

外水面の変動に伴う堤体内の浸透挙動に関する遠心模型実験

愛知工業大学大学院（学）○宇都宮 徹

愛知工業大学工学部（正） 奥村 哲夫・成田 国朝

1.はじめに

ため池やアースダムなどの貯水池では、豪雨時や農繁期の放水などより水位が急激に上昇・降下することがある。水位が上昇する場合は堤体の安定上問題は少ないが、水位降下時は浸潤面の降下速度が堤体の透水性（排水速度）と貯水面の降下速度に支配され、後者が相対的に大きければ堤体内に残留水圧が発生して堤体の安定を損なう恐れがある。したがって、水位急降下時の堤体内の浸潤面形状や間隙水圧分布の刻々の変化を知ることは極めて重要なことと考えられる。

本研究は、外水面の変動に伴う堤体内の浸透挙動を遠心模型実験で明らかにしようとするものであり、今回は均一土層及び斜面を有する堤体模型に対して水位上昇・下降実験を行い、計算値と比較しながら計測精度や実験手法の妥当性を検討した結果を報告する。

2.遠心模型実験概要

図-1（CASE.A）は、貯水位の上昇に伴う浸潤面形状の変化を調べるための実験である。土槽底部に間隙水圧計 P1～P7 を埋設しながら 3cm×7 層で均一に締固めた後、幅 70mm の貯水池と幅 30mm のドレーン（2、3、4 号珪砂を使用）を作製し、その間に金網を埋め込んで側面を油粘土で止水してから貯水池に $d_{\max}=9.5\text{mm}$ の川砂を詰めて厚さ 210mm の均一土層模型を作製した。実験では、遠心加速度 30G まで加速した状態（実物で 6.3m 程度に相当）で貯水側に約 13.0cm/s の速さで注水し、目標水位高 150mm で一定になるまでの土層内浸透を観測・撮影しながら土槽底面の間隙水圧を計測した。

図-2（CASE.B）は、貯水位が急激に降下したときの浸潤面形状を調べるための実験である。土槽内に間隙水圧計 P1～P8 を埋設しながら、3cm×7 層で締固めた後、高さ 204mm、斜面勾配 1:2 の堤体模型を作製した。実験では、遠心加速度 30G まで加速した状態（実物で 6.0m 程度の堤体に相当）で、貯水池に目標水位高 180mm 一定になるまで注水して飽和した後、排水速度 4.5cm/s で水位を急降下させながら、堤体内の浸透状況を追跡した。なお、実験で用いた試料土は、CASE.A、B とともに粘土質砂（SC）であり、 $d_{\max}=2\text{mm}$ 、平均粒径 0.47mm、 $U_c=110$ 、 $U_c'=27.5$ 、模型作製時の締固め度（D95）における透水係数 $k=2.89 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ である。

3.実験結果と考察

CASE.A では、間隙水圧計の計測精度を確認するため、写真①～⑥のように、注水を開始してから任意時間経過したときの写真撮影による浸潤面（破線）と、同時

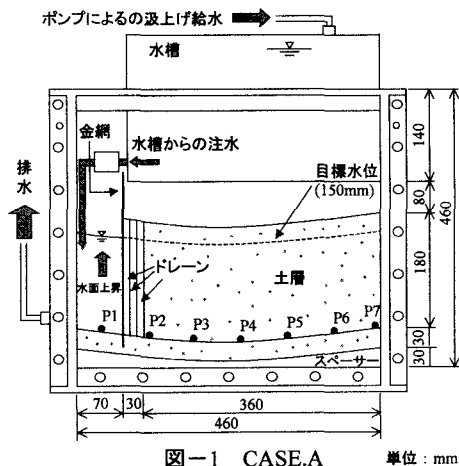


図-1 CASE.A 単位：mm

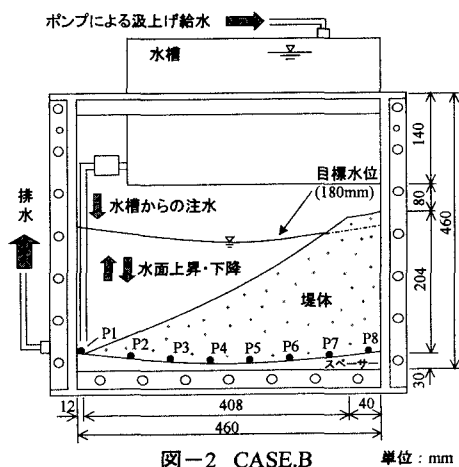


図-2 CASE.B 単位：mm

刻の間隙水圧値から水柱高で推定した浸潤面（●印）を比較した。写真①～⑤では各時刻とも破線に沿ってが●印が並んでおり、間隙水圧値から浸潤面形状が概略推測できることが分かった。また、写真⑥は注水開始から 355 秒後の結果であり、●印より上へ破線があることが分かる。これは毛管上昇の影響だと考えられる。

