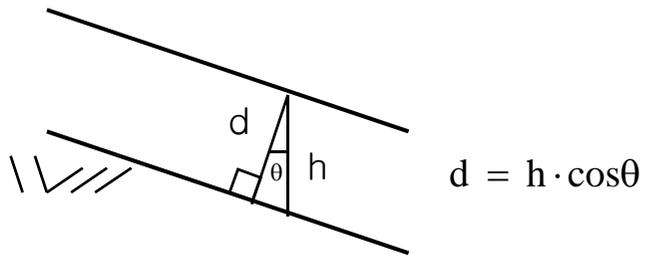
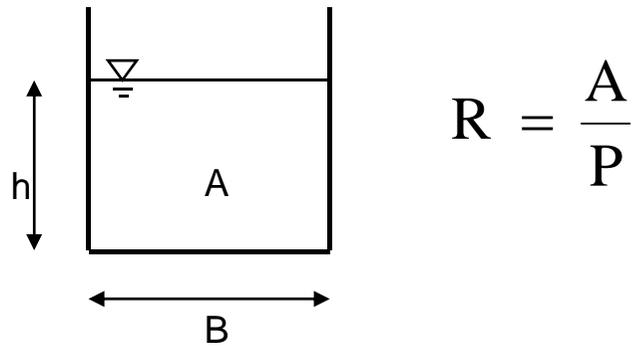


개수로

● 수심

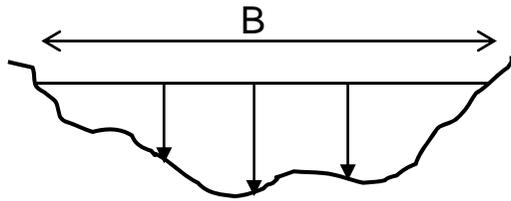


● 동수반경, 경심 (hydraulic radius)



개수로

● 수리수심(hydraulic depth)



