압력의 측정방법

(제 1 회)

이 유 성
히스코센서

개 요

일반적으로 압력이란 2개 물체의 접촉면, 또는 하나의 물체 내의 단위 면적에 수직방향으로 작용하는 힘으로, 고체를 대상으로 하는 압력 측정은 힘의 측정과 같으며, 완전 진공 상태를 기준“ 0 ”으로 한 절대압력과 대기압력을 기준“ 0 ”으로 한 상대압력으로 분류된다. 일반적으로 대기압력보다 낮은 상태의 압력을 진공이라 하고, 이들의 상호 관계는 그림 1에 나타나 있다.

정확한 압력 측정 기술은 연구 업무 또는 공업적 응용에 있어서 매우 중요한 것이며, 온도, 유량, 유체의 밀도 및 액면 등과 같은 공업적 변수의 간접 측정 방법에도 중요한 몫을 차지한다.

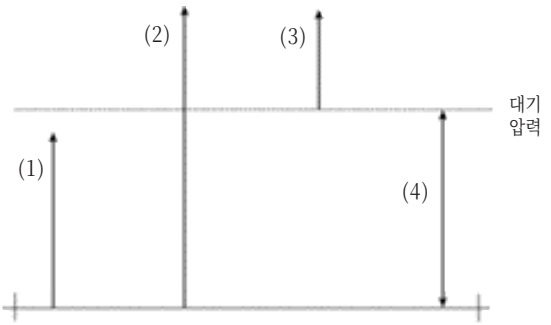

그림 1. 압력의 상호 관계

단 위

1 kPa	0.01 bar 0.010197 kg · f/cm²
Standard Atm.	1.01325×10⁶Dynes/cm² 760 mmHg(at 0℃)
1 bar	1×106 Dynes/cm² 750.062 mmHg(at 0℃)
1 kg · f/cm2	0.980665 bar 735.559 mmHg(at 0℃) 10000.0 mmH20(at 4℃) 14.223 psi
1 Torr	1333 Dynes/cm² 1 mmHg(at 0℃) (1/760)Standard Atm
1 micron	1.33 Dynes/cm² 1×10⁻³ Torr
1 Barye	1 Dynes/cm² 1×10⁻⁶ bar
※Dyen : 1g의 질량에 1cm/sec² 가속도를 줄 수 있는 힘	

표 1. 압력 단위

압력의 단위는 단위 면적당 작용하는 힘의 크기로 표시되며, 국제 공통 단위로는 Newton/m², 〔N/m²〕이다. 1N/m²을 1 Pascal이라 하고, 기호로는“ Pa ”로 표시된다.

압력의 측정방법

1) 액주식 압력계에 의한 방법
(Liquid Column Manometer)

이 방법은 오래 전부터 사용되었으며, 측정하고자 하는 압력에 의해 발생되는 힘과 액주의 무게가 평형을 이룰 때, 액주의 높이로부터 압력을 계산할 수 있다.

응답성 및 정도가 양호하여 현재까지도 고도화된 각종 산업의 압력 측정 분야에 널리 사용되며, 미압 분야의 1차 표준기로 사용되고 있다.

(1) U자관형 압력계(U-Tube Manometer)
① 사용범위 : 5~2000 mmH_20, or Hg
② 정도 : ±0.1 mmH_20, or Hg

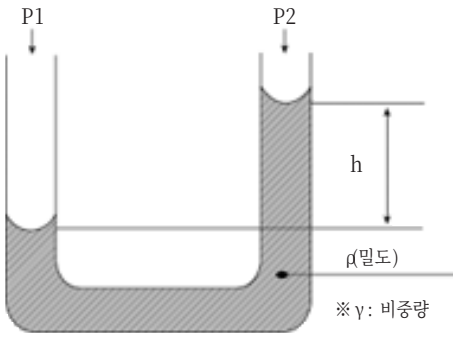

그림 2. U자형 압력계

③ 용도 : 상대압, 차압, 진공 등의 측정 및 지시용
P1-P2 = ρgh = γh
P1 = ρgh + P2에서
P2 = Atm이면
상대압력 P1은
P1 = ρgh = γh가 된다.

