

III-510 粗粒材料の透水係数に及ぼす材料要因の影響

建設省土木研究所 正会員○佐藤小次郎 正会員 豊田光雄 中村 昭

1. はじめに

細粒分を多く含む粗粒材料の透水係数を室内試験において実粒度のままで求めることは最大粒径が約1mのものを含むことから非常に困難である。そのために実材料の縮小粒度（例えば相似粒度）を用いて、試験が行われている。本報文は、室内の透水試験から実粒度の透水係数を推定するために、1)最大粒径、2)密度条件に着目した実験を行いこれらの要因と透水係数との関係を検討したものをまとめたものである。

2. 試験概要

試験材料は泥流堆積物を用いた。その絶対比重と吸水率はそれぞれ $G_b=2.3$ 、 $Q=6\%$ である。試験粒度を図-1に示す。0.075mm以下の通過重量は10%以下である。試験は最大粒径およびモールド径を変えて1)間隙比一定の供試体による透水試験、2)相対密度一定の供試体による透水試験を行った。最大粒径、モールド径の組合せを表-1に示す。透水試験は変水位透水試験を実施したあとに定水位透水試験を行った。

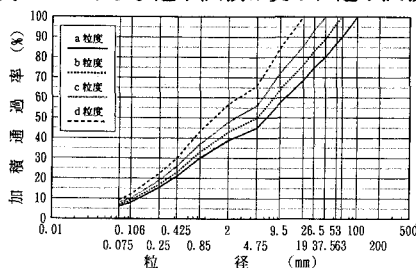


図-1 粒度分布曲線

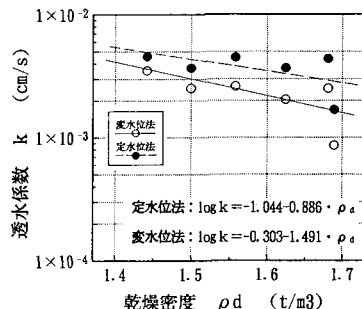
表-1 最大径、モールド径の組合せ

最大粒径 d_{max} mm	モールド径 D mm	D/d_{max}
100	500	5
100	300	3
63	300	5
37.5	300	8
19	300	16
19	150	8

3. 試験結果および考察

1) 試験法の比較

本試験では透水係数が $10^{-2} \sim 10^{-4}$ cm/s程度と想定されたことから変水位試験と定水位試験の両方を行った。図-2に15cmモールドを用いて最大粒径19mmで行った透水試験の乾燥密度と透水係数の関係を示す。乾燥密度が大きくなるにつれて透水係数の値は減少している。変水位と定水位の両試験法を比較すると定水位の方が変水位に比べ約1.5～2倍大きな値を示している。この傾向は30cmモールド、50cmモールドでも同じである。これは給水系統内での水頭損失によるもので変水位の場合はその損失分を補正する必要がある。以下は定水位透水試験法の値を用いて話を進めていくことにする。

図-2 乾燥密度と透水係数
(試験法の比較)

2) 最大粒径と透水係数

図-3は、横軸に最大粒径、縦軸に透水係数をとって、全データを間隙比一定、相対密度一定で仕分けしたものである。図からわかるように同一間隙比および同一相対密度で作製した供試体であっても最大粒径が大きくなるにつれて透水係数は大きくなる傾向にあり、最大粒径の影響が強いことを示している。

3) 細粒分含有率と透水係数

最大粒径は粒度分布からわかるように細粒分含有率（ここでは4.75mm以下の含有率とする）と一義的な関係をもっており、細粒分含有率に着目してみる。図-4は、30cmモールドのデータを

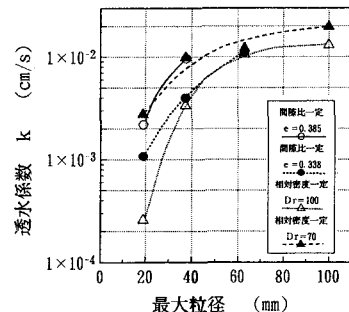


図-3 最大粒径と透水係数

用いて細粒分含有率と透水係数との関係を示したものである。細粒分含有率の増加に伴い、透水係数は減少しており、細粒分含有率の依存性が高い。ちなみに透水係数 k を間隙比 e 、細粒分含有率 f_c を用いて重回帰分析を行うと

