

簡易原位置透水試験(SDS-Rocket)による透水係数の推定

東京都市大学	正会員	末政 直晃	東京都市大学	学生会員	○稲葉 光祐
若築建設株式会社	正会員	水野 健太	東京都市大学	正会員	田中 剛
			日本基礎技術株式会社	非会員	京田 裕二
			ジャパンホームシールド株式会社	非会員	辻 浩平

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、液状化現象により宅地においても甚大な被害が生じた。これより、宅地における液状化の可能性について検討する必要性が増した。その後、液状化判定に関する多くの提案がなされたが、土の細粒分含有率の推定には今なお課題が残っている。そこで本研究では、サウンディングに透水試験を併用することが可能な簡易原位置透水試験（SDS-Rocket）の開発を目的としている。土の透水性は細粒分含有率の影響を強く受けるため、低価格で簡便なサウンディングの孔を利用した原位置透水試験が可能であれば、土質の判別や液状化判定の評価などを簡易に行うことができる。本報告では、珪砂6号と珪砂7号に対して実施した模型実験と室内透水試験の結果について述べる。

2. 模型地盤に対する透水試験

2-1. 試験概要

写真1に本試験に用いたソレノイド駆動型ポンプを、写真2に使用したダンパーを示す。ポンプは脈動が激しいことから、2つのダンパーを配置することで脈動を抑えた。写真3に模型地盤を示す。地盤の作製には水中落下法を用いた。流量は約2～14ml/secの範囲で設定した。

2-2. 試験手順

図1に模型地盤における透水試験の概要を、以下に試験手順を示す。

- ①水中落下法を用いて地盤を作製する。
- ②スクリーポイントを水中に設置し、ポンプを稼働させて管内摩擦圧力を測定する。
- ③スクリーポイントを土層の中心に設置し、通水を開始する。送水圧力が一定になるまで実施する。
- ④段階的に流量を増加させ試験を行う。

2-3. 試験結果

図2に珪砂7号の流量と有効送水圧力の関係を示す。有効送水圧力は、各流量の送水圧力から管内摩擦圧力を差し引いたものとした。図2より、有効送水圧力は流量が増加する



写真1

写真2 ダンパー

ソレノイド駆動型ポンプ (左:ビー玉、右:風船)



写真3 模型地盤

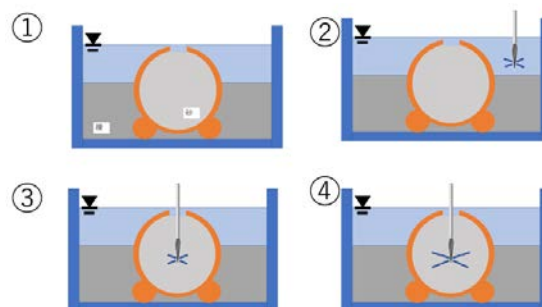


図1 模型地盤試験の概要図

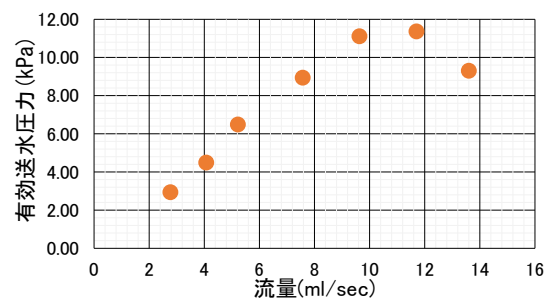


図2 流量と有効送水圧力の関係

キーワード SDS-Rocket, 細粒分含有率, 透水係数

連絡先 東京都市大学 工学部 都市工学科 地盤環境工学研究室 E-mail :ttanaka@tcu.ac.jp

とともに増加したが、流量が 11.0ml/sec 以上になると低下した。原因として、送水圧力が高まったため、パイピングが生じたことが考えられる。式(1)に Maag の式(有限遠)¹⁾を、式(2)に式(1)を流量で微分した式を示す。透水係数は、図 3 に示す流量が 11.0ml/sec 以上のデータを除いた近似直線の傾きを式(2)に代入して算出した。

$$P(R_a) - P(R_b) = \frac{\gamma q_1}{4\pi k} \times \left(\frac{1}{R_a} - \frac{1}{R_b} \right)$$
 式(1)

$$\frac{dP}{dq} = \frac{\gamma}{4\pi k} \times \left(\frac{1}{R_a} - \frac{1}{R_b} \right)$$
 式(2)

