

부산가톨릭대학교 2022학년도 2학기 블렌디드러닝

유체역학

진도훈

- 유체에서 사용되는 압력의 형태에는 정압(static pressure)과 동압(velocity pressure)의 2가지가 있다.
- 유체가 관 내부를 흐르고 있을 때 유체의 흐름 방향과 직각으로 작용하는 압력을 정압이라고 하고, 유체의 흐름에 상대되는 압력을 동압이라고 하며 그 합을 전압이라고 한다.

(1) 정압(Static pressure)

- 정압은 유체가 관 내부를 흐르고 있을 때 유체의 흐름 방향과 직각으로 작용하는 압력
- 유체 중에 어떤 점의 모든 방향에서 같은 크기로 나타나는 압력으로 정지하고 있는 유체뿐 아니라 운동하고 있는 유체 중에 존재하는 압력
- 일반적으로 정압은 유체의 흐름이 없을 때 또는 유체의 흐름을 고려하지 않을 때 나타내는 압력으로 위치에너지의 형태로 나타낸다.
- 정압은 수직으로 작용한다.

(2) 동압(Velocity pressure)

- 동압(Velocity pressure)은 정압과는 달리 운동하고 있는 유체 중에만 존재하는 압력이다.
- 동압은 유체가 흐를 때 발생하는 운동에너지의 형태로 나타낸다.
- 운동에너지는 유체의 유속의 제곱근에 비례하는 값을 가지는 것으로 유체가 이동하는 방향으로 작용하는 압력을 동압 또는 속도압이라고 한다.

① 운동하고 있는 유체 중에만 존재하는 압력

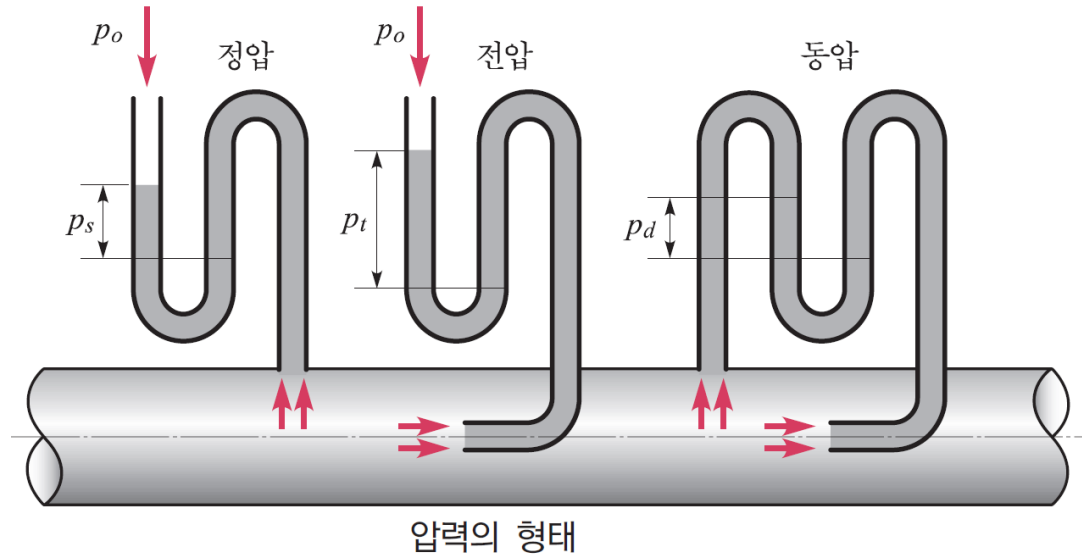
② 유체가 흐를 때 발생하는 운동에너지의 형태로 나타낸다.

- 운동에너지의 관계식 : $KE = \frac{v^2}{2g}$ 에서 운동에너지에 의해 발생하는 동압에 의한

$$\text{유체의 수두 } H = \frac{v^2}{2g}$$

- $v^2 = 2gH \rightarrow v = \sqrt{2gH}$ (H : 유체의 속도수, v : 유체의 속도(m/sec))

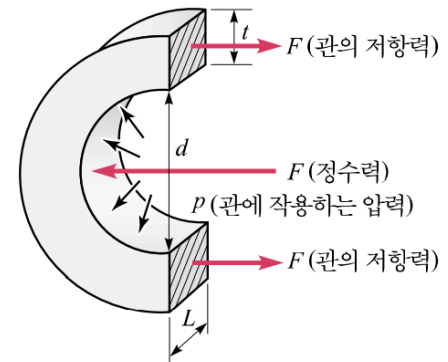
(3) 전압(Total pressure)



