치에의한 효과범위가 변화할 수 있다 .
<b>강제배류법</b>	전압전류조정이용이,외부전원법에비하여유지비작다	전원이별도로필요 ,다른매설간섭체에의한 검토필요 전철의 신호장애에 관한 검토필요

※ 강제배류법 ?외부전원법과 선택배류법을 종합한 형식으로 외부전원법의 애노우드를 레일에 치환한 방법

## 8. 고압가스 저장 탱크

- ① 탱크 저장능력 산정 : 압축가스탱크 -  $Q(m^3) = (P + 1)V$   $P$ :충전 압력 $Kg_f/cm^2$   $V:m^3$   
액화가스 탱크 -  $w(kg) = 0.9 dV$   $d$ :액비중( $kg/l$ )  $V:l$   
액화가스용기 -  $w = —$   $C$ :충전상수 ( $C_3H_8 :2.35$  ,  $CO_2 :1.34$  ,  $NH_3 :1.86$  )

- ※ 고압저장탱크의 열침입 원인 ?배관을 따라오는 열전도 ,밸브나 안전밸브에 의한 열전도 .단열재 충전시 남아있는 잔류가스분자의 열전도 ,  
지나나 요크에의한 열전도 . 외면으로부터의 열복사
- ※ 지하에 탱크 묻을 때 설치 기준 ?외면은 아스팔트 루핑 한다 ,탱크상부와 지면은 60cm의 거리유지  
천장,바닥,벽의 두께는 30cm 이상으로 한다 . 저장탱크와 저장탱크 사이의 거리는 1m 이상으로 한다 .
- ※ 운전중 탱크점검 ?차단 - 가스방출 - 치환 - 재치환 - 농도분석
- ※ LPG저장설비 지반조사결과 습윤한토지 ,매립지로서 지반이 연약한토지 ,급경사로 붕괴의 위험이 있는토지 ,  
부동침하 우려가 있는 토지는 지반개량 및 옹벽을 설치해야 한다 .
- ※ 저장탱크의 살수 장치에서 400 l/min ,수온에서 30분간 분무할수 있어야 한다 .
- ※ 수소용고압저장탱크두께 :  $t = ———$  부식여유수치

$$f = \text{항복점}(Kg_f/mm^2) \quad D = \text{내경 mm} \quad P: \text{최고충전 압력 } Kg_f/cm^2$$

- ※ 구형저장탱크특징 ?표면적적고 강도가크다 ,기초비작게든다 ,경제적이다 ,기밀성이우수하다 ,외관이보기좋다
- ※ 탱크로리 충전시 작업 중단 해야하는 경우 ?과충전시 ,누설시 ,화재시 ,안전관리원부재시 ,베이프록발생시

※ 안전공간 =  $\frac{\text{저장설비부피} + \text{충전액부피}}{\text{저장설비부피}}$  (온도상승으로 인한 액의 팽창으로 용기가 파열되는 것 방지)

## 9. 고압가스용기

### ① 용기종류

㉔ 용접용기 : 액화가스 저장, 함량비 - C(0.33% 이하) P(0.04% 이하) S(0.05% 이하)

장점 : 값싼강판 사용 할수 있다 . 두께공차가 적다 . 치수 선택 자유롭다

㉕ 이음매 없는 용기 : 압축가스 저장 . 함량비 - C(0.55% 이하) P(0.04% 이하) S(0.05% 이하)

② 용기두께 : 염소용기 두께계산

$$S = \text{인장강도 } K_g / \text{mm}^2 \quad P: \text{최고충전 압력 } K_g / \text{cm}^2 \quad D: \text{안지름 mm}$$

염소의 내용적이 1000ℓ 이하일 때 3mm 이상의 부식여유 둔다 .

염소의 내용적이 1000ℓ 초과에서 5mm 이상의 부식여유 둔다 .

산소용기 두께계산

$$\frac{\text{안전율}}{\text{인장강도}}$$

$$S = \text{인장강도 } K_g / \text{mm}^2 \quad P: \text{최고충전 압력 } K_g / \text{cm}^2 \quad D: \text{안지름 mm}$$

프로판 용기 두께 :  $t(\text{mm}) = \frac{\text{인장강도}}{n}$

$$P: \text{최고충전 압력 } K_g / \text{cm}^2 \quad D: \text{안지름 mm} \quad S: \text{인장강도 } K_g / \text{mm}^2 \quad n: \text{용접효율}$$

용접용기 동판두께 :  $t(\text{mm}) = \frac{\text{인장강도}}{n}$  부식여유수치  $S(\text{허용응력}) = 0.25 \text{인장강도}$

※ 용기동판 최소두께와 최대두께의 차이는 평균두께의 20%이하로 한다 .

