제5장 관수로 핵심요약

① 정의 및 특성

① **정의** : 자유수면을 갖지 않는 흐름

★ 개수로와 관수로의 구분 : 자유수면의 존재 유무

② **흐름 특성** : 압력과 점성력에 의해 흐름이 지배

⇒ 흐름의 원인 : 압력, 흐름을 지배 : 점성

② 흐름의 분류

① **층류** : Re 〈 2,000(Re = 2,000을 층류 한계로 봄)

② **천이구역** : 2,000 〈 Re 〈 4,000

③ **난류** : Re 〉 4,000

※ Reynolds Number

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu} = \frac{\text{관성력}}{\text{점성력}}$$

(μ : 점성계수, ν : 동점성계수($= \frac{\mu}{\rho}$))

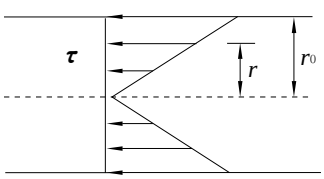
③ 윤변과 경심

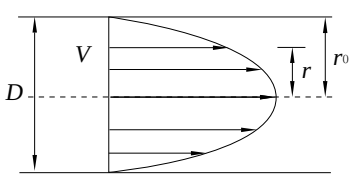
① **윤변** : 유체와 관벽이 접하는 길이(P)

② **경심**(동수반경) : 흐름 단면적을 윤변으로 나눈 값

$R = \frac{A}{P}$ (원관 $R = \frac{D}{4}$)

④ Hazen – Poiseuille 법칙





전단력 $\tau = \frac{\omega h_L}{2\ell} r$ 유속분포 $V = \frac{\omega h_L}{4\mu\ell}(r_0^2 - r^2)$

⑤ 마찰손실수두

① **마찰손실수두** $h_L = f\frac{\ell}{D}\frac{v^2}{2g}$

② **마찰손실계수** f

· $f = \frac{64}{Re}$: 층류 ($Re < 2{,}000$)

· Chezy 식에서의 유도 $f = \frac{8g}{C^2}$ (C : Chezy의 유속계수)

· Manning 식에서 유도 $f = \frac{124.6n^2}{\sqrt[3]{D}}$ (n : Manning의 조도계수)

③ **마찰속도**(friction velocity) $U_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}} = \sqrt{\frac{\omega RI}{\rho}} = \sqrt{gRI}$

④ **마찰손실과 미소손실**

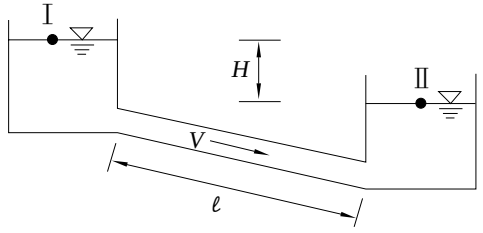
· $\frac{\ell}{D} > 3{,}000$: 마찰손실만 고려

$\frac{\ell}{D} < 3{,}000$: 마찰손실과 소손실 모두 고려

$$\Rightarrow h = h_L + h_f = \{f_L\frac{\ell}{D} + f_f\}(\frac{v^2}{2g})$$

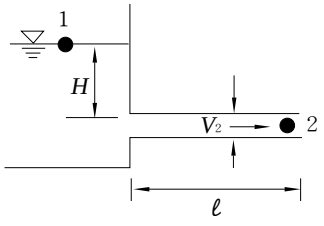
⑥ 관수로 유속, 유량

① **단일관수로**



$$V = \sqrt{\frac{2gH}{f_L\frac{\ell}{D} + \Sigma f_f}}$$

(양 쪽이 수로로 연결된 경우)



$$V_2 = \sqrt{\frac{2gH}{1 + f_L\frac{\ell}{D} + \Sigma f_f}}$$

(한 쪽은 수조, 다른 한쪽은 자유유출인 경우)

② **병렬관수로** : 각 방향 관로의 손실수두는 동일

⑦ 발전기와 펌프

① 발전기

- $E = \frac{1{,}000\eta QHe}{102} = 9.8\eta QHe(\mathrm{kW})$
- $E = \frac{1{,}000\eta QHe}{75} = 13.33\eta QHe(\mathrm{HP})$ (이때 $He = H - \Sigma h_L$)

② 펌프

- $E = \frac{9.8QHp}{\eta}$ (kW)
- $E = \frac{13.33QHp}{\eta}$ (HP) (이때 $Hp = H + \Sigma h_L$)