

軸対称地盤の浸透破壊に関する実験的考察

Experiments on seepage failure of soil in an axisymmetric condition

田中 勉・ 浦田 憲・ 坂井田貴士

Tsutomu Tanaka, Ken Urata and Takashi Sakaida

1. 序論

地下水位の高い地点における土木構造物の建設においては浸透破壊が問題となる。ここでは、軸対称浸透破壊実験を行い、変形開始時及び破壊時水頭差について考察を行った。

2. 実験試料及び装置

実験試料には均一な細砂（琵琶湖砂 3）を用いた。実験装置を Fig.1 に示す。下流側の地盤層厚 T 、矢板の根入れ深さ D 、矢板内の掘削深さ d 、上流側地盤層厚 $T+d$ を変化させた 22 件の実験 E0101 ~ E0122 を行った。

2. 軸対称地盤の浸透破壊実験結果

(1) 水頭差の増加に伴う地盤形状及び等ポテンシャル線分布の変化と破壊形態 実験 E0122 に関して、水頭差 H の増加に伴う地盤形状及び等ポテンシャル線分布の変化を Fig.2 に示す。 H が増加してゆくと、最初は地盤には何の変化もない。変形開始時水頭差 H_y に達すると、地盤は上流側でリング状に沈下し、下流側でリング状に隆起する（矢板の根入れ深さが大きいときには下流側地盤全体が隆起する）。さらに H が増加すると、上流側の沈下、下流側の隆起が大きくなる。また、等ポテンシャル線分布 (Fig.2) は H の増加につれて下流側にゆがんでくる。 H が破壊時水頭差 H_f に達すると、上流側地盤の砂

粒子が矢板下端を回って移動し、下流側地盤は砂粒子が吹き上がり破壊する。

(2) $H-Q_{15}$ 曲線 実験 E0122 に関して、水頭差 H と 15 時の浸透流量 Q_{15} の関係を Fig.3 に示す。 $H-Q_{15}$ 曲線は、 H が増加するにつれて直線関係からずれ非線形になる。非線形になる点 ($H-Q_{15}$ 曲線の変曲点) における H の値を流量急増時水頭差 H_d とする。 $H-Q_{15}$ 曲線は初期の直線関係からずれ、徐々に流量の増加割合が減少し、浸透流量が回帰直線よりも小さくなる。

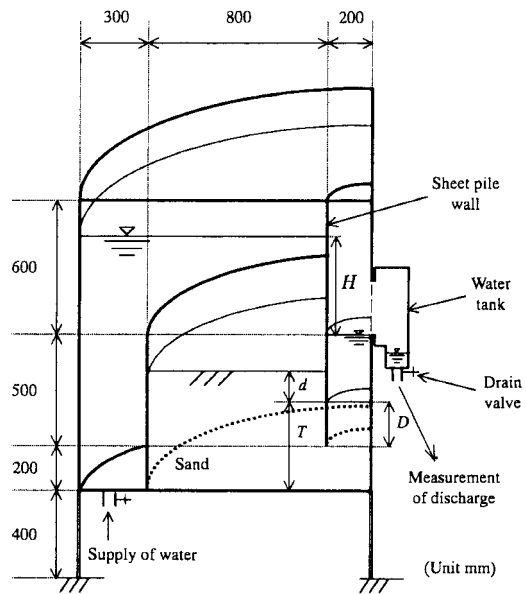
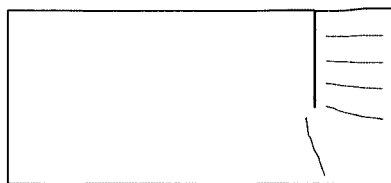
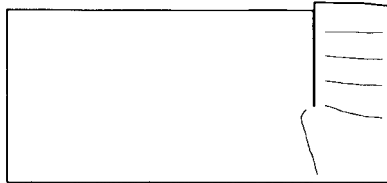


Fig.1 実験装置の概略図

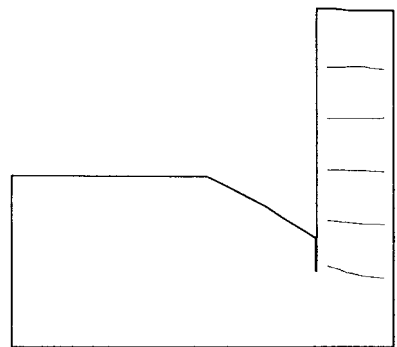
[実験 E0122 ($T=44.9\text{cm}$, $D=25.1\text{cm}$, $d=0.0\text{cm}$; $H_y=32.4\text{cm}$, $H_f=70.4\text{cm}$)]



(a) $H=5.7\text{cm}$



(b) $H=32.6\text{cm}$



(c) $H=68.8\text{cm}$

Fig.2 水頭差の増加に伴う地盤形状及び等ポテンシャル線分布の変化 (E0122)

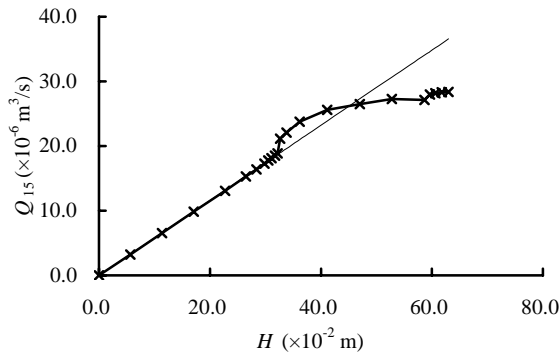


Fig.3 $H-Q_{15}$ 曲線 (E0122)

