

粒状性フィルターの透水性挙動の評価

中部大学工学部 正会員 杉井俊夫

中部大学工学部 学生 ○林 明保

University of Wollongong Buddhima Indraratna

1. はじめに

堤防やダムの子状性フィルターの判断基準はこれまで経験則によるベース材となる土とフィルター材の粒状比を用いられてきたが、いずれも定常時における経験的な安定性の判断であり、フィルターの透水性が定常となるまでの安定基準と異なり、また透水性がどこまで低下するか、フィルター内部の時間に依存する粒子移動までは評価することができなかった。本研究では、KennyらのControlling constriction size¹⁾によるフィルター内部の安定条件を用いて新たなフィルターの透水性挙動を予測する方法を提案している。

2. フィルターの透水性挙動

図1には、砂のような線形粒度分布図2を有するフィルターを用いたフィルター実験³⁾においてフィルターの流量変化が得られている粗い砂のフィルターは透水性が変化しないのに対して細かい砂のフィルターでは透水性が低下した後、安定している。一方、細かいフィルターの場合は、 $0.4\text{m}^2/\text{s}$ まで低下し、一定となることがわかる。中のフィルターでは、低下し続ける傾向にある。細かいフィルターの場合は適切なフィルターの役割を果たしているが、粗いフィルターはベース材の流出、中フィルターは目詰まりの可能性がある。これらの挙動を次の方法で予測を試みた。

3. 混合層を用いたフィルターの透水性挙動の推定

Kenny ら (1985) はフィルターの間隙くびれ径をもとに、フィルター材の安定条件を提案した²⁾。図3に示すようにフィルター層を通過してくる最大の粒子径をControlling constriction size: D_c^* と定義するとともに、浸透長さ比 $m=L$ (フィルター長さ) / D_{min} (フィルター最小粒径) が200を超えると、 D_c^* は最小粒径の約0.25倍に等しくなることを得た。この D_c^* を用いることにより、図4に示すような粒度のフィルター材が内部侵食を起こさないためにはその粒径の4倍の径の粒子含有量がその含有量以上に含まれていることが必要であると、 $H/F > 1$ 安定、 $H/F < 1$ 不安定とフィルターの内部安定性を提案した。Kenny らの指標はフィルター層自信の安定性について検討したが、この考えをフィルター目詰まりの判断に適用することを試み

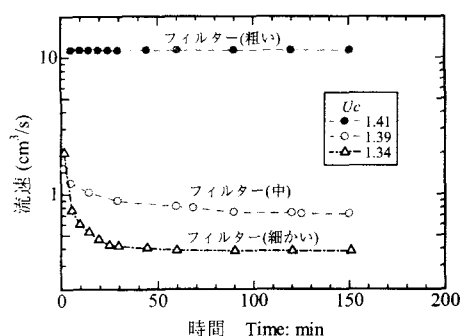


図1 フィルター材の透水性挙動

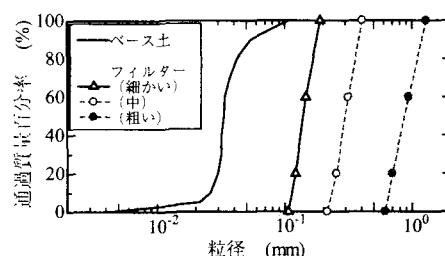


図2 ベース材・フィルター材の粒度分布

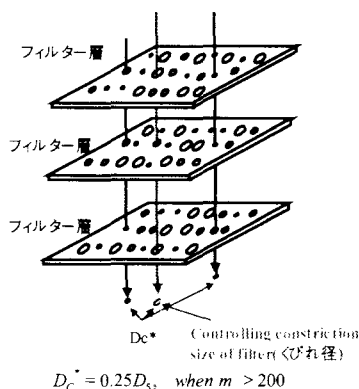
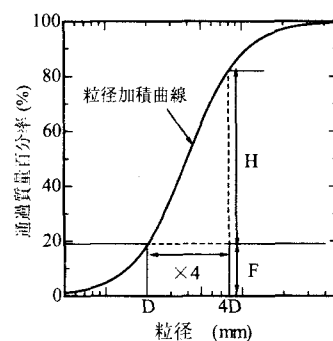
図3 最大くびれ径 D_c^* 

図4 Kenny らの H/F 指標

ている。フィルター材とベース材は図5に示すようにその境界において2つの粒度分布が接触し、非常に薄い

混合層を形成することになる。そこで、この境界面においてフィルター材とベース材による混合層の混合粒度分布を考えることとした（図 6）。この分布をCombinedPSDと呼ぶことにする。すなわち、このCombinedPSDにKennyの式を使って安定か不安定化の判定をおこなった。