강관의 두께 :

$$P: \text{최고충전 압력 } K_g / \text{cm}^2 \quad D: \text{안지름 cm} \quad S: \text{허용인장강도 } K_g / \text{cm}^2$$

### ③ 용기의 각종시험

㉖ 내압시험 : 압축가스, 초저온용기 = 최고충전압력 — . 아세틸렌가스 = 최고충전압력 . 고압설비 = 상용압력 × 1.5

㉗ 기밀시험 : 압축가스, 액화가스 용기 = 최고충전압력 이상 , 초저온용기 = 최고충전압력 . 아세틸렌용기 = 최고충전압력

㉘ 비파괴검사 : 방사선투과 , 초음파 탐상 검사 , 자분탐상 , 침투탐상 , 음향검사법

비파괴검사 단점 ? 비자성체에는 적용할수 없다 , 전원이 필요하다 , 종료후 탈지처리가 필요

방사선투과검사 장점 : 장치간단 , 운반용이

단점 : 가격비싸다 , 취급상방호필요 , 인체에유해하다 , 고온부두께가 두꺼운곳에 부적당

초음파검사 장점 : 두꺼운 용접물에 적당 , 장치가 가볍고 편리하다 . 균열검출이 용이하다

단점 : 결함판별에 고도의 숙련 필요 , 시험결과의 기록보존 곤란 , 개인차가 있다

비파괴검사종 내부결함검사가 가능한 항목 ? 방사선투과검사 , 초음파 탐상법 , 음향검사법

비파괴검사종 외부결함검사가 가능한 항목 ? 자분탐상 , 형광침투법 , 전자유도법

방사선검사시 보호구를 착용하고 작업장주위에 띠를 돌려 외부인이 접근 못하도록 한다 .

용접부결함 측정하는 일반적인 비파괴 검사는 ? 방사선검사

방사선투과시험의 1종결함 ? 블로우홀 및 이에 유사한 둥근 결함

방사선검사의 시험시야에서만 등급메기는 것이 부적합할때는 ?

그용기가 속하는 조에서 임의로 2개의 용기를 채워해서 불합격부분의 용접볼은 깎아내고 다시 용접 한것에 대하여 1회에한하여 이음매 전절이에 대해서 다시 행한다 .

※ 에어졸 금속재 용기의 두께는 0.215mm 이상 . 내용적 : 1ℓ 이상 , 내압 : 8  $K_g / \text{cm}^2$  이하

※ 압력용기란 설계압력과 내용적을 곱한 수치가 0.04를 초과하는 용기를 말한다 .

※ 용기신규검사 각인사항 기호 : 내용적(V) , 용기질량(w) , 내압시험압력(TP) , 최고충전압력(FP)

※ 용기부속품 : 아세틸렌(AG) , 압축가스(PG) , 액화가스(LG) , 액화석유가스(LPG) , 초저온용기(LT)

※ 배관접합법 ? 나사이음 - 배관양단접합부에 나사를내어 결합 ◦ 용접이음 - 배관양단을 맞대고 용접하여 결합

◦ 납땜이음 - 배관양단 납땜하여 접합

◦ 플랜지 - 배관양단에 플랜지를 내서 중간에 가스켓끼고 결합 , 배관의 분해, 보수를 위해쓰임

매설배관에는 사용하지않는 것이 좋다

※ 용접이음 : 기본이음 - 접용접 , 시임용접 , 맞대기용접 , 프로젝션

장점 - 강도높고 기밀성이 우수 , 중량 가볍다 , 가스누설방지 용이

단점 - 용접부에 취성의 약 영향을 일으키기 쉽다 , 용접결함이 발생하기 쉽다 ,

※ 용접부 결함종류 - 슬래그혼입(이물질혼입) , 언더컷 (과대한전류, 용접속도 빠를 때) ,

내부기공(수분혼입시 , 녹부착시) , 용입불량(모재가열부족 , 전류약함) , 균열

※ 맞대기 용접이음시 용접이음매의 간격 ? 관지름이상

※ 신축이음 : 루프형 - 강관을 루프모양으로 구부려서 관자체의 가요성을 이용하여 배관의 신축을 흡수하는 것

슬리브형 - 슬리브이음쇠 구조는 본체와 슬리브관으로 구성되었고 관의 팽창과 수축을 본체속

슬리브관에 의해 흡수시킨다 .

벨로우즈형 , 스위블형

※ 수입기구검사에서 생략 할수없는 것 ? 내압시험 , 기밀시험 , 외관검사 , 성능시험

※ 용기밸브 가스충전구 형식 ? A(숫나사) B(암나사) C(나사없는것)

※ 아세틸렌용기가 프로판용기와 다른점 ? 아세틸렌용기에 20℃에서 다공도가 75%이상 92%미만되는 다공물질넣음

아세틸렌은 비중 0.795이하의 아세톤이나 DMF등의 용제에 용해시킨다

※ 용기부수결정하는 인자 ? 피크시기는 , 가구수 , 평균가스 소비율 , 용기종류 , 자동교체식 조정기의 사용여부

- ※ 가스발생장치선택시 검토사항:원료선택,경제성,공급방식,수요의 변동,가스품질과 연소성,프로세서의신뢰성
- ※ LP용기에서 가스발생에 영향주는 인자 ?액량 ,외기온도 ,LPG조성 ,습기
- ※ LPG용기 수량결정시 알아야 할 것 ?용기종류 ,최대소비량 ,사용시 온도

## 10. 가스홀더

- 기능 : 제조가 수요를 따르지 못할 때 공급량 확보 .피크시 도관 수송량을 감소시킨다 . 정전 ,도관공사등 일시적 공급중단시 공급량 확보한다 .가스의 성분 ,열량 ,연소성등을 균일화 한다 .

