

専 門 科 目 (午後)

1 6 大 修

土 木 工 学 (土 質 1)

時 間 13:30~16:30

土 質 問 1

1-a 図・(a)に示すような実験装置がある。長さ L の粘土が、パイプの水平部分に詰められている。粘土は一様で、透水係数 k が一定値であるとしよう。水平なパイプの中心軸を x 軸 (右向き正) としよ。水平なパイプ中に詰められた粘土の左端を x 軸の原点とし、原点から鉛直上向きに y 軸をとろう。 x 軸 (つまり $y=0$) を基準高さとして、水頭を表すことにしよう。粘土の左端 $x=0$ の位置での水頭 h が常に $h=0$ に保たれ、粘土の右端 $x=L$ の位置での水頭 h が常に $h=H$ に保たれているとしよう。

次の問に答えよ。(ただし水の単位体積重量を γ_w とする。)

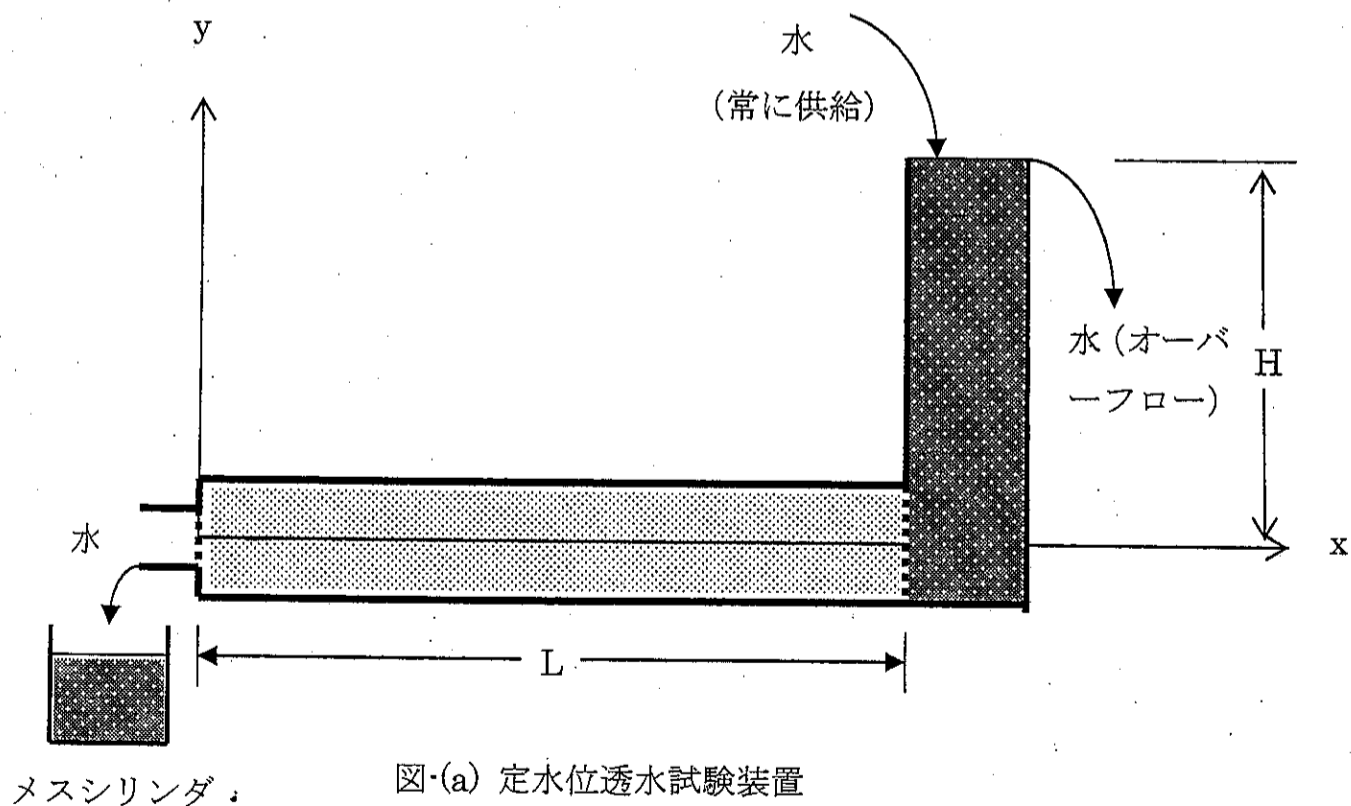
- (1) $x=0$ 、および $x=L$ での位置水頭と圧力水頭を求めよ。
- (2) $0 < x < L$ であるような任意の x における粘土内の水頭 h はいくらか。またそうなる理由を説明せよ。
- (3) 粘土の左端から単位時間のあいだに流れ出してくる水の流量を測り、見かけの流速に換算した。見かけの流速 v を L, H, k の関数として表せ。
- (4) $0 < x < L$ であるような任意の x における粘土内の水圧 u はいくらか。

