

Ⅲ-72

非侵食試験におけるベース材粒度の影響

建設省土木研究所 正会員 ○ 川崎将生 山口嘉一 中村 昭
日特建設㈱ 正会員 矢萩賢仁

1. はじめに

地震、水圧破碎、施工の不備、分散性粘土の存在等の原因で、フィルダムのコア部に集中的な浸透が生じるという極限状態におけるフィルタの有効性を評価する方法として、Sherardらが開発した非侵食試験(NEF試験:No Erosion Filter Test)がある。この試験は、図-1に示すように保護すべき材料(ベース材)とそれを保護する材料(フィルタ材)の2種類の材料を用いて実施されるものであり、彼らはこの試験結果をもとにフィルタの新基準を提案した。筆者らは、この基準及びSherardらが行ったNEF試験の設定条件の妥当性を検討するとともに、日本のフィルダム材料に対するこの基準の適応性を検討するため、種々の設定条件下でこの試験を実施してきた。その結果、①Sherardらの設定条件でNEF試験を行った場合、日本の土質材料を用いた試験結果とSherardらのフィルタ基準は精度良く一致すること、

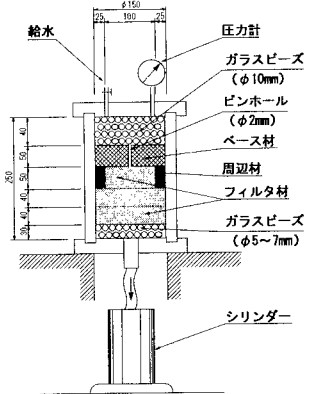


図-1 NEF試験装置の概要

②ベース材の締めめ時の含水比がNEF試験のフィルタ材の有効性判定に影響を及ぼすこと、③フィルタ材の有効性は、主にはフィルタ材の15%通過粒径 D_{15} に依存し、最小粒径 D_{min} 、最大粒径 D_{max} にはあまり依存しないこと、④設定条件の内、ベース材が厚くなるほど、ピンホール径が小さくなるほど、また注水圧力が低くなるほどフィルタ材が有効に働くこと、等が明らかになっている^{1)～5)}。今回は、これまでの研究で4.76mmに固定していたベース材の最大粒径 d_{max} をパラメータとして試験を行い、フィルタ材の効果に与える影響について検討した。

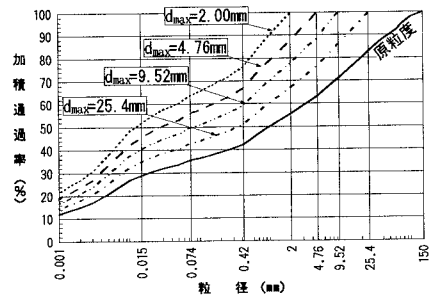


図-2 ベース材の粒度曲線

2. 試験条件及び方法

今回の試験において使用したベース材は、最大粒径がそれぞれ2.00, 4.76, 9.52, 25.4mmとなるようにフルイ分けによってオーバーサイズを取り除いた土質材料であり、その粒度分布は図-2に示す通りである。この試料を最適含水比に調整した後、 $1 E_c$ のエネルギーで締め固めて供試体を作成し、試験に供した。また、フィルタ材は粒径0.42mmから4.76mmの堅固で清浄な砂及び礫を図-3に示すように粒度調整したものをを用いた。Sherardらが設定した基本的なNEF試験の条件におけるベース材の厚さは25mmであるが、今回の試験ではベース材の最大粒径が25mmを超える場合があることを考慮し、試験装置全体の寸法を若干大きくした。今回行った試験とSherardらの基本的な試験の設定条件を表-1に示す。

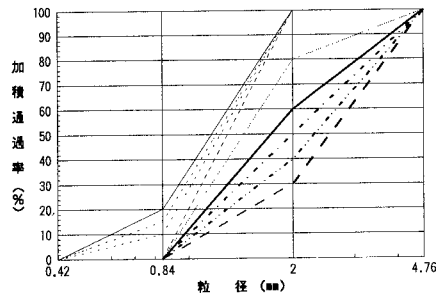


図-3 フィルタ材の粒度曲線

表-1 NEF試験の設定条件

設定条件	今回	Sherardら
ベース材最大粒径 d_{max} (mm)	2.00 4.76 9.52 25.4	4.76
ベース材厚さ (mm)	50	25
フィルタ材厚さ (mm)	130	80
ピンホール径 (mm)	2.0	1.0
注水圧力 (kgf/cm ²)	4.0	4.0

試験では、装置上部から圧力水を送り込み、ベース材下流のフィルタ材を通過した水の量とその濁度を測定した。また、通水終

了後、ベース材にあらかじめ作製したピンホール周辺の侵食状況を観察し、フィルタ材が有効に機能したか否かを判定した。試験準備及び方法の詳細については文献1)を参照されたい。