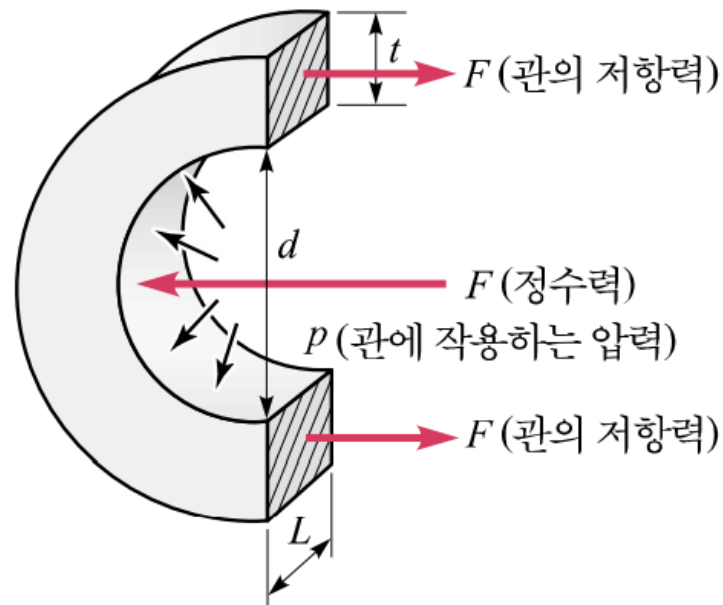
- 유체가 흐르는 배관 내에서 발생하는 정압과 동압의 합을 전압이라고 할 수 있다.
- 전압(Total pressure) = 정압(Static pressure) + 동압(Velocity pressure)
- 전압의 측정은 총돌관을 이용하여 유체가 흐르는 방향으로 작용하는 동압과 정압을 동시에 측정한다.

➤ 원관에 작용하는 정수압력

- 내부로부터 수압 p 만큼 압력을 받고 있는 길이 L , 내경 d , 두께 t 인 관에서 압력 p 가 관 벽면의 재료의 강도인 응력을 초과하면 관은 파열된다. 관 벽의 절단면에 작용하는 정수력은 d 와 L 로 정의된 면적을 곱하여 정수압력을 계산할 수 있음
- 정수압 $F = p \times d \times L$
- 이 힘은 반작용 때문에 균형을 이루며, 반작용 힘은 관 벽에서 응력을 형성하는데 σ 는 p 와 같은 단위로 측정된 관 벽의 인장응력이라고 할 때, 두 쪽으로 되어 있는 관 벽의 단면적을 곱하면
- 관저항력 $F = \sigma \times 2t \times L$
- 두 힘의 크기와 방향이 같으므로
- 정수압 $F =$ 관저항력 F
- $p \times d \times L = \sigma \times 2t \times L$

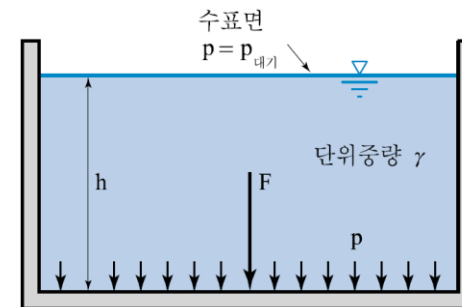
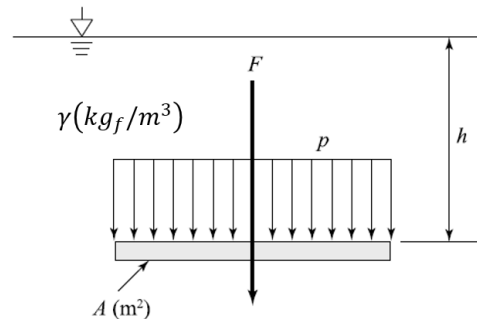


- $\sigma = \frac{pd}{2t}$: 주장력 공식
- 관의 두께와 내경을 알고 있다면 내부의 정수압력으로 생성되는 특정 재질로 만들어진 관 벽의 응력은 $\sigma = \frac{pd}{2t}$ 으로 계산할 수 있으며, 압축 응력이 작용하면 허용 인장 응력 대신 허용압력 응력 σ_{ta} 를 사용



➤ 수평면 작용하는 유체의 전압력(F)

- 수평하게 잠겨있는 면에 작용하는 압력은 모든 점에서 같으며 이 압력은 언제나 면에 수직하게 작용하며 수평판에 작용하는 힘의 크기는 미소면적을 dA , 작용하는 압력을 p 라고 하면 미소 면적에 작용하는 전압력 $p dA$ 이므로 전체 수평면에 작용하는 전압력의 크기는 $F = pA = \gamma h \cdot A$
- 압력 $p = \rho gh$ 의 벡터로 이루어지는 4각형의 부분을 압력 프리즘이라 하고 압력 프리즘(pressure prism)의 무게는 전압력의 크기와 같으며 전압력 F 는 반드시 이 압력 프리즘의 도심(centroid)을 지난다. 전압력의 작용점을 압력중심(center of pressure)이라하며 작용점의 위치는 $p = \gamma h = c$ 이므로 평면의 도심점에 작용한다.

