

유체역학 (07 차)

2장. 유체 정역학

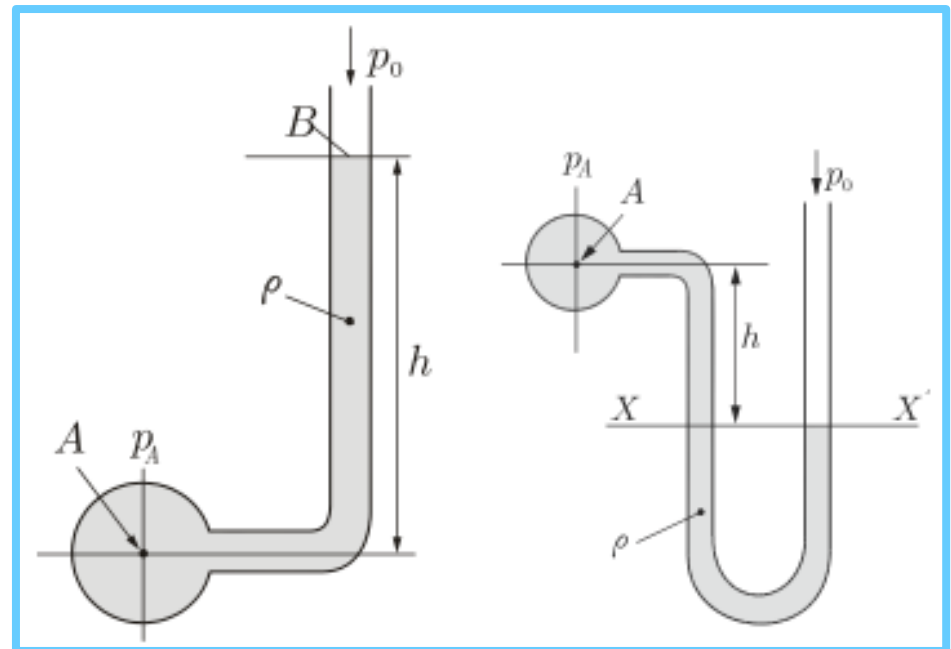
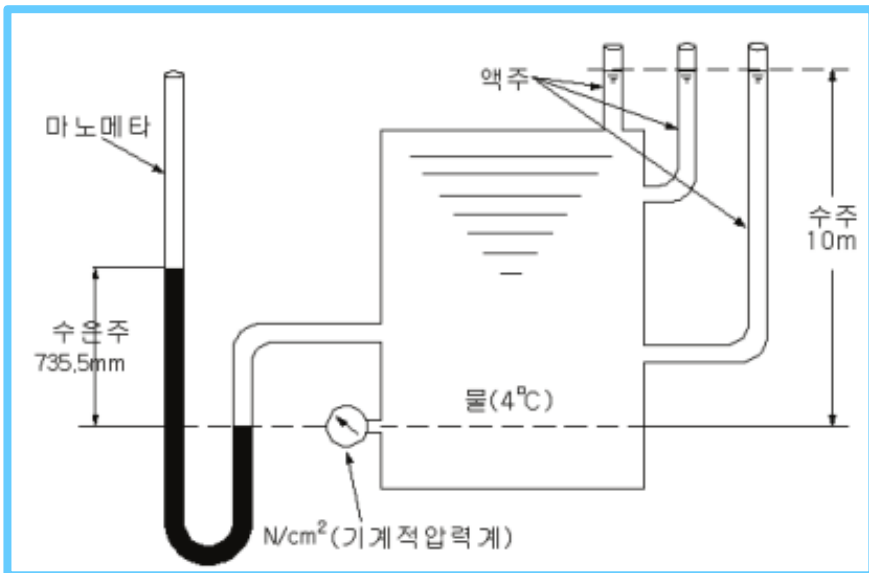
액주계



2-4 액주계

◆ 액주계

- 간단하고 저렴한 압력 측정 장치
- 액체의 높이로 압력이나 압력차이를 측정하는 계기로서 하나 또는 둘 이상의 유체 (수은, 물, 알코올, 기름 등) 을 포함한다.
- $P = \gamma h = \rho g h$ 이용
- **피에조미터 (piezometer) :** 액주계의 액체가 측정하려는 유체와 같은 경우

