

# 유체역학 ( 05 차 )

## 2장. 유체 정역학

압력단위, 절대압력 & 계기압력, 압력



## 2장 유체 정역학

※ 유체 요소 사이에 상대 운동이 없는 유체를 다룬다

- 정지 상태의 유체, 등가속도 직선 운동 하는 유체, 등속 원운동 하는 유체
- 점성 무시됨
  - 마찰력, 전단응력 무시됨
  - 유체가 면에 미치는 압력에 의한 힘에서 면에 수평하게 접하는 방향으로의 힘은 무시됨

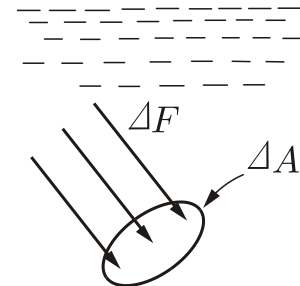
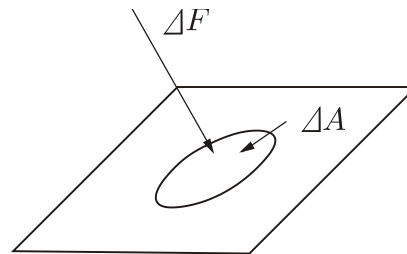
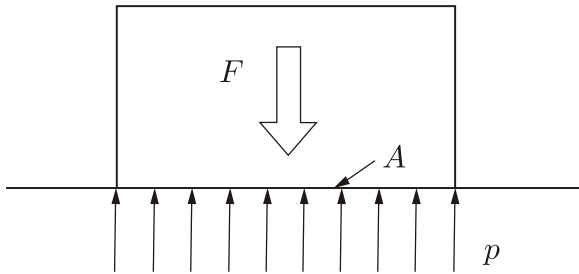


## 2-1 압력 단위

### ◆ 압력 ( Pressure )

- 압력은 항상 임의의 표면에 수직으로 안쪽 방향으로 작용한다
- 압력은 수직 스트레스
- 단위 면적  $\Delta A$ 을 수직으로 누르는 힘  $\Delta F$

$$P = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A} = \frac{dF}{dA} \quad [kg_f/cm^2, N/m^2 = Pa]$$



### ◆ 정지 유체 내의 압력 ( Pressure )

- 단위 면적에 수직으로 작용하는 유체의 압축력

## 2-1 압력 단위

◆ **압력 단위** :  $1Pa = 1N/m^2$  ,  $1bar = 10^5Pa$

### ※ 표준 대기압

$$\begin{aligned} 1\text{기압(atm)} &= 760\text{mmHg} (= 1000\text{kgf}/\text{m}^3 \times 13.6 \times 0.76\text{m}) \text{ (수은주 높이)} \\ &= 10.336\text{mAq} \text{ (물 단위)} \\ &= 10336\text{kg}_f/\text{m}^2 \approx 1.034\text{kg}_f/\text{cm}^2 (= 10336\text{kg}/\text{m}^2 \times 9.8\text{m}/\text{s}^2) \text{ (중력 단위)} \\ &\approx 101300\text{N}/\text{m}^2 = 1.013 \times 10^5\text{Pa} \text{ (SI 단위)} \\ &= 1.013\text{bar} \end{aligned}$$

### ※ 공업 기압

$$1\text{at} = 1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 10\text{mAq}$$

단위	환산
Pa	1[Pa]=1[N/m <sup>2</sup> ]
bar, b	1[bar]=10 <sup>5</sup> [Pa]
kgf/m <sup>2</sup>	1[kgf/m <sup>2</sup> ]=9.8[Pa]
mH <sub>2</sub> O, mAq	1[mAq]=9800[Pa]
atm	1[atm]=101300[Pa]
mHg	1[mHg]=1/0.76[atm]
Torr	1[Torr]=1[mmHg]



