

III-505

非侵食試験におけるフィルタ粒度の影響

建設省土木研究所 正会員 中村 昭 山口嘉一 ○矢萩賢仁 戸田建設㈱ 田原則雄

1. はじめに

近年、フィルタの遮水機能を受け持つコア材に地震、水圧破碎、万一の施工上の不備、分散性粘土の存在等により集中的な浸透が発生するという極限状態を想定したフィルタ基準の研究が進められている。Sherardら¹⁾は、1985年にこの状態を再現するため非侵食試験(NEF試験: No Erosion Filter Test)を行い、この試験結果からフィルタの新基準を提案した。Sherardらの提案した基準を評価するため、筆者らは均一な粒度分布のフィルタ(均等係数 $U_c \leq 2.5$)を対象としてNEF試験を実施し、NEF試験の設定条件をSherardらのもので容認した場合、この試験法は結果の再現性が良く、Sherardらのフィルタ基準の精度も高いことを確認している²⁾。今回は粒度範囲の広いフィルタ($2.5 < U_c \leq 7.3$)を用いてNEF試験を行い、フィルタ性能に与えるフィルタの粒度分布の影響を検討する。

2. 試験方法

試料として、ベース材(保護すべき材料)には、図-1に示す粒径4.76mm以上の部分を除去したAダムのコア材を用いた。また、フィルタ材(保護する材料)には、粒径0.074mmから9.52mmまでの砂および礫を図-2に示すように粒度調整したものを当てた。

NEF試験は、図-3に示すような内径100mmのモルタルを用い、最適含水比 w_p 付近に調整して締め固めたコア材の中央にあらかじめ $\phi 1$ mmの亀裂(ピンホール)を開けておき、上部から4kgf/cm²の高圧水を送り込み、コア材下流のフィルタを通過した透水量とその濁度の測定、およびコア材の亀裂周辺の侵食状況を観察し、下流側のフィルタが有効に働くか否かを判定するための試験である。試験方法の詳細は前報を参照されたい²⁾。

3. 試験結果

均一なフィルタ材において有効と非有効の境界の粒度であるF12(有効)とF5(非有効)も含めてNEF試験の結果を図-2に示す。NEF試験の結果は、Sherardらに準じて最終的にフィルタを通して排出された水が清浄であり、かつピンホールおよびコア材とフィルタ材の接触面に侵食が見られない場合を有効なフィルタと判定した。

均一なフィルタでは、F12

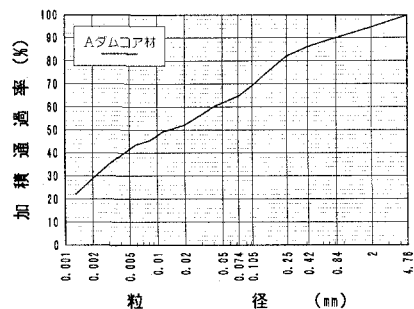
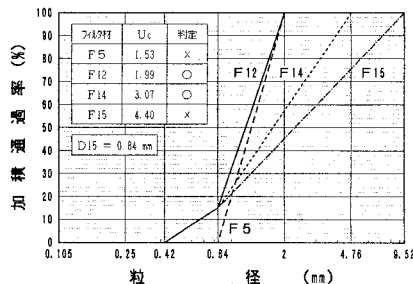
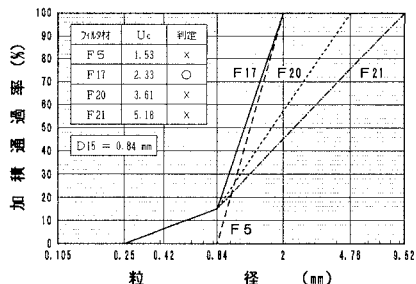


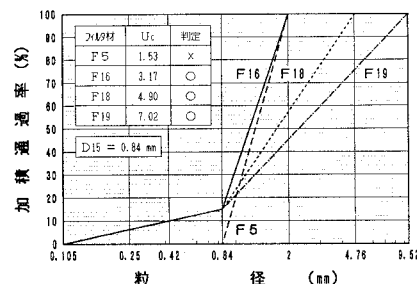
図-1 フィルダムコア材料の粒度分布曲線



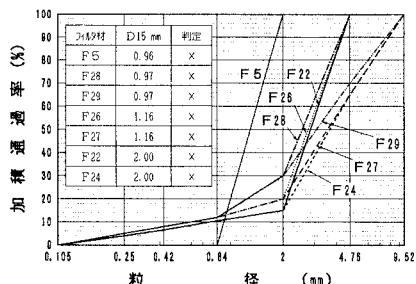
(a) フィルタ材 F5, F12, F14, F15



(b) フィルタ材 F5, F17, F20, F21



(c) フィルタ材 F5, F16, F18, F19



(d) フィルタ材 F5, F22, F24, F26~F29

図-2 フィルタ材の粒度分布曲線と試験結果

およびそれより細粒のフィルタ材は有効に働いたが、F5およびそれより粗粒のものは有効でなかった。一方、粒度範囲の広いフィルタにおいて、 D_{15} がF5より大であるフィルタ材F22～F29は粒度分布に関わらず全て非有効であるが、 D_{15} がF12と同様のフィルタ材F14～F21では、 $D_{max}=4.76$ mmのF20および $D_{max}=9.52$ mmのF15・F21が非有効であった。基本的に、均一なフィルタにおいて D_{15} が有効である範囲にある粒度範囲の広いフィルタは、 D_{max} および D_{min} が大きくなるほど非有効となる傾向にある。ただし、NEF試験の結果は単にフィルタの D_{max} ・ D_{15} ・ D_{min} の大小のみならず全体の粒度分布による締固め状況の影響を受けると言えよう。

