

III - 2

土の透水性に及ぼす粒度分布の影響について

東北大学 ○学生員 増田 昌昭
東北大学 正会員 柳沢 栄司

1. まえがき

ダムなどの堤体材料に使用する土石の採集にあたっては、環境や景観保全のため採集後の修景や緑化考慮する必要性が増してきた。この傾向は今後、ますます強くなっていくことから土質材料の選択の自由度は狭まることになる。その際には、現場近くにある容易に採集できる土を使用して所定の透水係数を持つ堤体を作成する技術が求められる。本研究では、粒度配合を調整して空隙の寸法を小さくすることにより、透水性をコントロールするための基礎的な実験結果を報告するものである。

土の透水性を左右する主要因として粒径、間隙比、及び細粒分含有量などが知られている。そこで、水みちとなる空隙が十分に小さく、水と粒子の接触部分にできる境界層が大きな抵抗になるようになった時点で急激に透水量が落ちるのではないかとということと、細粒分含有量や粒子の形状以外にも透水量を下げる要因となっているものがあるのではないかとということ粒度配合により透水性にどのような影響をあたえるのかを実験的に考察するものである。

2. 実験方法及び、実験条件

本実験で用いた試料は、3種類のガラスビーズ(以下GBと記す)であり、表-1にその諸元を示す。まず、透水性に及ぼす粒度分布の影響を調べるために、粒径の異なるGB-AとCの2種類を配合比を変えて透水実験を行った。また、ガラスビーズを用いたのは、粒子の形状の影響を除くためである。透水試験はJIS土質試験法に従って定水位試験法で行った。

表-1 実験に用いた材料の諸元

	粒径の範囲(mm)	平均粒径(mm)	単位体積重量(g/cm ³)
ガラスビーズ	A 0.850~0.990	0.92	2.492
	B 0.425~0.500	0.4625	2.498
	C 0.105~0.125	0.115	2.485

3. 実験結果及び考察

(1) 混合したガラスビーズの透水性

2種類のGBを混合したときの空隙比の変化を図-1に示す。図中の実線は配合の変化に伴った空隙比の変化の様子で配合比(粒径0.115mmに対する粒径0.92mmの割合)が70%の所で最小値を示す。粒子の詰まり具合のモデルを考えると粒径比が1:8の場合、配合比が72%の所で最小となり、実験値と合っていることがわかる。図-2は2種類のGBの配合比と透水係数の関係を示したものである。配合比0%~20%、70%~100%においては、空隙比の低下すると同様に透水係数も低下しており、透水係数が空隙比に支配されていると考えられる。そこで、これらの配合比における透水係数と空隙比の関係を図-3に示すと、直線関係にあるとがわかる。

次に、20%~70%においては透水係数は、空隙比の変化に関係がなく一定であり、空隙比に支配されていないことから細粒分の透水係数に依存していると考えられる。また、配合比が70%以下のときは粒度分布が透水性に影響しないことがわかる。そこで質量基準の比表面積と透水係数との関係を図-5に示すと、この図は下に凸である。ここ

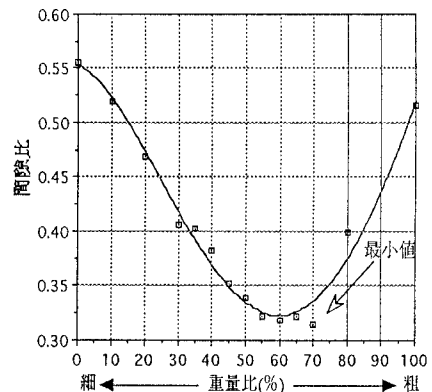


図-1 2種類のGBの配合比と空隙比の関係

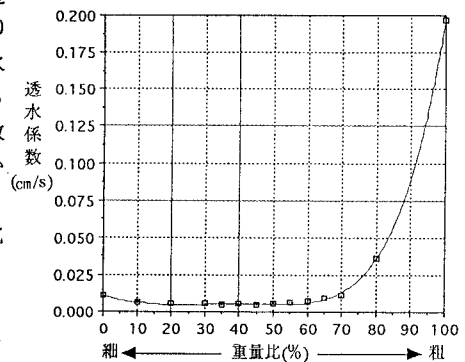


図-2 2種類のGBの配合比と透水係数の関係

で、配合比0%～20%、70%～100%において間隙比の影響をなくすために図-3から透水係数を補正した透水係数と比表面積の関係を図-6に示す。この図から比表面積は透水係数に関係していないことがわかる。