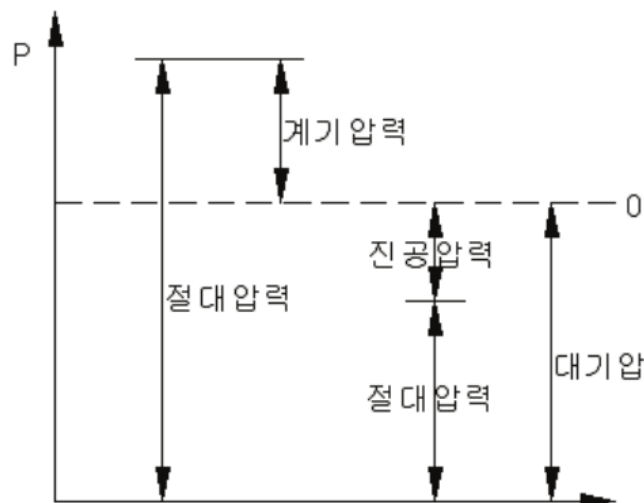
## 2-2 절대 압력과 계기 압력

### ※ 절대압력과 계기압력

- \* **절대압력**(absolute pressure) : **완전 진공**상태를 기준으로 하여 측정한 압력
- \* 계기압력과 진공압력 : **대기압**( $p_a$ )을 기준으로 하여 측정한 압력

**계기압력**(gage pressure) :  $p > p_a$  인 경우  $p_{\text{gage}} = p - p_a$

**진공압력**(vacuum pressure) :  $p < p_a$  인 경우  $p_{\text{vacuum}} = p_a - p$



**절대압력 = 대기압 + 계기압력**

**절대압력 = 대기압 - 진공압력**



## 2-2 절대 압력과 계기 압력

예제  
2-8

10kgf/m<sup>2</sup> 을 공학기압으로 표시하라

풀이

예제  
2-9

20mAq를 SI단위로 표시하라

풀이

예제  
2-10

760mmHg를 SI단위로 표시하라



## 2-2 절대 압력과 계기 압력

예제  
2-8

10kgf/m<sup>2</sup> 을 공학기압으로 표시하라

풀이

$$10\text{kgf/m}^2 = 10 \times 10^{-4}\text{kg}_f/\text{cm}^2 = 0.001\text{at}$$

예제  
2-9

20mAq를 SI단위로 표시하라

풀이

$$20\text{mAq} = 20 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 1\text{m} = 196000\text{Pa}$$

예제  
2-10

760mmHg를 SI단위로 표시하라

풀이

$$760\text{mmHg} = 0.76\text{m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8\text{m/s}^2 \times 13.6 \approx 101300\text{Pa}$$



## 2-2 절대 압력과 계기 압력

예제

2-11

국소대기압이 750 mmHg이고 계기압이 1.5 at일 때, 절대압은 얼마인가?

풀이

예제

2-13

진공도가 25%인 용기안의 절대압력은 몇 mmHg인가?

풀이





## 2-2 절대 압력과 계기 압력

예제

2-11

국소대기압이 750 mmHg이고 계기압이 1.5 at일 때, 절대압은 얼마인가?

풀이

$$\text{국소대기압} = 750\text{mmHg} = 750\text{mmHg} \times \frac{1.034\text{kg}_f/\text{cm}^2}{760\text{mmHg}} = 1.02\text{at}$$

$$\text{따라서 절대압력} = \text{대기압력} + \text{계기압력} = 1.02\text{at} + 1.5\text{at} = 2.52\text{at}$$

예제

2-13

진공도가 25%인 용기안의 절대압력은 몇 mmHg인가?

