

Pressure gauges

압력의 정의

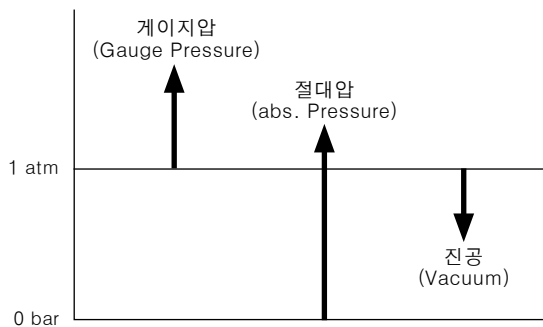
압력(Pressure)이란 임의의 물체(고체, 액체, 기체)의 표면에 대하여 단위면적당 수직으로 받는 힘의 크기를 말합니다.

$$P = \frac{F}{A} \quad (P: \text{압력}, F: \text{힘}, A: \text{면적})$$

압력은 시간적 변화의 유무에 따라 정압, 변동압, 맥동압 등으로 나눌 수 있으며, 기준점 "0"을 어떻게 정하느냐에 따라 절대압, 상대압, 차압 등으로 분류됩니다.

그 내용은 아래 표와 같습니다.

시간적 변화	정압	변화가 없는 압력 또는 초당 압력계의 최대 압력의 1%를 넘지않는 변화의 순시속도를 가지는 압력이거나 분당 최대압력의 5%를 넘지않는 압력을 말합니다.
	변동압	1초당 시간적 변화가 정압의 한계를 넘거나, 압력계의 최대압력의 1~10%사이에서 변동하는 압력으로 주기성이 없이 불연속적으로 증감되는 압력을 말합니다.
	맥동압	1초당 시간적 변화가 정압한계를 넘는것으로 압력계의 최대압력의 1~10%사이에서 변동하는 압력으로 주기성이 있는 압력을 말합니다.
압력 기준치	절대압	지구 위도 45° 해면 상에서 온도 0°C 조건으로 수은주 0mmHg에 해당되는 압력 상태(진공)를 완전진공 또는 절대진공이라 하는데, 이 완전진공을 기점으로 해서 측정되는 압력을 말합니다. 여기서 완전진공은 밀폐되어 있는 용기 안에 기체분자가 하나도 없거나 기체분자의 운동 에너지가 "0"인 상태를 말합니다. 절대 단위로 압력을 표현할 때에는 Absolute Pressure의 약자로 양을 표현하는 수치와 단위 끝에 반드시 A를 붙여 주어야 합니다.
	게이지압(상대압)	표준대기압을 기준점 0으로 하여 측정되는 압력으로써, 공업용으로 측정되는 압력은 주로 게이지압으로 표시되고 있습니다. 즉, 지구위도 45° 해면 상에서 온도 0°C 조건으로 수은주 760 mmHg에 해당되는 압력상태를 기점으로 해서 측정되는 압력입니다. 게이지압을 표현할 때에는 절대압과 달리 Gauge Pressure의 약자 G를 생략합니다.
	차압	임의의 서로 다른 압력 중 어느 한쪽을 기준으로 다른 압력과의 차이 압력을 차압이라고 합니다. 주로 사용되는 것은 차압식 조리기구에 의해 발생된 차압으로 유량을 검출할 때 많이 이용됩니다. 차압을 표시하는 방법은 $\Delta P(P2 - P1)$ 로 표시합니다.



압력의 단위

국제도량형 총회에서 1960년 승인한 SI(국제단위계) 단위 중 압력의 단위는 N/m^2 를 채택하였으나, 1971년 Pa(파스칼)을 압력의 단위로 인정하여 현행 사용하고 있습니다.

Pa(파스칼)의 경우 상당히 적은 단위로, 그 1000배인 Kpa이나 1000000배인 Mpa를 사용하는 경우가 많습니다.

또한 대기압의 단위인 bar가 많이 사용되며, 해당 압력에 상당하는 수은주의 높이인 mmHg도 많이 사용되고 있습니다.

