

高透水性地盤に適応したスラグ式現場透水試験の評価

株式会社田中地質コンサルタント ○藤田 有二, 梅田 幸成

1. はじめに

現在、多くの現場で実施している現場透水試験法は非定常法もしくは定常法で行われている。非定常法では透水係数算出式の仮定条件を現場で成立させることが困難である。一方で、水位読み取りの個人差などデータ取得作業に課題もある。

特に高透水性地盤においてペーラーなどでは初期水位差がつきにくいことから、スラグ法による透水試験(以下、スラグ式試験)を実施した。今回、迅速計測でもあるこの方法のメリットやデータ傾向の一例を報告する。

2. 調査内容

(1) 概要

道路の高架化に伴う橋梁の詳細設計に必要な基礎資料を得るために、ボーリングによる地質調査を実施した。ボーリング孔のうち、現場透水試験は13箇所で行った。

(2) 地盤状況

調査地の地盤は、河川の作用によって形成された扇状地性堆積物や段丘堆積物により構成されている。このため、砂礫層が主体であり、その中に連続性に乏しい粘土層や砂質土層が薄く不規則に分布している。

砂礫層の上部はほぼ $N < 30$ であり、細粒分は少なく、最大礫径は $\phi 60\text{mm}$ である。

(3) 地下水環境

砂礫層は高い透水性を有し、水位は地表面もしくは旧地表面から1m 以内に分布する。また、近隣では、清浄かつ豊富な水を利用した養魚場も点在する。地下水環境の保全是施工に際しての重要事項である。

現場透水試験は、透水性の高い砂礫層を対象とし、施工に際して、透水性を把握するために実施した。

3. スラグ式試験の概要

スラグ式試験は、非定常法の一手法であり、原理や解析方法も同様である。

(1) 手順

図-1に手順を示す。孔内水位以下に圧力計を投入し、データを取得し続けた状態で、スラグを投入または引き抜き、水位の変化を観測する。透水性が高い区間では、スラグの投入・引き抜きは素早く行う必要がある。

なお、当調査においては、孔壁が自立する見込みがなかったことから、開口率10%のVP50管のストレナーを挿入して試験区間を保持した。

(2) 使用機材

機材一式を写真-1に示す。

- ①スラグ：試験孔に挿入可能かつ、水位センサーによる計測を阻害しないものが必要である。加えて、水に沈む重さかつ必要以上に重くならないよう留意し、 $L=1.0\text{m}$ 、 1.5m のものを製作した。このうち、高透水性地盤には体積(水位変化)が大きい 1.5m の方が適している。 $L=1.5\text{m}$ スラグの質量は 3250g 、体積は 2775cm^3 である。
- ②データロガー：当調査では 100ms ($1/10$ 秒)のサンプリング間隔を基本とした。ただし、特に透水性の高い区間では、より短いサンプリング間隔が必要であり、最短 50ms 間隔のデータを取得した。用いたデータロガーは最短 2ms 間隔、分解能 1mm のデータ取得が可能である。
- ③水位センサー：投げ込み式の水圧計を用いた。地表付近の試験を想定して、定格出力およびケーブル長は 10m とした。

