

제3장 동수역학 **핵심요약**

① 용어

- ① 유선(Stream Line) : 유체가 흐르는 한 순간에 각 유체입자의 속도벡터를 그릴 때 이 속도벡터에 접선이 되는 가상의 곡선
- ② 유관(Stream Tube) : 흐름 영역안에 두개의 가상 폐곡선을 가정할 때 이 폐곡선위를 지나는 유선의 다발
- ③ 유적선(Path Line) : 유체입자의 시간에 따른 운동경로, 정류인 경우는 유선과 일치

② 흐름의 특성 및 종류

① 시간에 따른 흐름특성 변화로 분류

- 정류(정상류) : 한 단면에서 흐름 특성(유속, 유량, 수심 등)이 시간에 따라 변하지 않는 흐름

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

- 부정류 : 한 단면에서 흐름 특성이 시간에 따라 변하는 흐름

$$\frac{\partial v}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial h}{\partial t} \neq 0$$

② 공간에 따른 흐름특성 변화로 분류

- 등류 : 어느 순간에 위치에 따른 흐름 특성이 일정한 흐름

$$\frac{\partial v}{\partial l} = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial l} = 0, \quad \frac{\partial h}{\partial l} = 0$$

- 부등류 : 어느 순간에 위치에 따라 흐름 특성이 달라지는 흐름

$$\frac{\partial v}{\partial l} \neq 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial l} \neq 0, \quad \frac{\partial h}{\partial l} \neq 0$$

③ 연속방정식

- ① 1차원 연속방정식 : $Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$ (m^3/sec)

② 3차원 연속방정식

- 일반 유체의 연속방정식(압축성 부정류)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0$$

· 압축성 정상류 ($\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$)

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0$$

· 비압축성 정상류 ($\rho = \text{일정}$, $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$)

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

4 Bernoulli 정리 : 유체 흐름에 대한 에너지 불변의 법칙의 특수한 형태

① Bernoulli 정리의 기본 가정

- 유체의 흐름은 완전유체 흐름
- 하나의 유선을 따라서 성립 (회전류)
- ※ 흐름의 모든 영역에서 성립 (비회전류)
- 비압축성, 정상류

② 세 가지 형태

· 단위 질량당 에너지 $\frac{1}{2}V^2 + \frac{p}{\rho} + gz = C_1$

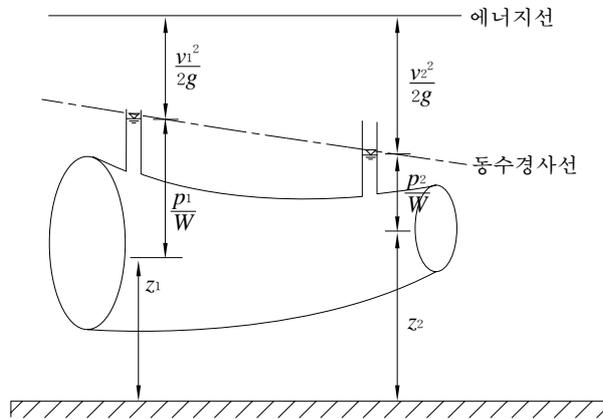
· 단위 면적당 압력 $\frac{\rho}{2}V^2 + p + \rho gz = C_2$

$P = \frac{\rho}{2}V^2 + p$: 정체압력

· 수두(길이)의 식 $\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{w} + z = C_3$

$z + \frac{p}{w}$: 동수경사선

③ 수두항에 의한 베르누이 방정식



- ④ Toricelli의 정리 $V = \sqrt{2gh}$ (h : 수조의 수심)
 ⑤ Pitot Tube $V = \sqrt{2gH}$ (H : 피에조미터와 피토폰의 높이차)

㉕ 운동량 방정식

- ① 운동량 방정식 : $F \Delta t = m (V_2 - V_1)$ 에서 $\Delta t = 1$ 이면 $F = \frac{w}{g} Q (V_2 - V_1)$

- ② 판에 직각으로 충돌하는 경우 물이 판에 작용하는 힘

$$F = \frac{w}{g} Q V_1 \quad (V_2 = 0)$$

- ③ 충돌후 180° 방향이 바뀌는 경우

$$F = \frac{2w}{g} Q V$$

- ④ 곡면판에 충돌하는 경우

· 각 x, y 방향의 분력을 구해 합성

$$F_x = \frac{w}{g} Q (V_{1x} - V_{2x}) \quad F_y = \frac{w}{g} Q (V_{1y} - V_{2y})$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

- ㉖ 항력 : 유체 속을 물체가 움직일 때 유체에 의해 흐름방향으로 물체가 받는 힘

$$D = C_d A_p \frac{\rho V^2}{2} \quad (C_d : \text{항력계수}, A_p : \text{물체의 투영면적}(m^2))$$

- ㉗ 에너지 보정계수와 운동량 보정계수

에너지보정계수

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{총류 } \alpha = 2 \\ \text{원관 } \left\{ \begin{array}{l} \text{난류 } \alpha = 1.01 \sim 1.1 \\ \text{폭 넓은 사각형 수로 } \alpha = 1.058 \\ \text{보통원관 } \alpha = 1.1 \end{array} \right. \end{array} \right.$$

운동량 보정계수

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{총류 } \eta = \frac{4}{3} \\ \text{난류 } \eta = 1.0 \sim 1.05 \\ \text{원관} \end{array} \right.$$