(2) 단관형 압력계(Cistern Manometer)
① 사용범위 : 5~2000 mmH_20, or Hg
② 정도 : ±0.1 mmH_20, or Hg
③ 용도 : 상대압, 차압, 진공 등의 측정 및 지시용
Ah1 = ah2→h1 = (a/A)h2
P1-P2 = ρgh = ρg(h1 + h2)
= ρg(a/A + 1)h2이고

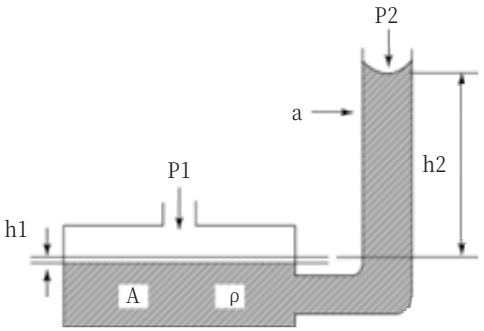

그림 3. 단관형 압력계

만약 a/A가 1보다 아주 작으면,
P1-P2 = ρgh2이고,
P1 = ρgh2 + P2에서 P2 = Atm이면,
상대압 P1은
P1 = ρgh2로서
h2 만으로 압력을 측정한다.

(3) 경사관형 압력계
(Inclined Tube Manometer)
① 사용범위 : 1 ~ 500mmH_2O
② 정도 : ±0.01mmH_2O
③ 용도 : 상대압, Draft압력, 미압의 표준으로 사용한다.

$Ah1 = a\ell \rightarrow h1 = (a/A)\ell$
$\sin\theta = h2/\ell \rightarrow h2 = \ell \sin\theta$
$P1-P2 = \rho gh = \rho g(h1+h2)$
$\rho g(a/A + \sin\theta)\ell$
여기서 액주높이 h와 길이 ℓ과의 관계는
$\ell/h = \ell/(h1+h2) = \ell/(a/A+\sin\theta)\ell$
$= 1/(a/A+\sin\theta)$이고,
여기서 a가 A보다 아주 작으면,
$\ell = h/\sin\theta$이고, $\theta = 30$인 경우 $\ell = 2h$가

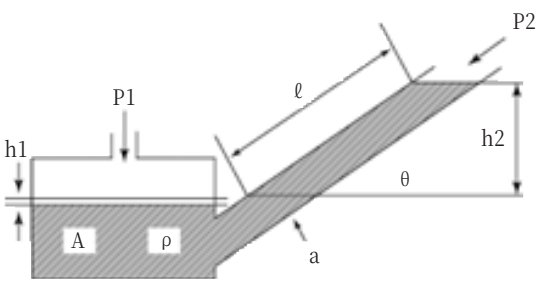

그림 4. 경사관형 압력계

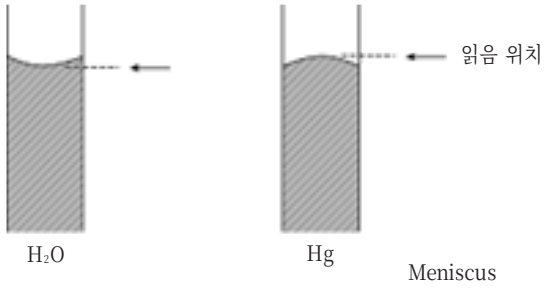

그림 5. 액주형 압력계의 읽음 위치

되므로 더욱 정밀도를 높일 수가 있다.

(4) 액주형 압력계의 사용상 주의점
※ 봉입액의 조건
(a) 온도에 따른 밀도 변화가 작을 것
(b) 명료한 경계면을 갖고 모세관 현상 및 표면장력이 작을 것
(c) 점성이 낮은 액일 것
(d) 화학적으로 안정되고 휘발성이 작을 것
※ 사용상의 주의점
(a) Meniscus에 유의하여 지시치를 읽는다.
(b) 측정시 반드시 수평, 수직을 맞추어 줄 것
(c) 모세관 내부는 항상 깨끗하게 하여 줄 것
(d) 봉입액은 순도가 높고 깨끗한 것을 사용
(e) 액주의 진동 방지
※ 액주의 보정
(a) 온도 보정 (b) 중력 보정
(c) 모세관 현상의 보정

2) 탄성형 압력계에 의한 방법(Elastic Gauge)
탄성한계 내의 변위는 외력에 비례한다는 탄성법칙을 이용, 수압소자를 탄성체로 하여 탄성변위를 측정함으로서 압력의 크기를 알 수 있는 측정법으로, 취급이 간단하여 공업용으로 편리하게 사용되고 있

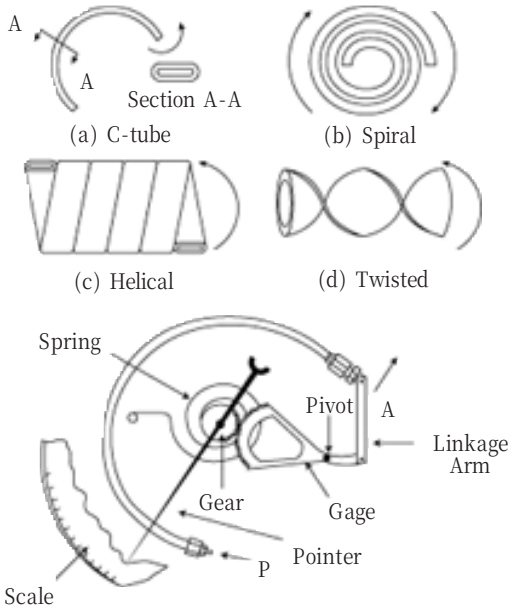

그림 6. Bourdon Tube Type 압력계

다.

