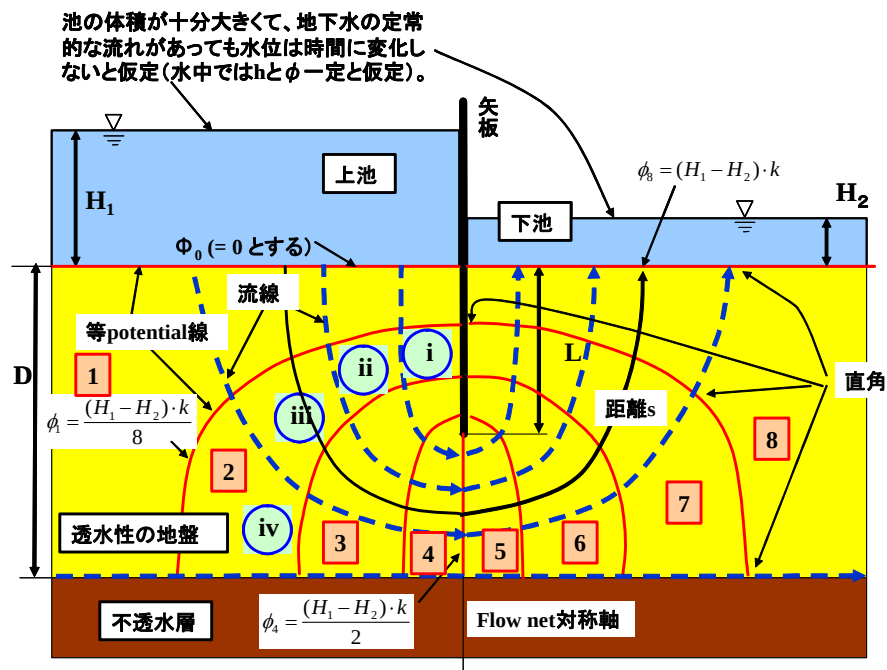




1)の答

$\frac{N_f}{N_d}$ は (矢板先端と不透水層面までの距離) $\frac{D-L}{2L}$ にほぼ比例する。

$\frac{L}{D}$: 1.0, 3/4, 1/2, 1/4, 0.0

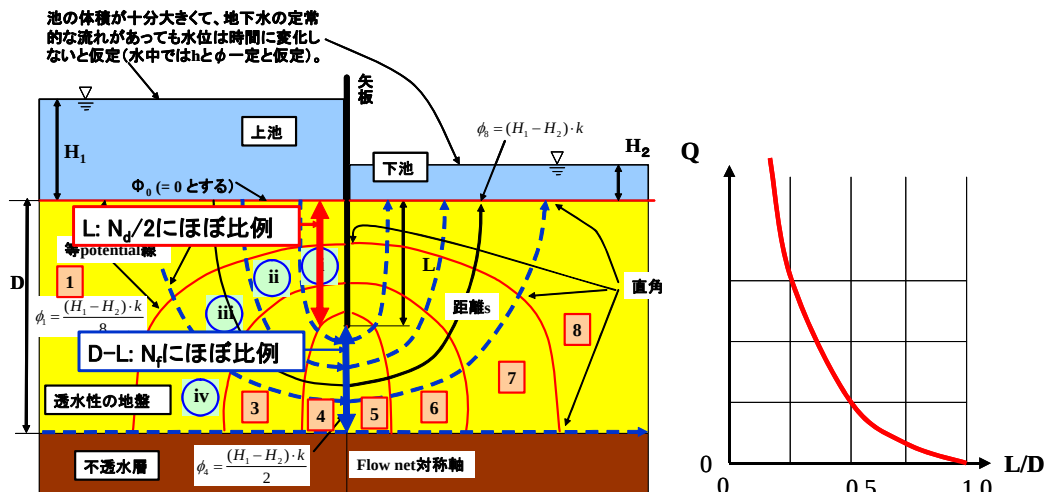
$$\frac{D-L}{2L} = \frac{D}{2L} - 0.5$$

$$: 0.0, 0.17, 0.5, 1.5, \text{無限大}^+$$

$$= \frac{1}{L/D - 1} - 1$$

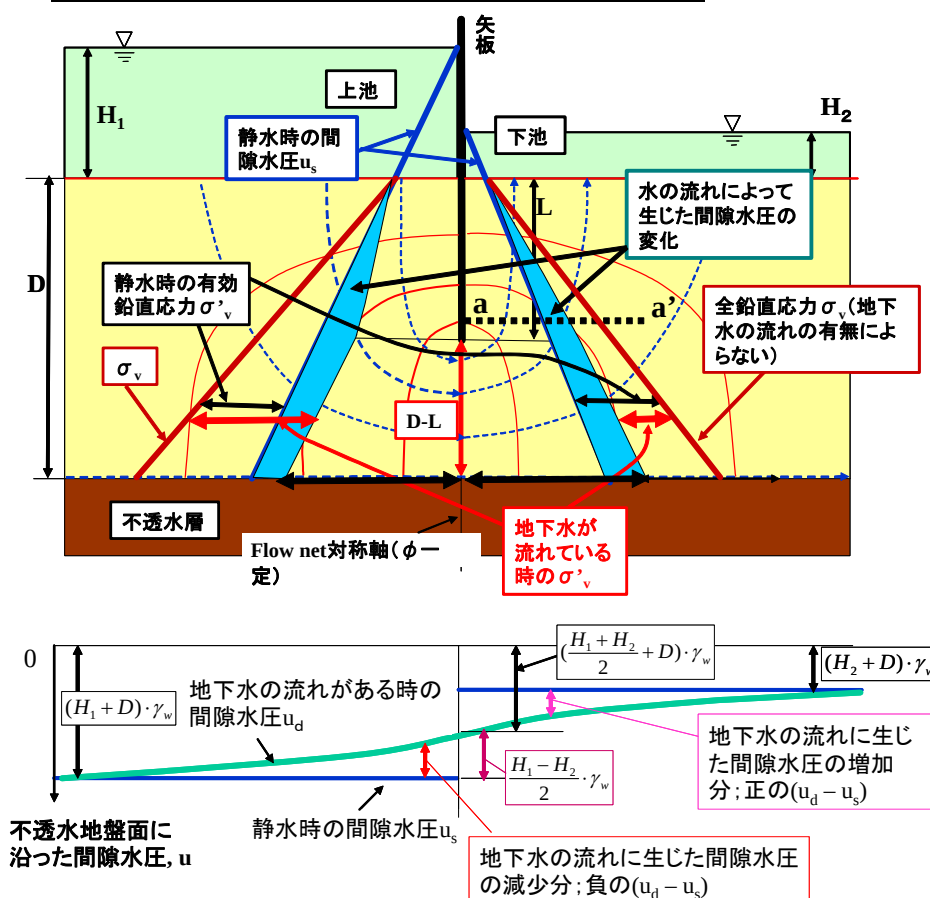
(+: 実際の流量は無限大にはならない)

流量 Q は、 L/D の変化に対して敏感である。



2 の答)

矢板(即ちflow net対称軸)に沿っての全鉛直応力、有効鉛直応力、間隙水圧と地下水の流れによる変化量の分布



説明：

- 1) 地下水が流れることにより、
 - a) 上池側は、間隙水圧が減少して有効応力が**増加**。
 - b) 下池側は、間隙水圧が増加して有効応力が**減少**。
- 2) 矢板先端と不透水層の間の(D-L)の鉛直距離の間は ϕ と水頭 h は一定なので、地下水に流れが生じたことによる間隙水圧の変化量は一定であり、 $-\frac{\gamma_w}{k} \cdot \phi_4 = \frac{H_1 - H_2}{2} \cdot \gamma_w$ に等しい。なぜならば、

a) 定義から、 $\frac{\partial \phi}{\partial s} = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial s} = -k \cdot (-i) = k \cdot i = k \cdot \frac{\partial (u_d - u_s)}{\partial s} \cdot \frac{1}{\gamma_w}$ なので、