排出水の流出量と濁度の経時変化に着目し、フィルタの珪材に対する有効性の指標として、次式の侵食指数Eiを適用する²⁾。

$$E_i = Q_i \times D_i$$

ここに、 Q_i ：(i-1)～(i)回測定間隔での流出量 (cm³/s)

D_i ：(i-1)～(i)回測定間隔での濁度 (ppm)

侵食指数Eiは、NEF試験によりフィルタを通して排出された珪材の流出土量に比例するものと考えられ、Eiが小である程有効なフィルタと判断される。均一なフィルタの結果も含めたEiの加積値の経時変化を図-4に示す。ただし、試験中に圧力が急降下し明かに非有効なフィルタは除外した。この図は通水の排出に伴うフィルタの目詰まり状況を示しており、非有効なフィルタ材ではこの ΣEi が試験終了近くでも漸増傾向を示している。図-5は、 ΣEi の経時変化曲線の内、図中に示す回帰直線の傾き $\Delta(\Sigma Ei)/\Delta T$ と経過時間10分での ΣEi の値 $(\Sigma Ei)_{T=10}$ の関係を示している。この図からフィルタの粒度が粗粒になるほど非有効となり、図中の左下から右上の領域に移動していくことがわかり、非有効な領域に含まれる有効なF19はその粒度分布からもその有効性に疑問がもたれるとも言える。

4. おわりに

本論文をまとめると以下の通りである。

①Sherardらの D_{15} の基準において有効なフィルタでも D_{min} から D_{15} 、 D_{15} から D_{max} の粒度分布により非有効となる結果を得られた。②加積侵食指数 ΣEi の経時変化曲線がフィルタの有効性判定の指標となり得ることを示した。今後の課題として、通水圧力とピンホール径を変化させた試験、より大型のモルツを用いた実際のフィルタの築造で使用される材料のNEF試験を行い、より細粒の土質材料に非常に良好な結果を得ているダーティ・ウォーター試験(DWT)^{3)～5)}も併せてフィルタ基準に対する見解を示したいと考えている。

参考文献

- 1) Sherard and Dunnigan: Filters and Leakage Control in Embankment Dams, Proc. Symp. Seepage and Leakage from Dams and Impoundments, ASCE, pp.1～30, 1985.
- 2) 中村・山口・矢萩・田原：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，1993年。
- 3) 藤沢・山口・田原：フィルダムコア材の分散性と適切なフィルタ，建設省土木研分研資料，第3100号，1992年。
- 4) 松本・山口・田原：ダーティ・ウォーター試験による土質材料のフィルタ基準についての検討，第26回土質工学研究発表会論文集，pp.1703～1706，1991年。
- 5) 山口・田原・藤沢：ダーティ・ウォーター試験による土質材料のフィルタ基準についての検討（第2報），第27回土質工学研究発表会論文集，pp.1985～1986，1992年。

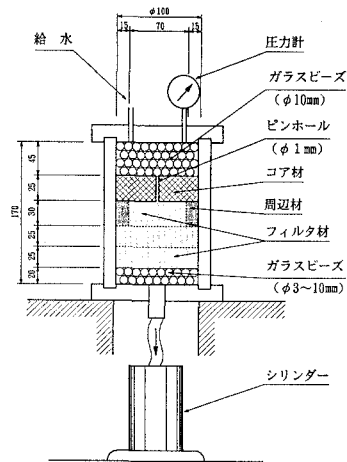


図-3 非侵食試験装置の概観

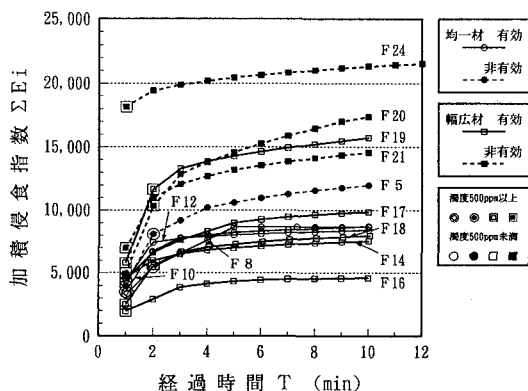


図-4 加積侵食指数 ΣEi の経時変化

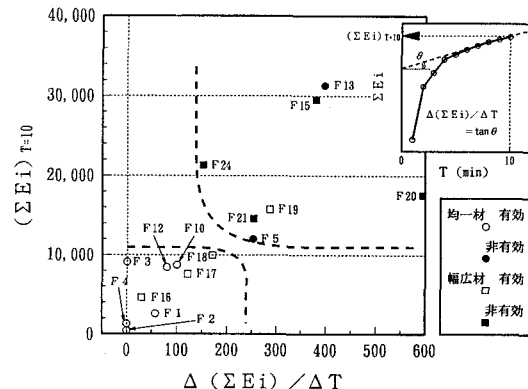


図-5 $\Delta(\Sigma Ei)/\Delta T$ と $(\Sigma Ei)_{T=10}$ の関係