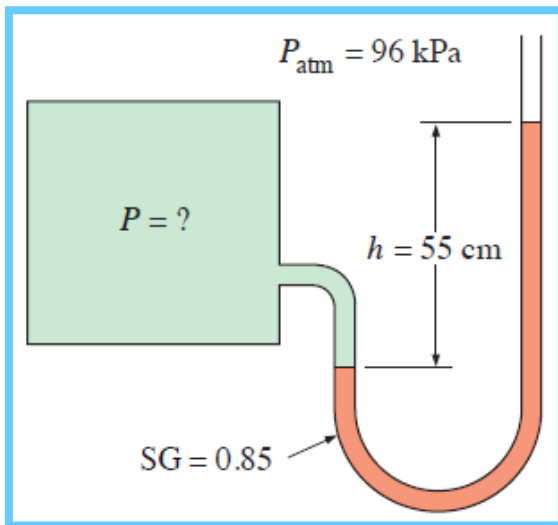


피에조미터

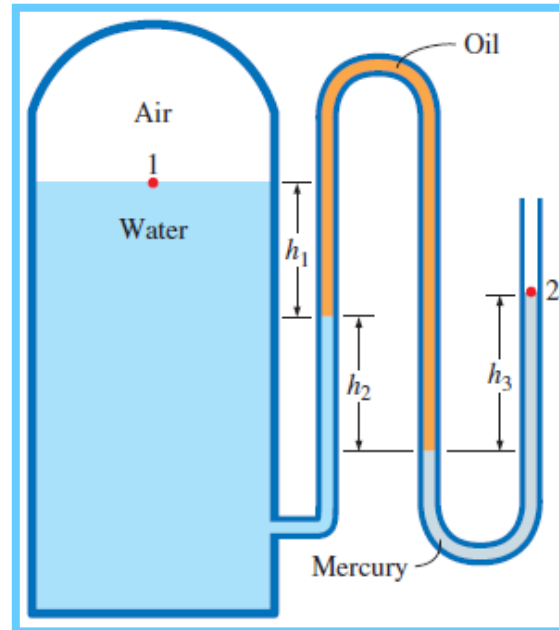
U자관형 피에조미터

2-4 액주계

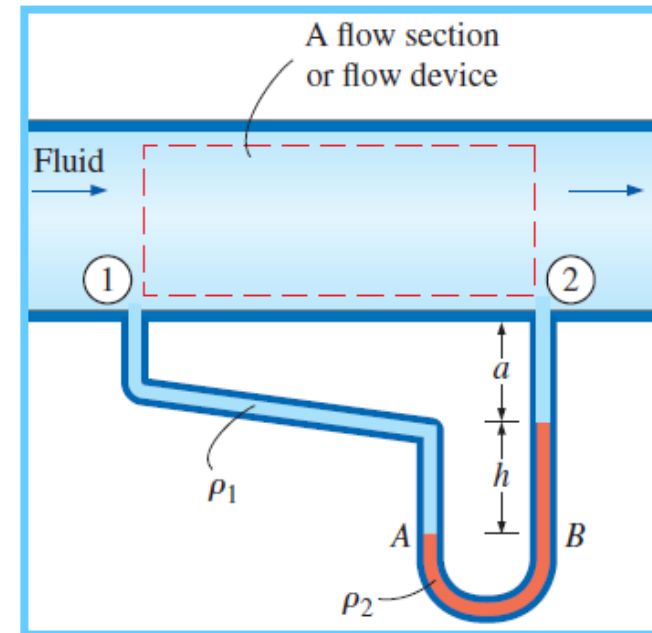
➤ **마노미터 (manometer) :** 액주계의 액체가 측정하려는 유체와 다른 경우



