

1-7 차원과 단위

(1) 차원(Dimension) : 물리적 현상을 다룰 때 질량(힘), 변위, 시간 등으로 특징을 규정하는 기본량의 조합. 여기서 물리적 현상이라 함은 질량을 갖는 어떤 물질이 일정시간동안에 이동하는 현상

$$[Q] = [A^\alpha \cdot B^\beta \cdot C^\gamma \cdot \dots] \quad (1-5)$$

여기서 Q : 물리량

$[A^\alpha \cdot B^\beta \cdot C^\gamma \cdot \dots]$: 차원식

A, B, C, \dots : 기본량

$\alpha, \beta, \gamma, \dots$: 기본량 A, B, C에 대한 차원

① 기본차원

MLT계 : 질량(M), 길이(L), 시간(T)

FLT계 : 힘(F), 길이(L), 시간(T)

② 유도(종속, 2차)차원

기본차원으로 유도되는 차원

$$(\text{예}) \quad [\text{속도}] = [\text{거리}]/[\text{시간}] = \frac{[L]}{[T]} = [LT^{-1}]$$

$$[\text{힘}] = [\text{질량}][\text{가속도}] = \frac{[M][L]}{[T^2]} = [MLT^{-2}]$$

$$[\text{압력}] = [\text{힘}]/[\text{면적}] = \frac{[F]}{[L^2]} = [FL^{-2}]$$

$$[\text{질량}] = [\text{힘}]/[\text{가속도}] = \frac{[F]}{[L]/[T^2]} = [FL^{-1}T^2]$$

③ 차원동차 (Dimensionally homogeneous)

$A = B+C$ 일 때 A와 B+C는 동일한 값을 갖으며 각 항 A, B, C는 동일한 차원을 갖는다.

$$(\text{예}) \quad 10(kg_m) = 6(m) + 4(sec)$$

$$[M] \neq [L] \neq [T]$$

④ FLT계와 MLT계의 관계

Newton의 운동법칙 : $F=ma$

$$[F] = [M][LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$$

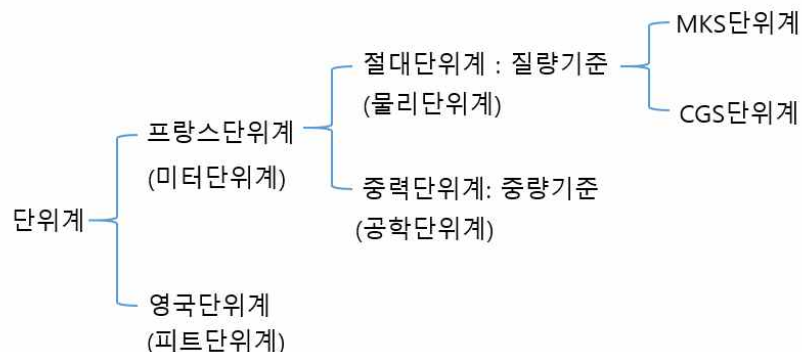
$$[M] = [FL^{-1}T^2]$$

(1-6)

(2) 단위(unit)

물리량의 크기를 나타내기 위하여 비교의 기준으로 삼는 동종의 량.

즉 물리량의 크기 = 수치 × 단위



※ SI 단위계 : MKS 단위계를 기초로 함

표 1-1 각 단위계의 비교

$$F = ma \text{에서 } m = \frac{F}{a} \text{이므로 } \frac{kg_f}{m/s^2} = kg_f s^2 / m$$

물리량	절대단위		중력 단위	SI 단위	차원	
	MKS	CGS			MLT계	FLT계
길이	m	cm	m	m	[L]	[L]
질량	kg	g	$kg_f s^2 / m$	kg	[M]	$[FL^{-1}T^2]$
시간	s	s	s	s	[T]	[T]
힘	kgm/s ²	gcm/s ²	kg _f	N	$[MLT^{-1}]$	[F]
에너지 (일및열)	kgm ² /s ²	gcm ² /s ²	kg _f m (kcal)	J (=Nm)	$[ML^2T^{-2}]$	[FL]
동력	kgm ² /s ³	gcm ² /s ³	kg _f m/s	W (=J/s)	$[ML^2T^{-3}]$	$[FLT^{-1}]$
압력	kg/ms ²	g/cms ²	kg _f /m ²	Pa (=N/m ²)	$[ML^{-1}T^{-2}]$	$[FL^{-2}]$

