

(株)建設企画コンサルタント 正 堀田 光
 (財)電力中央研究所 正 駒田 広也
 同上 正 中川加明一郎

1. はじめに

従来の浸透流解析の大部分は、飽和領域内における浸透流の現象を対象として解析手法である。しかし、ロックフィルダムのように自由水面が変動する場合とか、自由水面より上部の不飽和領域における保水作用、透水作用に関する場合には、飽和・不飽和領域とも考慮して解析手法が望ましい。このような観点から、飽和・不飽和領域とも考慮した解析手法が開発されてきた。しかし、この解析手法では、不飽和領域内の不飽和透水係数およびサクション圧による水分保持特性を把握する必要がある。サクション圧と飽和度との関係の水分保持特性は、土の毛管上昇高さと自然飽和度とからある程度の推定が可能であるが、図-1のようにロックフィルダムは多種の材料を築堤されており、各々の土質材料により、水分保持特性は大きく異なるにめ把握されにくいのが現状である。ロックフィルダム材料のうちで、粘土および細粒砂を多く含むコア材の水分保持特性は多く報告されているが、粗粒材を多く含むフィルター材の水分保持特性については報告されていない。したがって、本報告では、加圧板法を用いて、フィルター材の水分保持特性を調べ、その考察を行った。

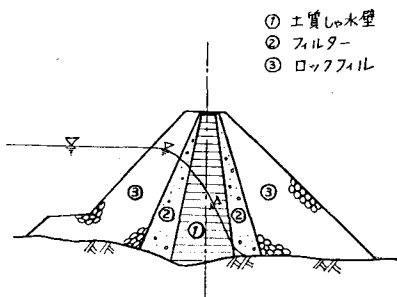


図-1 ロックフィルダムの築堤材料

2. 実験概要

実験は、Richards による考察された加圧板法を用いた。図-2および表-1に、それぞれ各Caseに用いた試料の粒径加積曲線および供試体初期条件を示す。Case 1およびCase 2の試料は、豊邦標準砂と同一の粒度組成を持つ岐阜県産のマサ系の山砂であり、Case 3およびCase 4の試料は、花コウ岩である。なおCase 3はロックフィルダムのフィルター材に多くみられる粒度組成である。供試体は所定のサンプラーに試料を充填し、下方からの毛管飽和定常状態となるように放置させたものである。この状態の供試体を初期状態とし、全Caseの実験は、排水過程のみを行った。

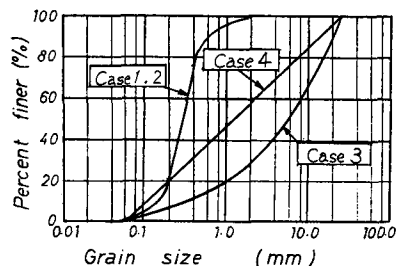


図-2 各試料の粒径加積曲線

表-1 供試体初期条件 (全Case)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
試料	マサ系の山砂	マサ系の山砂	花コウ岩	花コウ岩
最大粒径(mm)	2.0	2.0	25.4	25.4
D_{10} (mm)	0.18	0.18	0.33	0.13
D_{60} (mm)	0.32	0.32	8.0	2.8
均等係数	1.8	1.8	24.2	21.5
真比重	2.68	2.68	2.68	2.68
乾燥密度(g/cm^3)	1.35	1.35	1.78	1.75
間げき比	0.99	0.99	0.51	0.53
供試体寸法	$r=2.5^{\text{cm}}, h=5.7^{\text{cm}}$	$r=5.4^{\text{cm}}, h=7.5^{\text{cm}}$	$r=10.3^{\text{cm}}, h=5.2^{\text{cm}}$	$r=10.3^{\text{cm}}, h=5.2^{\text{cm}}$
初期飽和度(%)	73.4	75.0	70.0	79.4

Case 1とCase 2は供試体寸法の違いによる水分保持特性の違いを調べた実験である。(Case 1の供試体は、 $r=2.5\text{cm}, h=5.1\text{cm}$, Case 2の供試体は、 $r=5.4\text{cm}, h=7.5\text{cm}$ である) 図-3に示す実験結果より、供試体寸法による水分保持特性の差はほとんどなく、大型サンプラーに2行は、2も大差ない事がわかった。

3. 実験結果および考察

Case 3とCase 4は、フィルター材のサクション圧と飽和度との関係を探るために実験する。両Caseとも同一間げき比のもとで行ったのであるが、図-2に示すように、粒度組成の違いにより、図-4に示す水分保持特性の違いが生じているのがわかる。しかし、その形状はほぼ同一である。

