

砂のような粒状体の透水性に関する研究

岐阜工業高等専門学校 正会員 吉村優治
 “ 学 生 ○乾 英隆
 建設省中部地方建設局 日向保夫
 日本道路公団 坂井浩司

1. はじめに 砂のような粒状体の透水性は、材料である砂の基本的性質（平均粒径、均等係数、粒子形状など）および、その状態（間隙比あるいは密度、含水比など）によって影響されることがすでに1948年、Taylor¹⁾によって指摘されている。ところが、現在でも透水係数は間隙比あるいは粒径で整理され、均等係数や粒子形状などの因子との関係は明確にされていない。

そこで本研究では数種類の粒状体試料を用いて透水試験を行い、透水係数への平均粒径、均等係数、粒子形状、間隙比（または密度）の影響を調べたものであり、物理的性質試験の結果のみから地盤の透水係数を予測する可能性を検討する。

2. 試料の性質 実験に用いた試料はGlass Beads、豊浦標準砂、木曽川砂、砕砂の4つでありいずれも細粒分を全く含まない粒状体である。

透水係数 k に影響する因子として今回検討をおこなったのは相対密度 D_r 、平均粒径 D_{50} 、均等係数 U_c 、粒子形状であり、 D_{50} と U_c を変化させるため試料は粒径加積曲線を図-1に示すように調整したものとし、粒子形状については吉村ら²⁾の提案した凹凸係数 FU を用いるものとする。この FU は粒子が完全に球（投影断面が円）の場合に1.0となり凹凸が激しくなるほど小さくなる係数である。さらに、間隙比 e と FU 、 D_{50} 、 U_c との関係は図-2(a)、(b)、(c)に示すとおりであり、これらの図は比較を容易にするために縦軸スケールを統一してある。

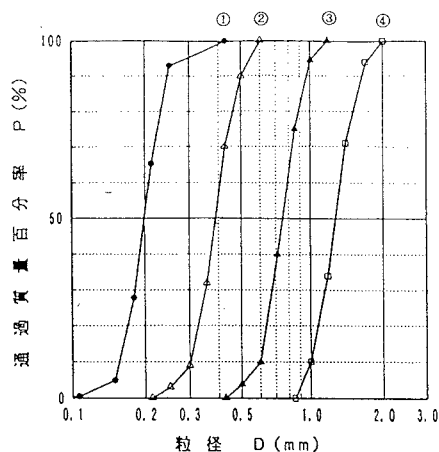
供試体は完全に飽和させた試料を棒による突き固めによって作成しているので、異方性はないものとする。

3. 実験結果および考察 透水係数と相対密度 D_r の関係で整理した実験結果の一例を図-3に示す。なお、比較を容易にするためこれらの図の縦軸スケールは統一してある。

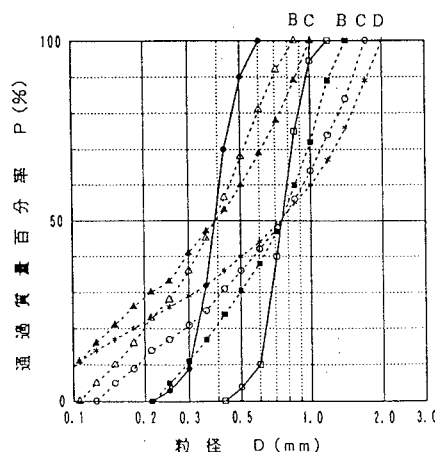
粒子形状は透水係数にはほとんど影響せず(a図)、平均粒径が小さいほど(b図)、粒度分布が良いほど(c図)透水係数が小さくなることが明らかであり、いずれも密度が大きくなるほど透水係数は小さくなっている。

一般的に透水係数は間隙比の大小に左右されると考えられがちであるが、図-2(b)のように粒径が変化しても間隙比はそれほど変わらないのに粒径が大きくなると透水係数は著しく大きくなっている。これらのことから、地盤の透水性は粒径が大きいほど良くなるが、これは粒径が大きくなるほど間隙比が大きくなるからではなく、むしろ間隙比は小さいが一つ一つの間隙が大きく、水道ができ易いためであると推測できる。

4. おわりに これまでの試験結果から透水係数に及ぼす粒子形状、平均粒径、均等係数、密度の定性的な影響が明らかになった。これらの因子の中には透水性にあまり影響を与えない因子（粒子形状）もあったが、物理的性質試験の結果のみから透水係数を予測するために、今回は、透水係数を目的変数、本研究で検討した4つの因子を説明変数として重回帰分析を行い、幾つかの重回帰式を求めることを試みた。これらの重回帰式の中には