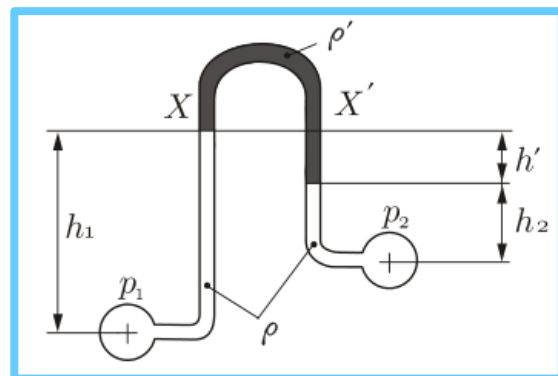
U자관 마노미터



U자관 다중 유체 마노미터



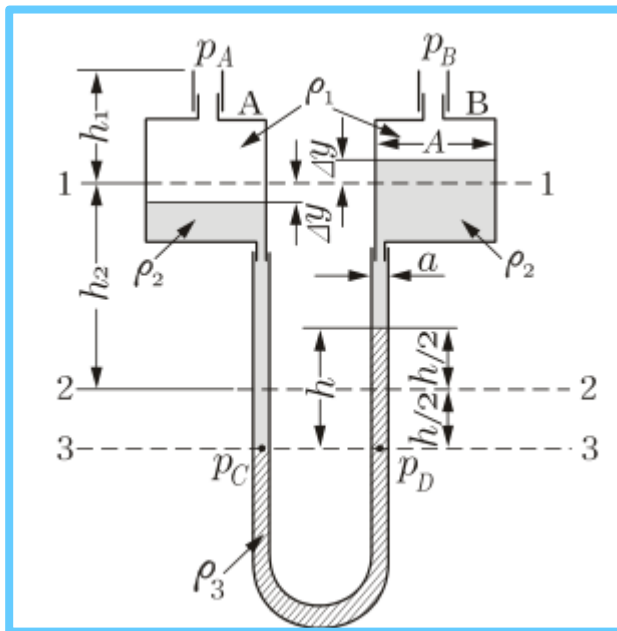
U자관 차압 마노미터



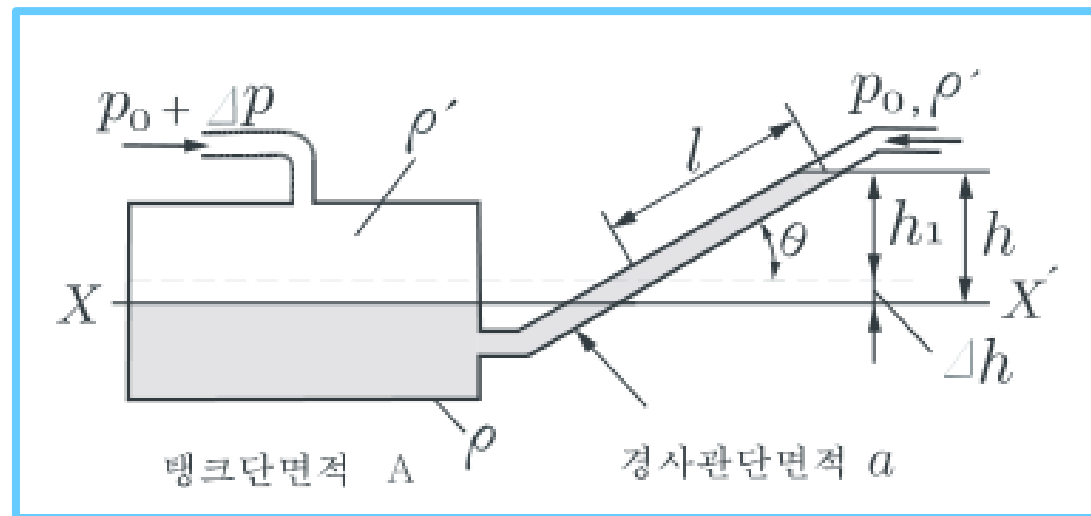
역 U자관 마노미터

2-4 액주계

➤ 미압계 (micro manometer) : 정밀 압력 측정



