

Ⅲ - A269

大阪地盤帯水層における多孔式揚水試験・単孔式透水試験・
土の粒度から求まる透水係数の比較評価

大阪市交通局 正会員 太田 擴 正会員 塩谷 智弘
大阪土質試験所 正会員 橋本 正 正会員 有本 弘孝

1. 概 要

地下掘削工事等で地下水位低下工法の主な対象となる透水係数 $k = 1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-1} (\text{cm/sec})$ の地盤において、多孔式揚水試験を実施しない場合、単孔式透水試験や土の粒度から透水係数を算定せざるを得ないが、多孔式揚水試験から求まる透水係数との適合性が必ずしも十分に検討されていない。本論文は、大阪市地下鉄建設工事等に際して実施した試験結果を総合的に整理・分析して、多孔式揚水試験と単孔式透水試験から求まる透水係数について粒度組成との関係から両者の適合性について比較検討するとともに、多孔式揚水試験と土の粒度から求まる透水係数の相関性について検討するものである。

2. 多孔式揚水試験と単孔式透水試験から求まる透水係数の比較

図-1は、多孔式揚水試験のThiemの方法から求まる透水係数 k_m と同一場所での単孔式透水試験の回復法から求まる透水係数 k_s の相関性^{1)~3)} を帯水層毎に見たものである。実線で囲った k_s の内、※印を付けた k_s は粘性土層直下でのシルト質砂を対象としたもの、#印を付けた k_s は粘性土層直上でのシルト質砂を対象としたもの、*印を付けた k_s は粘性土層直下での細砂を対象としたもので、試験深度位置の粒度組成が帯水層の代表的な粒度組成と異なる局所的な透水係数であり、帯水層全体の平均的な透水性を表していない。

図-2は、 k_s/k_m が1/10程度の事例と1/50以下の事例を粒度組成と関係づけたもので、双方とも礫分を比較的多く含有する第1洪積砂礫層(Tg1層)の場合と砂分主体の大阪層群砂礫層(Os層)の場合を示している。 $k_s/k_m = 1/10$ 程度の事例の単孔式透水試験は、

(a-1) 帯水層の中間深度での試験 (Tg1層, 図-1中の1))

(a-2) 洪積粘土層直下での試験で、帯水層を代表する粒度組成と同じ場合 (Os層, 図-1中の2))

である。一方、 k_s が k_m よりも非常に小さかった事例の単孔式透水試験は、

(b-1) 沖積粘土層直下での試験で、帯水層を代表する粒度組成と同じでも流動化しやすい細砂を対象とした場合 (Tg1層, 図-1中の3)) 礫分が卓越した帯水層下部での試験 (Tg1層, 図-1中の4))

(b-2) 洪積粘土層直下での試験で、帯水層を代表する粒度組成よりも細粒分が多い場合 (Os層, 図-1中の5))

である。多孔式揚水試験は帯水層中の水みちも含めた帯水層全体の透水係数を求めるのに対して、単孔式透水試験は試験深度位置(試験孔半径の10倍程度)の土質、水みち、試験孔削孔時の泥水による目詰り、試験孔先端のボイリングによる孔壁崩壊などの影響を受け易く、その透水係数は多孔式揚水試験の透水係数の1/100、1/1000と過小評価されることが多い。以上のことから、図-1の実線で囲ったデータ点を省いてみると、 k_s/k_m は1~1/10の範囲を中心にバラツキがみられるが、Tg1層とOs層について k_s/k_m の単純平均をとると双方とも $k_s/k_m = 1/9$ となる。

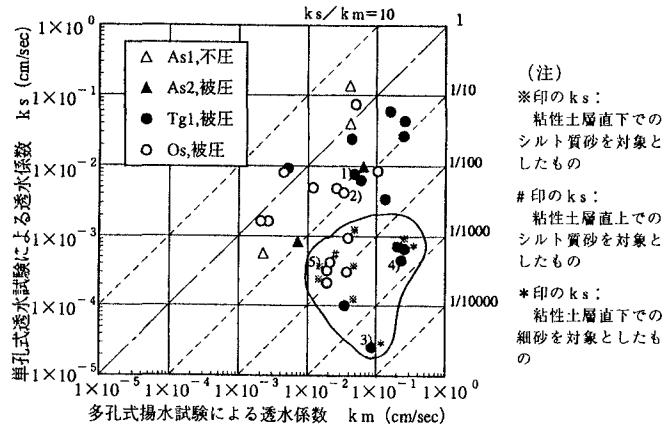


図-1 多孔式揚水試験と単孔式透水試験
から求まる透水係数の比較

キーワード) 揚水試験, 透水係数, 粒度組成, 大阪地盤, 地下水位低下工法

有本弘孝 〒550 大阪市西区立売堀4丁目3番2号 TEL. 06-539-2973 FAX. 06-578-6256

単孔式透水試験結果のみで地下水位対策工法の設計を行う場合には、試験状況のチェック、コア観察、粒度組成のチェックを行って条件の悪いデータを省いた後、概略の目安として、従来²⁾より採用しているように、求められた透水係数 k_s を10倍程度大きく設定し検討するのが適切と考えられる。

