

地盤の浸透破壊に対する安定性 —地盤の諸条件が限界水頭差に及ぼす影響— Effects of details of a soil condition on hydraulic head differences for 2D seepage failure

田中 勉・山本拓児・永井 茂・三木昂史・○参鍋漱祐・笠松晃次・井上一哉
Tanaka T., Yamamoto T., Nagai S., Miki T., Sannabe S., Kasamatsu, K. and Inoue K.

1. 序論

地下水位の高い地点における締切り矢板を用いた地盤の掘削では浸透破壊が問題となる。地盤の浸透破壊問題においては、限界水頭差 H_c を正確に算定する必要がある。解析や実験にあたっては対象領域の諸元のとり方が問題となる。実験自体について言えば、その考察が地盤を正確にモデル化して行われるのであれば特に問題は生じないが、実地盤(側方に無限長の地盤)を模擬するものであるのかどうかは疑問として残る。また、浸透破壊安全率について、日本道路協会基準¹⁾などにおいては、無次元化した算定式が示されている。その根拠となっている計算は、安全側の考慮から、「深さ方向に無限地盤、矢板の厚さを無視、上流側掘削残土の水頭損失を無視」などの仮定のもとに行われている。これらの仮定が浸透破壊に対する限界水頭差に及ぼす影響を正確に見積もる必要がある。このような背景のもと、ここでは、二次元地盤について、矢板の根入れ比(または矢板の根入れ深さ)、矢板の下空き(有限地盤の場合)、解析領域の幅、矢板の厚さ、上流側掘削残土厚さが限界水頭差に及ぼす影響について考察する。

2. 地盤諸条件の限界水頭差への影響

ここでは、Fig.1 に示すような締切り矢板のある二次元地盤を考える。ここで、Fig.1 において、 T_1 , D_1 は上流側地盤の層厚及び矢板の根入れ深さ、 T , D は下流側におけるそれらの値を表す。また、 D/T は矢板の根入れ比、 L は FEM 浸透流解析領域について矢板から両側面(不透水性境界)への長さ、 t は矢板の厚さ、 $T-D$ は矢板下端からの下空き、 $d (=D_1-D)$ は掘削深さ(または上流側掘削残土厚さ)である。 $d = 0$ が掘削なし地盤、 $d > 0$ が掘削あり地盤を表す。

(1) 根入れ比 D/T の効果 掘削なし地盤 ($L = 100$ m, $D = 10$ m, $t = 0$ m) で $T = 10.5, 11, 12, 13,$

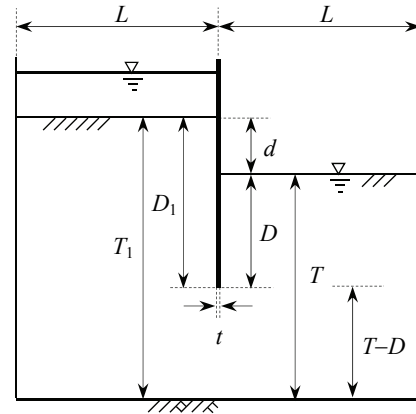


Fig.1 締切りのある二次元地盤(掘削あり)

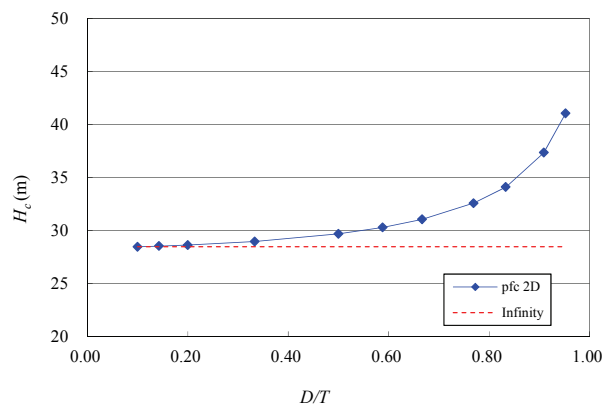


Fig.2 D/T と H_c の関係

15, 17, 20, 30, 50, 70, 100 m の 11 種類について解析を行った。 D/T と H_c の関係を Fig.2 に示す。Fig.2 から、 H_c は、 D/T が増加するとき最初一定値を示すが、0.26 付近から増加し D/T の影響が大きくなる($D/T=0.1$ に対して 1.0~1.44)。

(2) 矢板下端における下空き $T-D$ の効果(有限地盤の場合) (1)と同じ解析結果について、 $T-D$ と H_c の関係を求め次の結論を得た。 H_c は、 $T-D$ が大きくなるにつれて最初大きな値を示すが次第に小さくなり一定値となる。また、浸透流が実際に流れる矢板の下空き部分の効果が生じるのは $((T-D)/D) < 2.85$ である。

(3) 矢板から両側面境界への長さ L の効果 深

さ方向に有限な掘削なし地盤($D = 20 \text{ m}$, $t = 0 \text{ m}$, $T = 40 \text{ m}$)で $L = 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 200, 300, 400, 500 \text{ m}$ の 11 種類について解析を行った。 L/T と限界水頭差 H_c の関係を Fig.3 に示す。 H_c の値は, L/T の値が大きくなるにつれて大きくなり最終的にはほぼ一定の値になる ($L/T=12.5$ に対して $0.94\sim 1.00$)。また, 解析領域として, 水平方向に $L/T \geq 1.5$ の範囲をとれば, 限界水頭差に関して 1%以内の精度で水平方向に無限な地盤とみなすことができる。

