

透水性の異なる二層間の自由水面挙動について(第2報)

徳島大学工学部 正員 山上 拓男
徳島大学大学院 学生員 ○武正 敏男

1. まえがき

前報⁽¹⁾では、ロックフィルダムを例にとり、F.E.M.による透水性の異なる二層間の自由水面決定法を提示した。本報では、前回用いた解析上の仮定が確認されるものか否かを、Hele-Shawモデルを用いて実験を行い、内部浸出面の存在の有無および流出流量の取り扱いについて検討し、そして実験結果とF.E.M.解析結果との比較検討を行ったものである。

2. 実験概要

浸透流の実験解析として一般に用いられる手法としては、砂モデル、電気相似モデル、Hele-Shawモデル(粘性流モデル)等があるが、本実験では透水性の制御の容易さ、および自由水面形状の可視性という点より、Hele-Shawモデルを用いた。この方法は、粘性流体が狭い間隙を層流状態で流れるときの運動方程式とDarcyの法則とが相似関係に、

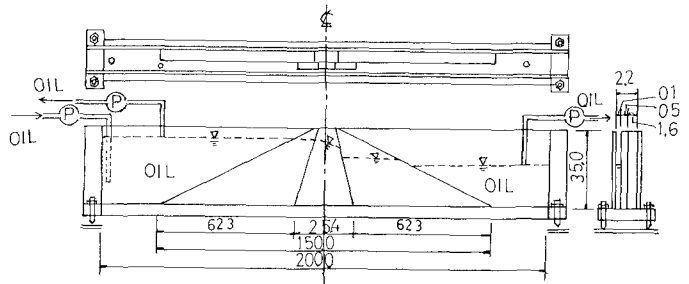


Fig-1 実験装置 (材質アクリル板)

あることを利用したものである。そして、本研究のように部分的に透水性が異なる場合は、間隙きの幅を変えればよく自由水面を有する浸透問題に適している。Fig-1に今回用いたHele-Shawモデルの概要を示す。また、モデルの諸寸法はFig-2-(a),(b)に示す通りである。ロックフィルダムにおける、コア部およびロック部の透水係数はそれぞれ一定とし、Hele-Shawモデルでの各々の間隙きの幅を1.0mm, 6.0mmとした。また、傾斜コア型ダムおよび中央コア型ダムのコア部、ロック部の間隙きの幅は、それぞれ等しい幅にした。そして、どちらの型のダムの場合にも、上流側水位を30.0cmで固定し、下流側の水位を0, 5, 10, 20cmの4種類に固定して実験を行った。また、自由水面形状の測定は、水面形状定常状態になったとき写真撮影と同時にアクリル板上からの水面のトレースによって行った。なお、今回の実験では粘性流体としてエンジンオイルを用い、この流体の動粘性係数は、19.8℃で6.492 ST.であった。

3. 実験結果およびF.E.M.解析結果との比較

Fig-3, 4に傾斜コア型ダム、中央コア型ダムの実験結果(実線)ならびにF.E.M.による解析結果(破線)を示す。実験結果より明らかなように、傾斜コア型ダムおよび中央コア型ダムにおいて、コア部とロック部の境界面での内部浸出面の存在がはっきりと認められ、不飽和浸透領域の存在も確認された。そして、傾斜コア型ダムの場合、内部浸出面より流出した流体はほぼ鉛直に流下し、下流側自由水面に流入している。また中央コア型ダムの場合、内部浸出面より流出した流体は、コアの表面に沿って流下し、下流側自由水面に流入している。以上の実験結果より、前回F.E.M.解析において仮定した内部浸出面の存在、および傾斜コア型ダム、中央コア型ダムにおける内部浸出面よりの流出流量の取り扱いが妥当なものであることが確認された。Fig-4に示されるように、中央コア型ダムの場合、コア部での解析結果と実験結果とは比較的良好一致がみられた。また、解析結果および実験結果において、下流側水位が0, 5, 10cmと変化しても、コア部での水面形がほとんど変化しなかった。

