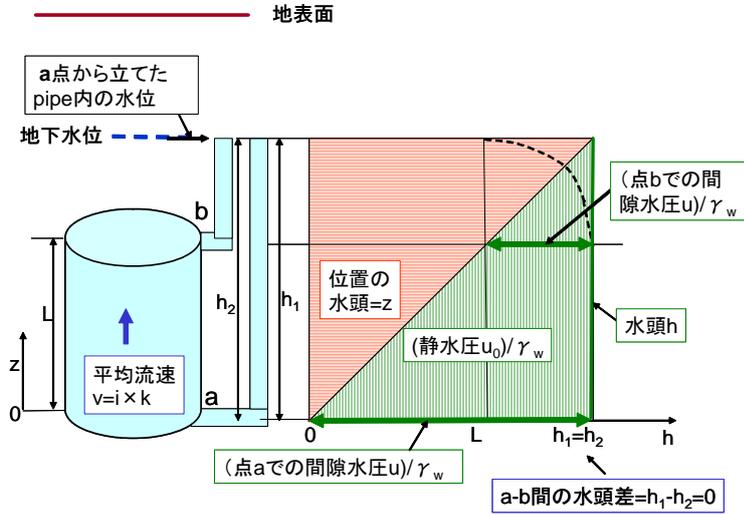


第4章 透水演習1

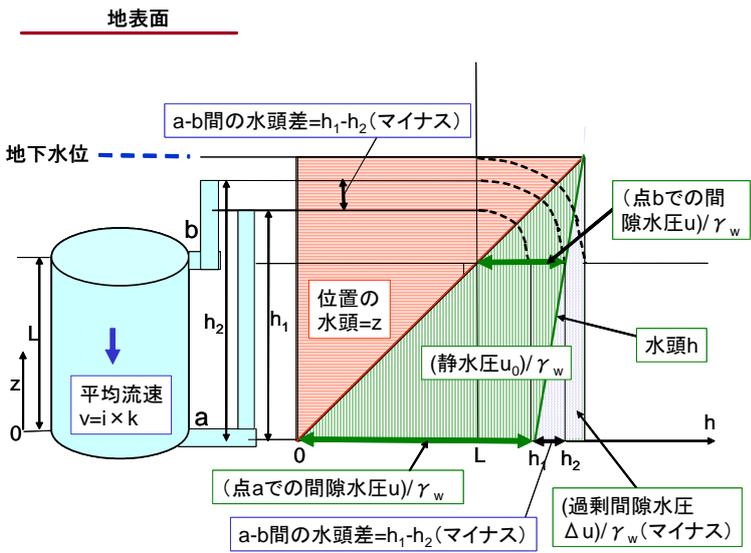
透水演習1) 次の三つの場合の地盤内の水頭 h と間隙水圧 u 、過剰間隙水圧 Δu の鉛直分布を描け。

- a) 地盤内を間隙水が移動していない静水状態。
- b) 地盤内を上方から下方に透水している状態（流れは時間的に一定の定常流とする）。
- c) 地盤内を下方から上方に透水している状態（流れは時間的に一定の定常流とする）。

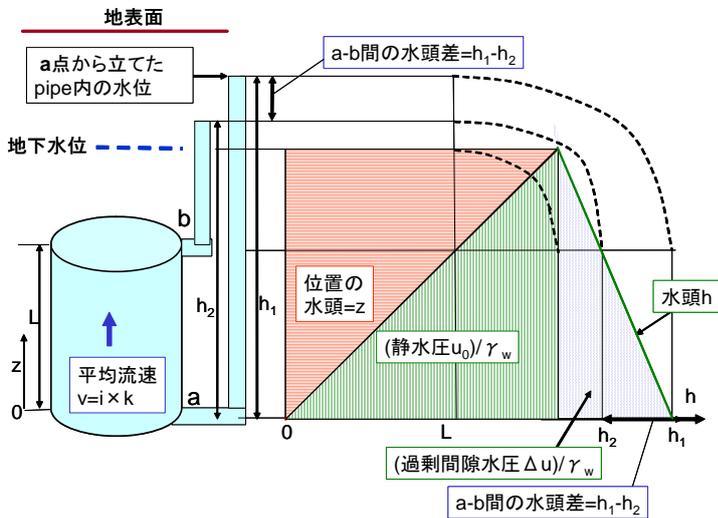
答)



a)



b)