### ◦종류

- 저압가스홀더 :유수식 -기초비가 크다 .동결방지 장치가 필요 . 구형홀더에 비해 유효 가동량이 크다 .가스가 건조되어 있으면 수조의 수분을 흡습한다 . 무수식 -가스압이 일정 .기초시설비 절감 .건조한 상태에서도 저장할수 있다 .

### ◦중고압가스홀더 :구형가스홀더

- 설치기준 :입구와 출구는 신속흡수장치 ,맨홀이나 검사구설치 ,응축액을 뱉아낼 수 있는 장치 설치 , 응축액 동결방지장치 설치 ,내용적 300m<sup>2</sup> 이상시 안전거리유지
- 가스홀더부속설비 ?안전밸브2개이상 , 드레인장치 ,검사용맨홀 ,어스선두개이상 ,수입조절밸브 ,사다리및승강계단

- 가스홀더판 두께 :  $t(mm) = \frac{P \cdot D}{\sigma \cdot S}$  부식여유수치  
P:최고사용 압력Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> D:안지름mm S:허용응력Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup> η:효율

- 가스홀더용량 :  $\Delta = \frac{S \cdot a \cdot M}{H}$   
S(최대공급량 m<sup>3</sup>/day) a(t시간의 공급률%) M(1일최대 제조 능력m<sup>3</sup>/day) H(가스홀더의 가동용량 ,0.25)

- Δ 가스홀더가동용량 프 지름 최대사용압 최저사용압

## 11. 정압기

- 기능 : 1차 압력 및 부하변동에 관계 없이 2차압력을 일정하게 유지 .
- 설치기준 :정압기입구에는 수분 및 불순물 제거 장치 설치할 것 .출구측에는 이상압력상승방지장치 설치 가스누설경보장치 설치 ,전기설비는 방폭구조 ,침수방지조치 ,예비정압기 설치
- 직동방법에의한분류 :직동식 .파일럿식(로딩형 ,언로딩형)  
파일럿식 로딩형 - 파일럿트가 막혀서 1차측 가스가 2차측으로 직접통하지 않는 형식  
파일럿식 언로딩형 - 파일럿트가 막히지 않아서 1차측 가스가 2차측으로 직접 통하는 방식
- 종류 :피셔식 ,액셀플러워식 ,레이놀드식 ,KRF식
- 특성 :정특성 -유량과 2차 압력과의 관계 동특성 -부하의 변동에 대한 응답의 신속성  
유량특성 -밸브의 열림과 유량의 관계 사용최대차압 및 작동 최소차압
- 정압기 분해시 가스를 중단하지 않고 공급할 수 있는 배관방법 ? 바이패스이음
- 정압기 입구와 출구에는 긴급차단장치 설치 한다 .

## 12. 조정기

- 조정압력 :280 ± 50 mmH<sub>2</sub>O
- 내압시험압력 :30 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> ◦기밀시험압력 :18 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>
- 규격용량은 총 가스 소비량의 150% 이상의 규격용량을 가져야 한다 .
- 종류
  - 단단감압식 저압조정기 - 입구압력(0.7 ~ 15.6Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) , 조정압력 (280 ± 50 mmH<sub>2</sub>O)
  - 단단감압식 준저압조정기 - 입구압력(1 ~ 15.6Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) 조정압력(500 ~ 3000 mmH<sub>2</sub>O)  
단단감압식 장점 :장치,조작이 간단 ,조정기작게듬 ,검사간단  
단점 :배관이 커야 한다 ,최종압력 변동이 심하다
  - 2단 감압방식 -장점 -입상배관에 의한 압력손실을 적게할수 있다 . 최종압력이 일정하다 .  
중간배관이 가늘어도 된다 . 각 연소기구에 알맞은 압력으로 공급가능  
단점 - 검사복잡 .조정기많이듬 ,설비비가 비싸고 복잡하다 .  
2단 감압식 1차조정기 - 입구압(1 ~ 15.6Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) 조정압(0.57~0.83Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>)  
2단 감압식 2차조정기 - 입구압(0.25 ~3.5 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) 조정압(280 ± 50 mmH<sub>2</sub>O)
  - 자동절체식 일체용 조정기 - 입구압력(1 ~ 15.6Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) 조정압력(255 ~ 330 mmH<sub>2</sub>O)
  - 자동절체식 분리형 조정기 - 입구압력(1 ~ 15.6Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) 조정압력(0.32 ~ 0.83Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>)

- ※ 조정기의 목적 ?유출압력을 조정하여 안정된 연소를 시키기 위해 사용 . ※ 조정기 고장시 ?가스누설과 불완전 연소가 일어난다 .
- ※ 절체식조정기 잇점 ?용기교환주기폭을 넓힐 수 있다 ,전체용기수량이 적어도 된다 ,수동절체식보다 발열량크다 .  
잔액이 없어질때까지 사용가능하다 ,분리형의 경우 압력손실을 보정할 수 있다 .
- ※ 가정용 조정기와 연소기 사이 배관의 기밀시험압력 ? 840 ~ 1000 mmH<sub>2</sub>O
- ※ 중간밸브는 가스미터와 조정기사이에 설치할 것 ※ 조정기 입구에 여과기 설치 .
- ※ P = 조정기입구압력(Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>) , Q = 조정기용량(Kg/h) , R = 조정압력(mmH<sub>2</sub>O)

## 13. 안전밸브

설비에서 안전밸브작동압력 = 내압시험 압력 × 0.8 이하 , 용기에서 안전밸브작동압력 = 최고충전압력 × — 이하

액화산소탱크 = 사용압력의 1.5배 이하 .

