

液性限界の間隙比を用いた不透水性材料の透水係数

エイトコンサルタント 正会員 ○木村隆行
岡山県土質試験センター 徳方 完

1. はじめに

不透水性材料の透水係数を、物理特性から簡易に推定する場合、現在提案されている式の多くは、適用しにくい。粘土分が多ければ、 D_{10} や D_{20} 、 U_c などは得られないし、力学試験を行わない限り間隙比の推定もできないためである。そこで、不透水性材料を対象とした土質試験のデータから、物理試験で得られる液性限界時の間隙比と粘土分をパラメーターとして、透水係数との相関を検討した。その結果、不透水性材料の透水係数を簡易に推定できる可能性があることが判明したので、ここに報告する。

2. 試料の物理特性

風化土を主体とした 29 箇所の不透水性材料で、粘土分は 9～43%まで変化に富んでいるが、多くは $D_{10} \sim D_{20}$ が得られない粘土～粘土質砂である。締め固め時の透水係数 k は $1 \times 10^{-9} \sim 3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ であった。

表 - 1 用いた試料の物理特性

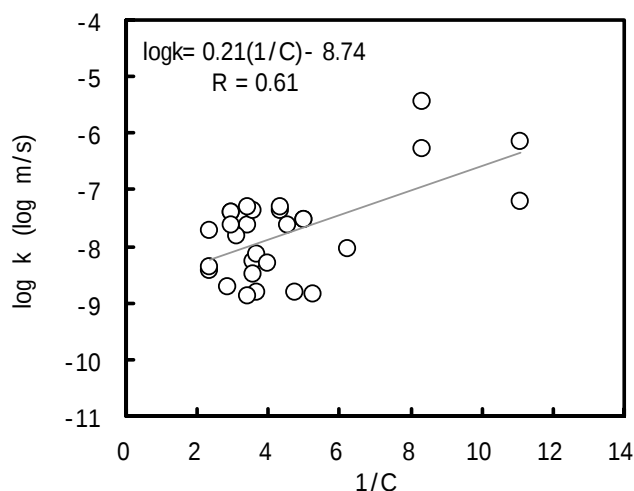
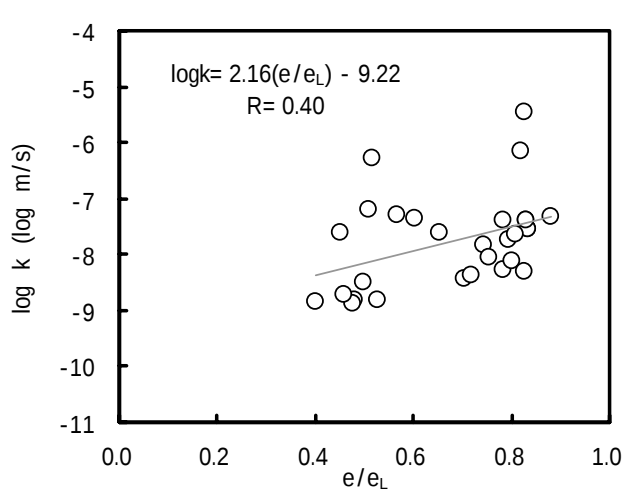
	clay%	silt%	sand%	gravel%	WL%	ρ_s	$k \text{ (m/s)}$
範囲	9～43	5～59	7～56	0～61	26.5～69.1	2.566～2.738	$3.48 \times 10^{-6} \sim 1.33 \times 10^{-9}$
平均	26	32	30	12	49.1	2.640	1.81×10^{-7}