ここで、図-5に示すように、Case 3およびCase 4の飽和度 S_r とサクション圧 p との関係は、次式でおおむね表わされる。

$$\text{Case 3の場合} \quad S_{r3} = f_3(p) \quad \dots (1)$$

$$\text{Case 4の場合} \quad S_{r4} = f_4(p) = f_3(p) + \Delta S_r \quad \dots (2)$$

つまり、Case 4の S_r はCase 3の S_r よりも ΔS_r だけ増加している。これは、おもに細粒土の含有率に影響されているものと考えられる。すなわち、図-6に示すように、供試体内の細粒土の含有率が大きいほど、単位体積中の最表面積は大きく、水分保持能力が強くなると思われる。

したがって、フィルター材において、同一間げき比ならば、粒度組成が異なると、その水分保持特性の形状はほぼ同一であるので、細粒土の含有率を表示する D_{10} あるいは均等係数と、図-5のようにならば式(2)に示した ΔS_r との関係を調べることによって、水分保持特性をある程度把握することが可能であると思われる。

4. おわりに

ロップフィルター材の飽和・不飽和最透流解析に必要なフィルター材の水分保持特性を調べ、以下の結果が得られた。

(1) 供試体寸法の違い ($r = 2.5 \sim 5.4 \text{ cm}$, $h = 5.1 \sim 7.5 \text{ cm}$)による水分保持特性の差違は、標準砂ではほとんど見られなかった。

(2) 同一間げき比で、粒度組成が異なるフィルター材の供試体その水分保持特性について調べた結果、水分保持特性の形状はほとんど同じであるが、サクション圧に差異が認められた。これは、おもに細粒土の含有率に影響されているものと考えられる。

今後、さらに、粒度組成を変えてフィルター材について水分保持特性を調べ、細粒土の含有率および飽和透水係数と水分保持特性の関係を明らかにしたいと考えている。

<参考文献>

- 1). 駒田, 「飽和・不飽和土中の非常速浸透流解析」 電機中央研究所報告 No.377015 p.53, 2.
- 2). 向上ら, 「鉛直一次元浸透の飽和・不飽和解析について」 第14回土質工学会研究発表会, pp.1161 ~ 1164
- 3). 河野ら 「ガンマ線による土中水分変化の測定」 第14回土質工学会研究発表会, pp.1137 ~ 1140
- 4). 土質調査法, 土質工学会編 pp.146.

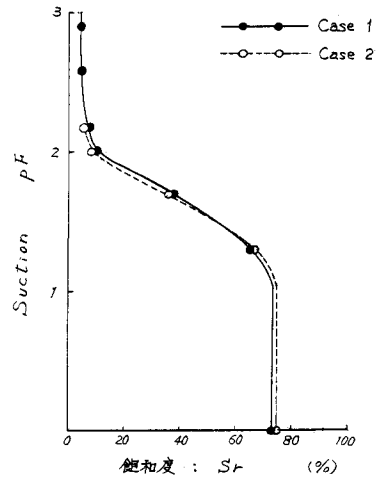


図-3 水分保持特性 (Case 1, 2)

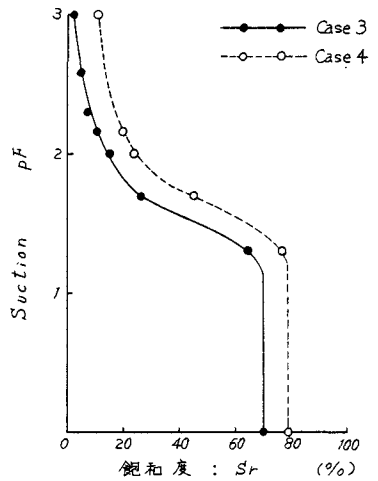


図-4 水分保持特性 (Case 3, 4)

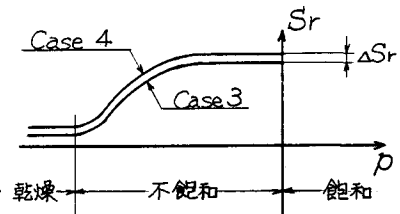


図-5 サクション圧と飽和度の関係

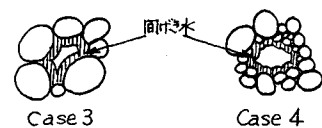


図-6 単位体積中の最表面積