압축기용 안전밸브 분출부 유효 면적 :  $a(\text{cm}^2) = \frac{W}{\sqrt{M}}$  W : 1시간에 분출해야할 가스량 kg/hr M : 분자량

\*가연성가스도관에 설치하는 안전밸브의 분출면적은 도관최대지름부 단면적의 0.10이상이다

\*안전밸브종류 ?스프링식 ,파열판식 ,가용전식 ,중추식

\*안전밸브 설치 장소 ?저장탱크상부 ,고압가스 수송도관 ,압축기 단마다 ,감압밸브 뒤 ,반응탑

\*최저 300kg이상시 안전 밸브 설치

\*안전밸브선택시 고려 사항 :작동압력 ,정지압력 ,구경

\*파열판 특징 ?구조간단하고 취급이 용이하다 ,압력상승이 급격한곳에 적당 ,밸브시트로 누설이 없다

슬러지함유 부식성 유체에도 적당

\*밸브누설의 종류 ?패킹누설 ,시트누설

\*고압가스의 안전 장치 :안전밸브 ,바이패스밸브 ,파열판 ,자동제어장치

## 14. 압력계

상용압력의 1.5배이상 2배 이하에 해당한다 .

## 15. 독성가스 설비

2종관으로 해야하는 가스대상 :NH<sub>3</sub> ,SO<sub>2</sub> ,Cl<sub>2</sub> ,C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O ,HCN ,H<sub>2</sub>S ,포스겐

독성가스는 독 ,가연성가스는 연 자로 적색 표시 ,단 수소는 백색 표시

## 16. 초저온용기

초저온 용기란 -50℃ 이하인 가스를 액체상태로 저장하기 위해 단열재로 피복하여 용기내 온도가 상용온도를 초과 하지 않도록 한 용기

저온용기란 냉동설비로 냉각했거나 단열재로 피복하여 용기내 온도가 상용온도를 초과하지 않도록 한 용기로

초저온용기 이외의 용기

초저온용기 단열성능 시험 :  $Q = \frac{w}{\Delta T} \cdot H$

ΔT:비점과 외기온도차 w =기화량(kg) q =증발잠열(Kcal/Kg) H =측정시간(h) V =내용적(ℓ)

합격기준 :1000 ℓ 이하(0.0005Kcal/h·℃·ℓ 이하) ,1000 ℓ 초과(0.002Kcal/h·℃·ℓ 이하)

초저온용기재료로서 비열처리 재료 ? 오오스테나이트계 스텐레스강 ,내식알루미늄합금 단조품

내식알루미늄합금 단조판

초저온용기 단열성능 시험가스 ?질소 ,아르곤 ,산소

초저온액화가스 취급시 주의사항 ?질식 ,동상 ,급격한증발로 인한 압력상승 ,저온에서생기는 물리적변화

## 17. 압축기

①터보형 :원심식 :액동이 없고 연속적으로 송출된다 ,마모나 마찰손실 적다 .효율낮다

레이디얼형(90° ) 다익형(90° 이상) 터보형(90° 미만)

축류식 :

②용적형 :왕복식 :저속회전가능,압축효율 높다 ,가격고가 설치면적 넓다 . 회전식 다이어프램식

\*N(압축비) =  $\sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$

\*압축기가동전 점검사항 ?

나사볼트조임상태 ,냉각수 순환상태 ,이물질혼입상태 ,급유상태 ,각계기이상유무확인

\*압축기단수 결정시 고려사항 ?

최종토출압력 ,취급가스의 종류 ,연속운전여부 ,경제성

\*압축기이상시 점검사항 ?

흡입밸브누설 ,토출밸브누설 ,피스톤링마모 ,바이패스변누설

\*중간단토출가스 온도가 상승하였다 원인은 ?

후단흡입밸브누설 ,전단 냉각기 불량 ,중간단 토출밸브 누설 , 중간단 압축비 증대시

\*피스톤링마모시 ?

오일핍머발생 ,소비동력증대 ,체적효율감소 ,토출가스 온도 상승

\*실린더냉각효과 ?

소비동력감소 ,윤활작용원활 ,효율증대 ,기계수명연장

\*압축비가커지면 ?

토출가스 온도상승 ,실린더과열로 오일탄화 ,체적효율감소 ,기계수명단축

\*고속다기통압축기의 장점 ?

용량제어가 용이하다 ,기동부하가적다 ,부품교체 용이하다 ,소형이다

\*다단압축의 목적 :소요 일량 절약 ,압축비 작아지고 효율이 증가한다 ,중간냉각으로 온도상승 피함 .힘의 평형 이론

\*터보형은 윤활유 급유할 필요 없으나 왕복식은 급유해야 한다 .