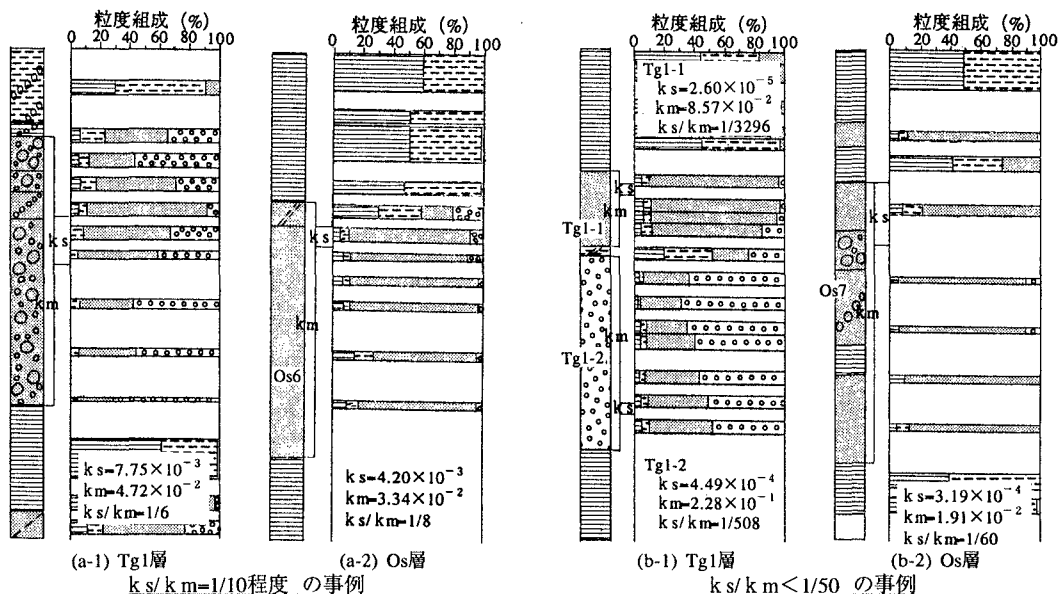


図-2 粒度組成と透水係数の関係

3. 多孔式揚水試験と土の粒度から求まる透水係数の比較

図-3と図-4は、多孔式揚水試験から求まる透水係数 k_m と10%粒径 D_{10} を用いるHazen式および20%粒径 D_{20} を用いるCreager式で推定される透水係数 k との関係³⁾をみたものである。 D_{10} 、 D_{20} は帯水層を代表する土質の粒径とし、透水係数は次式より算定した。

$$\text{Hazen式} : k \text{ (cm/sec)} = C_s \cdot (0.7 + 0.03 t) \cdot D_{10}^2 \quad (D_{10} : \text{cm}, C_s = 70, t = 15) \quad (1)$$

$$\text{Creager式} : k \text{ (cm/sec)} = 0.359 D_{20}^{2.327} \quad (D_{20} : \text{mm}, D_{20} > 0.02 \text{mm}) \quad (2)$$

両図より、 k_{Hazen}/k_m 、

k_{Creager}/k_m ともに1～1/10の範囲を中心にバラツキがみられるが、Tg1層とOs層について k/k_m の単純平均をとると、Tg1層では $k_{\text{Hazen}}/k_m = 1/9$ 、 $k_{\text{Creager}}/k_m = 1/8$ となり、Os層では $k_{\text{Hazen}}/k_m = 1/16$ 、 $k_{\text{Creager}}/k_m = 1/6$ となる。単孔式透水試験結果の場合と同様に、粒度から推定した透水係数を10倍程

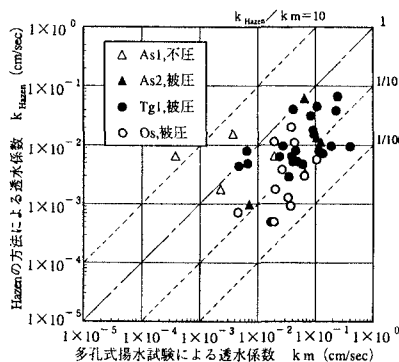


図-3 多孔式揚水試験とHazen式から求まる透水係数の比較³⁾

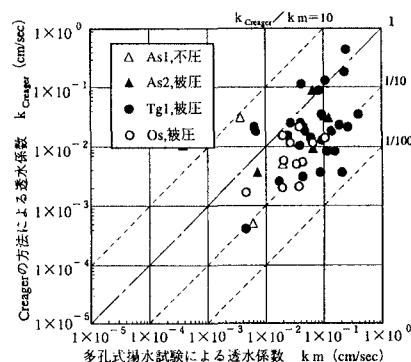


図-4 多孔式揚水試験とCreager式から求まる透水係数の比較³⁾

度大きく設定するのが適切と考えられる。

参考文献 1) 橋本 正・今西 肇・太田 廣：単孔式透水試験と多孔式透水試験の比較および評価，第24回土質工学研究発表会概要集，pp.1657-1658，1989。 2) 葛野恒夫・山口博章・置田育久・橋本 正：大阪市内における多孔式揚水試験結果に基づく水理特性の評価，第49回土木学会年次学術講演会講演概要集III，pp.200-201，1994。 3) 岸尾俊茂：掘削工事における地下水位低下工法と土留め設計に関する研究，京都大学学位論文，pp.52-54，1997。