1-b 図・(b)に示すような岩の斜面がある。斜面の内部に水平の亀裂面がある。亀裂のすきま (内部) には厚さ 10mm の薄い粘土が一様に詰まっている。亀裂のなかの粘土を通して、斜面の山側 (図の右側) から谷側 (図の左側) に向かって地下水が流れており、斜面から谷に向かってしみだしている。斜面には図に示すように鉛直の縦亀裂がある。この亀裂は引っ張り亀裂であって、亀裂の中には粘土や砂はなく水がたまっている。この水は水平亀裂を通して山側から流れてきた地下水が、鉛直亀裂のなかに下から供給されてたまっているものである。普段は鉛直亀裂内の水位は、図に示すように水平亀裂の上面から測って H' の高さにある。ところが雨が降ると地下水が増え、(大雨の) ときには、 H の高さにまで達して、斜面上方からあふれ出す。そのように地下水があふれ出している状態が定常的に続くときでも、斜面は左側に滑り出すことなく安定している。次の問に答えよ。

- (1) 鉛直亀裂内の水位が水平亀裂の上面から測って H の高さに達したまま、定常状態になったとしよ。鉛直亀裂と水平亀裂の交点 (交線) における水圧はいくらか。なお、水平亀裂の厚さは無視せよ。また水の単位体積重量を γ_w とする。

- (2) 鉛直亀裂より左側にあり、かつ水平亀裂より上にある岩塊（岩のかたまり）に対して、水平亀裂内の水圧によって下から作用する揚力（揚圧力の総和）は、単位奥行きあたりいくらか。
- (3) 鉛直亀裂より左側にあり、かつ水平亀裂より上にある岩塊（岩のかたまり）の重量 W が単位奥行きあたり $W = \gamma HL/2$ であるとしよう。ただし γ は岩の単位体積重量である。水平亀裂内の粘土が排水条件下でせん断抵抗を発揮していると仮定すれば、 $\tan \phi_d$ はいくら以上でなければならないか。ただし $c_d = 0$ である。なお ϕ_d は排水時の内部摩擦角、 c_d は排水時の粘着力である。

1-c 高速道路の建設のために、図-(b)に示すような岩の斜面を掘削して、図-(c)のような形状にした。工事中・工事後も雨は降ったけれど、それほどの大雨はなかったので鉛直亀裂の中に貯まった地下水位はほぼ H' 前後の高さに終始した。ところが、あるとき大雨が降って、鉛直亀裂内の水位が上昇して斜面上方からあふれ出すのが観察された。そのときに斜面が水平亀裂に沿って滑り出し、建設された高速道路を破壊してしまった。水平亀裂内の粘土が排水条件下でせん断抵抗を発揮していると仮定すれば、 $\tan \phi_d$ はいくらであったのだろうか。ただし $c_d = 0$ である。なお ϕ_d は排水時の内部摩擦角、 c_d は排水時の粘着力である。