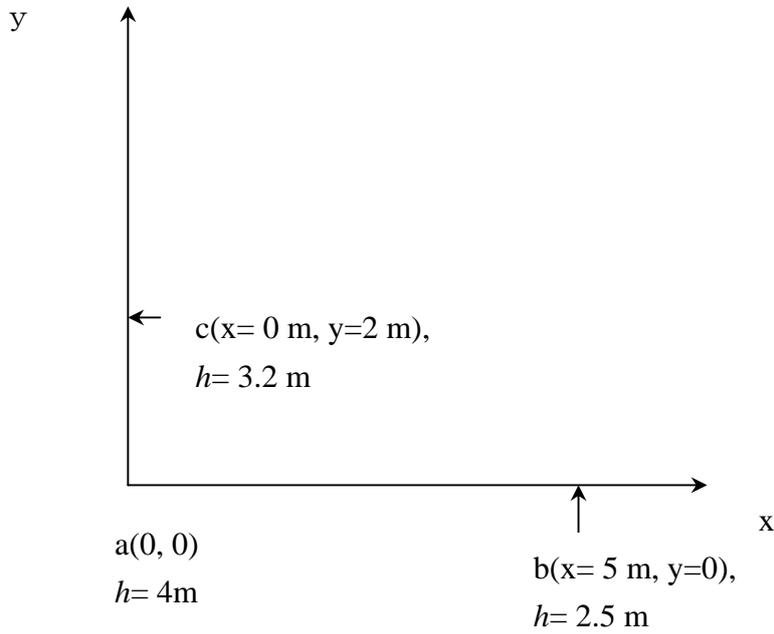


c)

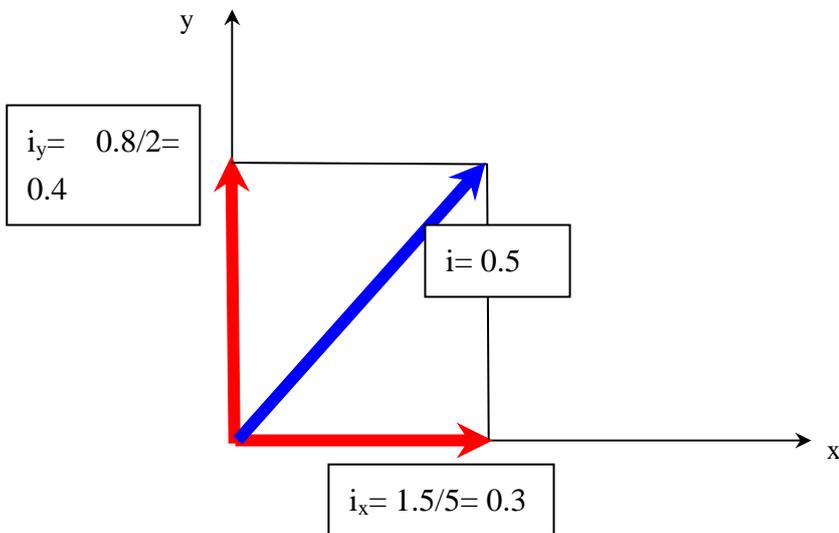
第4章 透水演習1

透水演習2)

下図のように、点 $a(x=y=0)$ での水頭を 4 m として、点 $b(x=5\text{ m}, y=0)$ で水頭 3.85 m が、点 $c(x=0\text{ m}, y=2\text{ m})$ で 3.2 m が観察された。流れの主方向を求め、その方向の動水勾配 i を求めよ。



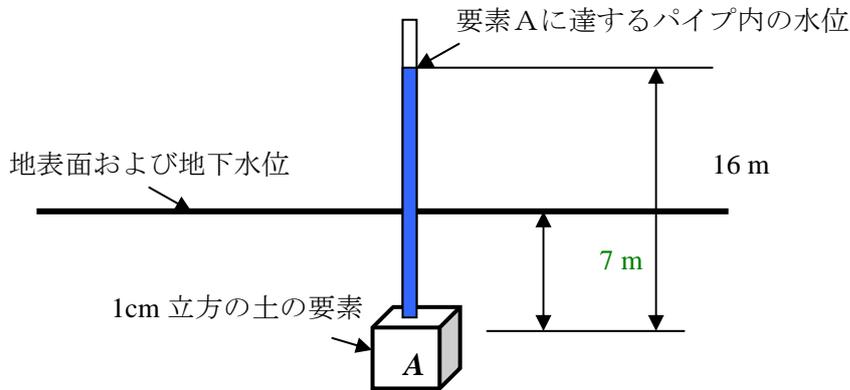
[答]



