

砂礫地盤の透水性評価における一考察

応用地質(株) 中部支社 ○信本 実
 同上 宮田 善郁
 同上 柳沼 昌浩

1. はじめに

砂質および砂礫地盤の透水性を評価する試験の1つに、現場透水試験がある。この試験方法は、試験孔内の水位を変化させてその後の水位の変化を測定する「非定常法」と、試験孔内に注水または揚水して水位を一定に保つときの流量を測定する「定常法」の2種類に分けられる。これらの使い分けは、透水係数が 10^{-4} m/s 以下の地盤には非定常法が、透水係数が 10^{-4} m/s 以上の地盤には定常法が適している¹⁾とされている。

しかし、一般的には試験方法が簡便な非定常法を採用するケースが多い。そのため、透水性の高い砂礫地盤を対象に試験を実施すると、ペーラーによる汲み上げでは十分な水位の変化が得られず、解析が困難となり、測定結果の信頼性に劣る場合が生じる。

さらに、地盤の不均質さを勘案して透水性を評価する場合に、現場透水試験結果とともに、土の粒度組成から推定した透水係数を用いることも多いが、先のように現場透水試験結果が信頼性に劣ることから、その結果を軽視する傾向が強い。

本報告では、透水性の高い砂礫地盤の透水性評価に、スラグ透水試験を適用し、原位置の透水性評価の対する考察を行なった。

2. スラグ透水試験の特徴

前述の透水性の高い砂礫地盤における原位置試験の問題を解決するためには、初期水位差を確実に与えることと、回復水位を正確に測定することが必要である。

具体的な解決方法として、一定体積の錘（スラグ）を水面に投入または引き抜いたりすることで、水位を瞬間的に変化（上昇または下降）させ、その後の水位変動状況を自記水圧計で記録する「スラグ透水試験」がある。

スラグ透水試験の原理を図-1に示す。測定パイプ内にスラグを投入すると、水位は上昇する。その後、水が試験区間に浸透すると同時に水位が低下し始める（注入法）。逆に、水面下に投入したスラグを引き抜くと水位は低下し、その後上昇する（回復法）。

いずれの場合も、水位の測定間隔を短く設定し、スラグ投入または引き抜き前より水位測定を開始することで、変動直後の水位の明瞭な動きを容易にかつ正確に測定することができる。

また、初期に与える水位差は、スラグの体積により調整可能であり、水位差を小さくすることで、試験区間の地盤へ与える影響を抑えることができ、かつ測定時間を短縮することもできる。

3. スラグ透水試験の適用事例

試験対象としたのは、河川流域に分布する砂礫層である。粒径5~20mmの細粒分の少ない砂礫を主体とした不圧帯水層である。試験の概要を以下に示す。

- ・試験深度：G.L. -7.50~-7.90 m (40 cm 区間)
- ・試験区間の形状：内径 6.0 cm, 長さ 40 cm 裸孔
- ・測定パイプ：内径 7.6 cm (ケーシングパイプ)
- ・スラグ：外径 3.4 cm, 長さ 2.0 m
- ・水位測定間隔：1 秒毎

