

III-A 262

目詰まりに関する粒径比とフィルター間隙量の関係

中部大学大学院 学生員 神戸知治  
 中部大学工学部 正会員 杉井俊夫  
 岐阜大学工学部 正会員 神谷浩二  
 岐阜大学工学部 正会員 宇野尚雄

1. はじめに

著者らは、これまでにフィルター材の目詰まりにおいて、原土材の粒度分布とフィルター材の間隙径分布によって定義される流入可能率が多いほど目詰まりし易いことを実験的に得てきた。そこで本報告は、この流入可能率と従来の粒径比による基準との関係を、仮定の粒度分布を用いて計算により調べている。

2. 従来のフィルター基準

これまでにおけるフィルター基準はフィルター材と原土材の粒度分布の関係から、幾つか判断されている。各種のフィルター基準を表-1に示す。このうち目詰まりに関係する基準は、 $D_{15}/d_{85}$ および $D_{50}/d_{50}$ であり、この基準を満たせば目詰まりは起こりにくいと判断される。

表-1 各種のフィルター基準<sup>1) 2) 3)</sup>

	深井戸法	ダム設計基準	7メリが間隙局	
			均一粒径のフィルター	粒子が丸味を帯び粒度分布の良いフィルター
$D_{15}/d_{15}$	> 4	$\geq 5$		12~40
$D_{15}/d_{85}$	< 4	$\leq 5$		6~18
$D_{50}/d_{50}$		$\leq 25$	5~10	12~58
$D_{60}/D_{10}$		$\leq 20$		9~30

$D_{15}/d_{15}$ : フィルター材の透水性が原土材の透水性より大きくするための基準  
 $D_{15}/d_{85}, D_{50}/d_{50}$ : 原土材がフィルター内へ入らないための流入・流出防止基準  
 $D_{60}/D_{10}$ : 分離防止基準(フィルター材の均等係数)  
 (D: フィルター材の各%粒径, d: 原土材の各%粒径)

3. フィルター材と原土材

フィルター材(記号F)は均一粒径である砂: $F_2(D_{50}=0.200\text{mm}, U_c=1.3)$ ならびガラスビーズ: $F_{G1}(D_{50}=0.139\text{mm}, U_c=1.6)$ を用い、水銀圧入法により間隙径分布をそれぞれ測定している。原土材(記号B)は均等係数が異なった4種類( $U_c=1.3, U_c=1.7, U_c=1.9, U_c=2.2$ )の粒度分布を想定し、各均等係数別に粒度分布を平行移動させ、粒径範囲の異なったものを6種類ずつ用いた。そのうち均等係数 $U_c=1.3$ と $U_c=1.9$ の粒度分布図を図-1~図-2に示す。

4. 流入可能率

目詰まりの発生の有無をフィルター材の間隙径分布と原土材の粒度分布から考えてみる。図-3は単位体積をA方向から見たもので、原土材の粒子モデルとフィルター材の間隙径モデルを表している。この単位体積当たりに含まれるそれぞれの径の体積含有率を図-4に示す。上図はフィルターの間隙径と原土材の粒径の体積含有率を示し、下図はその体積含有率を累積した分布図である。上図においてハッチで示した面積部分の原土の粒径は、その部分のフィルターの間隙径内へ流入する可能性がある原土量と考えられる。また、B部分の原土の粒径は、これより径の大きいA部分の間隙に相当する量の原土材がフィルター内へ流入すると考えられ、AとBのどちらか小さい面積部分とハッチ部の合計を透水管断面当たりの『流入可能率』と呼ぶことにする<sup>4)</sup>。これにより、流入可能率の最大値はフィルター間隙率に等しくなる。なおこの流入可能率は上図の横座標交点と下図の縦座標から求められる。

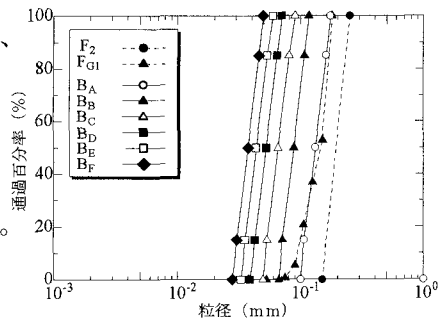


図-1 粒度分布図 ( $U_c=1.3$ )

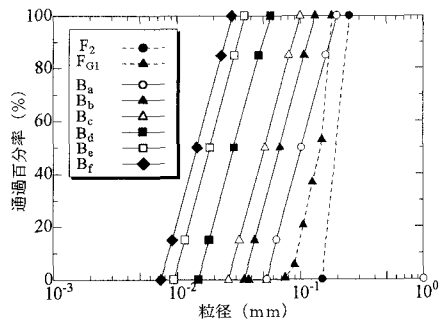


図-2 粒度分布図 ( $U_c=1.9$ )