$$D = \frac{A}{B}$$

● 단면계수

한계류 계산에 이용

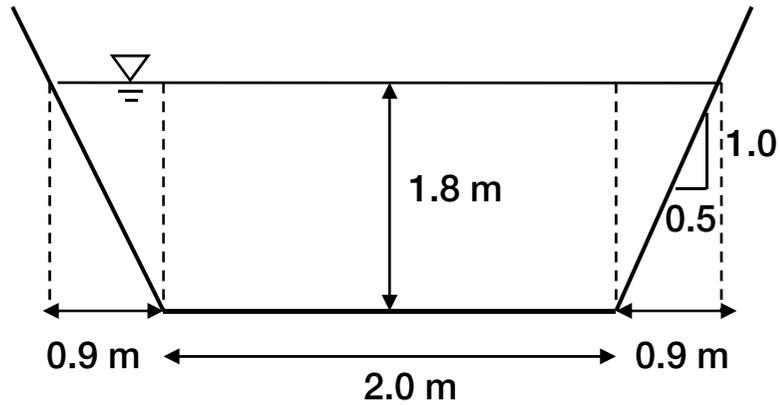
$$Z = A\sqrt{D}$$

등류 계산에 이용

$$Z = AR^m$$

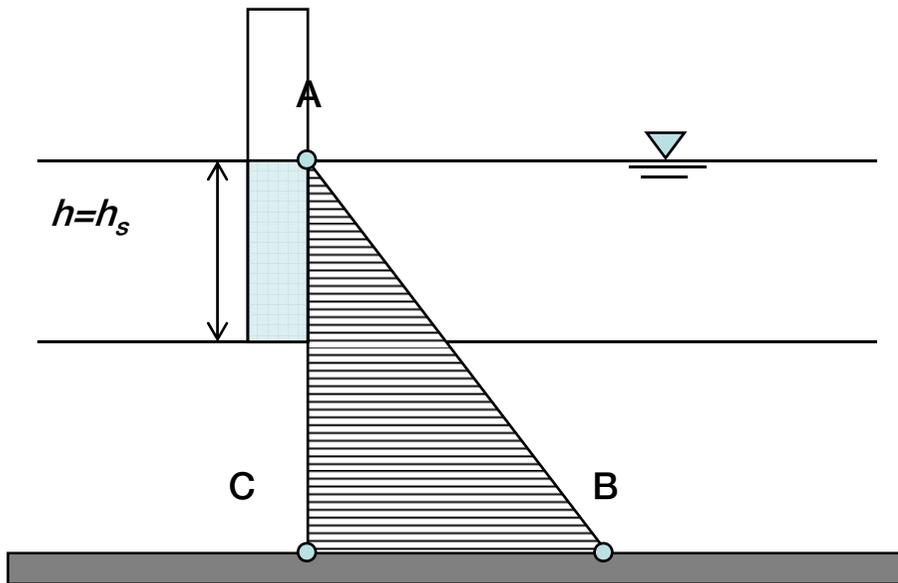
개수로

예제 1) 경심, 수리심, 그리고 한계류 계산을 위한 단면계수를 구하시오



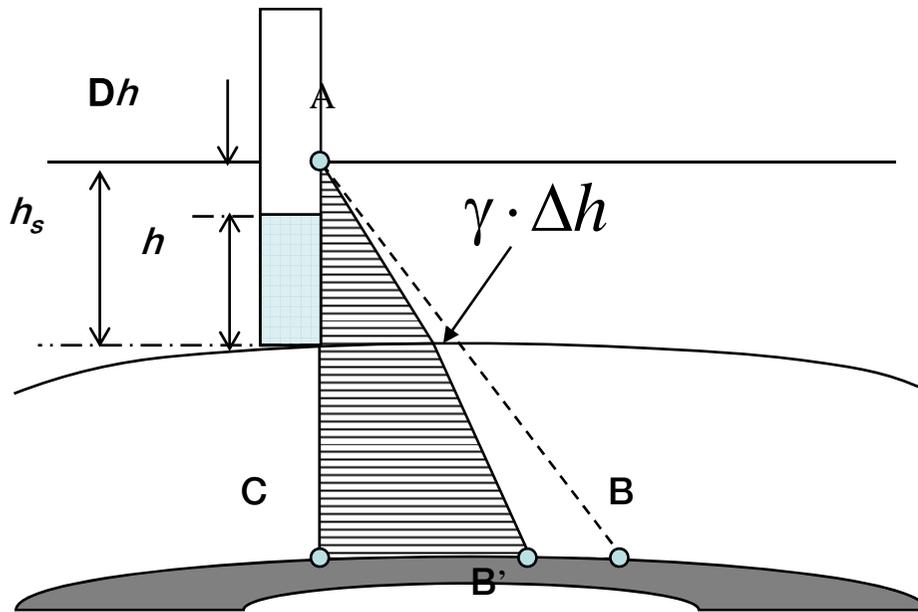
수로내 압력변화

평행한 수로



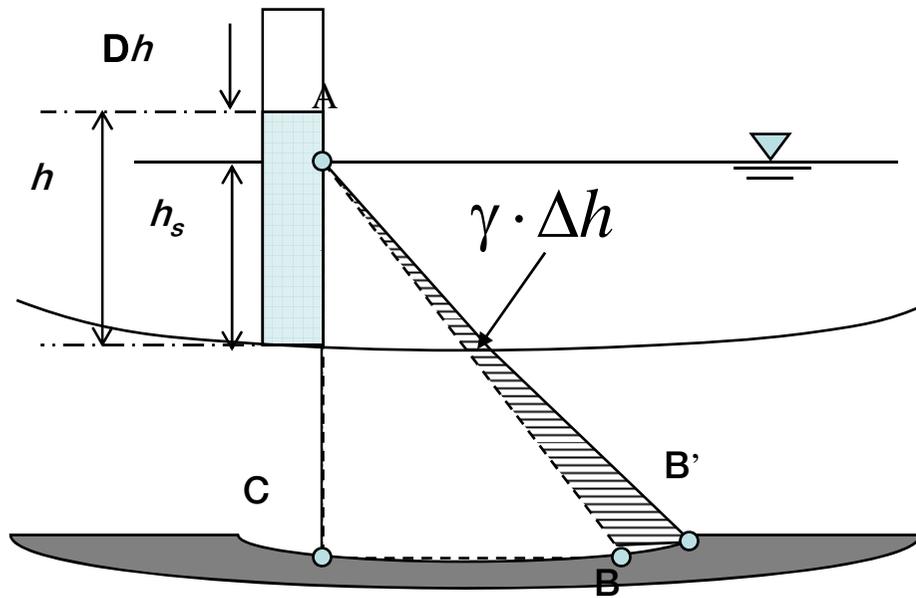
수로내 압력변화