■ 압력 단위 환산표

구분	psi	KPa	InchH2O	mmH2O	InchHg	mmHg	bar	kgf/cm ²
psi	1	6.8948	27.7296	704.332	2.0360	51.7149	0.0889	0.0703
KPa	0.1450	1	4.0218	101.972	0.2953	7.5008	0.0100	0.0102
InchH2O	0.0381	0.2488	1	35.400	0.0734	1.8850	0.0025	0.0025
mmH2O	0.0014	0.0098	0.0394	1	0.0029	0.0734	0.0001	0.0001
InchHg	0.4912	3.3864	13.8195	345.938	1	25.400	0.0339	0.0345
mmHg	0.0193	0.1333	0.5382	13.8195	0.0394	1	0.0013	0.0014
bar	14.503	100.000	402.184	10197.2	29.5300	750.082	1	1.0197
kgf/cm ²	14.223	98.0666	388.403	10001.8	28.9590	735.559	0.9807	1

압력계

압력계라고 하는 것은 주로 유체 압력을 측정하기 위해 사용되어지는 계기의 총칭으로써, 대기의 압력측정에 사용되는 기압계 외에, 전기저항 압력계, 진공계, 차압계, 미압계, 액체 압력계, 탄성 압력계, 분동식 압력계 등이 있습니다.

초기 압력계로는 U자관형 압력계(액주형 압력계)가 이용되었으며, 압력의 절대 기준으로는 지금도 사용되고 있는 수은주형이 대부분이었습니다.

액주형 압력계는 압력의 변화에는 민감하지만 원거리간 전송기구 부착의 어려움, 전송의 문제, 취급상의 문제가 있었습니다. 그래서 기계적 기구가 부착된 압력계가 19세기부터 연구되기 시작되었고, 19세기 중엽 부르동과 샤퍼에 의해 고안된 압력계가 현재의 압력계 기본 형식을 이루게 된 것입니다. 부르동의 압력계는 금속판 굴곡을 이용하였고, 샤퍼의 압력계는 금속박판의 변형을 이용한 것이었습니다.

최근의 압력계를 크게 구분하면, 압력을 측정하는 장치로서 액주형 마노메타, 분동식 압력계, 탄성식 압력계 등을 들 수 있습니다. 또 다른 하나는 압력변환기로서 역학적 변환요소로 쓰는 부르동관, 다이어프램, 벨로즈 등과 전기적 변환요소로 쓰는 스트레인게이지, 전기용량형, 압전형, 인덕턴스형, 전위차계형 등이 있습니다.

측정 방식	측정 범위	정확도	특징
액주식	U자관형	5~2000mmH ₂ O	±0.1mm
	단관형	300~2000mmH ₂ O	
	경사관형	10~300mmH ₂ O	±0.01mm
탄성식	부르동관	0.1~5000kg/cm ²	±0.5~2%
	멤브레인형	10~500mmH ₂ O	±1~2%
	벨로즈형	0.01~10kg/cm ²	±1~2%
	다이어프램	0.01~500kg/cm ²	±0.25~2%
분동식		2~100000kg/cm ²	±0.01%

측정 방식		측정 범위	정확도	특징
스트레인 게이지	금속저항체	수천 mmH ₂ O~	±0.5%	• 빠른 응답 특성 • 직선성 및 전압 출력이 크다
	반도체	수천 kg/cm ²		
압전형 압력 변환기		7x10 ⁻⁸ ~ 700kg/cm ²	±0.5~4%	• 동적 교정이 필요 • 고주파 응답 특 성이 좋다
전위차계 압력 변환기		사양에 따라 결정	±0.25%	• 직류 교류 모두 사용
반도체형 압력계	스트레인형	수천 mmH ₂ O~	±1.0%	• 히스테리시스가 없다 • 감도가 좋다
	용량형	수천 kg/cm ²		

압력계의 종류

■ 액주식

일반적으로 투명 유리관을 이용하여 유리관 내부에 액체를 충전시키고 미지압력을 가할 때 유리관 내부 액체의 변화된 위치를 측정함으로써 압력을 구하는 압력계로, U자관형, 단관형, 경사관형이 있습니다.

구조는 다른 압력계에 비해 간단하고 구조적인 오차 발생 및 고장이 적으며, 정확성이 높은 장점이 있으나 온도 영향을 민감하게 받고 액체와 유리관벽의 오염에 따른 오차 발생, 측정범위의 제약이 있습니다.

액주형 압력계에 사용할 액체를 선정하고자 할 때, 고려해야 할 사항은 다음과 같습니다.