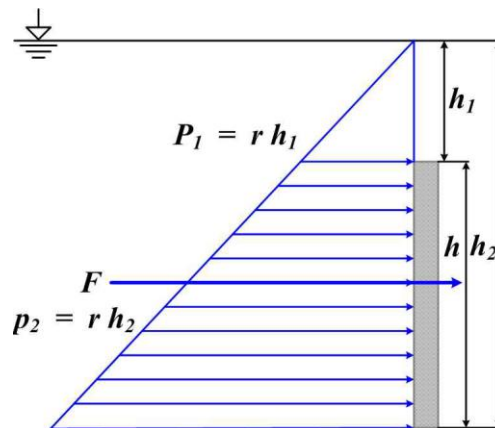


➤ 수직면 작용하는 유체의 전압력(힘)

- 정지유체 내의 수직평면에 작용하는 압력은 평면상단에서는 $p_1 = \rho g h_1$ 이고 하단에서는 $p_2 = \rho g h_2$ 이므로 압력 프리즘의 개념에 의해서 결정된다. 수직평면에 작용하는 전압력은 4각 평판일 경우 이 평판의 폭을 단위폭으로 간주할 때 전압

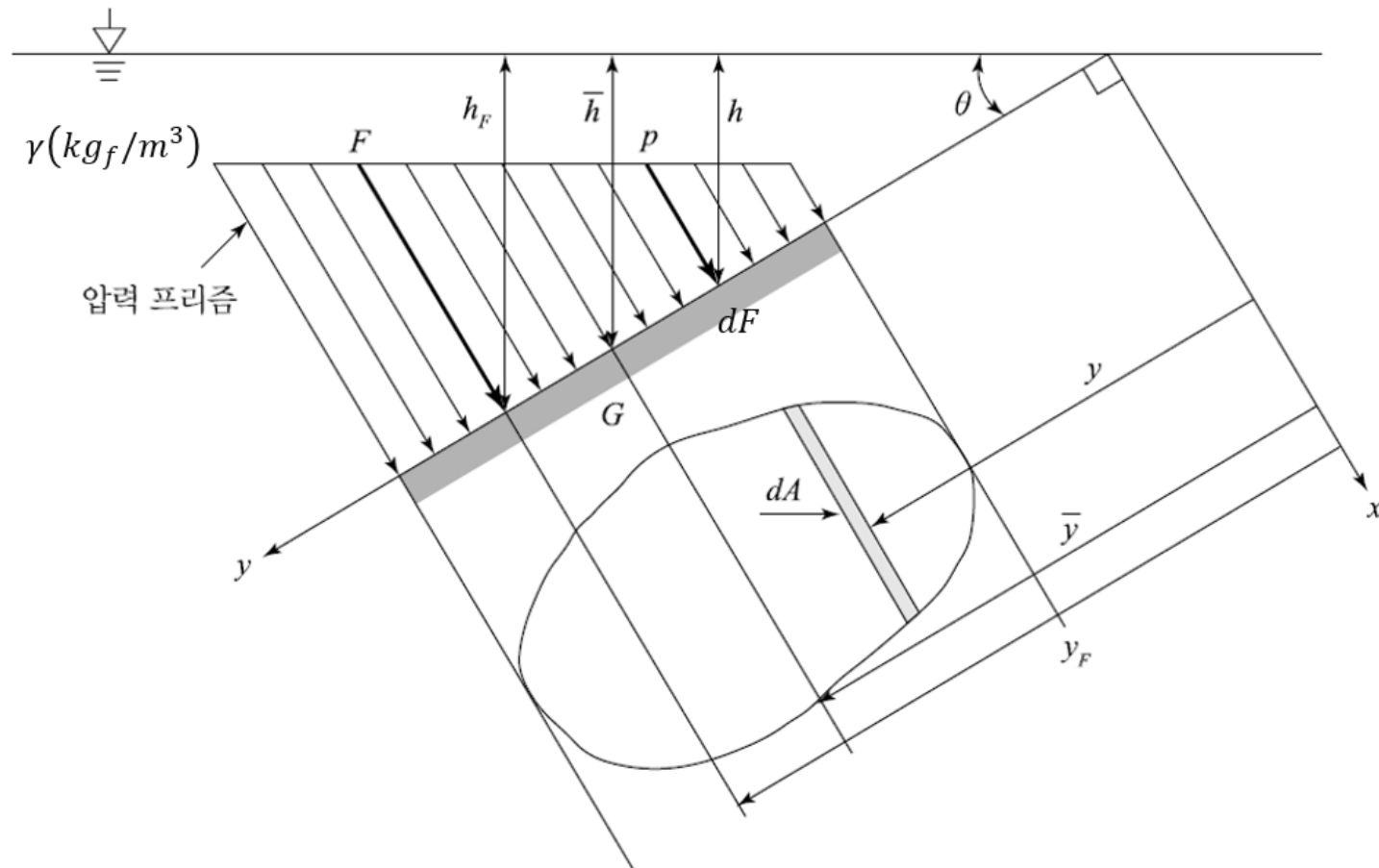
력(F)은
$$F = \rho g h_1 + \frac{\rho g h_2}{2} (h_2 - h_1) = \frac{\rho g (h_2^2 - h_1^2)}{2}$$