불록한 수로

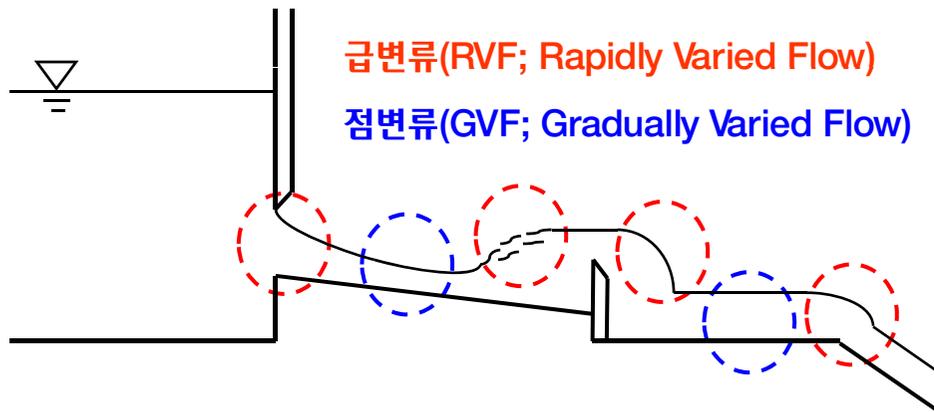
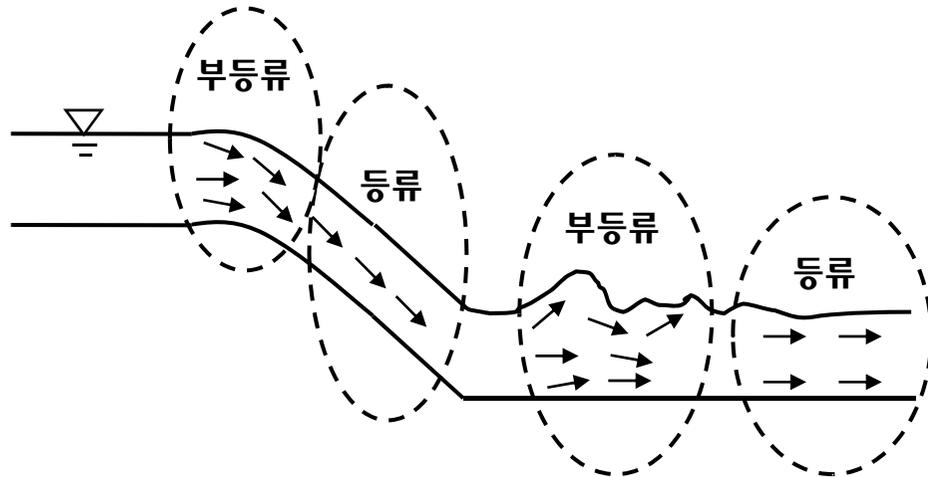


수로내 압력변화

오목한 수로



개수로 흐름의 분류



개수로 등류의 평균유속공식

Chezy 공식

$$V = C\sqrt{RI}$$

Manning 공식

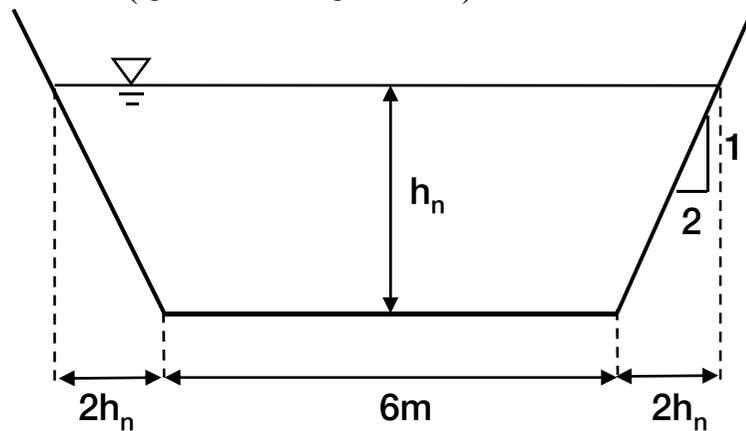
$$V = \frac{1}{n}R^{2/3}I^{1/2}$$

예제 1) $I = 0.0016$

$n = 0.025$

$Q = 12 \text{ cms}$

(등류 수심과 등류 유속)