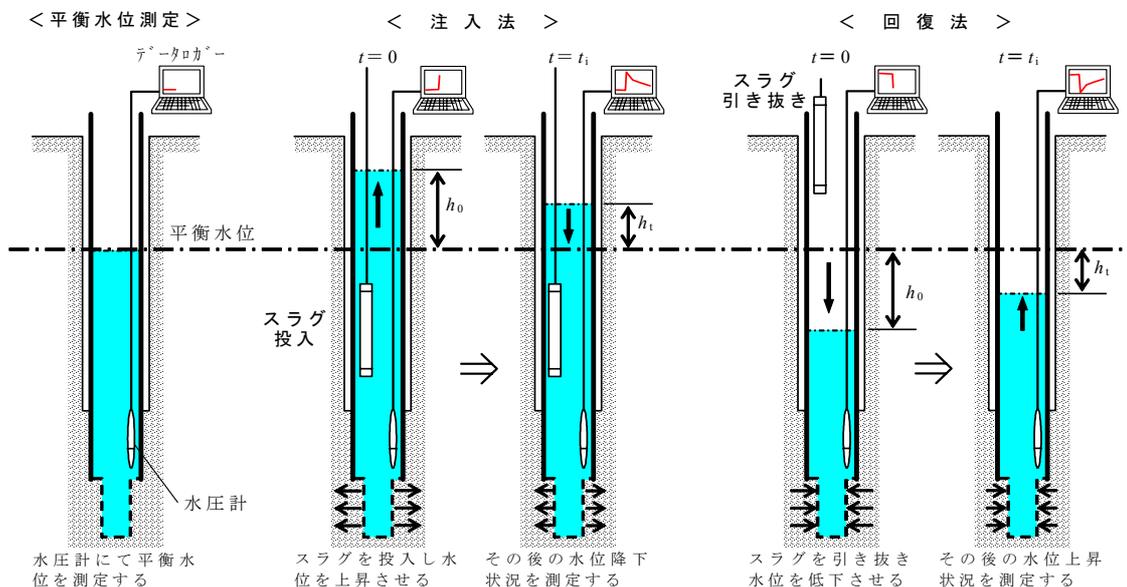
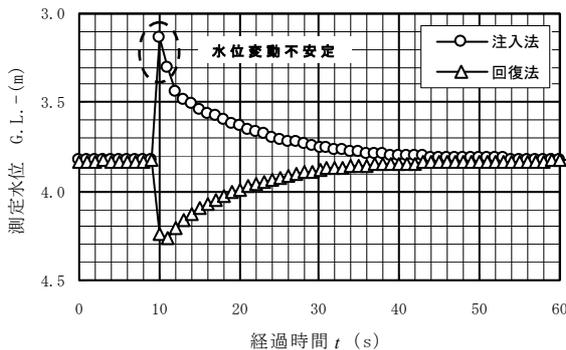


図-1 スラグ透水試験の原理概要図

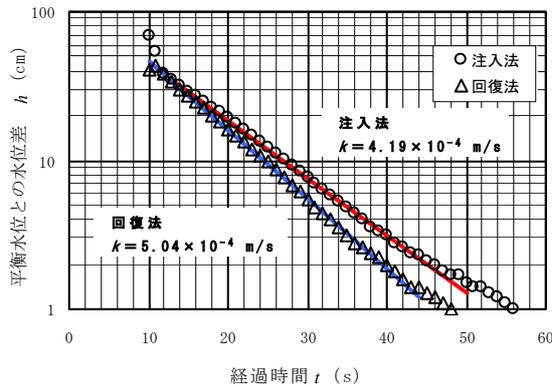
スラグ透水試験結果を図-2に示す。

a) 水位の経時変化図より、スラグの投入および引き抜きにより、注入法および回復法いずれも40 cm程度の水位変動が生じている。この水位変動量は、スラグの体積と測定パイプの内面積から算出される体積に相当する。また、変動後の回復速度は速く、初期変動から30秒後にはほぼ平衡水位に達している。b) 解析結果図より、透水係数 $k=4\sim5\times 10^{-4}$ m/s が得られた。

表-1 に他流域の砂礫層で実施したスラグ透水試験の結果を示す。これより、 10^{-4} m/s 以上の地盤においても、スラグ透水試験を適用することで、回復水位が正確に測定され、困難なく解析することができた。



a) 水位の経時変化図



b) 解析結果図

図-2 スラグ透水試験結果図 (砂礫)

