

III-407 室内実験によるクイックサンド現象の観察と一考察

岐阜大学工学部 正員 佐藤 健
 岐阜大学工学部 学生員 ○金原 健一
 名港管理組合 平松 久佳

1. まえがき 鉛直一次元透水場におけるクイックサンド現象を室内実験によって観察した。粒径の異なる4種類のガラスビーズと豊浦標準砂を用いたが、Terzaghiの限界動水勾配時に流量急増し、従来の実験結果とほぼ同様の結果が得られた。目視による観察ではあったが、流量急増時よりも以前に粒子の動きが観察されたので、この時点をもってクイックサンドの認定が行えないかと考えた。実際地盤では、限界動水勾配よりかなり小さい場合にもクイックサンドの生じることが知られており、そうした問題を念頭に研究を行っている。

2. 認定方法 静水中を半径 a の球形粒子が速度 u で落下するとき、静水から受ける抵抗力(D)は、ストークスの抵抗則によれば $D = 6\pi\mu au$ ……(1)と与えられる。無数の土粒子からなる地盤中を間隙水が速度 v で流れるときの流動抵抗力 $^{(1)}$ (D^*)を $D^* = C_1(6\pi\mu av)$ ……(2)のように考えてみる。ここで、 μ : 水の粘性係数 a : 微小体積中の土粒子の平均粒径 C_1 : 補正係数 (2)式をある空間体積 V 内で平均化して考える。

$\int_V D^* \cdot n \, dV = C_2 \bar{D}^* \cdot \bar{n} V$ ……(3) ここで、上付きの $\bar{}$ は各量の空間平均値を示している。(3)式が土を連続体と見なし得る大きさにまで粗視化したときの透水力を示している。鉛直一次元透水場での平衡方程式より、砂柱表面から z の深さにおける有効応力は、 $\sigma' = \gamma' z - C_2 \bar{D}^* \cdot \bar{n} z$ ……(4)となる。深さ z の位置におけるピエゾ水頭と砂柱表面でのピエゾ水頭の差(過剰水圧)を h_p とすれば、 $\sigma' - \gamma' z = \gamma_w h_p$ ……(5)となる。(4)式に(2)、(5)式を代入すれば、 $T_r = \gamma_w h_p \bar{n} / (6\pi\mu \bar{a} \bar{k} \bar{i})$ ……(6)が得られる。 T_r は、 C_1 と C_2 を乗じたもので、一球の抵抗則を多数の任意形状粒子中の流れに応用したときの補正効果と流動抵抗力(D^*)の空間分布を平均化したときの補正効果を示している。浸透水によって土粒子の位置が変化しなければ、この値は一定値を示すものと考えられる。土粒子位置に何らかの変化が生ずれば T_r は変化をするので、この T_r をもってクイックサンドが認定できないか検討してみた。

3. 鉛直一次元透水実験 実験装置の概略図をFig. 1に示した。内径52mm、長さ500mmの亚克力パイプに試料をつめ、試料下端から透水させた。(6)式中の $\bar{i}$ の測定用に試料下端から5cm、10cm、15cmの位置にピエゾメーターを設置した。用いた試料の諸定数をTable. 1に示した。試料長さ20cm、 $\gamma_s = 1.5 \text{ gf/cm}^3$ を目標に、試料を突き棒で突きながら作成したが、Table. 1のように少し変動がみられる。

4. 結果と考察 実験結果をTable. 2にまとめた。ガラスビーズGB-A Gと豊浦標準砂の結果をFig. 2, 3に示した。横軸の動水勾配には、 i_{or} : Terzaghiの限界動水勾配、 i' : 粒子移動が認められたときの動水勾配、 i'' : 流量急増時の動水勾配、も併せて示した。縦軸の各値は(6)式にもとづいて計算されるわけだが、 h_p 、 $\bar{i}$ についてはピエゾ水頭の測定値より計算した。 $\bar{n}$ 、 $\bar{a}$ 、 $\bar{k}$ もピエゾメーター付近の各値を使う必要がある。今回は試料全体の平均値を用いて計算した。Fig. 2, 3をみてもわかるように、当初予想したような結果となり、クイックサンド認定に利用できそうに思われた。しかしながら、いずれの結果も i' を認定するには、なお不十分であることもわかった。試料全体に対する平均的な $\bar{n}$ 、 $\bar{a}$ 、 $\bar{k}$ ではなく、各値の空間分布も考慮することが必要のようにも思われた。今後も検討を続ける予定である。

参考文献

- 1) 吉田昭治: 浸透水力について, 土質工学会論文報告集, Vol. 14, No. 1, pp. 89~94, 1974.