일=힘×거리
동력=일량/시간
압력=힘/면적

(3) SI 단위의 구성

① SI단위

기본단위(7개) : 길이(m), 질량(kg), 시간(s), 전류(A),
열역학적온도(K), 물리량(mol), 광도(cd)

보조단위(2개) : 평면각(rad), 입체각(sr)

조립단위: 조립단위(17개), 기타

② SI접두어(16개)

1-8 압력(Pressure) : p

단위 면적 당 작용하는 수직방향의 힘

$$p = \frac{F}{A} = \frac{F' \cos \theta}{A} \quad (1-7)$$

유체(액체, 기체) : 압력,

고체 : 응력(stress)

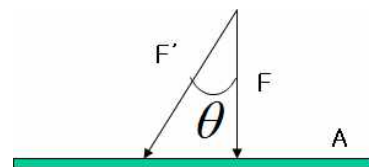


그림 1-3 압력

(1) 단위

① CGS 단위

$$1 \text{ bar} = 10^6 \text{ dyne/cm}^2 = 10^3 \text{ mbar} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa (hecto Pascal)}$$

② SI 단위

$$1 \text{ Pa (pascal)} = 1 \text{ N/m}^2$$

③ 공학단위(중력단위): 1공학기압

$$1 \text{ at} = 1 kg_f / cm^2 = 10 \text{ mAt}$$

④ 표준대기압 : 중력가속도가 표준상태($g = 9.80665 \text{ m/s}^2 \approx 9.81 \text{ m/s}^2$)일 때 밀도가 13.5951 g/cm^3 의 수은주의 높이 760 mm를 나타내는 압력

$$1 \text{ atm (atmosphere)} = 760 \text{ mmHg} = 1.03323 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 (= \text{at}) \\ = 101.325 \text{ kPa} = 1013.25 \text{ mbar} = 10.3323 \text{ mAq}$$

[예제 1-1] 단위환산을 하시오

$$1 \text{ mbar} = \frac{1.03323}{1013.25} \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

(1) 1003.9 mbar

$$= 1003.9 \times \frac{1.03323}{1013.25} = 1.02 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 (\text{at})$$

$$= 1003.9 \times \frac{760}{1013.25} = 759.99 \text{ mmHg}$$

(2) 700 mmHg

$$= 700 \times \frac{1.03323}{760} = 0.962 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$= 700 \times \frac{101.325}{760} = 99.33 \text{ kPa}$$

$$= 700 \times \frac{1}{760} = 0.920 \text{ atm}$$

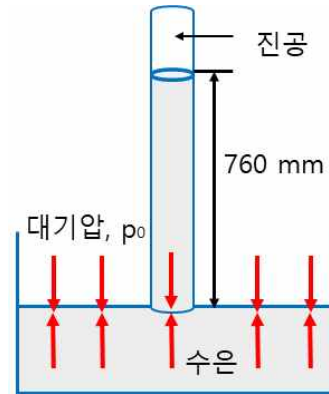


그림 1-4 1 atm

(2) 압력계의 관계

① 절대압력(absolute pressure) : P_a [$\text{kg}_f/\text{cm}^2, \text{abs}$] [ata] [at]

완전진공을 기준으로 한 압력

② 계기(게이지)압력(gauge pressure) : P_g [$\text{kg}_f/\text{cm}^2, g$] [atg] [atu]