- ※터보회전체가 언밸런스되는 원인 ?제작시 잔류 언밸런스 , 먼지기름타르의 부착에 의한 것 .부식이나마모에 의한 것
- ※용량제어의 목적 ?소비동력감소 ,재기동시 경부하기동 ,기계수명연장 ,수요와 공급의 균형유지
- ※왕복형압축기 용량제어법 ?회전수 조절 ,바이패스 ,클리어런스 포켓사용 ,엔로드 시스템
- ※원심식압축기 용량제어법 :회전수조절 ,바이패스 ,흡입변조절 ,토출변조절 ,깃각도조절
- ※왕복형압축기에 연결된 배관진동소음 원인 ?압축기,펌프에 의한 영향 ,안전밸브 분출에 의한 영향 . 배관내 가스압력변화에 의한 영향
- ※압축기 윤활유 :고온일 때 - 산화,중합을 일으키지 않고 탄화하여 부착하는 성질이 작은 오일 필요  
공기 - 디젤엔진유 , 아황산가스 - 화이트유 , 수소,아세틸렌 - 양질의 광유 , 산소 - 물 ,글리세린 10% 용액  
LPG -식물성유 . 염소가스 - 진한황산이나 글리세린에 사탕을 더하고 120℃로 용해한 것 .메틸클로라이드 - 화이트유
- ※윤활유 구비조건 ?인화점높을 것 ,점도가적당할 것 ,수분 및 불순물이 적을 것 ,쉽게열분해하지 않을 것 .화학적으로 안정할 것 .
- ※윤활의 목적 ?마모방지 ,마찰시 생기는 열제거 ,소비동력감소 ,기계효율증대 ,방청효과
- ※산소배관과 압축기 사이에는 드레인 세퍼레이트를 설치해야 한다 .

※압축기 토출가스온도 .가역단열과정일 때(등엔트로피과정) :  $T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$

※2단압축시중간압력  $P = \sqrt{P_1 P_2}$

## 18 . 펌 프

◦터보식 -◦원심펌프 : 특징 -◦구조간단 , 설치면적적다 , 펌프중 맥동없다 , 흡입토출밸브가없다

◦볼류트펌프 - 물안내 날개가 없다 , 저점도액체에 적당

◦터빈펌프 - 물안내날개가 있다 , 고점도액체에 적당 , 고양정대용량에 적합

◦에어바인딩 현상 :원심펌프내에 공기가 있어 송액되지 않는 현상 .

방지법 :펌프작동전 공기제거 , 자동공기 제거 펌프 사용

◦사류펌프

◦축류펌프

◦용적식 -◦왕복펌프 :특징 -◦왕복펌프에만 에어 챔버가 있다 .안전밸브 필요하다 .

◦피스톤펌프

◦플랜저펌프 :대용량 , 고양정 수송에 적합 .1행정으로 액의 흡입토출이 가능 .

◦다이어프램펌프

◦회전펌프 :왕복펌프와 비교하여 맥동현상발생하지않는다 .진공펌프로 사용하기 적당 ,체적효율좋다

◦기어펌프

◦스크류 펌프

◦특수식 - 제트펌프 , 기포펌프 , 수격펌프

※펌프누설방지 실 :그랜드 패킹방식 ,메케니칼 실 ,오일실

※고압장치의 패킹재료 ?구리 , 납 , 테프론 , 석면

※Q(펌프의 양수량) = A · L(행정) · N(회전수) · η(효율)

※비교회전도  $S = \frac{\text{회전수}}{\text{양정 단수}}$  Q = m<sup>3</sup>/min

※펌프의 회전속도와 유량,양정 ,축동력과의 관계  $Q' = Q \times \frac{N'}{N}$  ,  $H' = H \times \left( \frac{N'}{N} \right)^2$  ,  $P' = P \times \left( \frac{N'}{N} \right)^3$

※상사 법칙

$Q' = Q \times \frac{N'}{N}$  ,  $H' = H \times \left( \frac{N'}{N} \right)^2$  ,  $P' = P \times \left( \frac{N'}{N} \right)^3$

※피스톤 압출량 : ◦왕복동식 :  $V = \frac{\pi}{4} D^2 L N R$  . . . . .

V :피스톤압출량(m<sup>3</sup>/h) L :행정 N :기통수 R :압축기매분회전수(RPM)

◦회전식 :  $V = \frac{\pi}{4} D^2 t$  . . . . .

V :피스톤압출량(m<sup>3</sup>/h) R :회전자의 1분간 표준회전수 D :안지름 d :바깥지름

t :회전자의 가스압축부분의 두께

## 19. 펌프에서 발생하는 이상현상

I . 수격작용:관속을 흐르던 유체의 속도가 급격히 변할때 유체의 운동에너지가 압력에너지로 변화되어 배관 및장치에 대하여 미치는 현상을 말함 .

◦원인 :정전등으로 갑자기 펌프가 정지한 경우 , 급히밸브를 개폐할 경우 , 정상운전시 유체의 압력변동이 있을경우

◦현상 :소음과 진동이 생김 . 토출관이 붕괴,파열한다 . 급속히 임펠러의 회전이 느려지며 펌프가 정지하고 토출관의 물도 정지한다 .

◦방지법 :관내의 유속흐름속도를 가능한 적게 한다 . 서지 탱크를 관선에 설치한다 .

펌프에 플라이 휠을 설치하여 펌프의 속도가 급격히 변화하는 것을 막는다 . 에어챔버를 설치한다 .

II . 서징현상 :펌프운전시 송출측의 압력과 유량의 주기적으로 변동하는 현상 .

