

軸対称地盤の浸透破壊 - 変形開始時水頭差の算定法 -

Estimation of hydraulic head difference at deformation in seepage failure of soil in an axisymmetric condition

田中 勉*・坂井田貴士*・坂根 健一**

Tsutomu Tanaka, Takashi Sakaida and Ken-ichi Sakane

1. 序論

地下水位の高い地点における狭い範囲の掘削においては軸対称条件の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、変形開始時水頭差について考察を行った。

2. 軸対称地盤の浸透破壊実験

軸対称地盤の浸透破壊特性を明らかにするため実験を行い考察を行った。

(1) 実験試料及び実験装置 実験試料には均一な細砂（琵琶湖砂 3）を用いた。実験装置は、実験水槽本体（Fig.1）、定水頭装置、間隙水圧測定装置からなる。ここでは、地盤の層厚 T 、矢板の根入れ深さ D 、地盤の相対密度 D_r を変えた 17 ケの実験 E0101 ~ E0117 を行った。

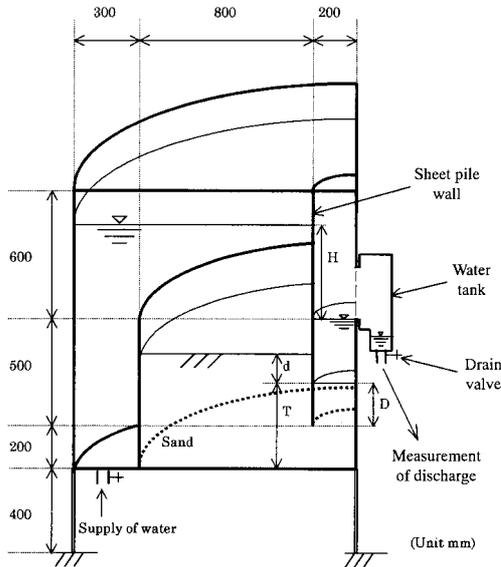


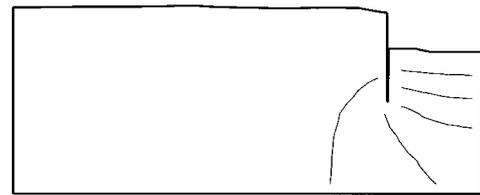
Fig.1 実験装置の概略図

(2) 水頭差の増加に伴う地盤形状の変化 Fig.2 に実験 E0112 について水頭差

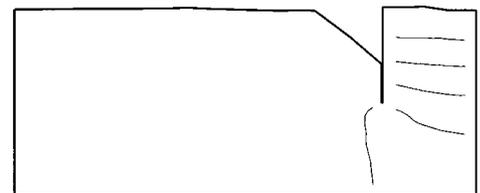
H の増加に伴う地盤形状の変化を示す。 H が大きくなると、はじめは地盤には何の変化も見られない。 H が変形開始時水頭差 H_y になると矢板付近の地盤が上流側で沈下し下流側で上昇する。 H がさらに大きくなるとその現象が進行するが、破壊時水頭差 H_f に達すると砂粒子が下流側で噴き上がり、上流側ではその伝達を受けたかのように一気に矢板下端をまわって下流側へ移動し地盤が破壊する。実験による等ポテンシャル線分布（Fig.2）は、地盤の形状変化に伴い下流側へよりゆがんでゆく。



(a) 実験開始時 $H=2.76 \times 10^{-2}$ (m)



(b) 変形後 $H=18.41 \times 10^{-2}$ (m)

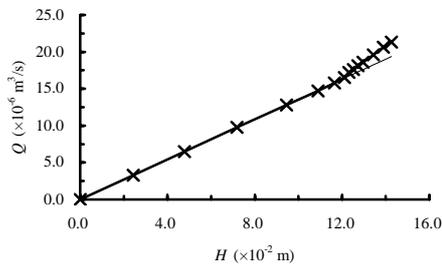


(c) 大変形時 $H=27.50 \times 10^{-2}$ (m)