대기압을 기준으로 한 압력

압력이 대기압보다 높으면(정압)

$$p_a = p_o + p_g \quad (1-8)$$

압력이 대기압보다 낮으면(부(음)압 또는 진공압)

$$p_a = p_o - p_g \quad (1-9)$$

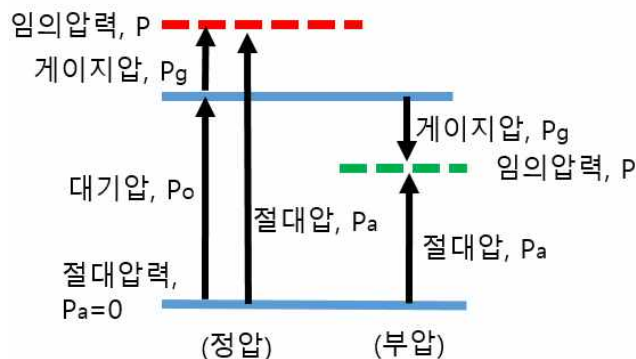


그림 1-5 압력계의 관계

③ 부압 즉 진공의 상용단위

$$\cdot 1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHg}$$

$$\cdot \text{진공도: } x = \frac{\text{게이지압}}{\text{대기압}} = \frac{P_g}{P_0} \times 100 (\%) \quad (1-10)$$

[예제 1-2] 표준 대기압(760 *mmHg*) 상태에서 측정한 진공압력이 700 *mmHg*일 때 절대압과 진공도는 얼마인가?

$$\begin{aligned} (\text{sol}) \quad \text{절대압: } P_a &= P_0 - P_g = 760 \text{ mmHg} - 700 \text{ mmHg} \\ &= 60 \text{ mmHg (Torr)} \end{aligned}$$

$$\text{진공도: } x = \frac{P_g}{P_0} \times 100 = \frac{700}{760} \times 100 = 92.1\%$$

[예제 1-3] 대기압이 1003.9 *mbar* 일 때 다음의 압력은 절대압력으로 몇 *ata* 인가?

- (1) 25 *kg_f/cm²*인 게이지압 (2) 700 *mmHg*인 진공압력
(3) 진공도가 90%

(sol)

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1.03323 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 = 101.325 \text{ kPa} = 1013.25 \text{ mbar}$$

$$1003.9 \text{ mbar} = 1003.9 \times \frac{1.03323}{760} = 1.365 \text{ at}$$

$$(1) \quad p_a = p_0 + p_g = 1003.9 \times \frac{1.03323}{1013.25} + 25 = 26.36 \text{ ata}$$

$$(2) \quad p_a = p_0 - p_g = 1003.9 \times \frac{1.03323}{1013.25} - 700 \times \frac{1.03323}{760} = 0.072 \text{ ata}$$

$$(3) \quad \text{진공도: } x = \frac{p_g}{p_0} \times 100 \rightarrow p_g = \frac{x p_0}{100} \text{ 이므로}$$

$$\begin{aligned} p_a &= p_0 - p_g = p_0 - \frac{x p_0}{100} = p_0 \left(1 - \frac{x}{100}\right) \\ &= 1003.9 \times \frac{1.03323}{1013.25} \times \left(1 - \frac{90}{100}\right) \\ &= 0.102369 \text{ ata} \end{aligned}$$

1-10 밀도 비중량, 비체적

(1) 밀도(density): ρ

단위체적당 물질의 질량

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\text{kg}/\text{m}^3] \quad (1-11)$$

$$\rho = \frac{G}{gV} = \frac{\gamma}{g} \quad \left[\frac{\text{kg}_f}{\text{m}/\text{s}^2 \text{ m}^3} = [\text{kg}_f \text{ s}^2/\text{m}^4] \right]$$

(1-11)

(2) 비중량(specific weight) : γ

단위체적당 물질의 중량

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad [\text{kg}_f/\text{m}^3] \quad (1-12)$$

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g \quad [N/m^3]$$

(3)비체적(specific volume): v

단위 질량 또는 중량의 물질이 차지하는 체적으로
밀도 또는 비중량의 역수이다

$$v = \frac{V}{m} \quad [m^3/kg]$$

$$v = \frac{V}{G} \quad [m^3/kg_f]$$

(1-13)