2유체 미압계

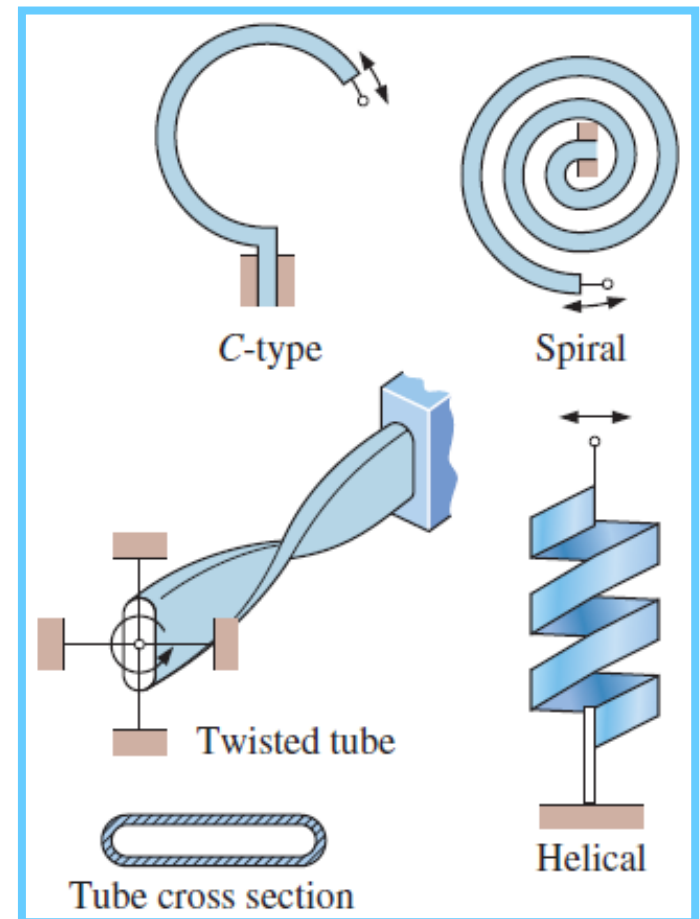
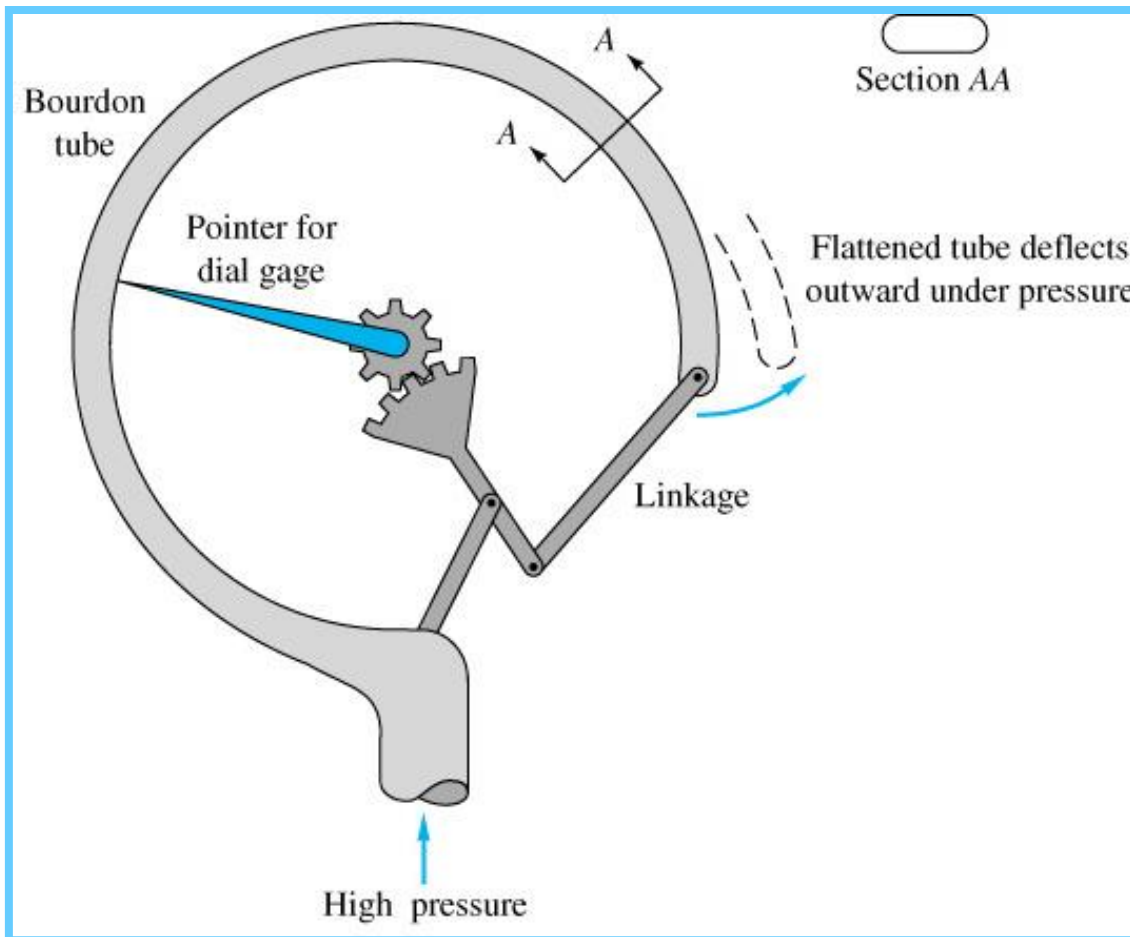


경사 미압계



2-4 액주계

- **부르돈관 (Bourdon tube)** : 압력에 따른 관이 휘는 속이 비어있는 금속 관으로 이루어짐. 끝이 닫혀있으면서 지시 바늘에 연결되어있다.