ことは興味深い。また、傾斜丁字型ダム、中央丁字型ダムのどちらの場合においても、解析結果が実験結果よりも高い自由水面を与えたことは、下流側水位が 20 cm の場合、実験結果と解析結果とがよく一致していることを考えると、アクリル板のひずみによって、下層の隙きが上層に對して大きくなった可能性がその一因として考えられる。(FEM解析において、下層の透水係数をモデルより足る値の 2 倍として計算した場合、実験結果にかなり接近した自由水面形を得た。)

4. おさげ

今回の Hele-Shaw 実験により、内部浸出面の存在、および不飽和浸透領域の存在が再認識された。そして、前回 FEM 解析に用いた内部浸出面からの流出流量の取り扱いが妥当なものであったことが確認された。今回アクリル板を実験に使用したため、厳密な隙き幅の制御が困難であったが、今後モデルのスケールを縮小し、ひずみの小さいガラス板によって、厳密な隙き幅の制御を行い、再度 Hele-Shaw 実験を行い、FEM 解析法と比較したいと考えている。また、不飽和浸透領域を完全に考慮した FEM 解析法の開発も、今後の課題としたいと考えている。

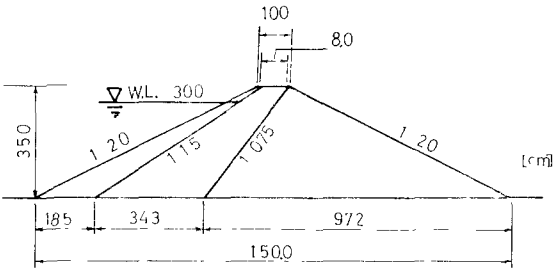


Fig-2-(a) 傾斜丁字型モデル

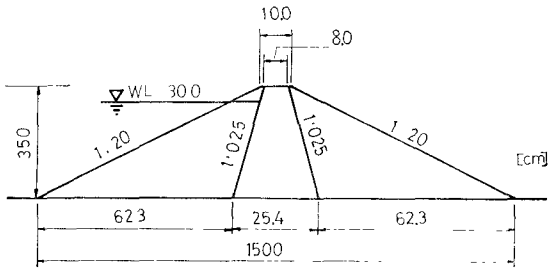


Fig-2-(b) 中央丁字型モデル

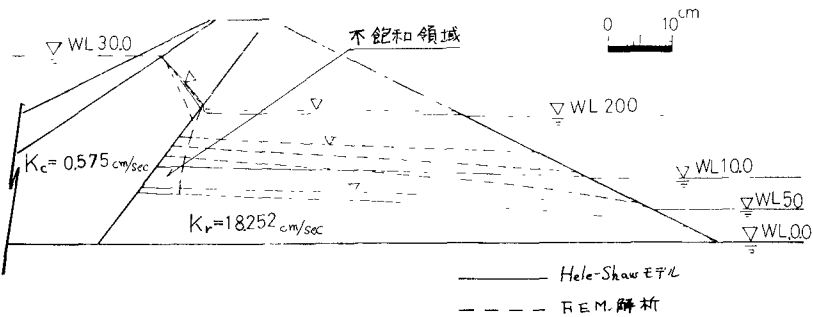


Fig-3 傾斜丁字型モデルの実験結果および解析結果

*参考文献

- (1) 山上、武正：透水性の異なる自由水面挙動について、第28回 中四国土木学会講演概要、昭和54年。

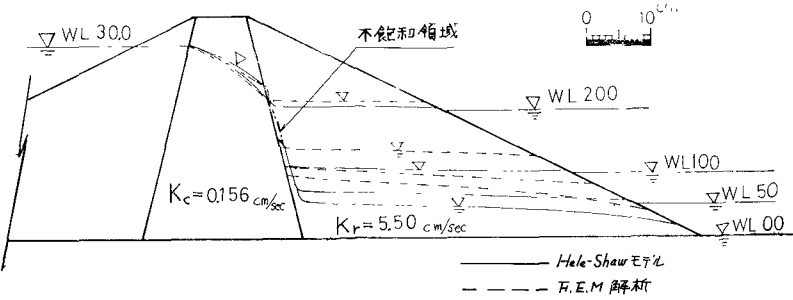


Fig-4 中央丁字型モデルの実験結果および解析結果