그러나 탄성법칙(F=kx)를 완전하게 만족시키는 수압소자를 얻기가 곤란하며, Hysteresis, Creep, 재현성, 경년변화, 온도변화 등에 의한 탄성계수의 변화로 인한 오차발생이 비교적 크다는 단점이 있다.

(1) Bourdon Tube Type 압력계

① 사용범위 : -760 mmHg~3000 kgf/cm^2 정도

② 정도 : 0.1~1.5% of span

③ 용도 : 상대압, 진공, 절대압의 측정 및 지시, 압력 Switch류

④ 종류 : C형, Spiral형, Helical형, Torque Tube형 등

⑤ 장점 : 간단한 구조
넓은 측정 범위
저렴한 가격

⑥ 단점 : 설치 공간에 대한 제약
내기의 마찰에 의한 오차
감도가 비교적 느리다.
Hysteresis가 크다.

(2) Diaphragm Type 압력계

① 사용범위 : 0.01~30 kgf/cm^2
0~760 mmHg abs

② 용도 : 미소압력, 차압, 절대압 대기압 등의 측정 및 지시 압력변화기 및 공기식 계기의 회로 소자 등

③ 종류 : Flat, Corrugated, Capsule 등

④ Diaphragm 특성결정 요인

· Diaphragm의 직경

· 박막의 두께

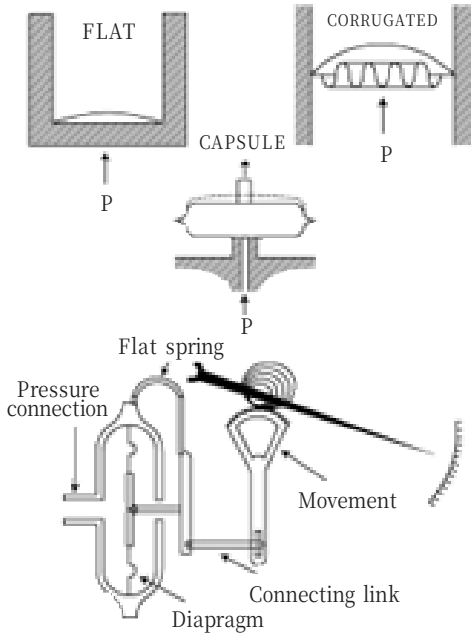

그림 7. Diaphragm Type 압력계

· 모양과 굴곡 횟수
· 재질의 탄성 계수

(3) Bellows Type 압력계

① 사용범위 : 0.05 ~ 50 kgf/cm²
0 ~ 760 mmHg abs

② 용도 : 미소압력, 차압, 절대압, 대기압 등의 측정 및 지시압력 변환기 및 공기식 계기의 회로 소자 등

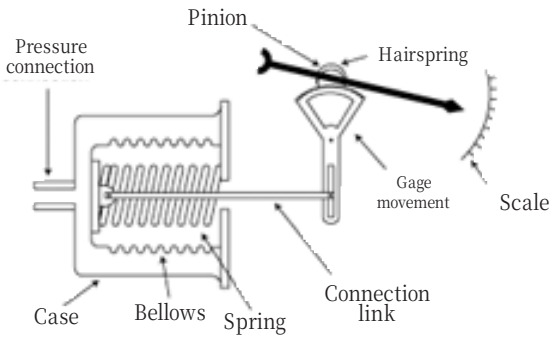

그림 8. Bellows Type 압력계

③ 종류 : 일반형, Belfad형, Barton형

※습식의 경우 반드시 수두보정을 실시해야 함

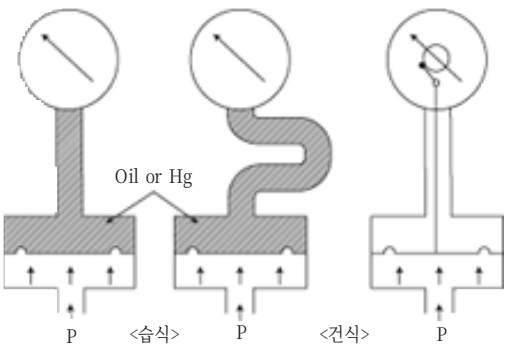

그림 9. 격막식 압력계

(4) 격막식 압력계

(Pressure gauge with diaphragm)

피측정체가 부식성이 강하거나, 고온, 고점도, Slurry 등이거나 응고하기 쉬운 액체일 때 사용되며, 습식과 건식 등으로 분류할 수 있다.