- b) 矢板の沿った任意の場所 (流線に沿っての座標 s) での流れのある時の水圧の変化量は、

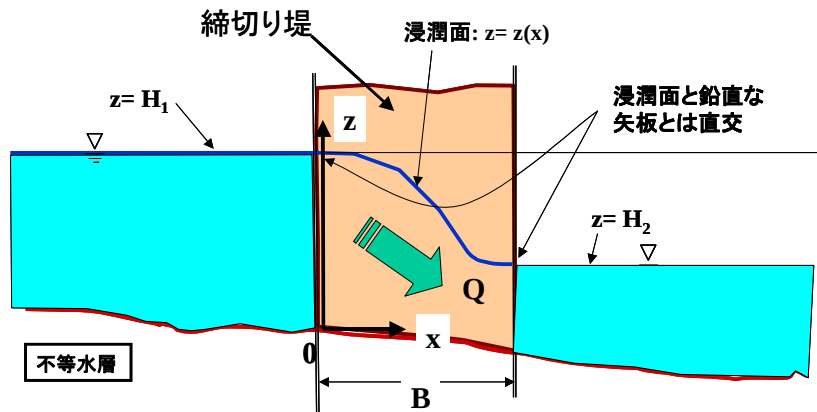
$$u_d - u_s = \frac{\gamma_w}{k} \cdot \int_{s=0}^s \frac{\partial \phi}{\partial s} \cdot ds = \frac{\gamma_w}{k} \cdot \phi$$

従って、 ϕ が同一の等ポテンシャル線に沿って、間隙水圧の変化量 ($u_d - u_s$) は一定になる。

- 3) 地下水の流れにより、最も有効応力が小さくなり、最も **boiling** の危険がある場所はどこか？
- a) 矢板の下流面に沿っては、間隙水圧が増加しているので有効応力が減少している。
 - b) a-a'線に沿って水平に見ると、矢板に近づくとも隙水圧の増加量が増えて、有効応力の減少量が大きくなる。
 - c) 従って、矢板の下流面に沿って有効応力がゼロに近づく可能性が高い。矢板の下流側目面に沿って地盤が破壊される可能性が大きい。東京湾横断道路川崎側人工島でも、この位置から湧水がまず始まった。

地下水の流れ演習[2]

下図のように左右の境界条件を持つ矢板と盛土で作成した締め切り堤を通過する水量を求めよ。
 矢板の遮水性は無視する]。



答)