- ① 측정범위와 측정 정밀도에 적합한 밀도를 가지는 액체
- ② 점도가 낮고, 유리관에 달라붙지 않는 액체
- ③ 증발하기 어려운 액체
- ④ 온도 변화에 따른 밀도의 변화가 작은 액체
- ⑤ 냄새나 독성이 없고 관을 부식시키지 않는 액체
- ⑥ 액면 측정이 용이한 액체

■ 탄성식

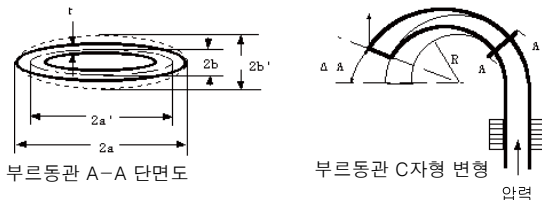
탄성식 압력계는 수압부에 탄성체를 사용해서 측정하고자 하는 압력을 가했을 때 가해진 압력에 비례하는 단위 압력당의 변형량을 아는 상태에서, 이에 대응된 변형량만을 측정함으로써 압력을 구하는 방법입니다.

탄성 변형을 압력계에 이용하는 것으로 부르동관, 다이어프램, 벨로즈 등이 있습니다.

1. 부르동관 압력계

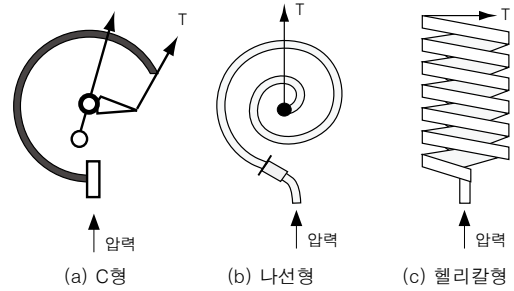
부르동관은 1852년 프랑스 부르동에 의해 발명된 것으로 타원형 및 평원형을 갖는 튜브를 한쪽에 고정시킨 다음 개방시켜 압력을 가하고, 다른 쪽은 밀폐 자유단으로 하여 압력에 따라 변위를 발생시키도록 한 것입니다.

부르동관의 측정원리는 아래 그림에서와 같이 부르동관에 압력이 가해지면 부르동관 단면에 있어서의 가로축 2a는 2a'로써 수축하고, 세로축 2b는 2b'로 팽창하여 원형에 근사한 변형이 일어납니다. 이러한 각 단면의 변형이 자유단을 팽창시켜 굴곡 변형이 나타납니다.



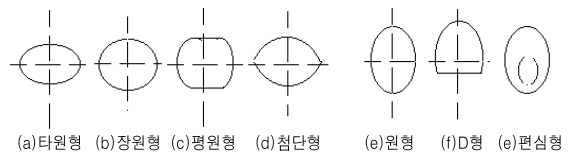
[부르동관 측정 원리]

C형 부르동관은 180~270°의 곡률각을 갖고 있으며, 변형된 것으로 U형과 J형이 있습니다. 나선형(Spiral type)은 보통 4~8회 감은 것으로 곡률 반경은 감은 수에 따라 증가하며, 관의 중심선은 한 평면상에 있고 관 끝의 이동을 크게한 것입니다. 헬리칼형(Helical Type)은 C형을 여러번 감은 것으로 보통 180~360°의 전체각을 갖고 있고, 변형 형상은 C형과 비슷하며 관 끝의 이동은 C형 보다 크게 나타납니다. 헬리칼형의 중심선은 한 평면상에 있지 않지만 곡률 반경은 일정합니다.



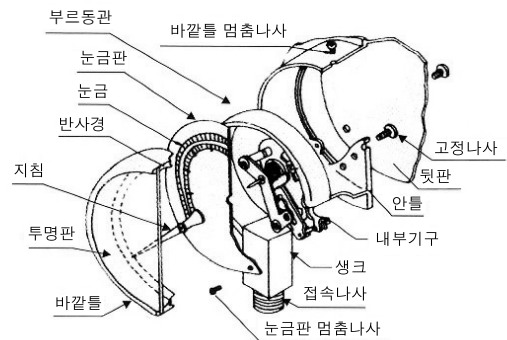
[부르동관 압력계 종류]

부르동관의 구조는 단면형상이 여러가지 고안되어 있습니다. 아래 그림의 (a)~(d)형은 저압(30kgf/cm²) 또는 중압(200~300kgf/cm²)용, (e)~(g)형은 고압(500kgf/cm²)용으로 사용되며, 실제로 사용되고 있는 평원형 부르동관의 단면 크기 및 두께에 따른 측정범위는 관 단면적과 비례 관계를 가집니다.