여러 유형의 부르돈관

2-4 액주계

◆ 압력측정

※ 압력계의 종류

- 1) 중력이용 장치 : barometer, manometer, deadweight piston
- 2) 탄성변형응용 장치 : bourdon tube(metal and quartz), diaphragm, bellows, strain-gage, optical beam displacement
- 3) 기체거동응용 장치 : gas compression(McLeod gage), thermal conductivity (Pirani gage), molecular impact(Knudsen gage), ionization, thermal conductivity, air piston : 대기압 보다 낮은 압력 측정
- 4) 전기출력 장치 : resistance(Bridgman wire gage), diffused strain gage, capacitive, piezoelectric, magnetic inductance, magnetic reluctance, linear variable differential transformer(LVDT), resonant frequency



2-4 액주계

예제

2-16

그림 2·13과 같이 관내의 수압을 수은 액주계를 이용하여 측정한 결과 $H=30\text{ cm}$, $H'=50\text{ cm}$ 이었다. 대기압이 765 mmHg일 때 관내의 수압을 절대압으로 구하라. 단, 물의 비중은 1이고 수은의 비중은 13.6이다.

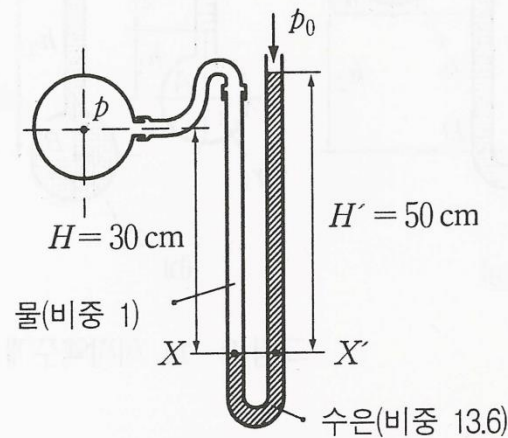


그림 2·13 수은 마노미터

2-4 액주계

예제 2-16

그림 2·13과 같이 관내의 수압을 수은 액주계를 이용하여 측정한 결과 $H=30\text{ cm}$, $H'=50\text{ cm}$ 이었다. 대기압이 765 mmHg 일 때 관내의 수압을 절대압으로 구하라. 단, 물의 비중은 1이고 수은의 비중은 13.6이다.

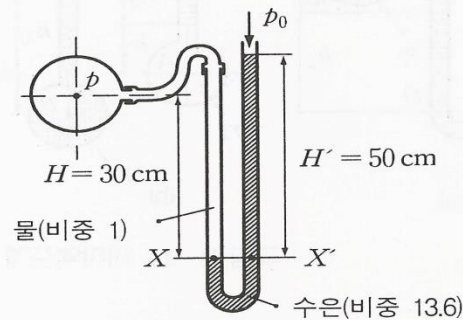


그림 2·13 수은 마노미터

풀이

물의 밀도 $\rho_w = 1000\text{ kg/m}^3$

수은의 밀도 $\rho_m = 1000 \times 13.6 = 13600\text{ kg/m}^3$

대기압 $p_o = 765\text{ mmHg} = 765 \times \frac{101325}{760} = 101991.6\text{ Pa}$

X' 점의 압력 $p_{X'} = p_o + \rho_m g H'$

X 점의 압력 $p_X = p + \rho_w g H$

$p_{X'} = p_X$ 이므로

$p = p_o + \rho_m g H' - \rho_w g H$

$= 101991.6 + 9.8 \times (13600 \times 0.5 - 1000 \times 0.3) = 165691.6\text{ Pa} \approx 165.7\text{ kPa}$



2-4 액주계

예제

2-17

그림 2·14와 같은 수은의 U자관 액주계를 이용하여 송수관의 수압을 측정할 때 수은주의 차이가 30 cm이면, 송수관 중심 C점의 수압력은 계기압으로 얼마인가? 단, 수은의 밀도는 13600 kg/m^3 이다.