Table. 1

試料名	粒径範囲 (μm)	γ_s	G_s	e
GB-C	250~425	1.58	2.491	0.58
GB-AC	150~250	1.50	2.498	0.67
GB-AG	53~106	1.50	2.481	0.65
豊浦標準砂	75~175	1.54	2.645	0.72

γ_s : 乾燥単位体積重量 (gf/cm^3)

G_s : 比重

e : 間隙比

Table. 2

試料名	i_{cr}	i'	i''
GB-C	0.94	1.05	1.21
GB-AC	0.90	0.85	1.05
GB-AG	0.90	0.62	0.97
豊浦標準砂	0.96	1.18	1.23

i_{cr} : Terzaghi の限界動水勾配

i' : クイックサンド兆候時の動水勾配

i'' : クイックサンド発生時の動水勾配

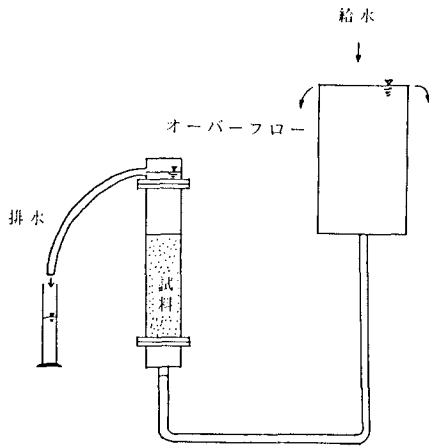


Fig. 1

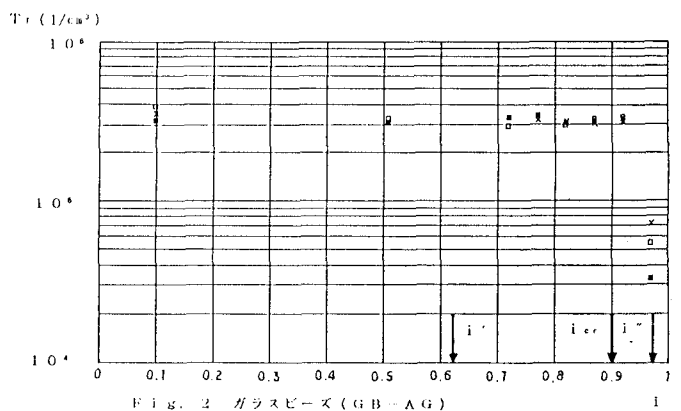


Fig. 2 ガラスビーズ (GB-AG)

■のプロットは、試料の下から 5 cm のデータ

□のプロットは、試料の下から 10 cm のデータ

×のプロットは、試料の下から 15 cm のデータ

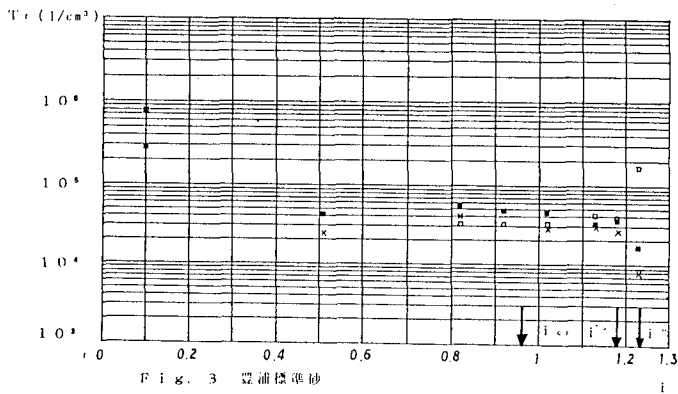


Fig. 3 豊浦標準砂

■のプロットは、試料の上から 5 cm のデータ

□のプロットは、試料の下から 10 cm のデータ

×のプロットは、試料の下から 15 cm のデータ