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> • 구조가 간단함 • 광범위한 압력범위 • 가격이 저렴함 • 압력 스위치로 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 다른 센서에 비해 크기 때문에 설치 공간이 제한적임 • 기계적 마찰에 의한 오차가 발생함 • 느린 응답속도 • 히스테리시스 오차

◎ 부르동관 압력계 구조



- A. 기록계
- B. 지시계
- C. 변환기
- D. 조절기
- E. 전력조절기
- F. 온도센서
- G. 압력전송기
- H. 온도전송기
- I. 온도계
- J. 압력계
- K. 액세서리

- SS-3302
- SS-3010
- SS-3020
SS-3020DEV
- SS-3025~
SS-3028
- SS-3030
SS-3040
- SS-3050
SS-3050S
- SS-3070
SS-3075~
SS-3078

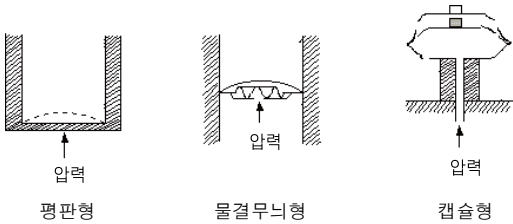
Pressure gauges

2. 다이어프램(Diaphragm) 압력계

다이어프램 압력계는 고정시킨 환산형 주위단과 동일 평면을 이루고 있는 얇은 막의 형태(평판형, 물결 무늬형, 캡슐형)로써, 가해진 미소 압력의 변화에 대응되는 수직방향으로 팽창 수축하는 압력 소자입니다.

또한 그 압력을 분리하는 역할 및 가압체를 용기로 부터 외부로 밀봉시켜 주는 역할을 합니다. 다이어프램은 자신의 압력 변형 특성을 이용하는 금속 다이어프램과 스프링 같은 탄성요소에 의해 지지되는 비금속 다이어프램으로 크게 구분됩니다.

아래 그림은 용도에 따른 다이어프램의 종류를 나타낸 것입니다.



[다이어프램 압력계 종류]

평판형은 비교적 저압용으로 사용되며 다이어프램의 강도를 높이기 위하여 동심원 물결 모양을 만드는데, 이 물결모양 무늬는 유압이나 기계적인 압축으로 성형 시킵니다. 강도는 물결 무늬의 수를 증가시키고 깊이를 감소시킴으로써 높일 수 있습니다.

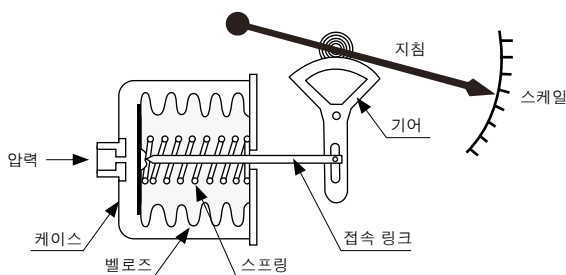
3. 벨로즈식 압력계

벨로즈(Bellows)는 그 외부에 주름상자형의 주름을 갖고있는 금속박판 원통형으로, 그 내부 또는 외부에 압력을 받으면 중심축 방향으로 팽창 및 수축을 일으키는 압력계의 일종입니다.

벨로즈는 압력에 따른 길이의 변화가 부르동관이나 다이어프램 보다 커서 보통 저압측정에 많이 사용됩니다. 벨로즈의 사용한도는 내압에 의해서 결정되며, 내압 증가를 위해 벨로즈의 벽 두께를 증가시켜야 하나, 이것은 강성도의 증가를 가져와 선형도가 나빠지므로 보통 10kg/cm²가 한도입니다. 그러나 선형도가 문제가 되지 않는 경우에는 내압을 200kg/cm² 까지도 사용가능합니다.

벨로즈의 재질로는 황동, 인청동, 베릴륨동, 스테인리스 스틸, 모넬, 니켈 등이 있으나, 황동이 가장 많이 쓰이는 재질이며, 인청동은 양호한 기계적 특성이 요구될 때 사용됩니다. 부식성 유체를 사용할 때에는 모넬(Monel)이나 Silver를 사용합니다.