第4章 透水演習1

透水演習3)

下図に示す一様な細砂地盤内の1cm立方の要素A(間隙比 $e=0.7$, 粒子比重 $G_s=2.7$)に作用する三種類の力を示し、それぞれの大きさと方向を示せ。水の単位体積重量を γ_w 、密度を ρ_w とせよ。また、この地盤の安定性を述べよ。



[答]

要素Aには、下方に重力： $\gamma_t \cdot 1.0 = \rho_t \cdot g \cdot 1.0$ (gf)が、上方に浮力 $\gamma_w \cdot 1.0 = \rho_w \cdot g \cdot 1.0$ (gf)と透水力 $f \cdot 1.0 = i \cdot \gamma_w \cdot 1.0 = i \cdot \rho_w \cdot g \cdot 1.0$ ($i = \Delta h / L$) (gf)が作用している。

動水勾配は $i = \frac{16-7}{7} = 1.29$ 、従って上方への透水力は $f = i \cdot \gamma_w = 1.29 \cdot \gamma_w$ (gf)

砂の水中単位体積重量は $\gamma' = \frac{G_s - 1}{1 + e} \gamma_w = \frac{2.7 - 1}{1 + 0.7} \gamma_w = \gamma_w$ 。

上方への透水力が「砂の重力-浮力」 $= \gamma' \cdot 1.0 = \gamma_w \cdot 1.0$ (gf)よりも大きいので、地盤は不安定になり、液体のようになる。

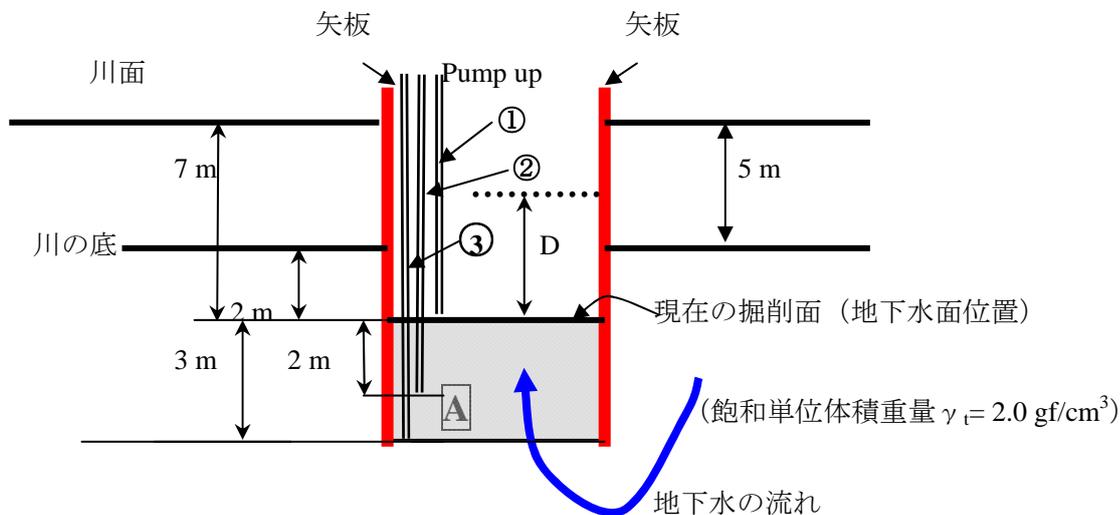
透水演習 4)

下図の様に、河川の中で橋脚の建設のために地盤掘削工事をしていた。地盤の A の部分が十分強くないと、円形に配置した矢板が内側に倒壊する恐れがある。

現場に、新入社員の山中君が派遣されていた。掘削面では、多くの作業員が掘削作業をしていた。

(問 1) 掘削面からの湧き水の量が、急に多くなってきた。作業員は、慌てふたむいた。不幸なことに、君以外に他に技術者は居なかった。緊急処置として、君は何をするか。その処置の理由も述べよ。