◦원인 :펌프의곡선이 산모양이고 운전점이 정상부근일때 발생한다 . 토출배관에 수조나 공기저장기가 있을 때

토출조절밸브가 공기실이나 수조의 하부에 있을때

◦방지법 :임펠러의 회전수를 변화 시킨다 . 배관내 공기를 제거시킨다 . 펌프양수량을 증가 시킨다 .

**III. 케비테이션 현상** : 물에 녹아있는 기체 및 수증기압이 배관내에 흐르는 물의 정압보다 클때 기체 및 수증기 증발로 일어나는 현상 .

- 원인 : 펌프의 마찰손실이 클 경우 , 임펠러 속도가 클 경우 , 흡입관경이 작을 경우 , 펌프가 수원보다 높았을때
- 현상 : 소음 및 진동이 생긴다 . 임펠러 및 가이드가 부식된다 . 펌프의 성능이 저하된다 . 심하면 양수불능
- 방지법 : 임펠러의 회전속도를 줄인다 . 흡입관경을 크게 한다 . 흡입양정을 적게 한다 . 흡입관내벽의 마찰저항을 적게 한다 . 온도및 정도가 큰액체에서 유의 한다 . 펌프의 설치위치를 낮춘다 .

**IV . 베이퍼록** : 액체의 끓는현상에 의한 동요

- 원인 ? 흡입관 단열 불량시 , 흡입관경이 작을 때 , 회전수빠를 때 , 펌프설치위치가 높을 때
- 방지법 ? 펌프회전수를 줄인다 , 흡입관경을 크게한다 . 흡입배관을 단열한다 . 펌프설치위치를 낮춘다

**20 . 가스미터**

- 가스미터선정시 주의사항 ? 사용최대유량에 적합한 계량유량 일 것 . 사용중 기차변화가 없고 정확히 계산할것  
내압내열성이 있고 기밀, 내구성이 좋을 것 , 부착이간단하고 유지관리가 용이할 것 .
- 가스미터사용목적 ? 소비자에게 공급되는 가스의 체적을 측정하기 위해
- LP용 가스미터 기재사항 ? MAX 1.5m<sub>3</sub>/hr(사용최대유량) , 가스유입방향 . 0.5 l / rev(계량실 1주기당 체적) .
- 가스미터에서 감도유량이란 ? 가스미터가 작동할수 있는 최소 유량 (가정용막식 : 3 l/h . LPG용 : 15 l/h)
- 가스미터성능시험 : 외관 , 구조 , 기차검사
- 가스미터기밀시험압력 ? 1000 mmH<sub>2</sub>O      ◦가스미터 압력손실 허용최대값 ? 30 mmH<sub>2</sub>O
- 가스미터 검정공차 : 최대유량 1/5미만 (±2.5%) . 최대유량 1/5이상 4/5미만 (±1.5%) . 최대유량 4/5이상 (±2.5%)
- 가스미터사용공차 ? ±4% 정도이다 .      ◦가스미터는 도시가스 사용최대소비량의 1.2배 이상이어야 한다 .

**21 . 가스 크래마토그래피**

- carrier gas : 수소 , 헬륨 , 아르곤 , 질소
- 칼럼충전물 : 분배형 (DMF , DMS , TCP , SILICONE 30)    흡착형 (활성탄 , 활성알루미나 , 실리카겔)
- 검출기 종류 : 열전도형검출기(TCD) : 케리어가스 , 시료성분가스의 열전도차에 의한 금속필라민트의 저항 이용 .  
수소이온화검출기(FID) : 탄화수소에서 감도 최고  
전자포획이온화 검출기(ECD) : 할로겐 및 산소산화물에서 감도 최고 .

▶ PV = GRT      ◦G: 가스 1몰에 관한 질량

R(가스정수) = 847.7      만약 CO<sub>2</sub> 라면 가스정수는      ×      = 19.27      이다.

▶ 실제기체방정식 :      a의단위 : atm · l<sup>2</sup>/mol<sup>2</sup>

▶ P =      = P<sub>0</sub> + ρgh = P<sub>0</sub> + rh      P<sub>0</sub> = 대기압    P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub> = ΔP = (ρ<sub>2</sub> - ρ)gd = rh    ←마노미터

1atm = 760mm Hg = 29.92 in.Hg = 10.332m H<sub>2</sub>O = 1.0332 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> = 14.7 psf (lb<sub>f</sub>/in<sup>2</sup>) = 1013m bar = 1.013 bar = 101.3KPa = 1.0332 Kg<sub>f</sub>  
= 1Kg<sub>f</sub> /m<sup>2</sup> = 1mm H<sub>2</sub>O

◦절대압력(완전진공을 기준으로함) = 대기압 + 게이지압 = 대기압 - 진공압

▶ 오리피스미터(간단한 장치이나 압력손실이 크다)

Q = A·U = A · √(2P/ρ)

C: 오리피스계수    m(개구부비) =      ρ<sub>a</sub>: 마노미터속의 유체의 밀도    ρ<sub>b</sub>: 관내에 흐르는 유체의 밀도

▶ 유체의 수송동력 P(KW) =      =      η

▶ 열기관효율 : e(효율) =      ▶ 냉동기 성능계수 :      ▶ 열펌프 성능계수 :