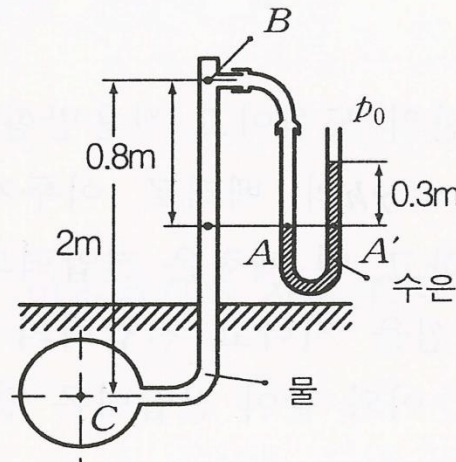


그림 2·14 U자관 액주계

2-4 액주계

예제
2-17

그림 2·14와 같은 수은의 U자관 액주계를 이용하여 송수관의 수압을 측정할 때 수은주의 차이가 30 cm이면, 송수관 중심 C점의 수압력은 계기압으로 얼마인가? 단, 수은의 밀도는 13600 kg/m^3 이다.

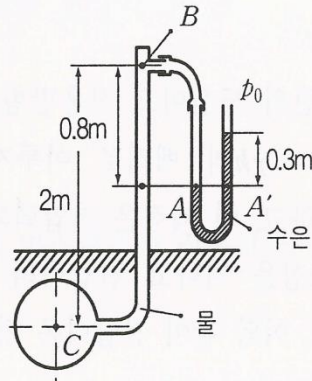


그림 2·14 U자관 액주계

풀이

물의 밀도 $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$

수은의 밀도 $\rho_m = 13600 \text{ kg/m}^3$

A'점의 압력 $p_{A'} = p_o + \rho_m g h_1$

A점의 압력 $p_A = p_B + \rho_w g h_2$

C점의 압력 $p_C = p_B + \rho_w g h_3$

$p_{A'} = p_A$ 이므로

$p_C = p_o + \rho_m g h_1 - \rho_w g h_2 + \rho_w g h_3$ 이 된다. 따라서 C점의 계기압력

$p_{C,g} = \rho_m g h_1 + \rho_w g (h_3 - h_2)$

$= 13600 \times 9.8 \times 0.3 + 1000 \times 9.8 \times (2 - 0.8) = 51.744 \text{ kPa}$

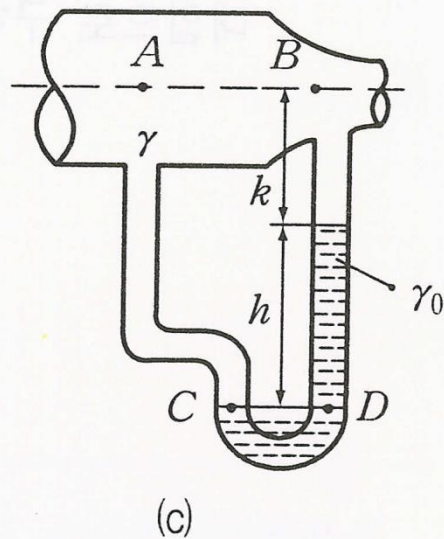


2-4 액주계

예제

2-18

그림 2·11(c)와 같은 교축관에 물이 흘러갈 때 수은주의 시차가 800 mm이라면, 두 점 A, B사이의 압력차는 얼마인가? 단, 수은의 비중은 13.6이다.



2-4 액주계

예제

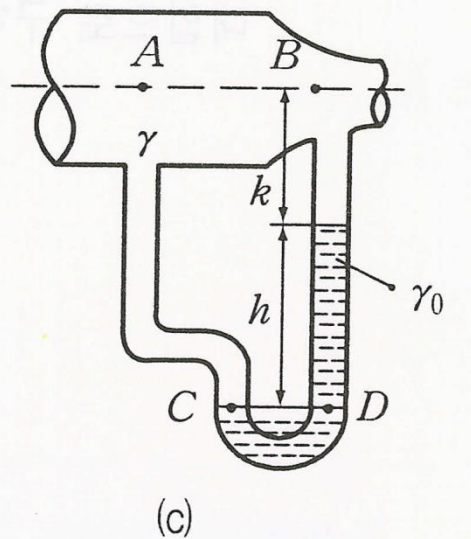
2-18

그림 2·11(c)와 같은 교축관에 물이 흘러갈 때 수은주의 시차가 800 mm이라면, 두 점 A, B사이의 압력차는 얼마인가? 단, 수은의 비중은 13.6이다.