등류 계산을 위한 수리지수

$$Q = AV = A \cdot C \cdot R^m \cdot I^n = K \cdot I^n$$

여기서 K (통수능, Conveyance) = $A \cdot C \cdot R^m$

Manning공식을 쓰다면,

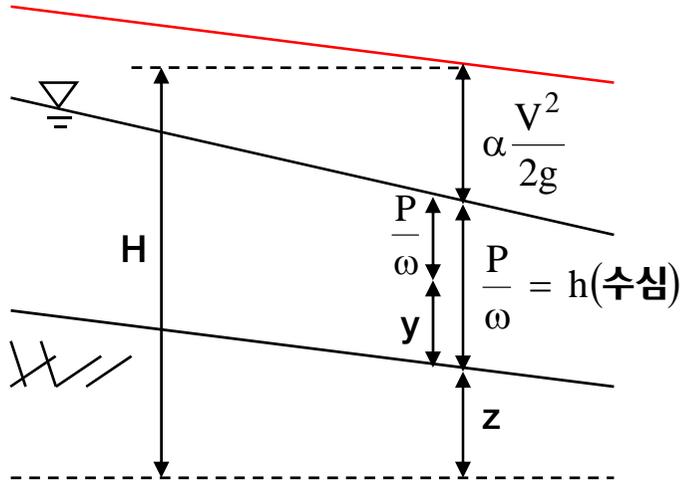
$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad \dots\dots(1)$$

단면형조도가 주어진다면,

$$K^2 = C_1 h^N \quad \dots\dots(2)$$

N : 수리지수(hydraulic exponent)

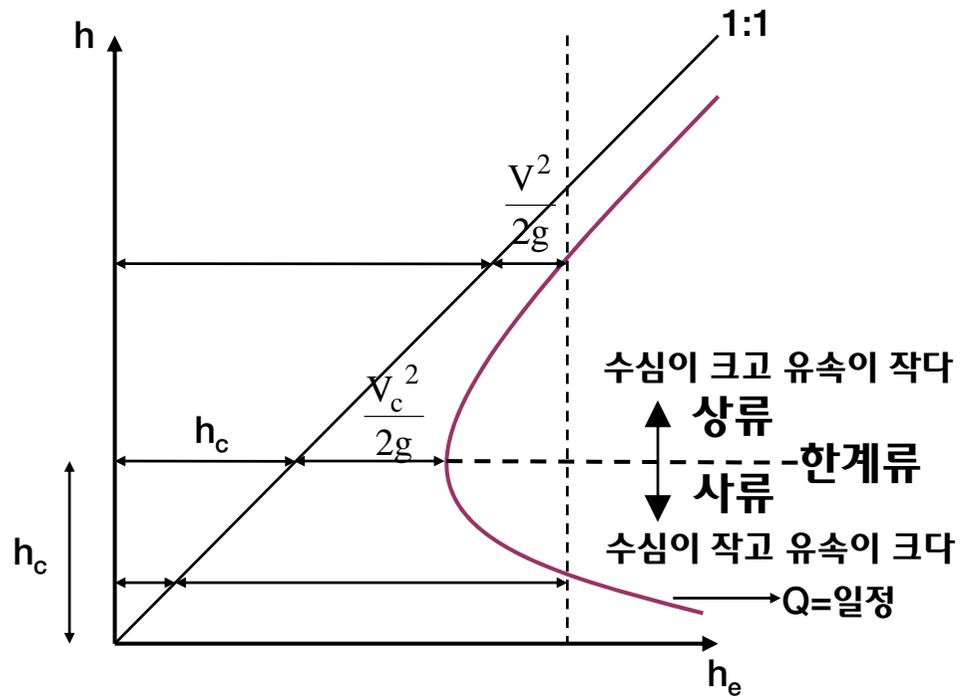
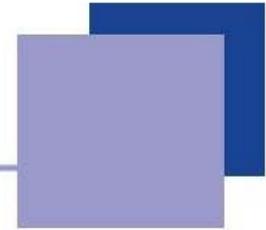
상류와 사류 및 한계수심



$$H = (Z+h) + \frac{P}{\omega} + \frac{V^2}{2g}$$

$$h_e = H - Z = h + \alpha \frac{V^2}{2g} \quad : \quad \text{비에너지(Specific energy)}$$