                고온  
                저온

▶ 가스폭발의 유형 : 분해 , 중합 , 촉매 , 압력폭발

	안전 간격	대상가스
1등급	0.6mm 이상	나머지
2등급	0.4 ~ 0.6mm	에틸렌C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , 석탄가스
3등급	0.4mm 이하	아세틸렌 , CS <sub>2</sub> , 수성가스(CO+H <sub>2</sub> ) , 수소

- ▶ 크리프현상 ? 일정 온도와 하중에서 시간이 경과 함에 따라 변형이 증대되는 현상
- ▶ 가공경화 ? 금속을 가공함에 따라 경도가 증대되는 현상
- ▶ 줄탐상효과 ? 압축가스를 단열팽창시키면 압력강하와 함께 온도가 낮아지는 현상
- ▶ 가스의 탈수방법 ? 고체에 흡수 , 액체에 흡수 , 가압냉각시켜 응축, 분리하는 방법

▶ 웨버지수(가스연소성판단) :  $W_i = \frac{\text{가스발열량}}{\sqrt{\text{가스비중}}} \quad (\pm 4.5 \% \text{ 이내})$

▶ 산소용기내압시험압력 ? 250 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>      기밀시험압력 ? 150 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> 이상

▶ LPG용기내압시험압력 ? 30 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup>      기밀시험압력 ? 18 Kg<sub>f</sub>/cm<sup>2</sup> 이상

▶ 항구증가율 =  $\frac{\text{항구증가량}}{\text{전증가량}}$       항구증가율 10% 이하가 합격

▶ LNG저장용기 및 배관설비구성하는 금속재료(저온장치재료) ? 9% Ni 강 , 18-8스테인리스강 , 동합금 , 알루미늄합금

▶ 금속재료 부식억제법 ? 피복 , 부식억제제를 사용하는 방법 , 부식환경처리에 의한 방법 , 전기방식법

▶ 지하에 매설할 수 있는 금속 ? 폴리에틸렌 피복강관 , 가스용폴리에틸렌 방청조치한 강관

▶ 노즐의 구경변경을 ?  $\frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$        $P_1$  : 변경전가스압 mm H<sub>2</sub>O       $P_2$  : 변경후가스압       $D_1$  : 변경전노즐구멍지름 mm

▶ 금속의 저온취성이란 ? 금속의 온도가 낮아질 때 취화되는 성질

▶ 냉매의 요건 ? 증발잠열이 클 것 , 비체적 적을 것 , 액의비열이 적을 것 , 비열비적을 것 . 독성이나 가연성이 없을 것

▶ 가스축매화의 요건 ? 활성클 클 것 , 화학적으로 안정할 것 , 수명길 클 것 , 값싸 클 것 , 내열성우수할 것

▶ 체크밸브중 리프트형은 수평배관 스윙형은 수직, 수평배관에 사용

▶ 열처리 ? 불림 , 풀림 , 담금질 , 뜨임 , 심냉처리

▶ 담금질 ? 강의 적당한 경도를 얻기위해 가열후 급랭시키는 조작

▶ 풀림 ? 강의 내부에 생긴 응력을 제거하여 결정질을 균일 하게 하는 방법

▶ LPG탱크에 설치할 수 있는 액면계 ? 평형반사식 , 평형투시식 , 플롯식 , 차압식 , 튜브식

▶ 역화방지 장치설치 장소 : 압축기와 오토클레이브 사이의 배관 , 아세틸렌 고압건조기와 충전용 주관과의 사이

산소 , 아세틸렌화염을 사용하는 시설의 분기점

▶ 역류방지밸브 설치장소 ? 가연성가스 압축기와 충전용주관사이 , 아세틸렌 유분리기와 고압건조기 사이 . NH<sub>3</sub> , CH<sub>3</sub>OH합성탑 , 정제탑과 압축기 사이

▶ 저온단열법 ? 상압단열법 , 진공단열법

▶ 진공단열법 : 고진공단열법 , 다층진공 단열법 , 분말진공 단열법

▶ 피독현상 ? 촉매의 활성점이 반응물질이나 침전물등과 결합하여 촉매의 활성이 저하되는 현상

▶ 총발열량 = 연소시 생성된 수증기의 증발잠열을 포함시킨 열량 .      ▶ 진발열량 = 연소시 생성된 수증기의 증발잠열을 뺀 열량

▶ 총발열량 - 수증기의 증발잠열 = 진발열량

▶ 급격한 압력변화에 적합한 압력계 ? 피에조전기 압력계 , 전기저항 압력계 , 스트레인게이지

▶ 철의 열간 , 냉간 가공의 한계를 결정하는 온도 ? 재결정온도

▶ 방폭구조 ? 내압 , 압력 , 유입 , 안전증방폭구조

▶ 내압방폭구조 ? 용기내에서 폭발성가스가 폭발해도 압력에 견디고 내부폭발화염이 외부에 미치지 않는 구조

▶ 내압(內壓) , 압력방폭구조 ? 용기내부에 질소등의 보호 기체를 압입하여 내부에 압력을 유지하므로써 폭발성가스가 외부에 미치지 않도록한 구조

▶ 유입방폭구조 ? 전기기기의 불꽃 , 아크가 발생하는 부분을 절연유에 격납하여 폭발성가스에 점화되지 않게 한 구조

▶ 안전증방폭구조 ? 운전중 불꽃아크가 열이 발생하면 안되는부분에 이들이 발생하지 않도록 구조상 안전성을 높인구조

▶ 가스냉방기의 흡수제는 LiBr , H<sub>2</sub>O 이고 냉매는 H<sub>2</sub>O , NH<sub>3</sub> , 증발기 압력은 5mm Hg이다 .