$\log k = 8.5874 - 6.6902 \log f_c + 2.2367 \cdot e$ ($r=0.9518$, $n=13$)
となり回帰性は高い。間隙比の代わりに、相対密度に置き換えてもほぼ同等の相関係数 ($r=0.95$ 程度) が得られる。なお、図中では間隙比0.3と0.5の範囲を示している。また、図-5には間隙比を横軸にとって最大粒径（細粒分含有率と考えてよい）をパラメータにして透水係数との関係を示す。以上の結果は透水係数に対しては間隙比よりも細粒分含有率の影響要因が大きいことを示しているが、図-3の最大粒径の影響も本質的には細粒分含有率の違いに起因しているとみるのが妥当である。

4) 締固め度と透水係数

図-6には、15cmモールドで得られた間隙比と透水係数の関係を示す。

間隙比 e と透水係数 $\log k$ および相対密度 D_r と透水係数 $\log k$ の回帰式はそれぞれ次のようになった。

$$\log k = -2.8507 + 0.9414 \cdot e \quad (r=0.5236 \quad n=6)$$

$$\log k = -2.0053 - 0.0053 \cdot D_r \quad (r=0.5252 \quad n=6)$$

なお、図-2には乾燥密度 ρ_d と透水係数の実験式 ($\log k = -1.044 - 0.866 \rho_d$, $r=0.536$, $n=6$) を記載している。これらいずれの場合も相関性はあまり高くないが、同程度の相関を示している。すなわち、透水係数に対する密度の表示法の優劣に関して有意な差はないようである。

5) モールド径／最大粒径 (D/d_{max}) と透水係数

図-7に D/d_{max} と透水係数との関係を示す。全データの値を用いて、間隙比一定と相対密度一定のデータに分けてプロットしている。 D/d_{max} が大きくなるにつれて透水係数の値は減少しており、 D/d_{max} の値がどの程度あれば安定した透水係数の値が得られるかはこの試験範囲内でははっきりしない。細粒分含有率との交絡を除いた検討が必要である。

4. まとめ

今回の泥流堆積物を用いた材料の透水試験より得られた結論は次のとおり。

- ① 透水係数に影響を及ぼす材料因子としては細粒分含有率が最も重要であり、密度の影響は比較的ゆるやかである。
- ② 締固め表示法としては乾燥密度、間隙比および相対密度の三者とも透水係数との相関性からみると差はない。

しかし、モールド径と最大径との関係については今後のデータの蓄積が必要である。

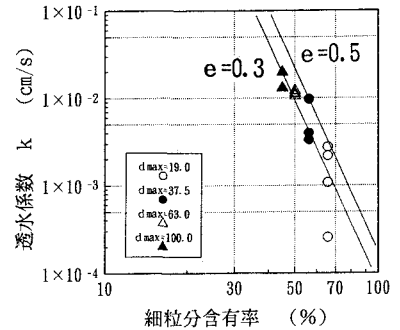


図-4 細粒分含有率と透水係数

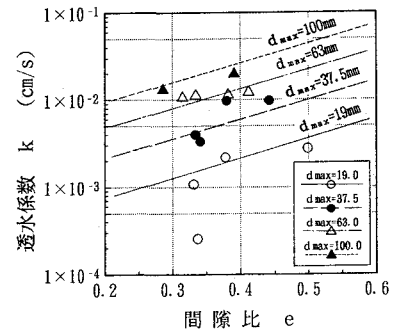


図-5 間隙比と透水係数
($D=30$ cmモールド)

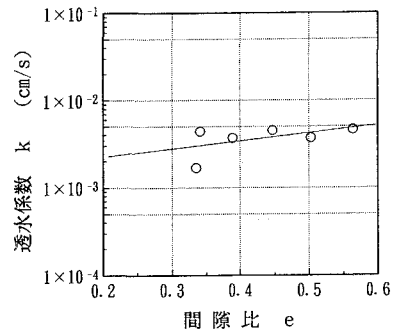


図-6 間隙比と透水係数
($D=15$ cmモールド)

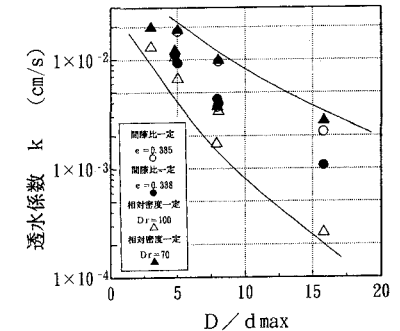


図-7 D/d_{max} と透水係数