상류와 사류 및 한계수심

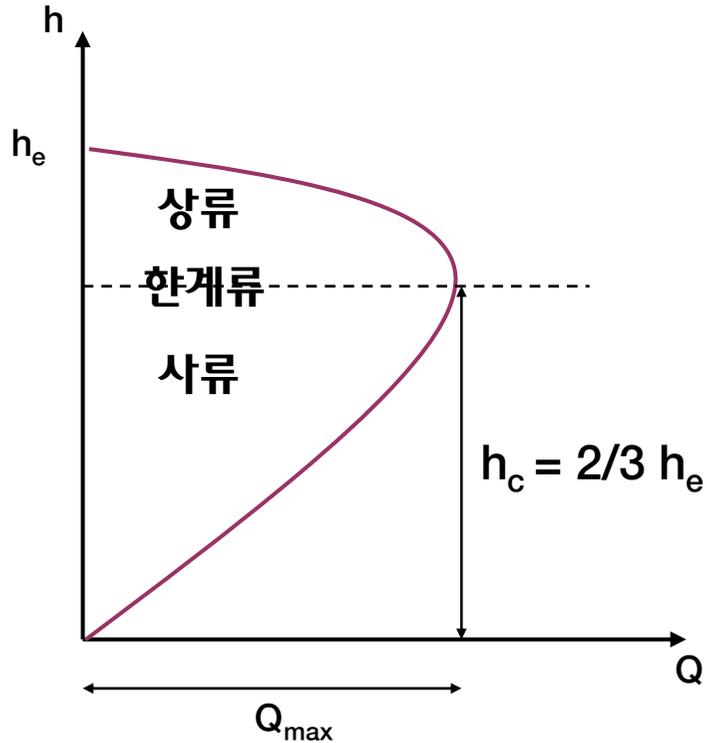


한계수심

: 최소 비에너지에 대한 수심

상류와 사류 및 한계수심

● 한계수심



$$h_e = h + \frac{Q^2}{2gA^2} = h + \frac{Q^2}{2ga^2h^{2n}}$$

$$\rightarrow h_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$$

상류와 사류 및 한계수심

● 한계유속

: 한계 수심으로 흐를 때의 유속

$$V_c = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{B \cdot h_c}$$

$$h_c = \left(\frac{Q^2}{gB^2} \right)^{1/3}$$

$$\Rightarrow h_c^2 = \frac{Q^2}{gB^2}$$

$$\frac{Q}{B} = \sqrt{g \cdot h_c^3}$$

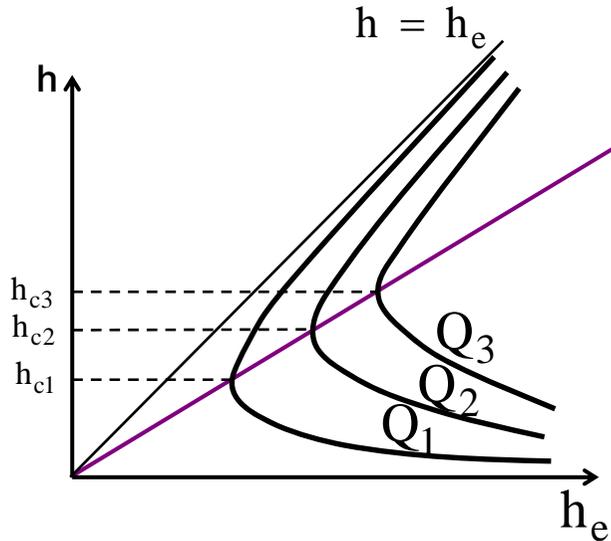
$$\therefore V_c = \sqrt{g \cdot h_c^3} \left(\frac{1}{h_c} \right) = \sqrt{g \cdot h_c}$$