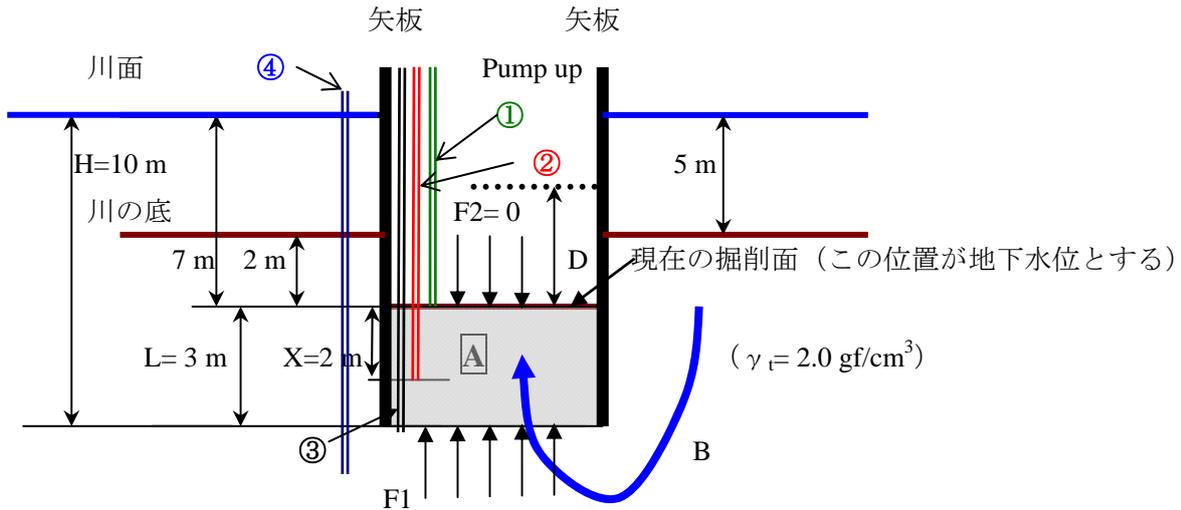
- 1) 前もって用意してあった強力な揚水ポンプを数台用いて、①のように掘削地盤面から排水し、湧き水を常に全部排水するようにする。適切な処置をしたから大丈夫であると、作業員を説得して、掘削作業を継続させる。
- 2) 前もって掘削面から 2 m 深い位置に吸水口を配置してあった排水孔②から、強力な揚水ポンプを数台用いて排水する。適切な処置をしたから大丈夫であると作業員を説得して掘削作業を継続させる。
- 3) 前もって掘削面の底面に吸水口を配置してあった排水孔③から、強力な揚水ポンプを数台用いて排水する。適切な処置をしたから大丈夫であると、作業員を説得して掘削作業を継続させる。
- 4) 直ちに作業員を待避させ、水を注入する。注入深さ D は、少なくとも
 - a) 川面の水位までとする。
 - b) 川の底の位置とする。
 - c) 4 m とする。
- 5) 掘削底面に直ちに防水シートをはり、その上に捨てコンクリートを打ち、湧き水が出てこないようにする。適切な処置をしたから大丈夫と、作業員を説得して、掘削作業を継続させる。



(問 2) この矢板設計に不備があれば、批判せよ。

(問 3) 前日まで、掘削面での湧き水は少なかった。現場監督していた先輩技術者龍岡氏は、「地盤の不安定性は掘削面からの湧き水の量に比例するので、湧水量の多少で判断すれば良い」、言っていた。この先輩技術者は、信頼するに足りるか？

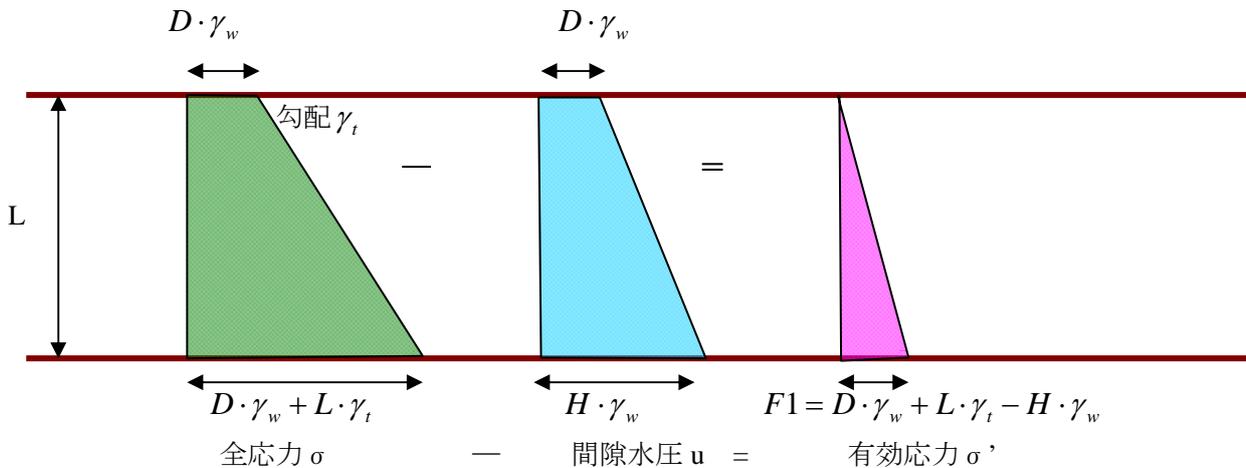
[答]