3. 検討結果

粘土分が多く、10%～20%粒径や U_c が得られないため、得られることの多い 30%粒径 D_{30} および 50%粒径 D_{50} と透水係数 $k(\text{m/s})$ の相関を検討したが、あまり良い相関は得られなかった。しかし、粘土分 C (5μ under) の逆数とは、相関が認められた(図 - 1)。木村・今井(2004)¹⁾は、海成粘土に砂とベントナイトを配合した実験で、式(1)に示す液性限界時の間隙比 e_L と圧密過程の間隙比 e の比が、粘土の種類ごとに透水係数と良好な相関関係にあることを示した。液性限界時の間隙比 e_L は、締め固め時の最大乾燥密度と対極にある値であり、物理試験値から計算できるため、扱いやすいパラメーターである。その e/e_L と透水係数との相関を図 - 2 に示した。ある程度相関はあるが、バラつくのは粘土の種類が異なるためと考えられた。そこで、粘土分の逆数($1/C$)と e/e_L の積で評価すると、比較的良好な相関があり、式(2)が得られた(図 - 3)。

$$e_L = W_L(\rho_s / \rho_w) \quad (1) \quad \log k = 0.34(1/C)(e/e_L) - 8.82 \quad (2)$$

e_L : 液性限界時の間隙比 C : 粘土分 $5\mu\text{under}$ (%単位の $1/100$) k : 透水係数(m/s)

図 - 1 粘土分逆数($1/C$)と透水係数の相関図 - 2 (e/e_L) と透水係数の相関

キーワード 不透水性材料，透水係数，液性限界，間隙比，粒度分布，

連絡先 〒700 - 8617 岡山市津島京町 3 丁目 1 - 21 (株)エイトコンサルタント TEL 086-252-8917

ここで式(2)を使用するためには、現場の間隙比を想定する必要がある。液性限界時の間隙比 e_L と最大乾燥密度 ρ_{dmax} との相関を図 - 4 に示したが、その相関関係から最大乾燥密度の e や 90～95% ρ_{dmax} の e を推定することができる。つまり式(1)～(4)により、現地の任意の締め固め状態での透水係数が推定できる。

$$\rho_{dmax} = -0.43e_L + 2.10 \quad (3) \quad e = \rho_s / \rho_d - 1 \quad (4)$$

なお、95% ρ_{dmax} の e と液性限界時の間隙比 e_L との相関を図 - 5 に示し、計算値と試験値の比較を図 - 6 に示した。図 - 6 では、平均値としては一致するが、バラつきとしては1オーダー程度の誤差がある。森田・坪田・西垣・小松(2005)²⁾によれば、creager など粒径のみから推定する式では2オーダー以上の誤差があり、1オーダー程度の誤差範囲となる D_{30} や U_c などを使用した式を提案している。今後、データの蓄積は必要と考えるが、当手法も D_{20} や U_c などが得られない粘土分の多い試料では、実用的な手法に発展できると考える。