- 전압력(F)이 작용하는 점을 압력 프리즘의 중심을 지나고, 그 방향은 평면판과 주석이며 압력의 중심은 언제나 평면판의 중심보다 아래쪽에 있다.



➤ 경사면에 작용하는 유체의 전압력

- p : 임의의 수심 h 에서의 압력 $p = \gamma h, h = y \sin \theta, \bar{h} = \bar{y} \sin \theta$



① 전압력(F)

- dF : 미소단면적 dA 에 작용하는 미소전압력
- $dF = p \cdot dA = \gamma h \cdot dA = \gamma y \sin\theta \cdot dA$
- 전압력 F 를 계산하기 위해 양변을 적분하면

- $\int_A dF = \int_A \gamma y \sin\theta \cdot dA$

❖ $G_x = \int_A y dA = A\bar{y}$: 단면1차모멘트

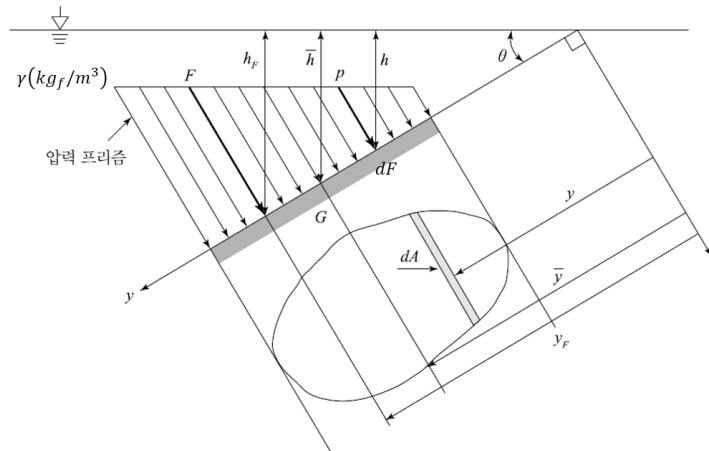
- $F = \gamma \sin\theta \int_A y dA = \gamma \sin\theta A\bar{y} = \gamma \bar{h} A$

- $\therefore F = \gamma \bar{h} A = \text{도심점의 압력}(\gamma \bar{h}) \times \text{평판의 단면적}(A)$

❖ $p = \gamma h$

❖ $h = y \sin\theta$

❖ $\bar{h} = \bar{y} \sin\theta$



② 작용점 위치전압력(y_F)

- dM : 미소전압력 dF 에 의한 미소모멘트
- $dM = dF \times y$: 분력에 의한 모멘트
- 바리그논 정리에 의해 $\int_A dF \times y = F \times y_F$ 에서 y_F 를 정리하면
- $$y_F = \frac{\int_A dF \times y}{F} = \frac{\int_A \gamma y \sin \theta dA \cdot y}{F} = \frac{\gamma \sin \theta \int_A y^2 dA}{F} = \frac{\gamma \sin \theta \cdot I_x}{F} = \frac{\gamma \sin \theta \cdot I_x}{\gamma \bar{h} A} = \frac{\sin \theta \cdot I_x}{A \bar{y} \sin \theta} = \frac{I_x}{A \bar{y}}$$
- 단, $I_x = \int_A y dA$ 가 옮긴 축에 대한 단면2차 모멘트 일 때 옮긴 축에 대한 단면2차 모멘트는 $I_G + A \bar{y}^2$ 이다. 여기서 I_G 는 도심축의 단면2차 모멘트이다.
- $y_F = \bar{y} + \frac{I_G}{A \bar{y}}$
- 여기서, 작용점의 위치(y_F)는 평면의 압력프리즘에 대한 도심점에 작용함을 알 수 있으며 단면의 도심점(G)보다 $\frac{I_G}{A \bar{y}}$ 만큼 아래에 작용한다.
- 또한 $\theta = 90^\circ$ 일 경우 $\bar{h} = h_F$ 로 계산할 수 있다.