- 1) A の底面での水圧は、周囲の水域が十分広くて、B のような水の流れあっても、ほぼ周囲の静水圧に等しいとする。すると、動水勾配 i は、 $i = (H - L) / L = (10 - 3) / 3 = 7/3$
 → 矢板の深さ(H)が大きいくほど、 i は小さくなり、A の領域は安定化する。
- 2) 限界動水勾配は、(6)式から $i_c = \gamma' / \gamma_w = 1.0$
- 3) 従って、 $i > i_c$ である。A の領域と周囲の矢板地盤の間の摩擦(信頼できない)が、A の領域が押し上げられるの抵抗しているのので、このレベルまで掘削されるまで、かろうじて安定を保っていたと言える。
- 4) $H - L = 7 \text{ m}$ が工事の条件から必要ならば、 $i = i_c$ となる条件は、 $(H - L) / L = i_c = 1.0$ から、 $H - L = 7 \text{ m}$ に対して $L = 7 \text{ m}$ となる。従って、 $H = (H - L) + L = 7 \text{ m} + 7 \text{ m} = 14 \text{ m}$ 以上が、矢板と領域 A の間に摩擦が無くても、A の領域が安定する矢板の長さ。
- 5) 今のままで、緊急に安定化させるための注水する深さを $D \text{ m}$ とすると、

$$i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = 1.0 \text{ なので、 } i = (H - L - D) / L = i_c = 1.0 \text{ から、 } D = 4 \text{ m.}$$

(別法) 以下のような応力・圧力の深度分布となる。

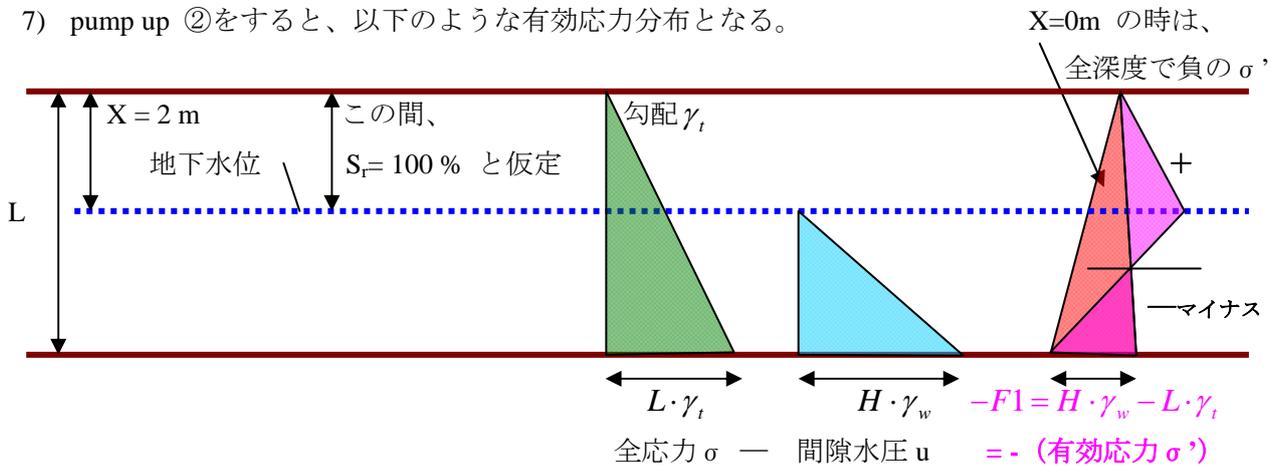


$$F1 = (\gamma' - i \cdot \gamma_w) \cdot L = \sigma (= D \cdot \gamma_w + L \cdot \gamma_t) - u (= H \cdot \gamma_w) \text{ が正であるためには、 } D > H - \frac{\gamma_t}{\gamma_w} \cdot L = 4 \text{ m であ}$$

る必要がある。(この時の動水勾配： $i = \frac{H-L-D}{L}$)