벨로즈는 주름, 깊이, 끝 모양이 서로 다른 다양한 종류가 있으며, S형과 C형은 주로 고압에 사용하고, U형은 저압에 쓰입니다. 벨로즈의 내경과 외경의 비는 1.3~1.5 정도이나, 1.6~1.9 정도의 깊은 주름도 있습니다.



[벨로즈식 압력계 구조]

압력계 선정 방법

세부 항목	주요 내용
측정 압력의 종류	정압, 동압, 맥동압, 진공압, 차압 등을 확인
측정 유체의 성질	물리적 온도, 점도, 농도 및 화학적 부식성, 독성, 폭발성 등을 확인
목적 또는 용도	표준용, 현장용, 지시형, 기록형, 원격용 등을 확인
측정 위치 및 주위 조건	부착 방법에 시인성이 다르므로 「A」, 「B」, 「BD」, 「D」 타입 선택
측정 정도	현장용은 1.0급 이상, 표준급은 1.0급 미만으로 선택
측정 시간	공정 변수 변화에 따른 압력계의 응답 속도 또는 지연 시간
측정 범위	사용 압력이 10MPa 이상의 고압인 경우에는 사용 압력의 2배의 압력계를, 10MPa 이하인 경우에는 사용 압력의 1.5배의 압력계를 선택
식품 제조용 설비 유무	반드시 "Use no oil" 이 표시된 것을 선택

제작 표준 압력계

■ 표준 압력계

압력범위	급별	0.5급		1.0급		1.5급						3.0급		
		크기mm	분할수	크기mm	분할수	50	60	75	100	150	200	50	60	
kgf/cm ²	크기mm	150	200	100	150	200	50	60	75	100	150	200	50	60
bar(10MPa)	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수	분할수
2000-0(200-0)	100	100	-	40	40	-	-	-	40	40	40	-	-	
1000-0(100-0)	100	100	-	50	50	-	-	-	50	50	50	-	-	
700-0(70-0)	70	70	35	35	35	-	-	-	35	35	35	-	-	
500-0(50-0)	100	100	50	50	50	-	-	-	50	50	50	-	-	
350-0(35-0)	70	70	35	35	35	-	-	-	35	35	35	-	-	
250-0(25-0)	125	125	50	50	50	25	25	25	50	50	50	25	25	
150-0(15-0)	75	75	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
100-0(10-0)	100	100	50	50	50	20	20	20	50	50	50	20	20	
70-0(7-0)	70	70	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
50-0(5-0)	100	100	50	50	50	25	25	25	50	50	50	25	25	
35-0(3.5-0)	70	70	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
25-0(2.5-0)	125	125	50	50	50	25	25	25	50	50	50	25	25	
20-0(2.0-0)	100	100	40	40	40	20	20	20	40	40	40	20	20	
15-0(1.5-0)	75	75	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
10-0(1.0-0)	100	100	50	50	50	20	20	20	50	50	50	20	20	
6-0(0.6-0)	120	120	30	30	30	30	30	30	30	30	30	12	12	
4-0(0.4-0)	80	80	40	40	40	20	20	20	40	40	40	20	20	
3-0(0.3-0)	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
2-0(0.2-0)	100	100	40	40	40	20	20	20	40	40	40	20	20	
1-0(0.1-0)	100	100	50	50	-	20	20	20	50	50	-	20	20	
0.5-0(0.05-0)	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50	-	-	-	

■ 진공계

압력 범위	급별	0.5급		1.0급		1.5급						3.0급
		크기mm	분할수	크기mm	분할수	60	75	100	150	200	60	
0--76cmHg	76	76	38	38	38	15	15	38	38	38	15	
0--0.1MPa	100	100	50	50	50	20	20	50	50	50	20	

MEMO

A. 기록계

B. 지시계

C. 변환기

D. 조절기

E. 전력조절기

F. 온도센서

G. 압력전송기

H. 온도전송기

I. 온도계

J. 압력계

K. 약세서리

SS-3302

SS-3010

SS-3020
SS-3020DEV

SS-3025~
SS-3028

SS-3030
SS-3040

SS-3050
SS-3050S

SS-3070
SS-3075~
SS-3078