(3) 長所・短所

長所・短所を表-1にまとめた。

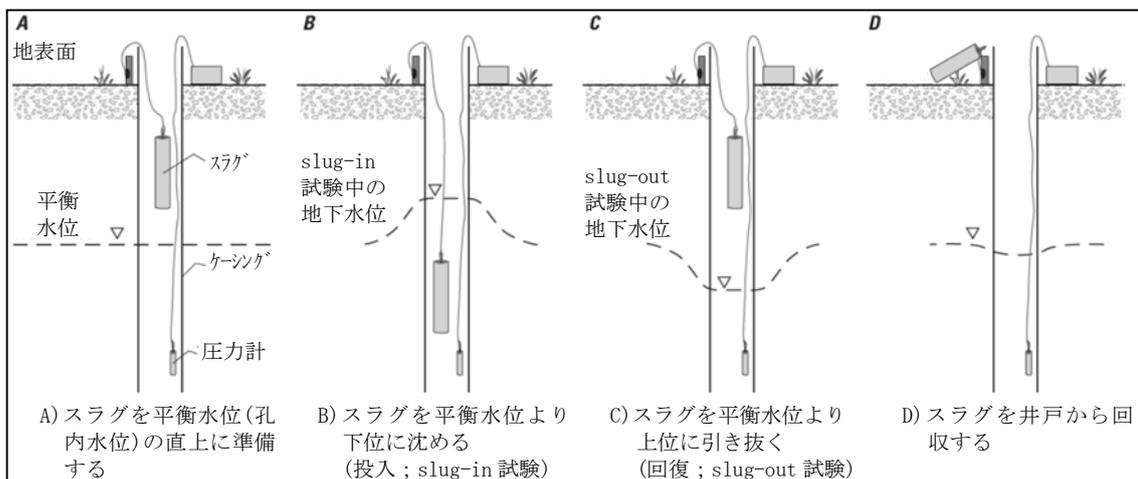


図-1 スラグ式試験の手順¹⁾を和訳・追記

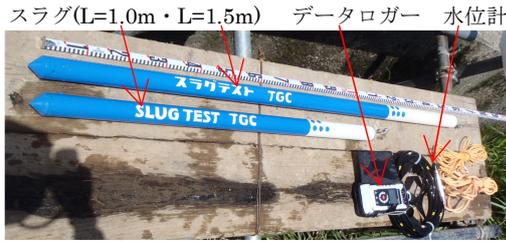


写真-1 機材一式

表-1 スラグ式試験の長所・短所

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> 孔内水位の低下あるいは上昇が迅速・的確に可能²⁾ 揚水しないのでボーリング孔から水を排出しない¹⁾ (逆に注水時の補給水が不要) 試験時間が短い¹⁾ 高透水性地盤でも、ポンプ等が不要¹⁾ 既存の井戸や観測孔でも簡単に試験ができる 適用範囲が広い(低透水～高透水) 	<ul style="list-style-type: none"> 影響圏が小さい¹⁾ (一般に、影響圏は、【揚水試験】が大きく、次に【非定常法】、更に小さいのが【スラグ式試験】となる) 井戸のフィルタやスキン効果[*]、逸水防止剤の影響を受ける¹⁾ 極端な高透水性地盤や大口径井戸には適用できない <p>※スキン効果：掘削により、孔壁が乱れることで本来の透水性が失われる効果</p>

4. 試験結果

(1) 概要

現場透水試験は、全てスラグ式試験(投入)を採用し、 $K=6E-5 \sim 1E-2$ (m/s)の結果を得た。なお、合わせて実施した定常法と、スラグ式試験に有意な差はなかった。スラグ式試験における、一回の試験時間(スラグの操作～平衡水位への回復)は、最も透水性の高い区間では2秒、中位の区間でも4分以内であった。

(2) データの取得

高透水性地盤での試験の一例として、No. 3孔 (GL-3.0～3.5m 区間) で取得したデータを図-2に示す。ここでは、以下の6条件で試験を行い、透水係数を算定した。

- ① 定常法(揚水: $K=7E-3$ m/s)
- ② スラグ式試験(投入・孔洗浄後: $K=7E-3$ m/s)
- ③ スラグ式試験(回復・孔洗浄後: $K=7E-3$ m/s)
- ④ 非定常法(注入・孔洗浄後 $K=4E-3$ m/s)
- ⑤ スラグ式試験(投入・孔洗浄前: $K=4E-3$ m/s)
- ⑥ スラグ式試験(回復・孔洗浄前: $K=5E-3$ m/s)

(3) 考察

①②③の結果は同様であった。このことは、スラグ式試験の短所として挙げた、スキン効果や逸水防止剤の影響を②③が受けなかったと考えられる。加えて②は、投入による試験であるが、③との差違はなく、試験区間の目詰まりが生じなかったと推定できる。逆に、非定常法で行った④は、多量の水を注入したことで、目詰まりを

生じさせたと考えられる。

孔洗浄前に行った⑤⑥は、他のデータと比べて透水性が低く算定されている。これは、孔壁に残存する泥剤に起因すると思われる。

以上のことより、正しく透水性を評価するには、孔内洗浄後にスラグ式試験または定常法による試験が必要と考えられる。

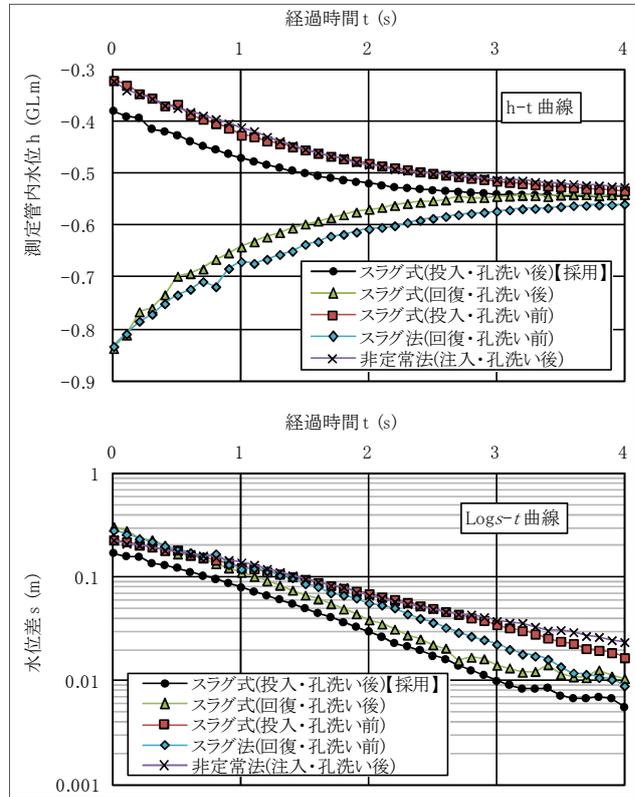


図-2 スラグ式試験データの一例

5. まとめ

スラグ式試験を、高い～中位の透水性を持つ砂礫層に対し、その適用性を確認した。孔洗浄を兼ねた定常法(揚水)の試験も実施し、透水係数をスラグ式試験と比較したところ、同様の結果を得た。

また、試験条件を変化させてデータを取得した結果、試験孔の洗浄が必須であることを改めて確認した。

スラグ式試験においては、孔を洗浄すれば、注入法・揚水法で結果に有意の差は生じなかった。

以上より、孔洗浄を行った後に、スラグ式試験を用いれば、比較的簡単に透水係数が得られることを確認した。

今後も、別の現場において、更なるデータの蓄積と検証につとめたい。

《引用・参考文献》

- 1) Cunningham, W.L., and Schalk, C.W., comps: Groundwater technical procedures of the U.S. Geological Survey: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 1-A1, GWPD17, 2011
- 2) 地盤工学会編: 地盤調査の方法と解説, 2013