▶ 디스펜서의 유량 범위 ? 10 ~ 60 l / min      ▶ 1 냉동톤 20℃물 1톤을 하루에 0℃얼음으로 냉동시키는 능력

▶ 품질검사 대상가스는 산소 , 수소 . 아세틸렌 으로 하고 검사는 1일 1회 이상 실시 .

▶ 산소99.5% , 수소98.5% , 아세틸렌 98% 의 순도 이상이 되어야 한다 .

▶ 마찰 저항에 의한 압력손실 ?  $Q = K \sqrt{\text{---}} \Rightarrow h = \text{---}$       유량의제곱 , 가스비중 , 관길이에비례 , 안지름의 5승에 반비례 , 관내면상태에관

계

▶ 오차 : 측정치 - 참값      ▶ 오차율 :  $\frac{\text{오차}}{\text{참값}}$       ▶ 위험도 =  $\frac{\text{연소상한} - \text{연소하한}}{\text{연소하한}}$

▶ 혼합기체의 연소범위  $\Rightarrow \text{---} = \text{---} + \text{---} + \text{---} \dots\dots$  ,  $L_{1,2,3}$  = 연소한계 ,  $V_{1,2,3}$  = 체적 %

▶ 폭굉 ? 연소전파 속도가 음속보다 클 때 압력파의 발생으로 격렬한 폭발의 원인이 된다 .

▶ 폭굉유도거리 : 완만한 연소에서 폭굉으로 될 때까지의 거리

폭굉유도거리가 짧은 경우 (정상연소속도가큰혼합가스 , 관경가늘고 , 압력높고 , 점화원의에너지를 때)

▶ 연소속도 :  $C_p = \frac{\text{---}}{\sqrt{\text{---}}}$       ▶ 연료비 ?  $\frac{\text{고정탄소}}{\text{휘발분}}$

$C_p H_n$  : 도시가스중 메탄제외한 탄소함유율(%)      d : 가스비중

▶ 탈황 -개질 -메탄함성 -탈탄산 - 건조공정

▶ 탄화도 글수록 : 연료비증가 , 연소속도 늦어진다 , 매연발생 적다 , 착화온도 높다

▶ 탄소수증가 ? 발열량증가 , 비점높아진다 , 발화점낮아진다 , 착화온도 낮아진다 , 폭발범위 낮아진다 , 증기압낮아진다 .

▶ 과잉공기 많으면 연손실과 연소실 , 배기가스의 온도가 저하 된다 .

▶ 치환용가스 ? 질소 , 이산화탄소

▶ 상온스프링 ?  $l = L a \Delta T$       l : 전체팽창량(mm)      L : 배관길이(mm)      a : 선팽창계수       $\Delta T$  : 온도변화

▶ 관의 접속부분에 가스누출을 방지 할 때 관의 접속 운동부분에 삽입하는 카아본과 관의 접속 정지부분에 사용하는 테프론이 있다 .

▶ 메탄올 제조시 CO<sub>2</sub> 외 메칠알콜이 부수적으로 생성되며 , 이반응에 쓰이는 촉매는 산화아연 , 산화크롬이다 .

▶ 배기통세로길이 : 2개 - 1.4 L      .3개 - 1.4L + 12D      .4개 - 1.4L + 24D      (L: 가로길이 D: 배기통지름)

▶ 연신률 =  $\frac{\text{---}}{\text{---}}$       L : 처음길이      L' : 나중길이      ▶ 단면수축률 =  $\frac{\text{---}}{\text{---}}$       A : 처음단면적      A' : 수축한최소단면적

▶ 열량 :  $Q = Cm \Delta$        $Q$  : 열량 (Kcal)     $C$  : 비열 (Kcal/Kg°C)     $m$  : 질량 (Kg)

▶ 열효율 :  $\eta = \frac{\Delta}{G}$        $G$  : 질량     $C$  : 비열     $w$  : 연료소비량 Kg     $Q$  : 연료발열량 Kcal/Kg

▶ 레이놀즈수:  $Reno = \frac{\rho}{\mu} v = \frac{\rho v d}{\mu}$       ▶  $v$ (동점도1STOCK = 1 cm<sup>2</sup>/sec) =  $\frac{\mu \text{ 절대점도}}{\rho \text{ 밀도}}$       ▶ 등온압축에 필요한 일 ?  $Q = GRT \ln \frac{P_2}{P_1}$

▶  $\alpha$  열팽창계수     $\frac{\Delta L}{L \Delta T}$       ▶  $\beta$  압축률     $-\frac{\Delta V}{V \Delta P}$       ▶  $\frac{\alpha}{\beta}$  : 1°C 상승시 증가한 압력      ▶  $P_t$ (전압) =  $\frac{RT \ln \frac{P_2}{P_1}}{V}$

▶ 제거대상 가스명칭 : ◦ 황화수소 - 건식, 습식, 수소화탈황법      ◦ 이산화탄소 - 고압수세정법      ◦ 일산화탄소 - 암모니아성 염화제1등 용액에 흡수