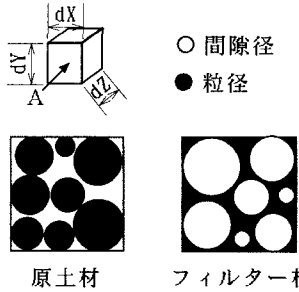


図-3 単位体積中の試料状態

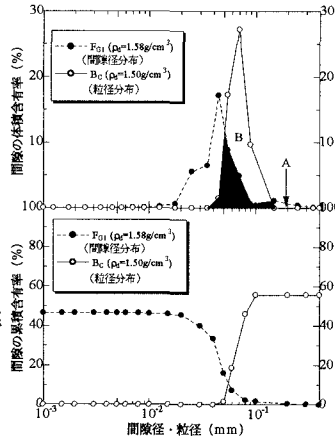


図-4 間隙部と土粒子部の体積割合

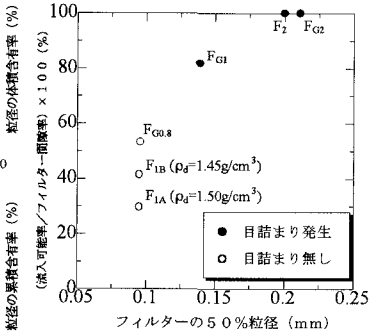


図-5 透水実験結果と流入可能率の関係

5. 結果と考察

流入可能率の最大値は使用したフィルター材の間隙率で異なるため、流入可能率を間隙率で割った百分率で整理したものを図-5に示す。図-5より透水実験結果<sup>5)</sup>では、流入可能率が約80%以上と大きい試料において目詰まりが発生していることがわかり、目詰まり発生に流入可能率が大きく起因していると言える。

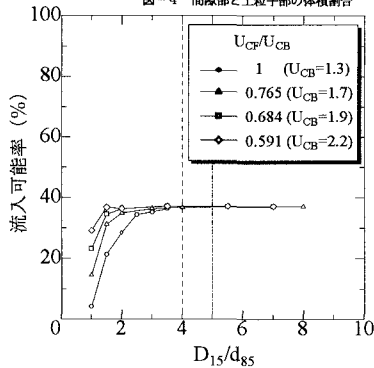


図-6 原土材の均等係数別による目詰まり評価 F<sub>2</sub>の場合(U<sub>C</sub>=1.3)

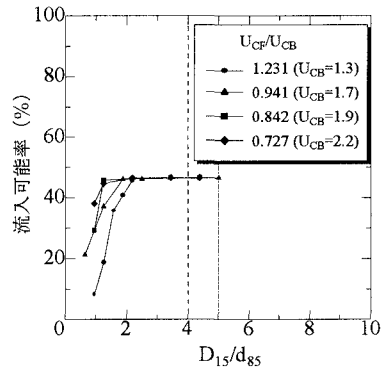


図-7 原土材の均等係数別による目詰まり評価 F<sub>01</sub>の場合(U<sub>C</sub>=1.6)

そこでフィルター材と今回想定した原土材との均等係数

比(U<sub>CF</sub>/U<sub>CB</sub>)別からみた流入可能率と粒径比(D<sub>15</sub>/d<sub>85</sub>)の関係図を図-6,7に示した。図-6,7より、従来の粒径比による基準(D<sub>15</sub>/d<sub>85</sub> < 4または ≤ 5)は流入可能率の減少から判断すると危険側にあり、原土の均等係数が大きいほどその傾向が強いと考えられる。また流入可能率をフィルター材の間隙率で除した値で図-6,7を整理したものを図-8に示す。これによると、フィルター材と原土材の均等係数が近いほど(U<sub>CF</sub>/U<sub>CB</sub>=1)従来の粒径比の基準に近い傾向を示すが、両均等係数が異なるほど、粒径比による基準は危険サイドになる傾向がわかる。さらに図-5の透水実験結果より、流入可能率が約80%以上で目詰まりが発生していることから、粒径比D<sub>15</sub>/d<sub>85</sub> < 2.5に入った場合でも目詰まりが発生するものと考えられ、従来の基準、D<sub>15</sub>/d<sub>85</sub> ≤ 4であっても目詰まりが発生しうる可能性が得られた。

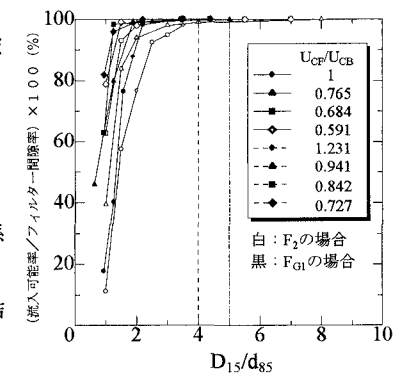


図-8 均等係数別による従来の評価と流入可能率との関係

6. おわりに

ここで使用したフィルター材が均一粒径の試料であり、広い粒度分布を持ったフィルター材に対する検討と目詰まり程度について検討する予定である。

【参考文献】1)土木学会編:新体系土木工学 74の施行, pp. 264~265, 1980 2)土木工学基礎叢書2:透水-設計への777-ロチ, pp. 101~103, 1976 3)土木学会編:新体系土木工学 74の設計, pp. 180~182, 1980 4)T. SUGII・T. UNO・T. KANBE: EVALUATION OF FILTER CONSIDERING INFORMATION ABOUT PORE SIZE, Int'l Conf. on GEOFILTER' 95, 1996 5)杉井・宇野・神戸: フィルター材の目詰まりに関する一考察, 第30回土質工学研究発表会, pp. 1831~1832, 1995