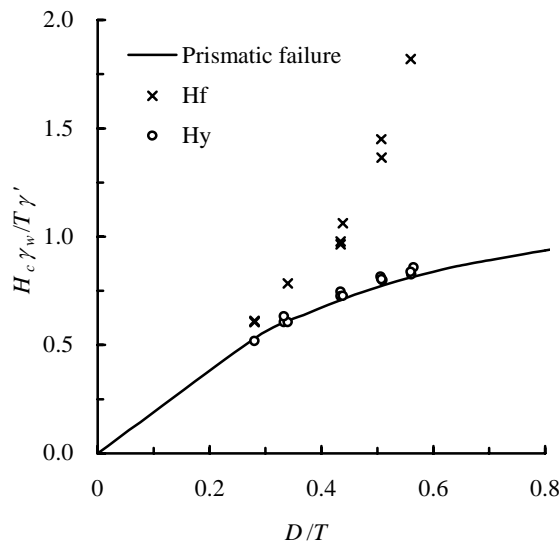


Fig.4 D/T と $H_c\gamma_w/T\gamma'$ の関係

(3) 変形開始時水頭差の算定 光波測定器を用いて上下流の地盤表面高 Y を測定し、水頭差 H との関係性を調べた。そして、流量急増時水頭差 H_d は変形開始時水頭差 H_y (上流側 H_{yu} , 下流側 H_{yd}) とほぼ等しくなることがわかった¹⁾。

(4) 変形開始時水頭差と破壊時水頭差

a. 掘削のない地盤 Fig.4 に根入れ比 D/T と限界水頭差 H_c の無次元量 $H_c\gamma_w/T\gamma'$ の関係を示す。 H_y は Prismatic failure による理論限界水頭差 H_{PF} とほぼ一致している。また D/T の増加に伴い $(H_f - H_y)/H_y$ が増加する。

b. 掘削のある地盤 Fig.5 に上流側地盤厚が 40 cm の場合における、掘削比 $d/(D+d)$ と限界水頭差 H_c の無次元量 $H_c\gamma_w/(T+d)$ の関係を示す。掘削地盤の場合も H_y と H_{PF} がほぼ一致する。また、 $(H_f - H_y)$ は $d/(D+d)$ に関わらずほぼ一定値 $(H_f - H_y) \approx 20\text{cm}$ となる。このように、 $(H_f - H_y)$ の値は下流側ではなく上流側矢板根入れ深さ $(D+d)$

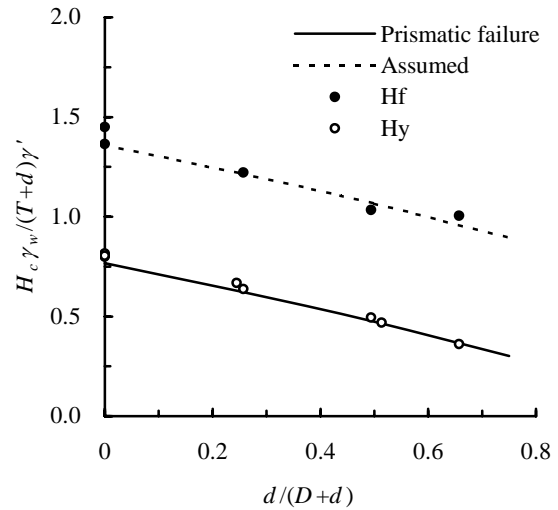


Fig.5 $d/(D+d)$ と $H_c\gamma_w/(T+d)\gamma'$ の関係 ($D \approx 40\text{cm}$)

に影響を受けると考えられる。すなわち、変形から破壊に至るまでの水頭差に関する余裕 $(H_f - H_y)$ は上流から下流へ供給される砂の潜在的供給量に影響される (Self stabilizing effect)。

Fig.6 に、下流側矢板根入れ深さを一定 ($D \approx 10\text{cm}$) としたときの、上流側矢板根入れ深さの無次元量 $(D+d)/D$ と $H_y\gamma_w/D\gamma'$ の関係を示す。 $H_y\gamma_w/D\gamma'$ は $(D+d)$ に関係なくほぼ一定となる。すなわち、変形開始時水頭差 H_y は下流側矢板根入れ深さに影響を受けると考えられる。

4. 結論

軸対称浸透破壊実験を行い次の結論を得た。

- (1) H_y は H_d とほぼ一致する。
- (2) H_y は Prismatic failure による H_{PF} と一致する。
- (3) H_y は矢板の下流側根入れ深さ D , 余裕 $(H_f - H_y)$ は上流側根入れ深さ $(D+d)$ によって決まる。

参考文献 1) 田中 勉他: 農士学会大会, 218-219, 2002.

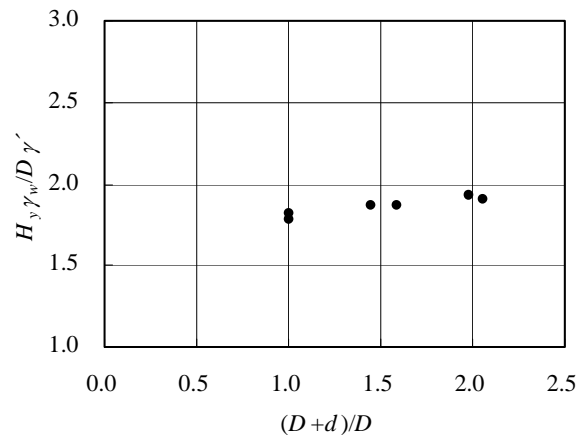


Fig.6 $(D+d)/D$ と $H_y\gamma_w/D\gamma'$ の関係