(a) 平均粒径が異なる試料

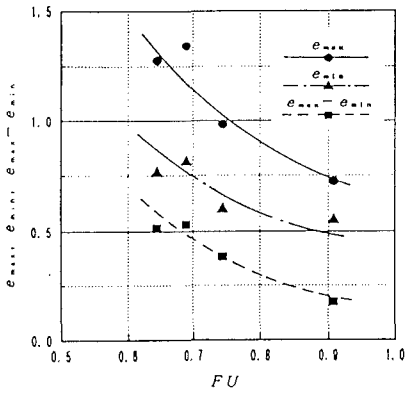


(b) 均等係数が異なる試料

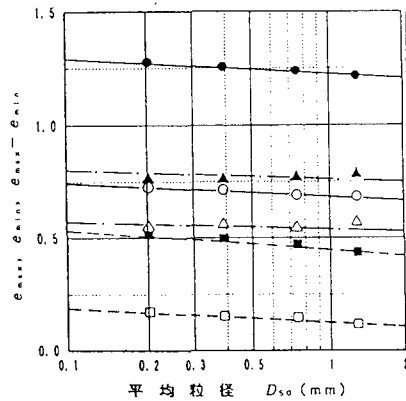
図-1 試料の粒径加積曲線

ある程度の誤差で透水係数の予測値を算出できるものもあった。

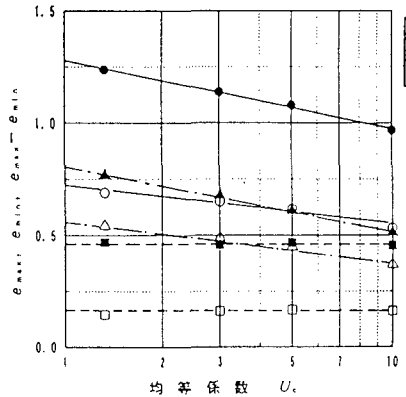
今後は、さらに精度が高く、できるだけ簡易な重回帰式を考えていきたい。



(a) 間隙比と凹凸係数の関係
($Uc=1.32$, $D_{50}=0.202\text{mm}$)

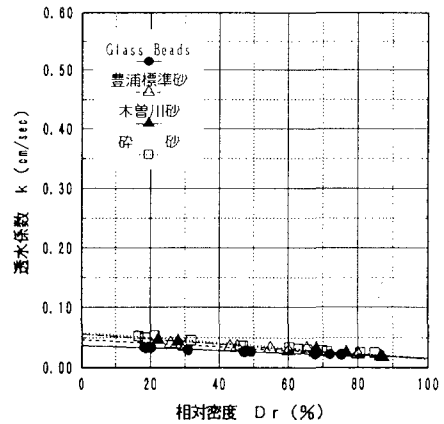


(b) 間隙比と平均粒径の関係 ($Uc=1.32$)

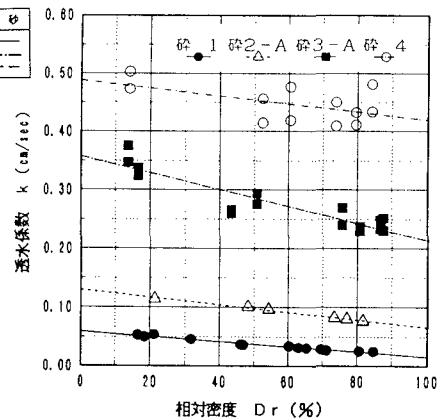


(c) 間隙比と均等係数の関係
($D_{50}=0.745\text{mm}$ (試料③))

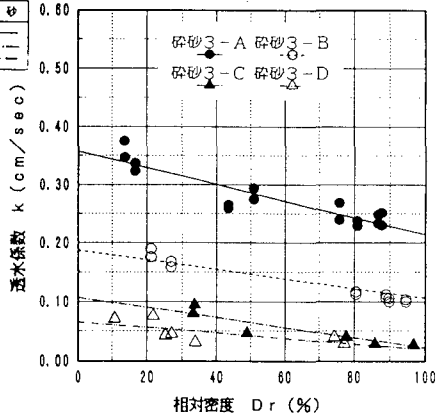
図-2 間隙比と各因子の関係



(a) 透水係数に及ぼす粒子形状の影響



(b) 透水係数に及ぼす粒径の影響 (砕砂)



(c) 透水係数に及ぼす均等係数の影響 (砕砂)

図-3 透水係数に及ぼす各因子の影響

- 参考文献 1) D.W. Taylor: Fundamentals of soil mechanics, John Willy and Sons, pp. 111-119, 1948.
2) 吉村優治・小川正二: 砂のような粒状体の粒子形状の簡易な定量化法, 土木学会論文集, No. 463/III-22, pp. 95~103, 1993. 3.