$V < V_c \rightarrow$ 상류

$V > V_c \rightarrow$ 사류

상류와 사류 및 한계수심

한계경사



Chezy의 공식 $V = C\sqrt{RI}$

$$V_c = \sqrt{g \cdot h_c}$$

$$\sqrt{g \cdot h_c} = C\sqrt{RI_c}$$

$$\sqrt{g \cdot h_c} = C\sqrt{h_c I_c} \quad (\because R \approx h_c)$$

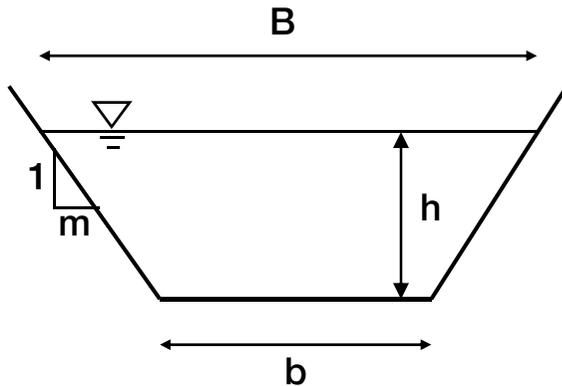
$$I_c = \frac{g}{C^2}$$

$$I < I_c \rightarrow \text{상류}$$

$$I > I_c \rightarrow \text{사류}$$

상류와 사류 및 한계수심

● 사다리꼴(제형) 단면의 경우



$$\text{단면적 } A = h(b + mh)$$

$$\text{수면폭 } B = b + 2mh$$

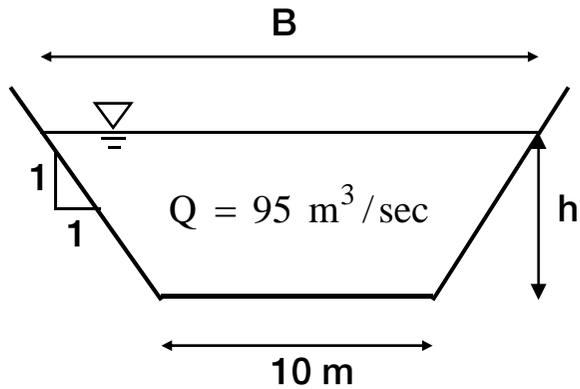
$$\text{수리수심 } D = \frac{A}{B} = \frac{h(b + mh)}{b + 2mh}$$

$$\text{평균유속 } V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{h(b + mh)}$$

$$\rightarrow V_c = \sqrt{g \cdot D_c}$$

상류와 사류 및 한계수심

예제 1) 한계수심을 구하시오



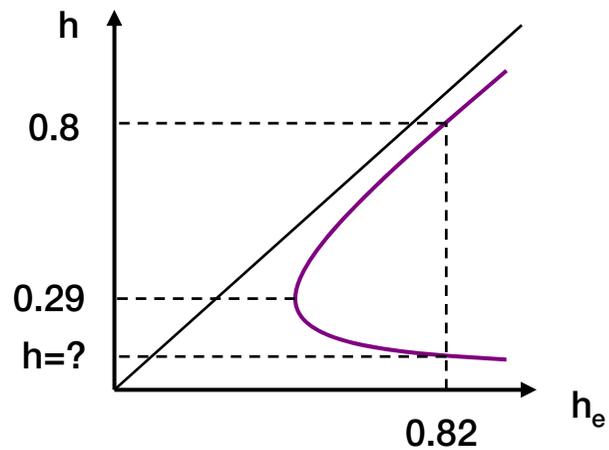
상류와 사류 및 한계수심

예제 2) 직사각형단면수로

폭 1m당 유량 $0.5 \text{ m}^2/\text{sec}$

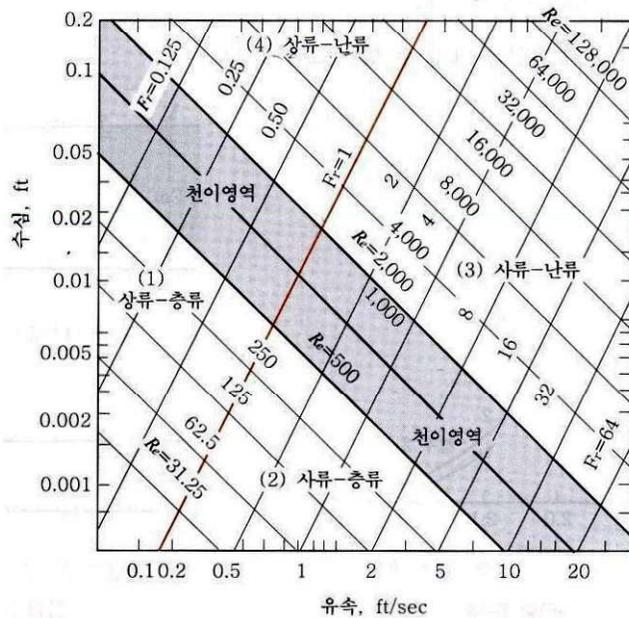
수심 0.8m

- (1) 동일한 유량과 비에너지를 가지고 0.8m 이외의 수심으로 흐를 수 있는가?
- (2) 이 흐름의 한계수심은 얼마인가?