表-1 スラグ透水試験結果一覧表

No	対象土質	スラグ透水試験		Creager 法による推定*	
		試験方法	透水係数 k_1 (m/s)	20%粒径 D_{20} (mm)	透水係数 k_2 (m/s)
1	砂礫	注入法	4.2×10^{-4}	0.43	3.2×10^{-4}
		回復法	5.0×10^{-4}		
2	玉石混じり砂礫	回復法	5.4×10^{-4}	0.19	7.7×10^{-5}
		回復法	3.4×10^{-4}	0.40	4.3×10^{-4}
3	玉石混じり砂礫	回復法	5.1×10^{-4}	0.29	2.0×10^{-4}
		回復法	5.3×10^{-4}	0.65	1.3×10^{-3}
4	砂礫	注入法	5.3×10^{-4}	0.55	8.8×10^{-4}
		回復法	1.0×10^{-3}		
5	玉石混じり砂礫	回復法	1.1×10^{-3}	0.43	5.0×10^{-4}
		回復法	2.0×10^{-3}	0.93	3.0×10^{-3}
6	玉石混じり砂礫	回復法	3.9×10^{-3}	0.36	3.3×10^{-4}
		回復法	2.5×10^{-3}	0.99	3.4×10^{-3}
7	砂礫	注入法	8.6×10^{-4}	0.45	5.6×10^{-4}
		回復法	6.1×10^{-4}		

* Creager の定めた 20%粒径と透水係数の関係より、両者の近似式 ($k=0.35\times D_{20}^{2.3}\times 10^{-2}$ m/s) を求め、この式より推定した。

4. 考察

表-1 に併示したスラグ透水試験より得られた透水係数 k_1 と、試験深度付近の粒度組成から推定した (Creager 法) 透水係数 k_2 の関係を図-3 に示す。図より、透水係数 k_1 と透水係数 k_2 には、正の相関性があるように思われるが、ばらつきが大きい。

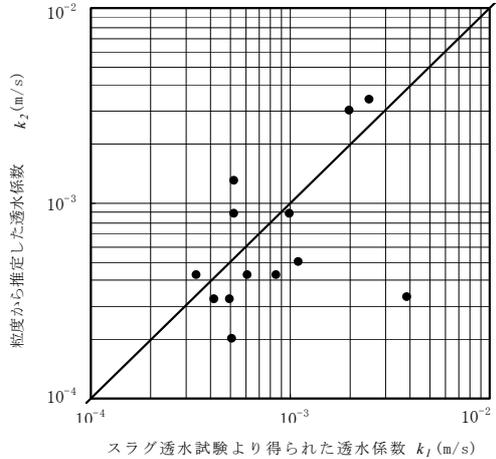


図-3 スラグ試験結果と粒度からの推定値

また、同一層に対する透水係数の評価事例を図-4 に示す。図より、粒度からの推定値は数多く求められるものの、2~3 オーダー程度のばらつきを有している。平均的には 10^{-3} m/s 程度を示すが、スラグ透水試験結果は、これ同等もしくは高い値を示している。これは、粒度試験に標準貫入試験試料を供していることから、粒径の大きい砂礫層に対しては粒度組成をやや過小評価し、透水係数が低く推定されるためである。

これより、スラグ透水試験結果の方が、原位置の透水係数をより正しく評価していると考えられる。

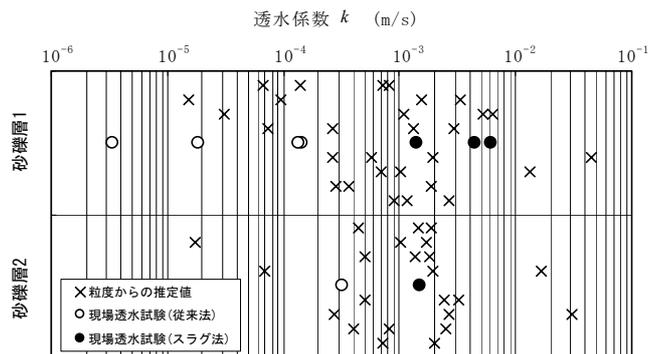


図-4 同一層に対する透水係数の評価事例

5. あとがき

透水性の高い砂礫地盤に対する現場透水試験として、スラグ透水試験は有効的な方法であり、実地盤の透水性をより正しく評価できることが確認された。

《引用・参考文献》

- (社)地盤工学会編：地盤調査の方法と解説，第7編地下水調査，第6章単孔を利用した透水試験，pp.377~382，2004.6.