3. 試験結果

図-4は、今回実施したNEF試験の結果をフィルタ材の15%通過粒径 D_{15} とベース材の85%通過粒径 d_{85} の関係として整理したものである。多少のバラツキがあるものの、フィルタ材の有効、非有効の境界となる D_{15} は各粒度のベース材に対してほとんど変化がなく、今回の試験でパラメータとしたベース材の d_{max} は、フィルタ材の有効性判定に対してほとんど影響を及ぼさないと考えられる。フィルタ材が有効である場合、ピンホールを通過する水によって流亡した土粒子はフィルタ材の粒子間に捕らえられ、フィルタ材が目詰まりを起こすことによって水の流量が減少するため、結果的にベース材の侵食が進行しにくい。一方、フィルタ材が非有効であれば、フィルタ材の目詰まり効果が発揮されないため、ベース材が侵食され続ける。すなわちフィルタ材が有効であるか否かは、フィルタ材がこの土粒子を捕らえられるか否かで決定される。ところが水によって流亡しうるベース材の土粒子は非常に微細なものであり、この大きさはベース材の d_{max} によってほとんど変化しないと考えられ、このことが今回の試験結果がベース材の d_{max} にほとんど影響を受けなかった主たる原因であろう。ただし、ベース材の d_{max} の増加とともに含有される微細な土粒子の量が減少するため、全体的な傾向としてベース材の d_{max} が大きいもののほどピンホール周辺の侵食が小さいことが、試験終了後に観察された。

また、Sherardらによれば、フィルタ材の有効、非有効の境界はその D_{15} において0.1mm程度の範囲であり、今回の試験結果で見られた境界領域の大きさも、概ねこのことと一致している⁶⁾。

フィルタ材の有効性の定量的な指標として文献1)で定義した侵食指数 E_i を、排出されたベース材の流出量に厳密に比例するよう、以下のように修正した。

$$E_i = Q_i \times D_i$$

$$Q_i : (i-1) \sim (i) \text{回測定間隔での流出量}(\text{cm}^3) \quad D_i : (i-1) \sim (i) \text{回測定間隔での濁度}(\text{ppm})$$

図-5は、今回実施した全試験から得られた侵食指数の加積値 ΣE_i の経時変化曲線を、図中右の定義に基づいて整理したものである。有効なフィルタ材の試験結果がプロットされる範囲は、非有効なフィルタ材の範囲と明瞭に区別できることから、この図を用いることにより、フィルタ材の有効性の定量的な判定が可能であることがわかる。

参考文献

- 1) 中村 昭 他: 非侵食試験によるフィルタ性能の検討, 第28回土質工学研究発表会論文集, pp2237~2240, 1993年6月
- 2) 中村 昭 他: 非侵食試験におけるフィルタ粒度の影響, 土木学会第48回年次学術講演会概要集, pp1064~1065, 1993年9月
- 3) 中村 昭 他: ガーティ・ウィング試験と非侵食試験によるフィルタ基準に関する考察, 第29回土質工学研究発表会論文集, pp1879~1882, 1994年6月
- 4) 中村 昭 他: 非侵食試験における試験条件の影響, 土木学会第49回年次学術講演会概要集, pp134~135, 1994年9月
- 5) 中村 昭 他: 非侵食試験によるフィルタ機能の評価, 建設省土木研究所資料, 第3236号, 1994年1月
- 6) Sherard, J.L. and Dunnigan, L.P.: Critical Filters for Impervious Soils, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.115, No. 7, pp927~947, 1989

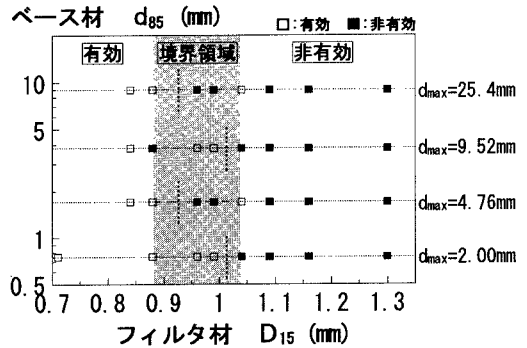


図-4 NEF試験結果

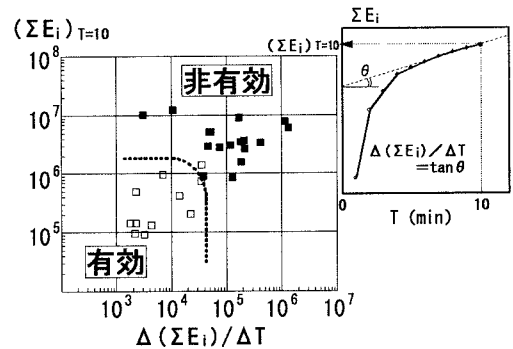


図-5 NEF試験結果の判定