6) 上図のように pump up ①をいくらしても、動水勾配 i は減少しないので、A の領域の透水安定性は全く改善されない。

7) pump up ②をすると、以下のような有効応力分布となる。

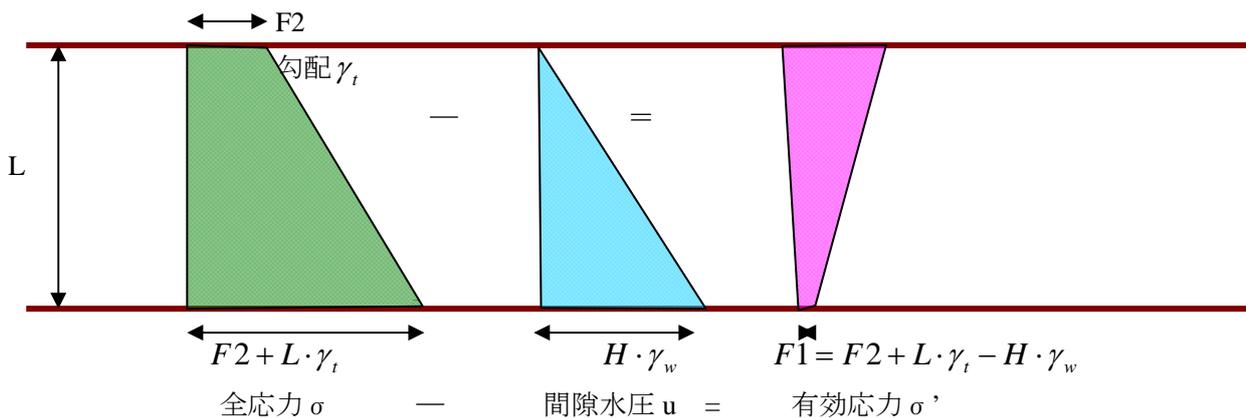


従って、掘削面直下は安定するが、依然として不安定で強度が無くなっている層は残る。恒常的な解決策ではない。

8) pump up ③は、領域 A の底面の水圧を下げるので、 i が減少する。従って、L 領域の全体が安定化する。しかし、地盤の透水性が高いと、大量の地下水を汲み上げなければならないので、効果が出ないことになる。

9) 押さえ F2 が十分大きければ、安全になる。

以下のような有効応力分布となる。



$F1 = F2 + (\gamma' - i \cdot \gamma_w) \cdot L = F2 + L \cdot \gamma_t - H \cdot \gamma_w$ が正であるためには、

$$(i = \frac{H-L}{L})$$

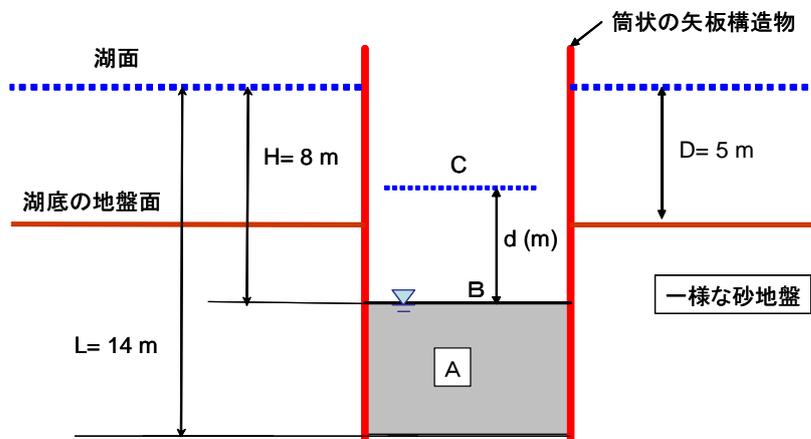
$F2 > (H \cdot \gamma_w - L \cdot \gamma_t)$ である必要がある。 $10 \text{ tonf/m}^2 - 6 \text{ tonf/m}^2 = 4 \text{ tonf/m}^2$

かなり大量のコンクリートが必要となる。

第4章 透水演習 1

透水演習 5)

下図のように、湖内で一様な砂地盤（平均間隙比 $e=0.7$ ，粒子比重 $G_s=2.7$ ）内に筒状の矢板構造物を建設している。掘削面 B の位置に地下水位がある。領域 A の底面での間隙水圧は、周囲の地盤内での静水圧に一致しているとする。



次の問に答えよ。

- 領域 A 内の動水勾配 i の値を求めよ。
- 領域 A は、下方から上方への透水により不安定である。その理由を説明せよ。
- 矢板構造物内にどれだけの水深 $d\text{ (m)}$ の水を注入すると領域 A は安定化するのかを、答えよ。