풀이

$$\text{진공압력} = 760 \times 0.25 = 190\text{ mmHg}$$

$$\text{절대압력} = 760 - 190 = 570\text{ mmHg}$$

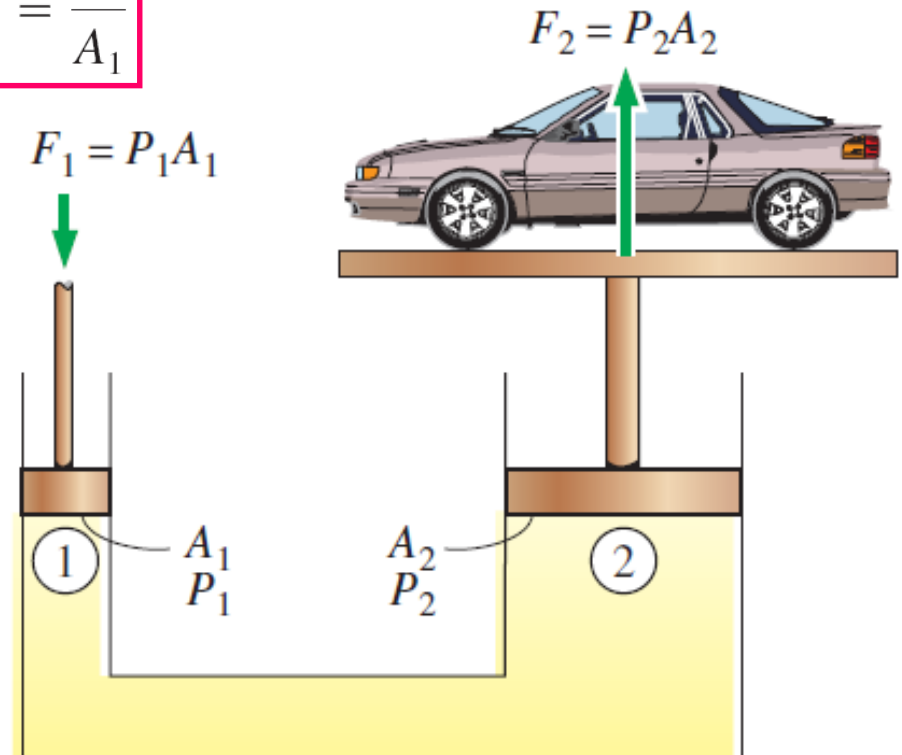
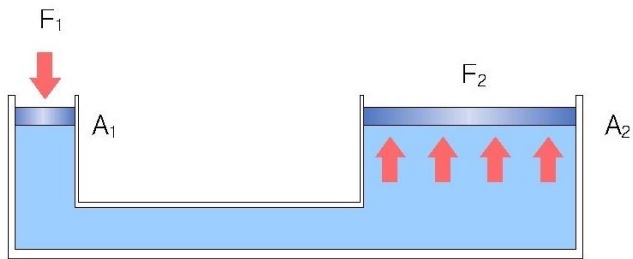


## 2-3 압력

### ◆ 압력의 전달성 - 파스칼의 원리

- 밀폐된 용기에 담긴 유체에 가해진 압력은 유체의 모든 부분과 유체를 담은 용기의 벽까지 그 세기가 감소되지 않고 전달된다

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$



## 2-3 압력

예제  
2-2

다음 그림 2·3에서 지름이 4 cm인 피스톤에  $100 \text{ kg}_f$ 의 힘을 가할 때 이것과 평형을 이룰 수 있는 추의 무게는 얼마인가?

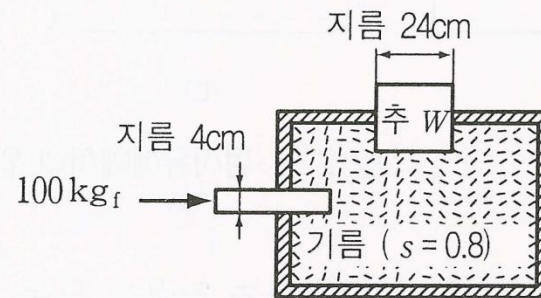


그림 2·3 파스칼의 원리 응용

## 2-3 압력

예제  
2-2

다음 그림 2·3에서 지름이 4 cm인 피스톤에  $100 \text{ kg}_f$ 의 힘을 가할 때 이것과 평형을 이룰 수 있는 추의 무게는 얼마인가?