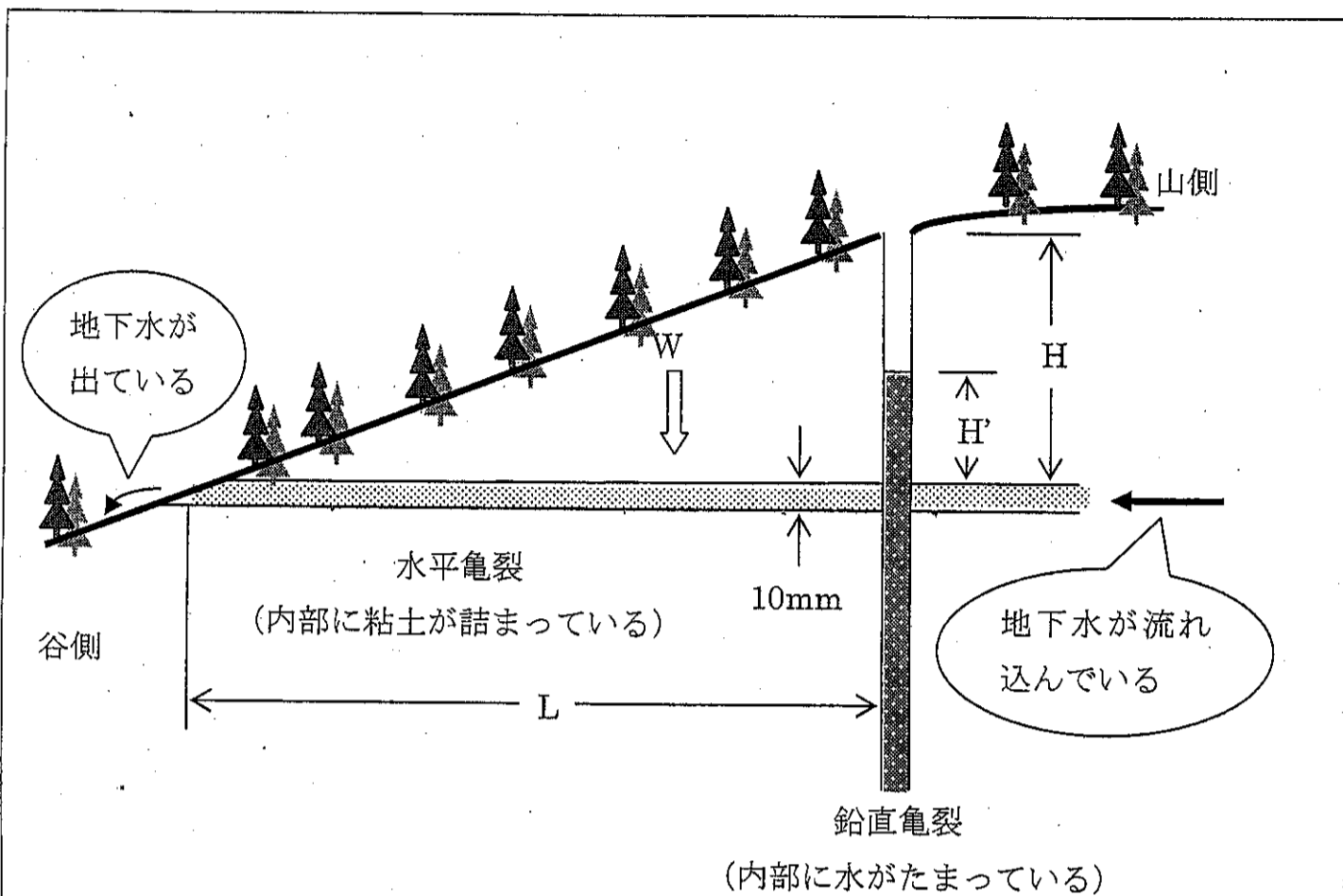


図-(b) 水平亀裂に沿って斜面が滑りそうだが、しかし結局滑らなかった例