(5) 탄성형 압력계의 선정 및 설치방법

① 압력계의 선정

· 피측정 압력범위의 120 ~ 150%의 측정범위를 가질 것
· 피측정체의 물리적 상태에 따라 보통형, 증기용 보통, 내열형, 내진형, 증기용 내진형, 내열 내진형 등으로 구분 선택한다.
· 피측정체의 화학적 조건 및 주변 환경에 따라 수압 소자 및 계기의 재질을 선정한다.
· 측정 정도에 알맞은 등급의 계기를 선정한다.
· 피측정체가 산화성 Gas, 식료품, 정밀화학용 시료 등과 같이 Oil이나 이물질이 들어가면 안 될 경우에는" USE NO OIL "
(USE NO OIL & WATER) 압력계를 선정한다.

② 압력계의 설치방법

· 자세는 바르고 눈금을 읽기 쉬운 곳에 설치한다.
· 압력계와 측정부 사이에는 각각의 Stop Valve를 달아준다.
· 피측정체가 액체일 경우, 압력의 측정점과 압력계의 설치점 사이의 수두보정을 취한다.
· 피측정체가 고온일 경우에는 Siphon Tube를 사용한다.
· 피측정체가 부식성, 유탁액, 또는 응고하기 쉬운 액체 등과 같이 계기 내부에 들어가면 안될 경우에는 격막부를 사용한다.

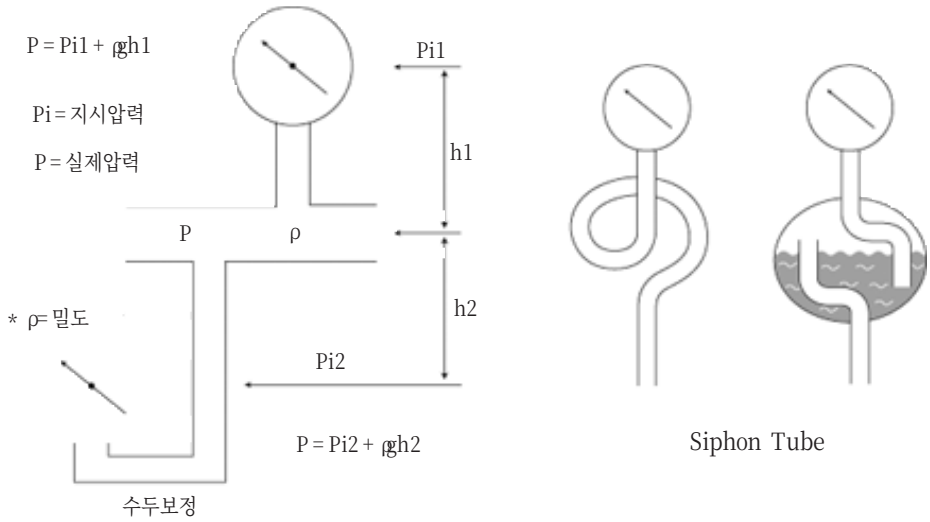

그림 10. 탄성형 압력계의 설치방법

특 징	Strain Gauge	Capacitance	Crystal
주파수	40 kHz	500 kHz	0.5~1 MHz까지
감도(%of full scale)	0.5	1.0	0.5
온도 특성	양호(보정회로 내장)	약 0.025% per deg	Good
Vibration, Noise, Acceleration에 대한 응답 특성	무시해도 좋음	아주 적음	전자적인 Noise 에 매우 민감하다
직선성	0.1% 이하	1.0% 이하	0.5% 이하
Drift	무시해도 좋음	약 1.0%(온도 영향 포함)	Good
Hysteresis	약 0.2%	1.0%	무시해도 좋음
최대 출력(Open Circuit)	Order of 50 mV	Order of 5 v	Order of 1 mV
과압 범위	일반형 : 약 100% 특수형 : 약 500%	공칭치의 약 100%	수정의 탄성한계 이하
교정 조건	정압	정압	동압
감압 소자	Bourdon, Bellows, Diaphragm	Diaphragm	Crystal
비 고	모든 조건에서 양호하고 수리 및 교체가 간편하게 설계 가능	Drift를 제외하고는 모든면에서 양호함	초고주파 신호에 유용하며, 5Hz 이하에서는 보통 사용하지 않음

표 2. 일반적인 전자식 압력 변환기의 사양

allsensor@allsensor.com