また, 矢板中央からの左右側面境界長さについて, 「 L (左) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 小」, 「 L (右) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 大」となることがわかった。

(4) 矢板厚さ t の効果 深さ方向に有限な掘削なし地盤($D = 10 \text{ m}$, $T = 20 \text{ m}$, $L = 40 \text{ m}$)で $t = 0.0, 0.15, 0.2, 0.3 \text{ m}$ の 4 種類について解析を行った。 t と H_c の関係を Fig.4 に示す。 t が 0.0 から $0.15, 0.2, 0.3 \text{ m}$ に増加すると H_c の値は $0.67, 0.85, 1.20 \text{ m}$ だけ増加する($t=0.0 \text{ m}$ に対して $0.100\sim 1.04$)。 t の H_c へ与える影響は大きく浸透路長の増加割合以上であることがわかる。

(5) 上流側掘削残土 d の効果 深さ方向に有限な掘削あり地盤($D = 10 \text{ m}$, $T = 30 \text{ m}$, $L = 80 \text{ m}$)で $T_1 = 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 \text{ m}$ の 7 種類について解析を行った。 d と H_c の関係を Fig.5 に示す。 d が $0\sim 30 \text{ m}$ と増加するにつれて, H_c は $d=0$ に対して $1.00\sim 1.36$ と大きくなる。その増加割合は d が大きくなるにつれて小さくなる。

3. 結論

二次元地盤について, 矢板の根入れ比 D/T , 矢板の下空き $T-D$, 解析領域の幅 L , 矢板の厚さ t , 上流側掘削残土 d が, 限界水頭差 H_c に及ぼす影響について考察した。そして, 掘削なし地盤について, 「 D (D/T) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 大」, 「 $T-D \rightarrow$ 大のとき $H_c \rightarrow$ 小」, 「 L (左右) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 小」, 「 L (左) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 小」, 「 L (右) \rightarrow 大のとき $H_c \rightarrow$ 大」, 「 $t \rightarrow$ 大のとき $H_c \rightarrow$ 大」がいえること, 掘削あり地盤について, 「 $d \rightarrow$ 大のとき $H_c \rightarrow$ 小」がいえることを示した。地盤の浸透破壊に対する限界水頭差の算定にあつては, これら物理的諸量の H_c への影響を十分把握しておく必

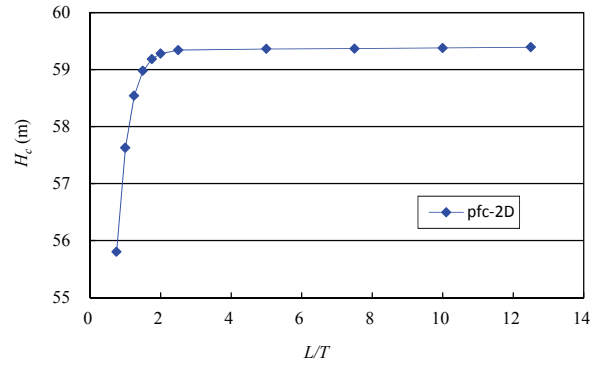


Fig.3 L/T と限界水頭差 H_c の関係

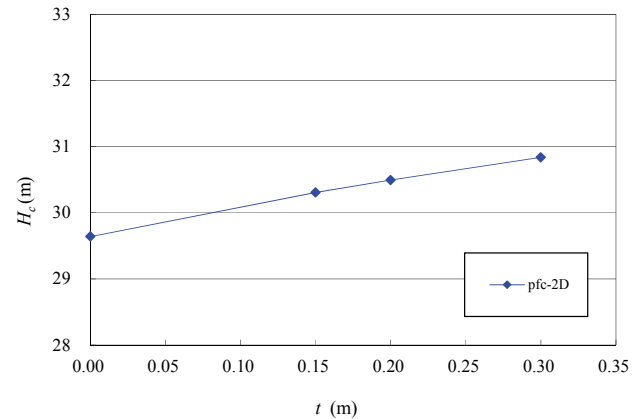


Fig.4 t と H_c の関係

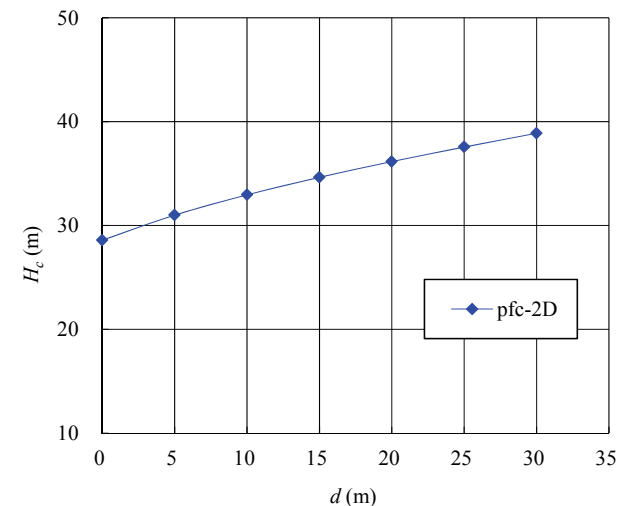


Fig.5 d と H_c の関係

要がある。

参考文献

- 1) 日本道路協会編 (1999):道路土工 —仮設構造物工指針, 日本道路協会, pp.76~82.
- 2) 永井 茂, 田中 勉, 廣瀬哲夫(2014): 二次元単列矢板地盤における各種基準類による浸透破壊安全率の算定, 農業農村工学会 第71回京都支部講演会講演要旨集 5-03, pp.158-159.