

目詰まり量を考慮したフィルター層の透水性低下

中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫
 中部大学大学院 学生員 〇神戸 知治
 岐阜大学工学部 正会員 神谷 浩二
 岐阜大学工学部 フェロー 宇野 尚雄

1. まえがき

著者らは、フィルター層の目詰まりにおいて、これまで原土層の粒度分布とフィルター層の間隙径分布とから定義される『流入可能率』を用いることで、目詰まり発生の有無が予測できることを得てきた。そこで本研究では、フィルター間隙内を通過ならび移動する原土粒子を考慮することで、フィルター層の目詰まり程度(透水性低下の割合)について検討を試みている。

2. 流入可能率¹⁾

目詰まり発生の有無を評価するため、フィルターの間隙と原土の粒径から検討を行うことにする。図-1に透水実験装置に均一に詰めた各試料の単位体積当たりの試料状態を示す。右上の図はフィルターの間隙径モデル、右下の図は原土の粒子モデルを表している。この各モデルの単位体積中に含まれる間隙径ならび粒径の体積含有率の分布状況から検討を進めるため分布図を図-2に示す。上部図は一定割合の間隔でとったフィルターの間隙径と原土の粒径の体積含有率の分布図(微分値系)、下部図はそのその体積含有率を累積した分布図(積分値系)を表している。これより上部図において、両分布図(間隙径分布と粒径分布)が重なり合った部分をメッシュで示すと、この部分の原土粒子はその部分に相当するフィルターの間隙径内へ流入する可能性のある原土量と考えられる。また、両分布図が重なり合った部分以外に着目すると、B部分の原土粒子はそれよりも大きなフィルターの間隙径(A部分)内へ流入する原土量とも考えられる。そこでAとB両者の体積含有率を考慮した上で、AとBどちらか少ない方とメッシュ部分の面積の合計を『流入可能率』と定義する。この流入可能率の最大値は各フィルターの間隙率と等しい値になる。そこで、フィルターの違いを比較するために間隙率との比率で流入可能率を表すことにする。

3. 試料および実験概要²⁾

試料はフィルター材Fと原土材Bの2種類を用いる。フィルター材には砂およびガラスビーズ(F_0)を数個用意し、これらのフィルター材と組み合わせる原土材として長良川シルト B_{NS} を用いた。その粒度分布図を図-3に示す。このフィルター材と原土材を図-1に示した透水装置に各試料高さが38mmと32mmとなるように均等に詰めセットさせる。セット後、給水タンクを一定の割合で上昇させることで水位を上げ、その都度、試料境界部に設置したピエゾメータから水頭と越流部からの単位時間当た