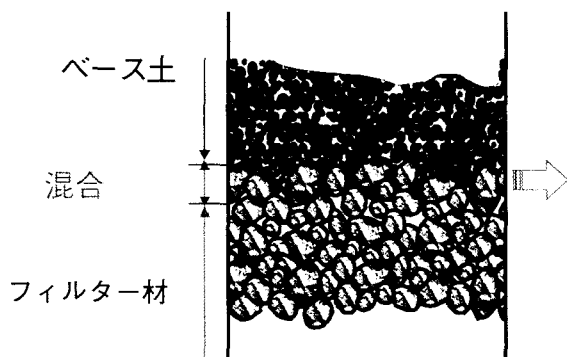


図5 ベース材とフィルター境界の混合層

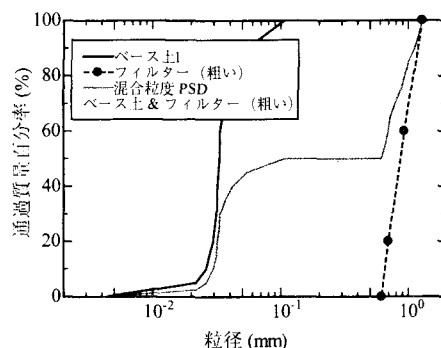


図6 混合層の粒度分布（質量比 0.7:0.3）

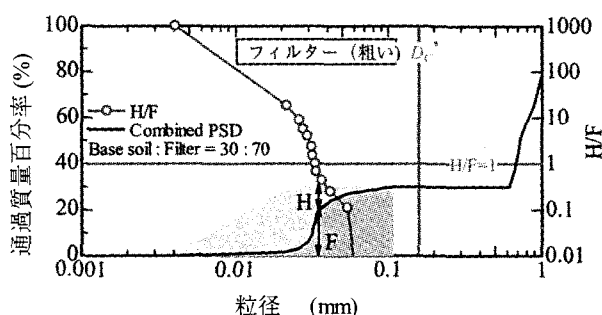


図7 混合層のH/F（フィルター(粗い)）

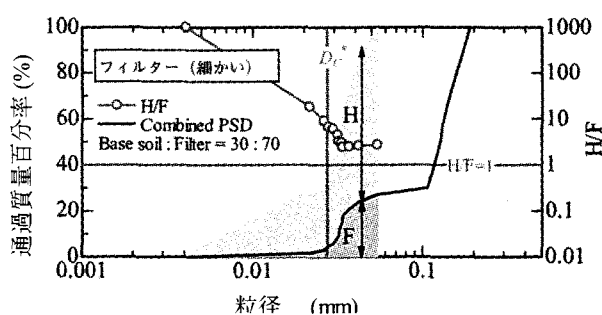


図8 混合層のH/F（フィルター(細かい)）

図 7-9 は、3つのフィルターの混合層の粒度分布を質量比 0.3:0.7とした場合に、H/F の関係を調べた結果である。この D_c^* は、フィルターの最大くびれ径を示している。これより、図 7 の粗いフィルターでは H/F がすべての粒径で 1 を下回っており、混合層からフィルター層へ流出し、かつフィルターの最大くびれ径 D_c^* より、フィルターへの流出粒子径は小さいのでフィルター外へ流出することが推定でき、フィルターの透水性は変化しないと判断できる。また、図 8 の細かいフィルターではいずれ

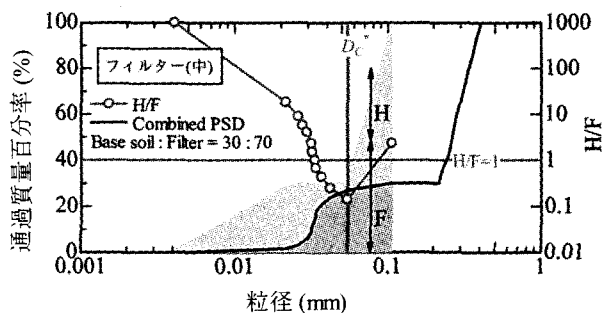


図9 混合層のH/F（フィルター(中)）

の粒径も $H/F > 1$ より、混合層からは流出せず、フィルターの透水係数が安定することが予測できる。さらに、図 9 のフィルターでは 0.02 から 0.08mm までの粒径で $H/F < 1$ が得られており、混合層からフィルターへ流出し、僅かながらフィルターの D_c^* より大きな径がフィルター内へ流出する可能性があるため、これらのフィルターはフィルター内に拘束され、フィルターの粒度分布の再編成が生じ、透水性が低下することが予測される。

4. おわりに

今回混合層の H/F 及びフィルターの D_c^* を用いたこれらの推定は先に示した図 1 の結果とも一致し、本方法はフィルター層の透水性挙動を予測する上で有益な情報となりうるということが考えられる。今後、多くの実験結果とも比較検証する予定である。

【参考文献】 1)Kenny T.C. and Ofoegbu G.I.(1984), Permeability of compacted granular materials, Canadian Geotech.Engng, 21, 726-729. 2)Kenny T.C. and Lau D. (1985)Internal stability of granular filters. Canadian Geotech. J., 22, 215-225. 3)Indraratna B., Vafai F. and Dilema E.L.G., (1996)An experimental study of the filtration of a lateritic clay slurry by sand filters, Proc. Instn Civ. Engrs Geotech Engng, 119, 75-83.