(2) 配合比20%～60% におけるモデル化
この範囲においては粒度分布が透水性に影響をあたえないので、供試体内部を図-6 のようなモデルで考える。図中の2層の上層部をGB-A、下層部をGB-Cとし、また水は鉛直方向に流れるものと仮定すると、全体の透水係数は①式で表される。

$$k = \frac{k_1 k_2 \{ \rho_2 x / 100 + \rho_1 (1 - x / 100) \}}{k_1 \rho_1 (1 - x / 100) + k_2 \rho_2 x / 100} \quad \dots \textcircled{1}$$

- ここに、 ρ_1 : GB-Aの単位体積重量
- ρ_2 : GB-Cの単位体積重量
- x : 配合比
- k_1 : GB-Aのみで透水試験を行ったときの透水係数
- k_2 : GB-Cのみで透水試験を行ったときの透水係数

ここで、GB-A,GB-Cそれぞれ単独のときの間隙比は混合したときの間隙比よりも大きな値であるので、それぞれをその混合状態時の間隙比に補正した透水係数の値を①式に代入し、その結果を図-7に示す。この図から実験値とほぼよく似た傾向を示していることがわかる。

4.まとめ
粒径比が1：8の場合、配合比が70%を境に70%以下では透水係数に変化は見られない。これは、大きな粒径のものに小さな粒径のものを30%以上入れても影響がほとんどないことになる。また、この場合透水係数は1/50 ほど低下しており、個々の粒径が小さく同じ粒径比の時にはさらに透水量を制限することができるであろう。

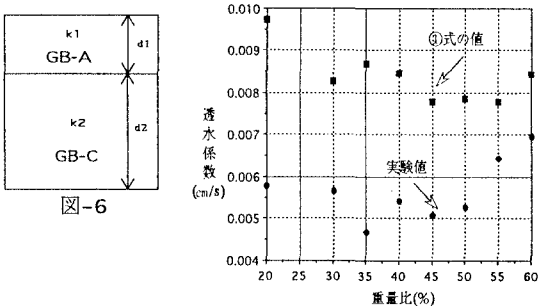


図-7 配合比(20%～60%)と透水係数との関係

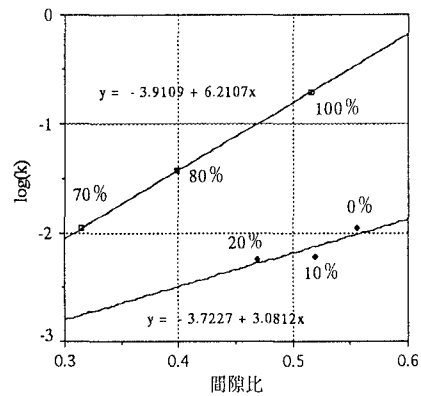


図-3 log(k)と間隙比の関係

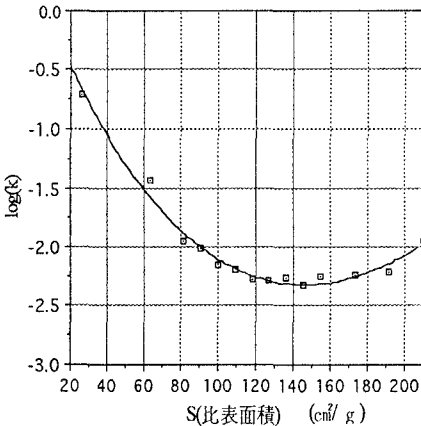


図-4 log(k)と比表面積の関係

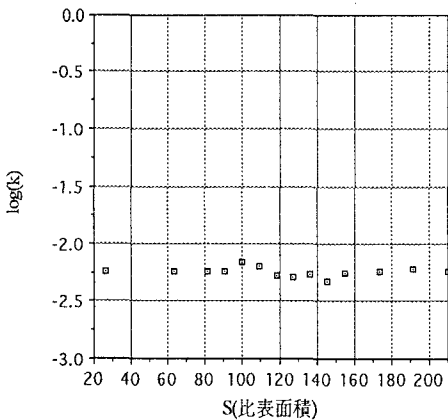


図-5 補正した後のlog(k)と比表面積の関係

参考文献
1) 土質工学会：土質試験法、p272～p288
2) 宇野、杉井、神谷：比表面積測定に基づく土粒子物性と透気性・透水性の考察、土木学会論文集 No469/Ⅲ-23、p25-34
3) 菅谷：浄水スラッジの無薬注加圧脱水に関する研究