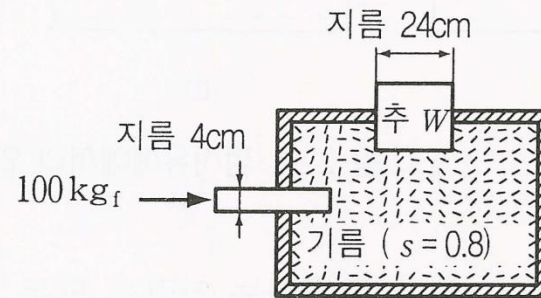


그림 2·3 파스칼의 원리 응용

풀이

Pascal의 원리 식 (2·3)에서

$$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} \quad \text{이므로} \quad \frac{100}{(\pi/4) \times 4^2} = \frac{W}{(\pi/4) \times 24^2}$$

$$\therefore W = 3600 \text{ kg}_f$$

## 2-3 압력

### 예제 2-3

아래의 그림에서 수압프레스의 피스톤  $A_1$ ,  $A_2$ 의 직경이 각각 60 mm, 200 mm 일 때,

- 1) 피스톤  $A_2$ 에서 20 kN의 물체를 지지하기 위해서는 피스톤  $A_1$ 에 얼마의 힘을 가해야 하는가?
- 2) 피스톤  $A_2$ 에서 물체를 30 mm 움직이기 위해서는 피스톤  $A_1$ 을 몇 mm 움직여야 하는가?

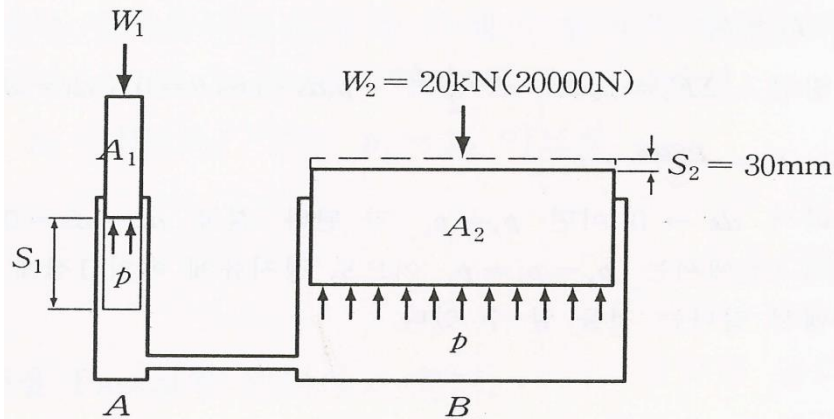


그림 2·4 수압프레스



## 2-3 압력

### 예제 2-3

아래의 그림에서 수압프레스의 피스톤  $A_1$ ,  $A_2$ 의 직경이 각각 60 mm, 200 mm 일 때,

- 1) 피스톤  $A_2$ 에서 20 kN의 물체를 지지하기 위해서는 피스톤  $A_1$ 에 얼마의 힘을 가해야 하는가?
- 2) 피스톤  $A_2$ 에서 물체를 30 mm 움직이기 위해서는 피스톤  $A_1$ 을 몇 mm 움직여야 하는가?

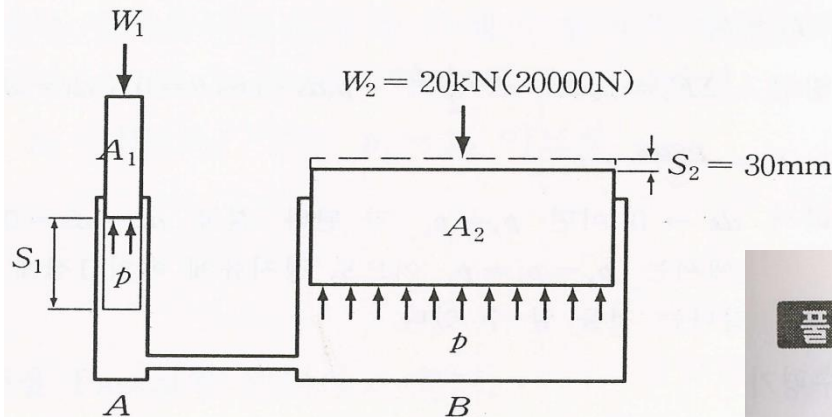


그림 2·4 수압프레스

### 풀이

- 1) Pascal의 원리에서

$$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} \quad \text{이므로} \quad W_1 = \left( \frac{A_1}{A_2} \right) W_2 = \left( \frac{60}{200} \right)^2 \times 20000 = 1800 \text{ N}$$