상류와 사류 및 한계수심

한계 Reynolds 수와 한계 Froude 수



관수로의 한계 Reynolds 수 = 약 2000

개수로의 한계 Reynolds 수

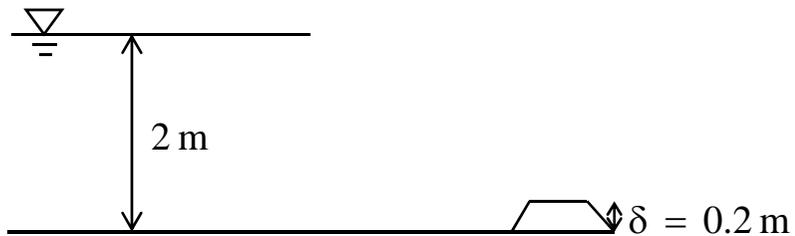
$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{V \cdot D}{\nu} \\
 &= \frac{1}{4} \frac{V \cdot R}{\nu} \quad \left(R = \frac{D}{4} \right) \\
 &= \text{약 } 500
 \end{aligned}$$

상류와 사류 및 한계수심

예제 1) 수로폭 = 1 m, 유량 = $5 \text{ m}^3/\text{sec}$

$\delta = 0.2 \text{ m}$ 되는 장애물이물에 잠겨있다.

다음과 같은 두 경우에 수심의 증감을 구하시오



상류와 사류 및 한계수심

● 한계류 계산을 위한 단면계수와 수리지수

단면계수

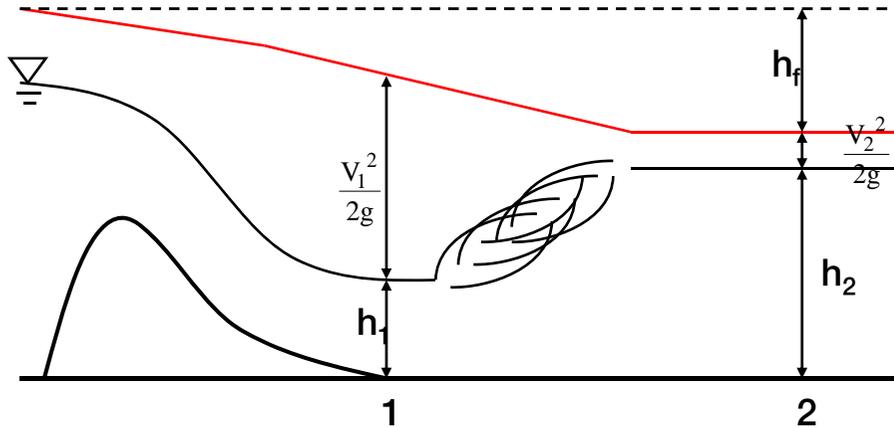
$$Z_c = \frac{Q}{\sqrt{g}}$$

수리지수

$$Z^2 = C_2 h^M$$

상류와 사류 및 한계수심

● 에너지 소산(Energy dissipation)



운동량 방정식

$$\begin{aligned}\sum F &= \omega h_{g1} A_1 - \omega h_{g2} A_2 = \frac{\omega}{g} Q (V_2 - V_1) \\ &= \frac{\omega}{g} Q V_1 + \omega h_{g1} A_1 = \frac{\omega}{g} Q V_2 + \omega h_{g2} A_2\end{aligned}$$

에너지 손실

$$h_f = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4h_1 h_2}$$

상류와 사류 및 한계수심

예제 1) 폭 15m sluice gate 하류에 도수 발생

도수 전 수심이 1.5m, 유속이 20m/sec

- (1) 도수 후의 수심과 유속
- (2) 도수 전후의 Froude 수
- (3) 도수에 의하여 손실된 동력