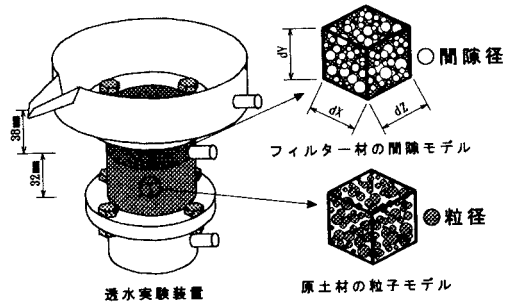


図-1 単位体積当たりの試料状態

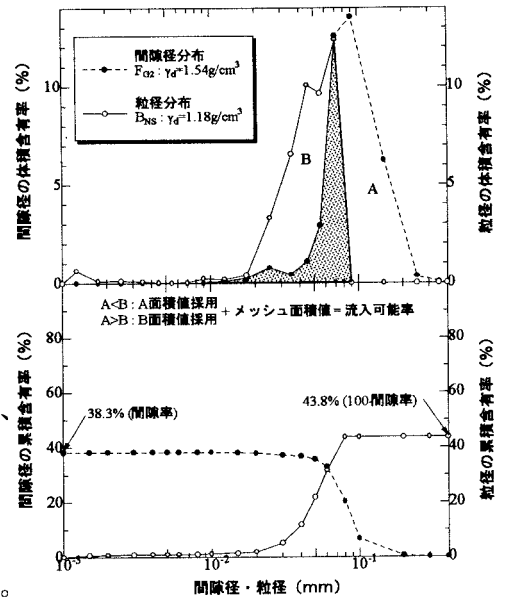


図-2 間隙径と土粒子部の体積割合

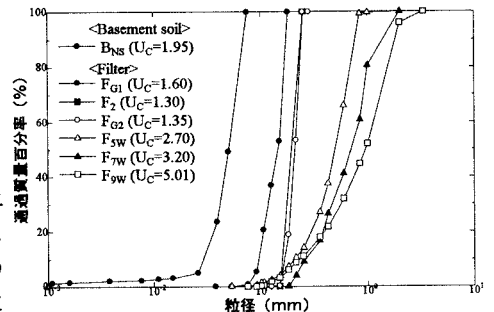


図-3 粒度分布図

りの流量の測定を行う。またフィルター材の間隙径分布は水銀圧入法により測定を行っている。

4. 結果および考察

透水実験結果の一例を図-4に示す。縦軸に流速 V 、横軸にフィルターに作用する動水勾配 i をとっている。図中における実線はフィルターの透水係数 K を表し、 i_B はその時の原土材に作用する動水勾配を示している。実験結果から、フィルター層の透水性は原土材の動水勾配が流動可能な状態である限界動水勾配を越えたときに目詰まりが起こり透水性の低下が現れていることが確認できる。なお、最終読みでのレイノルズ数が各値とも層流域($Re < 1$)に入っており、透水性低下が乱流による攪乱の影響によるものでないと判断できる。このフィルター層の透水性低下傾向を原土粒子の流入量(移動量)の変化を考慮に入れた流入可能率により検討を行うため限界流速式を用いることにする。今回用いる限界流速式は杉井らにより提案された多粒子限界流速式を使用し、原土材として使用している長良川シルトB_{NS}に適用させたものを図-5に示す。この図は、任意の流速時にそれ以下の原土粒子が動き始めることを示したものである。またフィルター材の5%粒径の0.25倍に相当する原土材の粒子($d=0.25d_5$ 以下)はフィルター間隙内を通り抜ける原土量(通過量)と決め⁴⁾、フィルターの間隙内に残留しないものとして流入可能率の算出を行った。そこで図-6に原土粒子の移動量を考慮に入れた流入可能率とフィルター層の透水性低下の関係と表1に各試料の流入可能率を示す。これより、どのフィルターも流入可能率が大きくなるにつれ比率が低下するのが確認できる。つまり原土粒子の移動粒径が大きくなるにつれ、フィルター層の透水性低下が著しく大きくなると言える。試料別に比較すると、F_{G1}よりもF_{G2}、F_{2B}は透水性低下が少ないが、これは $d=0.25d_5$ による原土粒子の通過量が約15%と多く、間隙に残留しないためではないかと考えられる。また、どのフィルターも流入可能率が最大となっても徐々に透水性の低下が現れているが、これは間隙に原土粒子が流入することで密な状態になり、初期に構成していた間隙径分布が変化し、それに伴い流入可能率も徐々に変化するのではないかと推察できる。

5. おわりに

どの試料も流入可能率が最大となっても徐々に透水性

フィルター	流入可能率 (%)	原土粒子通過率 (%)
F _{G1}	87.521	6.703
F _{G2}	100	14.812
F _{2B}	100	13.987
F _{5W}	100	20.766
F _{7W}	95.446	55.071
F _{9W}	94.312	13.115

が低下している。つまり原土粒子が流入することでフィルターの粒度分布が変化する。それは間隙径分布も変化することを意味しているので、試験後のフィルターの粒度分布を測定する必要がある。

(参考文献) 1) T. SUGII・T. UNO・T. KANBE: EVALUATION OF FILTER CONSIDERING INFORMATION ABOUT PORE SIZE, Int'l Conf. on GEOFILTER' 95, 1996 2) 杉井・神戸・神谷・宇野: フィルター設計における目詰まりの考察, 第8回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 89-92, 1996

3) 杉井・佐藤・宇野・山田: 浸透破壊の発生プロセスと土の不均質性, Vol. 37, No. 6, pp. 17-22, 1989

4) T. C. Kenney, R. Chahal, E. Chiu, G. I. Ofogebu, G. N. Omenge, and C. A. Ume: Controlling Constriction Sizes of Granular Filters, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 22, No. 1, pp. 32-43, 1985

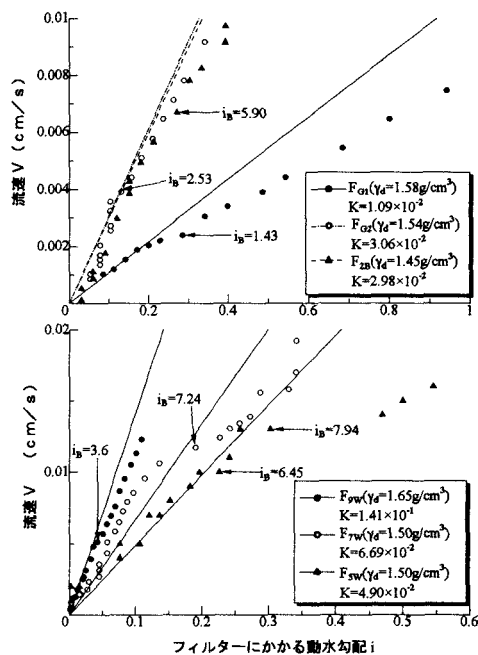


図-4 透水性低下の比較

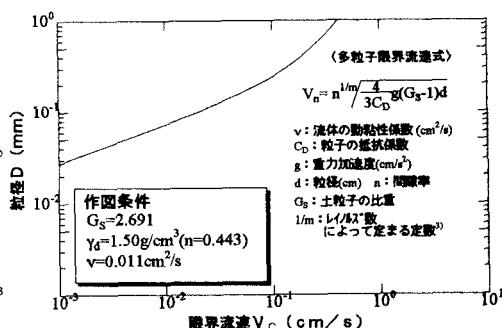


図-5 限界流速式への適用

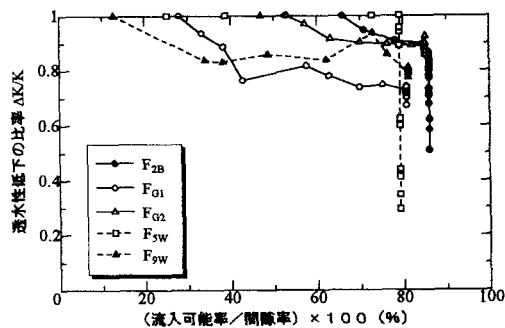


図-6 透水性低下と原土粒子流入量の関係