풀이

$$p_A - p_B = (\gamma_o - \gamma)h$$

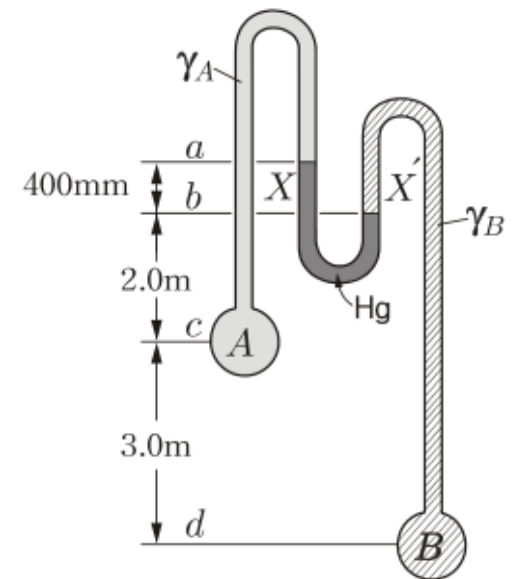
$$= (13600 - 1000) \times 0.8 = 10080 \text{ kg}_f/\text{m}^2 = 1.008 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$



2-4 액주계

예제.
2-19

그림(ex2.6)과 같이 시차 액주계에서 $p_B=207[\text{kPa}]$, B탱크 액체의 비중량 $\gamma_B = 12.4[\text{kN/m}^3]$, A탱크 액체의 비중량 $\gamma_A=8.4[\text{kN/m}^3]$ 이며, 마노미터액인 수은은 비중 13.56일 때 A탱크 내의 압력 p_A 를 구하라.



[그림(ex2.6)]



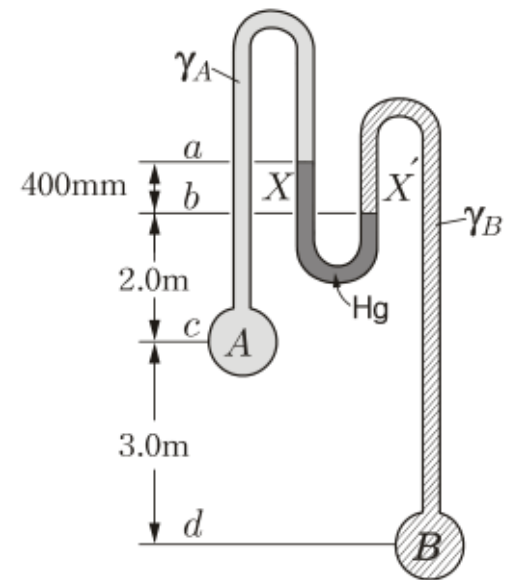
2-4 액주계

예제.
2-19

그림(ex2.6)과 같이 시차 액주계에서 $p_B=207[\text{kPa}]$, B탱크 액체의 비중량 $\gamma_B = 12.4[\text{kN/m}^3]$, A탱크 액체의 비중량 $\gamma_A=8.4[\text{kN/m}^3]$ 이며, 마노미터액인 수은은 비중 13.56일 때 A탱크 내의 압력 p_A 를 구하라.

[풀이] 수은의 동일 수평면상 X-X'면에서는 압력이 같으므로

$$\begin{aligned}
 p_A - \gamma_A(0.4 + 2.0) + \gamma_{Hg} \times 0.4 &= p_B - \gamma_B(3.0 + 2.0) \\
 \therefore p_A - p_B &= 2.4\gamma_A - 5.0\gamma_B - 0.4\gamma_{Hg} \\
 &= 2.4 \times 8.4 - 5.0 \times 12.4 - 0.4(13.56 \times 1000 \times 9.8 \times 10^{-3}) \quad \approx -95 \text{ kPa} \\
 \therefore p_A &= p_B - 95 = 207 - 95 = 112 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$