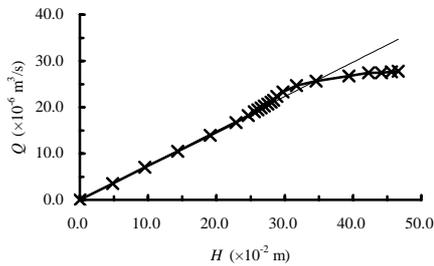
Fig.2 地盤形状の変化と等ポテンシャル線分布の変化 (E0112)

* 神戸大学農学部 (Kobe University), ** 国土交通省近畿地方整備局 (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), キーワード: 地下浸透・地下水流動・地盤の変形

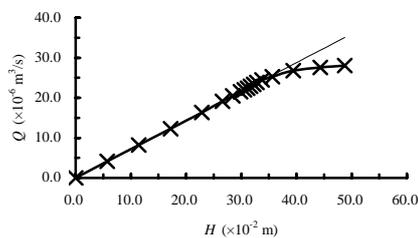
(3) $H \sim Q_{15}$ 曲線 Fig.3(a) ~ (c)に実験 E0117, E0111, E0114 の $H-Q_{15}$ 曲線を示す。流量 Q_{15} は、水頭差の増加に伴って最初直線的に増加するが、ある水頭差に達すると急増する。流量が線形関係からはずれ急増するときの水頭差を流量急増時水頭差 H_d と呼ぶ。実験 E0117, E0111, E0114 はこの順に矢板の根入れ深さが大きくなっている。流量急増時水頭差は、根入れ深さが小さいときには比較的容易に算定できるが、根入れ深さが大きくなると算定しにくくなる。



(a) E0117 ($D=0.077\text{m}$, $T=0.275\text{m}$)



(b) E0111 ($D=0.204\text{m}$, $T=0.402\text{m}$)



(c) E0114 ($D=0.252\text{m}$, $T=0.450\text{m}$)

Fig.3 $H-Q_{15}$ 曲線

(4) 変形開始時水頭差の算定法 ここでは、光波測定器を用いて上、下流側の地盤高 Y を測定した。水頭差 H と Y の関係を E0116 の場合について示すと

Fig.4 となる。 Y の値は変形前には一定値を示す。水頭差 H がある値を越えて上昇してゆくと、 Y の値は上、下流とも一定値からずれてゆく。その関係は最初ほぼ直線的になる。ここでは上、下流側においてそれぞれ最初の測定点 4~5 点を通る直線を引き初期の一定値との交点を求め、その交点を変形開始時水頭差 H_y とした。

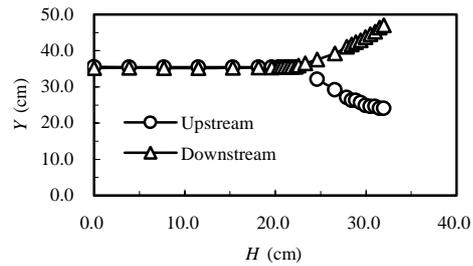


Fig.4 変形開始時水頭差の算定 (E0116)

この方法によると上、下流地盤の変形開始時水頭差 H_{yu} , H_{yd} が容易に算出できる。「流量急増時水頭差」と「変形開始時水頭差」の関係を示すと Fig.5 となる。Fig.5 からわかるように、流量急増時水頭差 H_d は上、下流地盤の変形開始時水頭差 H_{yu} , H_{yd} とほぼ一致している。

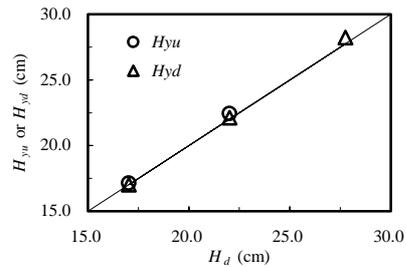


Fig.5 H_d と H_{yu} , H_{yd} の関係

3. 結論

軸対称地盤の浸透破壊に関して、変形開始時水頭差 H_y の算定法について考察し次の結論を得た。

- (1) 上、下流地盤高 Y を正確に測定することによって、水頭差 H と Y の関係から H_y を精度よく求められる。
- (2) H_y は流量急増時水頭差 H_d とほぼ同じ値である。