CASE.B の降下実験では、図-3 のように、差分解法による計算値と間隙水圧計の測定値から概算した浸潤面形状の時間的変化を比較した。計算に用いた値は、 nG 場において長さ・透水係数を n 倍、時間を n^2 倍した。実線は測定値から概算した浸潤面を、破線は差分解法による浸潤面を示す。また、同時刻における浸出点と水面高の違いを図-4 に比較した。図-3 の測定値を経過時間とともに追うと、貯水面と浸出点がほぼ同時に

に動いているが、破線の計算値では経過時間が短いほど浸出点に違いがあることが分かる。また図-4 より、長時間経過したとき、堤体内の水面高と浸出点がほぼ等しいので、貯水位 ≈ 0 付近では、浸潤面形状が概略推定できることが分かった。

4.まとめ

貯水面上昇時の浸潤面形状は、間隙水圧計の測定値から概略求めることができた。しかし、急降下時では貯水位 ≈ 0 付近でしか確認できなかったのも、FEM を用いて今後さらに詳細に浸透挙動の把握を目指していこうと考えている。

<参考文献> 山口 柏樹・大根 義男 (1973) : フィルダムの設計および施工、技報堂出版

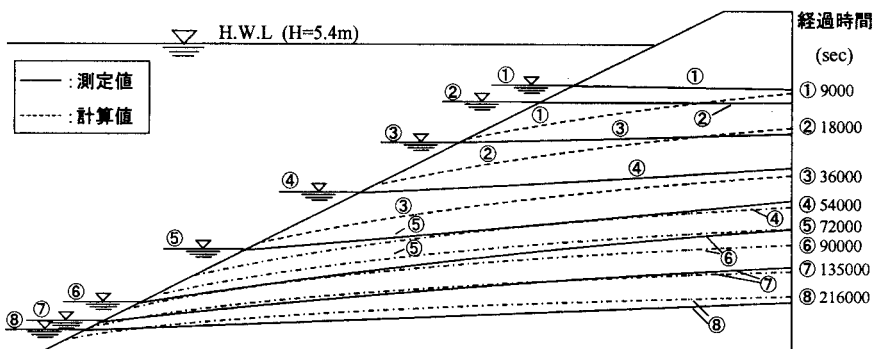
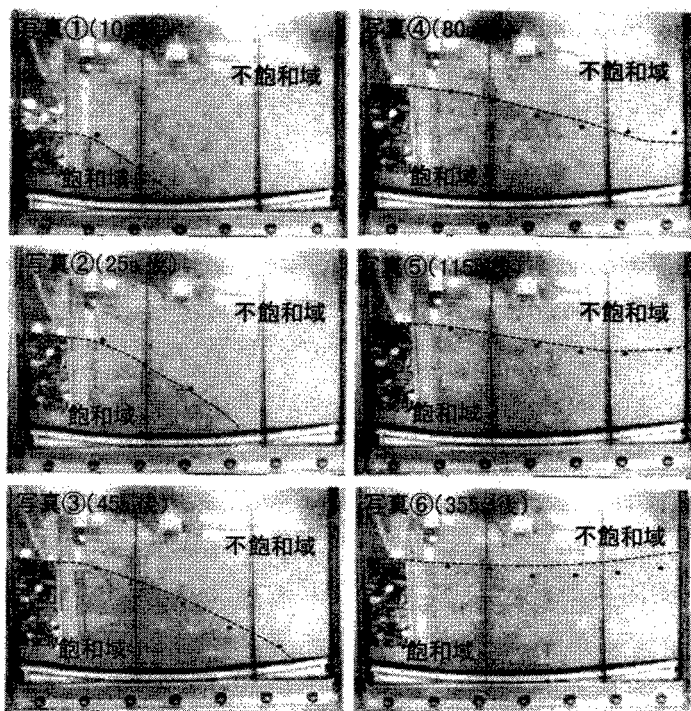


図-3 測定値と差分解法による計算値の浸潤面形状の時間的変化

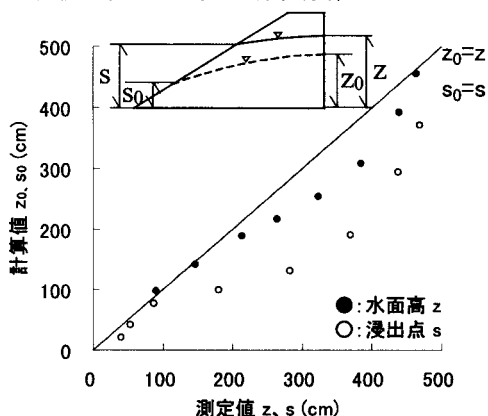


図-4 同時刻における浸出点と水面高の違い