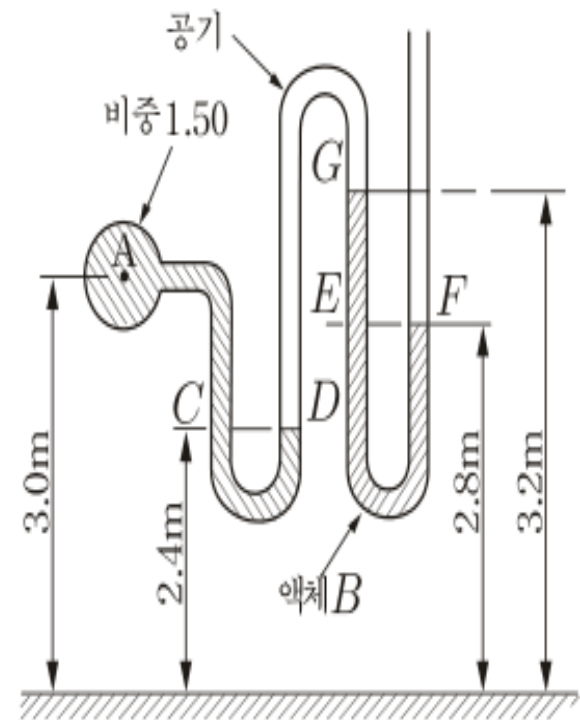
[그림(ex2.6)]



2-4 액주계

예제.
2-20

그림(ex2.7)에 표시한 바와 같은 U자관의 조합 액주계에서, 용기에는 비중 1.5의 액체가 들어 있으며, 점 A에서의 게이지압이 $-10[\text{kPa}]$ 일 때 액체 B의 비중을 구하라.



[그림(ex2.7)]



2-4 액주계

예제. 그림(ex2.7)에 표시한 바와 같은 U자관의 조합 액주계에서, 용기에는 비중 1.5의 액체가 들어 있으며, 점 A에서의 게이지압이 $-10[\text{kPa}]$ 일 때 액체 B의 비중을 구하라.

[풀이] $p_D = p_C$ 로부터

$$p_D = p_A + 1000 \times 1.5 \times 9.81 \times (3.0 - 2.4)$$

$$= -10 \times 10^3 + 8.83 \times 10^3 = -1.17 \times 10^3 \text{ kPa} = -1170 \text{ Pa}$$
 다음에 GD 사이의 공기의 무게는 무시할 수 있으므로

$$p_G = p_D = -1170 \text{ Pa},$$

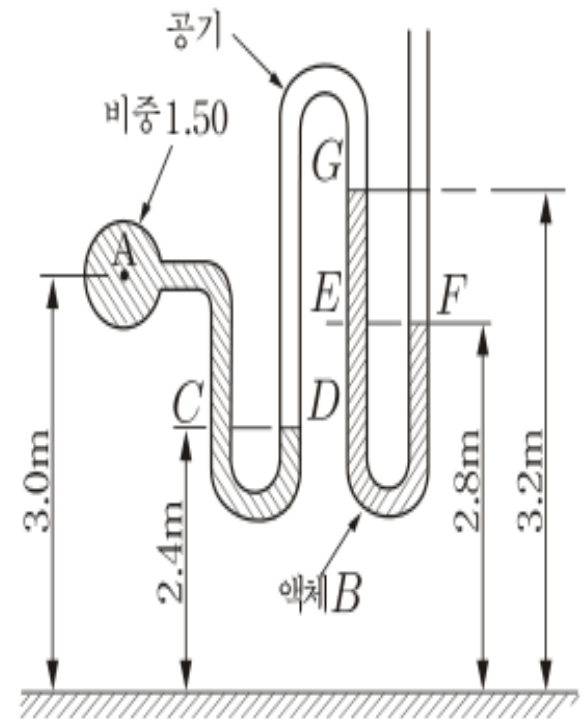
또 $p_E = p_F = 0$ 으로부터

$$p_E = p_G + \rho g \times (3.2 - 2.8) = 0$$

$$\therefore \rho = 1170 / (9.81 \times 0.4) = 298.2 \text{ kg/m}^3$$

따라서 비중은

$$s = \rho / \rho_W = 0.298$$



[그림(ex2.7)]



2장 유체 정역학

연습과제 (REPORT 07)

- 최신 압력측정 장비의 사양 및 가격을 인터넷에서 조사하라.
- 7차 예제 2-16 ~ 2-20 문제와 교제 2장 예제 2.5~2.7 를 풀어서 제출하시오