- 2)  $W_1 S_1 = W_2 S_2$  에서

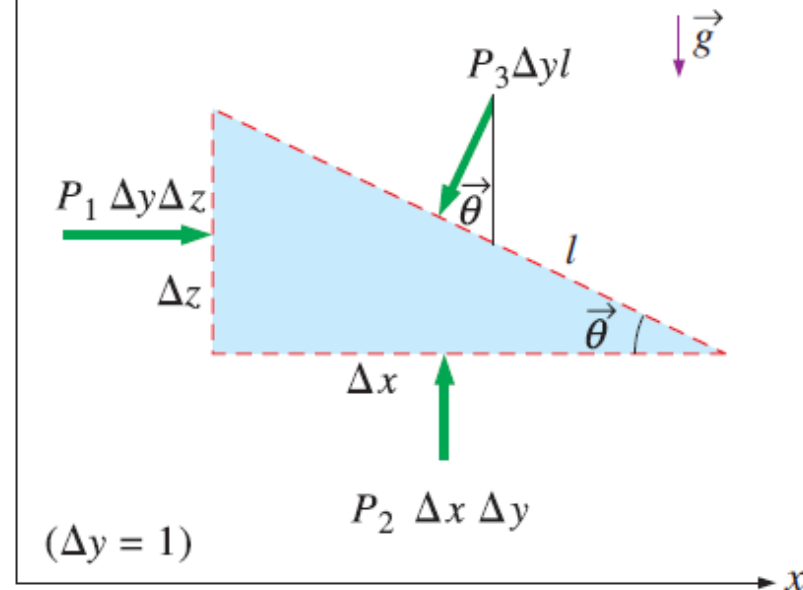
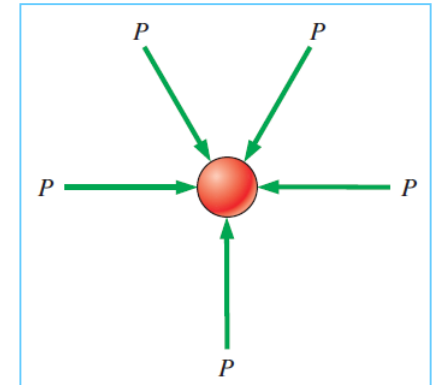
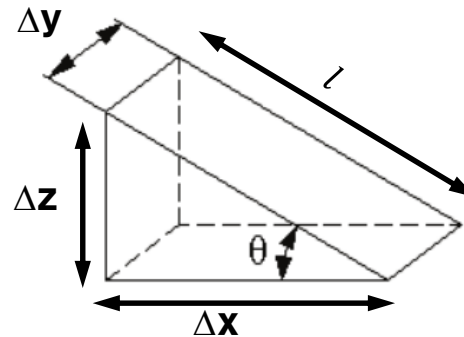
$$S_1 = \left( \frac{W_2}{W_1} \right) S_2 = \left( \frac{A_2}{A_1} \right) S_2 = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 S_2 = \left( \frac{200}{60} \right)^2 \times 30 = 333.3 \text{ mm}$$

## 2-3 압력

### ◆ 압력의 방향성 – 한 점에서 압력

- 임의의 한 점에 작용하는 압력의 크기는 모든 방향에서 같다 (압력은 벡터가 아니다)

$$P_1 = P_2 = P_3 = P$$



$$\sum F_x = ma_x = 0:$$

$$P_1 \Delta y \Delta z - P_3 \Delta y l \sin \theta = 0$$

$$\sum F_z = ma_z = 0:$$

$$\Delta z = l \sin \theta.$$

$$P_2 \Delta y \Delta x - P_3 \Delta y l \cos \theta - \frac{1}{2} \rho g \Delta x \Delta y \Delta z = 0$$

$$\Delta x = l \cos \theta \quad W = mg = \rho g \Delta x \Delta y \Delta z / 2$$