ここで、P(R_a)：送水孔の半径 R_a の時の有効送水圧力(kPa)，
P(R_b)：ブイの半径 R_b に作用する圧力，γ：水の単位体積重量 (kN/m³)，q₁：スクリーポイントの断面損失を考慮したポンプの流量，k：水の透水係数(m/sec)である。
これより、模型地盤透水試験における珪砂 7 号の透水係数は 6.15×10⁻⁵m/sec を示した。

3. 室内透水試験

3-1. 試験概要

写真 4 に室内透水試験を示す。本試験は模型実験から算出された透水係数の妥当性を検証する目的で実施した。供試体は高さ 30cm，直径 10cm である。10cm，16cm，22cm の各水頭差における平均流量から透水係数を算出した。

3-2. 試験結果

図 4 に珪砂 7 号の平均流量と透水係数の関係を示す。透水係数の算出にはダルシーの法則²⁾を用いた。各流量での透水係数を平均した結果、室内試験における珪砂 7 号の透水係数は 3.05×10⁻⁴m/sec を示した。

4. 結果の比較

珪砂 7 号と同様に珪砂 6 号を用いて模型実験と室内試験を実施した。表 1，図 5 に各砂において模型実験と室内試験で測定した透水係数を示す。珪砂 6 号と珪砂 7 号において模型実験と室内試験の結果を比較すると、室内試験の値は模型実験の値の 4~5 倍大きくなった。

5. まとめ

珪砂 6 号と珪砂 7 号において、模型実験と室内試験で測定した透水係数を比較すると、大小関係がほぼ一致した。

6. 今後の予定

模型地盤中の間隙水圧を計測する実験を行うことで、Maag の式の妥当性や送水孔の影響について検討する。

参考文献

1)仲山貴司 岡野法之：薬液注入に伴う地盤変形予測法の構築鉄道総研報告, vol. 27, No.6, p.19-p.24, 2013 年
2)地盤工学会編：土質試験の手引き 丸善出版, 2021 年

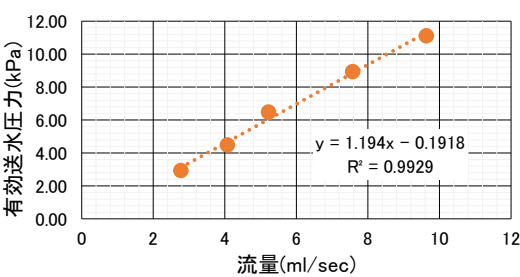


図 3 流量と有効送水圧力の関係



写真 4 室内透水試験

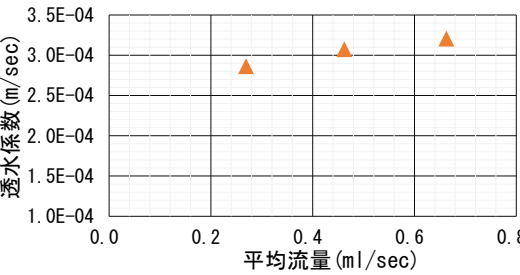


図 4 平均流量と透水係数の関係

表 1 細粒分含有率と透水係数

	珪砂6号	珪砂7号
FC(%)	2.1	7.5
模型実験(m/sec)	1.52 × 10 ⁻⁴	6.15 × 10 ⁻⁵
室内試験(m/sec)	6.08 × 10 ⁻⁴	3.05 × 10 ⁻⁴

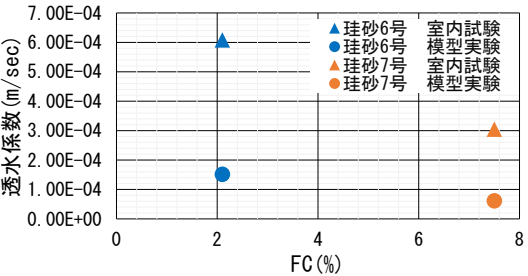


図 5 細粒分含有率と透水係数の関係