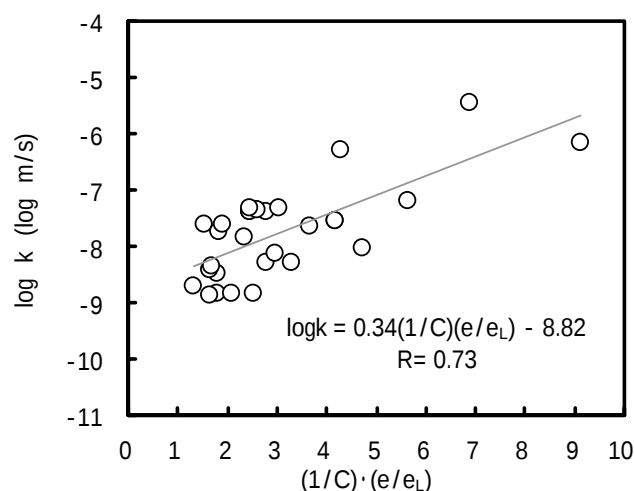


図 - 3 $(1/C)(e/e_L)$ と透水係数の相関

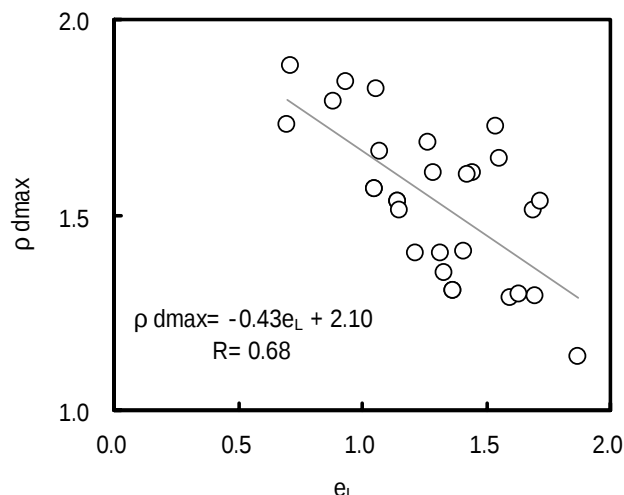


図 - 4 e_L と最大乾燥密度 p_{dmax} の相関

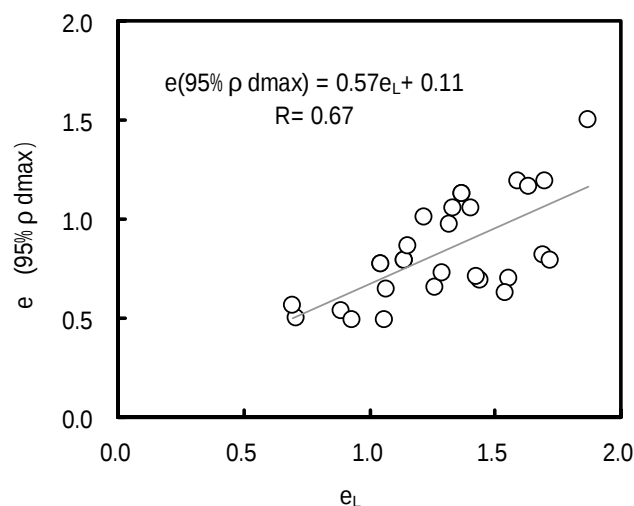


図 - 5 e_L と $e(95\% p_{dmax})$ の相関

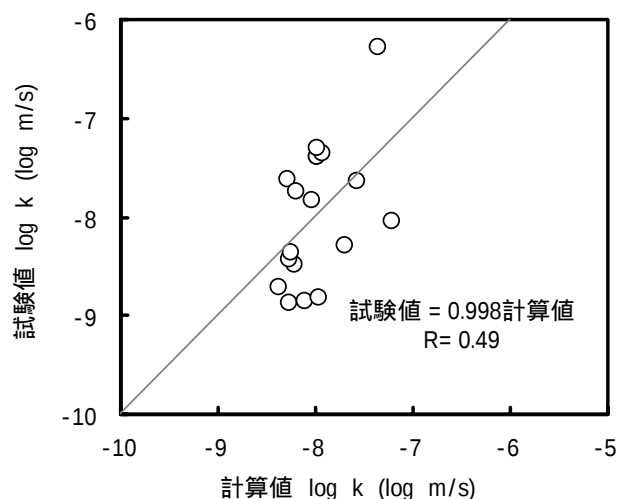


図 - 6 計算値と試験値の透水係数の比較

4. あとがき

液性限界時の間隙比 e_L と粘土分含有量から、施工時の締め固め状態での透水係数を推定できる可能性を示した。今後、更にデータを蓄積し、他のパラメーターも視野に入れて検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 木村・今井：海面埋立型廃棄物処分場に用いる高性能遮水土質材料の配合設計方法の提案，土木学会論文集 No771，3 - 68，pp121～133，2004． 2) 森田・坪田・西垣・小松：粒度分布と間隙率を考慮した土の透水係数の推定方法，地盤工学会，土と基礎，53-7，pp5～7，2005