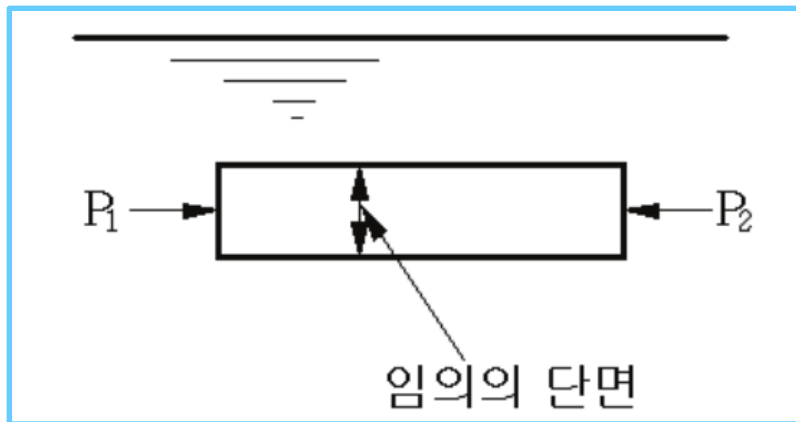
$$P_1 - P_3 = 0$$

$$P_2 - P_3 - \frac{1}{2} \rho g \Delta z = 0$$

## 2-3 압력

### ◆ 수평 방향의 압력변화

- 동일 수평면상의 임의의 두 점에서의 압력은 같다



$$AP_1 - AP_2 = 0$$

이어야 하므로

$$P_1 = P_2$$





## 2-3 압력

### ◆ 수직 방향의 압력변화

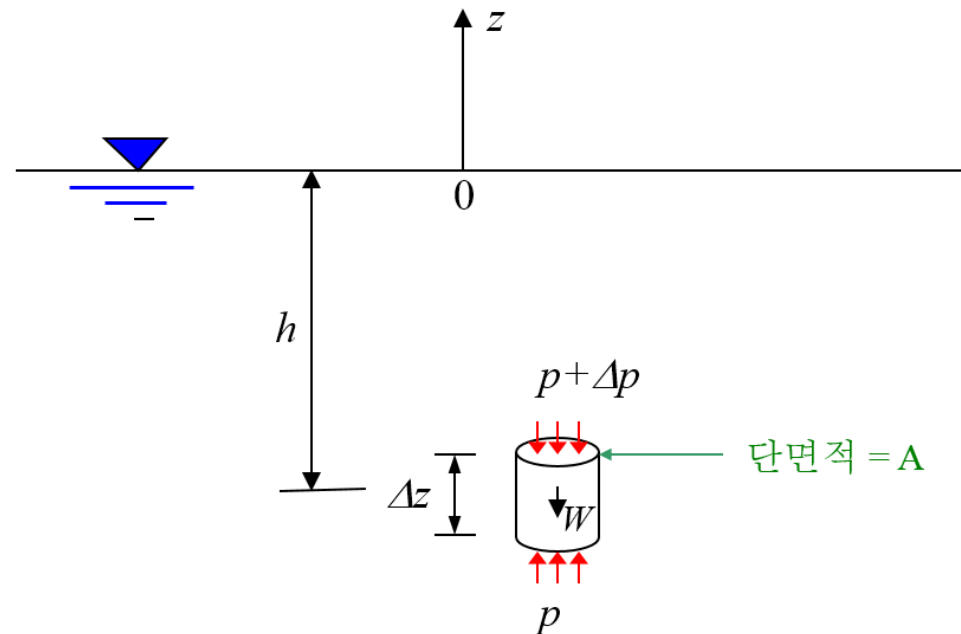
$$(P + \Delta P)A + W - PA = 0$$

$$\Delta PA + \rho g A \Delta z = 0$$

$$\Delta P = -\rho g \Delta z \quad \left( \frac{\Delta P}{\Delta z} = -\rho g, \frac{dP}{dz} = -\rho g \right)$$

- 유체 수면에서 압력이  $P_0$ 라면, 깊이  $h$ 에서 압력은,

$$P = P_0 + \rho g h = P_0 + \gamma h$$



## 2장 유체 정역학

### 연습과제 (REPORT 05)

- 연습문제 2장 1번~7번을 풀어보시오.
- 실생활에서 사용되는 압력 기기를 조사하라.
- 현재 실 생활에서 우리가 볼 수 있는 파스칼의 원리가 적용된 기기는 ? 또한, 자동차에서 찾아 볼 것.
- 수직 방향의 압력 변화  $P = P_0 + \gamma h$  식 을 다시 한번 유도하라.

