

土堤の浸透流に関する実験的研究

室蘭工業大学 正員 工博 境 隆 雄
 日本水道コンサルタントKK 正員 工修 ○藤 岡 純
 室蘭工業大学大学院 学生員 九 茂 義 典

土堤堤あるいは堤防の安定に重要な影響を与える浸透流の基礎的性状について実験的研究を行ったものである。

1. 実験設備と方法

実験に用いた堤体材料は次表の通りである。透水係数の測定は、砂は定水位法、ロームおよび粘土は変水位法によった。

材 料	粒 径	均等係数 d_{60}/d_{10}	比 重	空隙率	透水係数
粗 砂	1.2~5.0 mm	1.17	2.83	0.439	2.94×10^{-1} cm/sec
細 砂	0.07~1.2	2.22	2.86	0.417	5.95×10^{-2}
ローム			2.61		1.10×10^{-4}
粘 土			2.53		2.32×10^{-4}

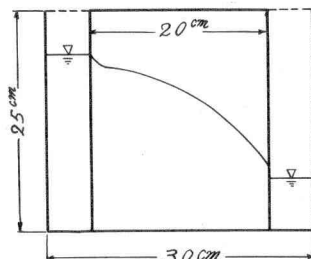


図 - 1

A) 基礎実験

浸透流の基本的性質を把握するため

に、図-1に示すような $30 \times 20 \times 25$ cm のエポキシ樹脂製の箱の中に、 $20 \times 20 \times 25$ cm の大きさに鉛直壁（金網および良透過性の紙で保持）をもつ砂の立体部分を設けて、上流側水深を 10 および 20 cm、下流側水深を 2~18 cm に 2 cm 刻に变化させ、側面に取りつけたマノメーターによって浸潤線を観測するとともに、下流側末端からの流出水量を測定した。基礎実験の結果は次の通りである。

1) 浸潤線の形状はおおよそ放物線であるが、浸透境界層ではエネルギー損失により、上流側水位から落ち込みを生ずる。

2) 透水係数（Dupuitの式による計算値）は水位により変化した。これは砂の組織が沈下により変化したためと思われる。

B) 本実験

実験装置は写真-1に示すとおりで、

主体をなす水槽は幅 0.6 m、高さ 0.8 m、長さ 3.5 m、片側ガラス張で、裏側には 10 cm 間隔に多数のマノメーターを並べてあり、浸潤線および水頭を測定しうるようになっている。また水槽内模型の上流側の水位を調節するために、上下可動式の小型高水槽が付属している。Sand model は天端幅 40 cm、表裏両法とも 1:2、高さ 55 cm とし、下部地盤層の厚は 15 cm とした。

(写真-2)

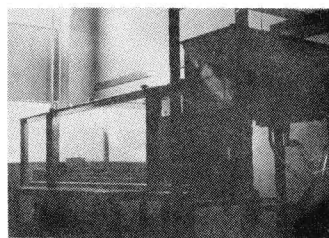


写真 - 1

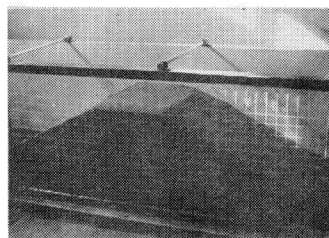


写真 - 2

上流水深を20~50 cmに変化させ、下流水深を0に保ちつつ、浸透水量を末端において測定するとともに、浸潤線を測定し、また色素 fluorescence を表法に注入して流線の観測を行った。(写真-3,4) さらにまた、粘土の core を設けた場合の流線も観測した。(写真-5)

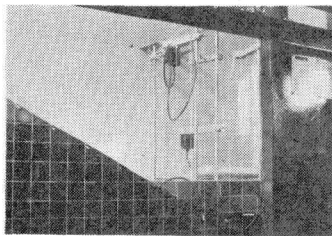


写真-3

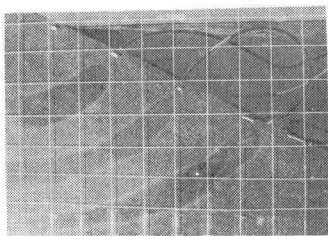


写真-4

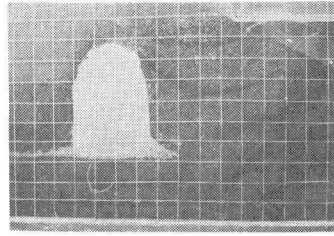


写真-5

2. 実験結果とその考察

1) 浸潤線の形状は放物線であつて、この放物線は、下流法面の延長線が不透透境界面と交わる法線を焦点とする基本放物線とほとんど一致する。(図-2)

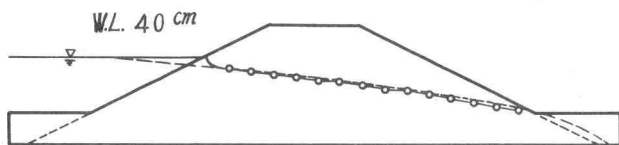


図-2

2) ローム堤体の下に砂の地盤層がある場合には、浸潤線は基本放物線よりかなり低くなる。

3) 上流法面付近の浸透境界では、エネルギー損失により浸潤線が落ち込む。この落ち込みの高さは透水係数が小さいほど大である。

4) 上流水位と表法との交点から表法先までの水平距離を Δ 、同じ交点から基本放物線の上流水面における始点までの距離を Δ' とすれば、(図-3) Δ/Δ' は Casagrande によれば「近い条件で 0.3 となっているが、この実験ではこれより大きく、0.36~0.58 であつた。Casagrande の増えた 0.3 に近いのは、透水係数の大なる粗砂である。また同一の砂では、動水勾配が大きくなるほど Δ/Δ' は大となる。

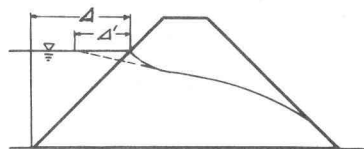


図-3

5) Dupuit, Schaffernak, Casagrande および Pavlovsky の各式を用いて計算した透水係数の値は、上流水位の上昇とともに低減し、その後一定値に近づく傾向を示したが、これは土砂の組織が浸透水により締め固めをうけたものと思われる。

6) 砂の場合、水位が上昇して浸潤線が裏法に達したとき堤体の崩壊が起り、さらにそれよりも水位が上昇したとき、尚もなく堤体は全面的に崩壊した。

7) 粘土の Core は浸透流がこれを越えない限り有効である。しかし上流側水位が core の天端より低くても、その差が毛管高以下であるならば、毛管サイホン現象により、浸透水は core を越流する。この毛管高は、この実験では粗砂の場合 5 cm である。