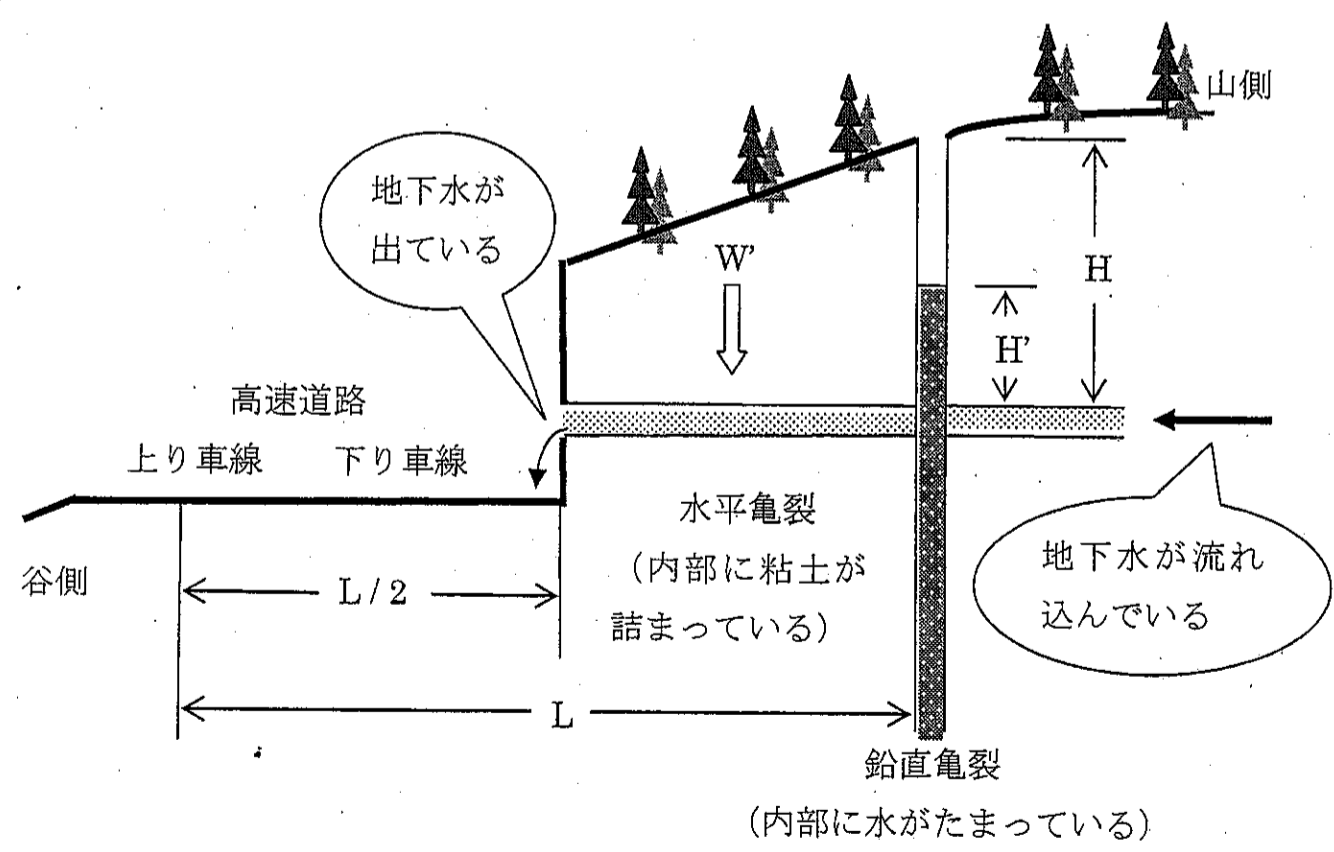


図-(c) 斜面を掘削したあとの大雨で、 H' が上昇して H になったとき、水平亀裂に沿って斜面が滑り出した例