$$z^2 = -\frac{2Q}{k} \cdot x + C \quad (a)$$

(a)式に、境界条件「 $x=0$ の時 $z=H_1$ 」を代入すると、 $(H_1)^2 = -0 + C$ が得られる。従って、

$$z^2 = -\frac{2Q}{k} \cdot x + (H_1)^2 \quad (b)$$

(b)式に、境界条件「 $x=B$ の時 $z=H_2$ 」を代入すると

$$(H_2)^2 = -\frac{2Q}{k} \cdot B + (H_1)^2 \quad (d)$$

$$Q = \frac{k}{2B} \cdot \{(H_1)^2 - (H_2)^2\} \quad (e)$$

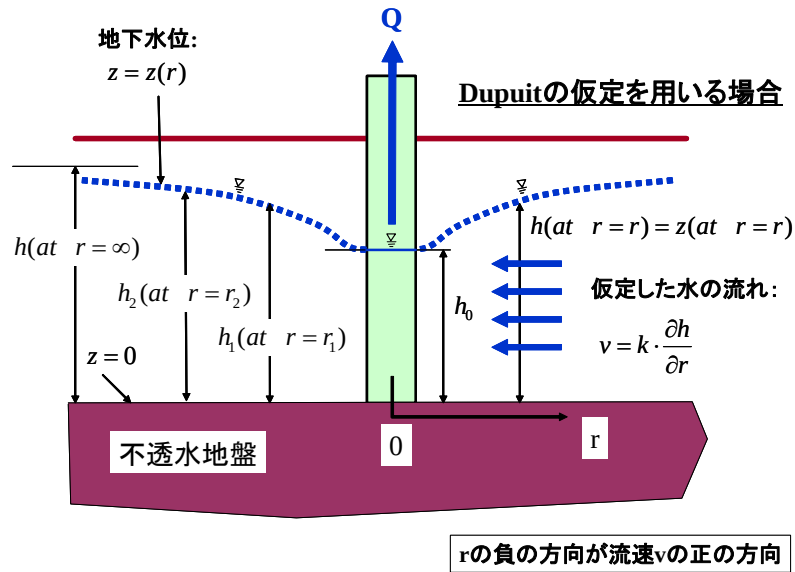
すなわち、

- 1) 流量 Q は、 H_1 と H_2 の差が大きいほど多い。
- 2) 流量 Q は、締め切り堤の幅 B に反比例する。

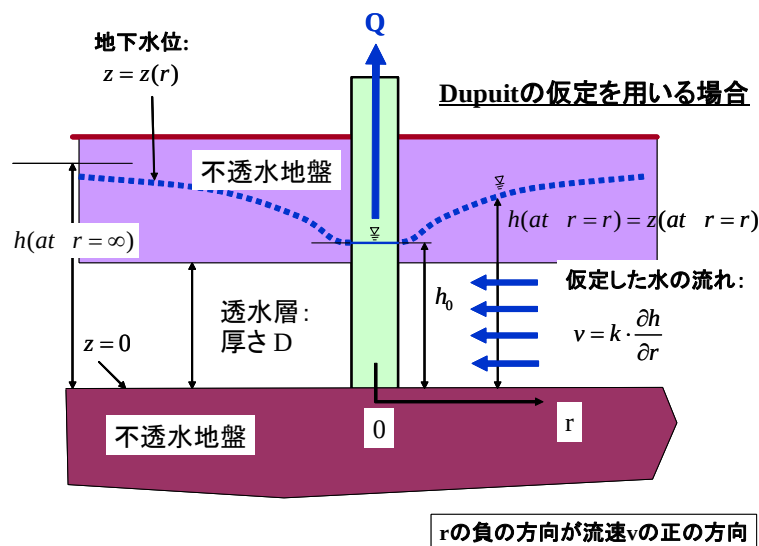
地下水の流れ演習[3]:

以下に示す軸対象の地下水の流れで、半径 r_1 での水頭 h_1 と半径 r_2 での水頭 h_2 、及び透水係数 k が既知である場合の井戸へ流れ込む地下水の総流量 Q を求めよ。ただし、流速 v と水頭 h が高さ方向 z に対して一定と仮定せよ（Dupuit の仮定）

1) 重力井戸の問題。



2) 掘り抜き井戸：透水層の厚さが一定（ D ）



1 の答)

$v = k \cdot \frac{\partial h}{\partial r}$ を用いて、

$$\text{総流量 } Q = 2\pi r \cdot v \cdot h = 2\pi r \cdot k \cdot \frac{\partial h}{\partial r} \cdot h = \pi r \cdot k \cdot \frac{\partial(h^2)}{\partial r} = \pi k \cdot \frac{\partial(h^2)}{\partial(\ln r)} \quad (1)$$

$$\text{従って、} \frac{Q}{\pi k} = \frac{\partial(h^2)}{\partial(\ln r)} \quad (2)$$

上式は、 r 方向に対して Q は一定で $\frac{\partial Q}{\partial r} = 0$ であり、 h は r だけの変数なので、

$$d(h^2) = \frac{Q}{\pi k} \cdot d(\ln r) \quad (3)$$

となる。これを、 r 方向に対して Q は一定であるので、 $\ln r$ に対して積分すると、

$$h^2 = \frac{Q}{\pi k} \cdot \ln r + C \quad (C \text{ は未定の定数}) \quad (4)$$

半径 r_1 での水頭 h_1 と半径 r_2 での水頭 h_2 を(4)式に代入して、

$$h_1^2 = \frac{Q}{\pi k} \cdot \ln r_1 + C$$

$$h_2^2 = \frac{Q}{\pi k} \cdot \ln r_2 + C$$

$$\text{従って、} Q = k\pi \cdot \frac{h_2^2 - h_1^2}{\ln(r_2 / r_1)} \quad (5)$$

2) の答

$$\text{総流量 } Q = D \cdot 2\pi r \cdot v = D \cdot 2\pi r \cdot k \cdot \frac{\partial h}{\partial r} = D \cdot 2\pi \cdot k \cdot \frac{\partial h}{\partial(\ln r)} = \text{const.} \quad (1)$$

$$\frac{\partial h}{\partial(\ln r)} = \frac{Q}{2\pi k D} \quad (2)$$

Q は r に対して一定なので、上式から、

$$dh = \frac{Q}{2\pi k D} \cdot d(\ln r) \quad (4)$$

従って、

$$h = \frac{Q}{2\pi k D} \cdot \ln r + C \quad (C \text{ は定数、未定}) \quad (5)$$

$r=r_1$ での h_1 の値と $r=r_2$ での h_2 の値を用いると、(5)式から、

$$h_1 = \frac{Q}{2\pi k D} \cdot \ln r_1 + C$$

$$h_2 = \frac{Q}{2\pi k D} \cdot \ln r_2 + C$$

$$\text{従って、} Q = 2k\pi D \cdot \frac{h_2 - h_1}{\ln(r_2 / r_1)} \quad (6)$$