

浸潤面を有する浸透流の模型実験装置の開発

○株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正員 石田圭司
 法政大学 学员 坂口育代
 法政大学 学员 大木裕久
 法政大学 正員 竹内則雄

1. はじめに

土中の浸透流によって、土中に間隙水圧や浸透力が発生するため、工事中に土構造物の崩壊事故を引き起こすことがあり、土構造物の崩壊と浸透流とは切っても切り離せない関係にある。このように土中水は工事や構造物には決してよい影響を与えるものではない。本研究では、このような土中を流れる浸透流の浸潤面を簡単に知るための模型実験装置の開発を行う。また、地盤内の地下水の変動を把握するために、この実験装置を用いて定常状態および非定常状態の浸透流実験を行い、地盤内の水面形状や浸透流の流量に関して測定した結果についても報告する。

2. 模型実験

(1) 定水位透水試験

はじめに、模型実験に用いる豊浦標準砂の透水特性を把握することを目的として、定水位透水試験を行う。本研究では、1ケース7回の計測を行い、その最大と最小を取り除いて平均値を求める。これを7回行い、その最大値と最小値を除いた5つの平均値を透水係数とした。透水係数 $k=2.548 \times 10^{-2}$ [cm/s] となった。なお、用いられている試料豊浦標準砂の透水係数は $10^{-1} \sim 10^{-4}$ [cm/s] で、得られた透水係数はその範囲内の結果であった。本実験の解析では透水係数を $k=2.5 \times 10^{-2}$ [cm/s] として行う。

表1 透水係数

実験値 $\times 10^{-2}$ [cm/s]	解析値 $\times 10^{-2}$ [cm/s]
2.548	2.500

(2) 模型実験

はじめに、本実験で用いた浸潤面を計測する模型実験装置について説明する。写真1で示すように実験装置は大きく3つに分かれている。越流水槽に水を供給する給水装置、流入水位を一定に保つ越流装置、水面形状と流量を測定する実験水槽から構成される。特別な装置は模型実験水槽で、水槽本体の側壁には、写真2、3でわかるように5×5mmの溝が設置されている。ここにマーカーを落とし、水面形状を測定する。今回は、0.5mmメッシュの金網をフィルターに用い、試料が入らないように遮断した。このフィルターは、試料を遮断するために、試料より目が細かく、また水面が瞬時に現れるように、試料より透水性の高いものを用意する必要がある。溝をフィルターで遮断することにより、水面が



写真1 模型実験装置全体

瞬時に現れるようになる。そのため定常状態でも、非定常状態でも水面形状を測定できる。なお、正面図と上面図の寸法は図1、2のようになる。

キーワード：浸透流，浸潤面，模型実験装置

〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2

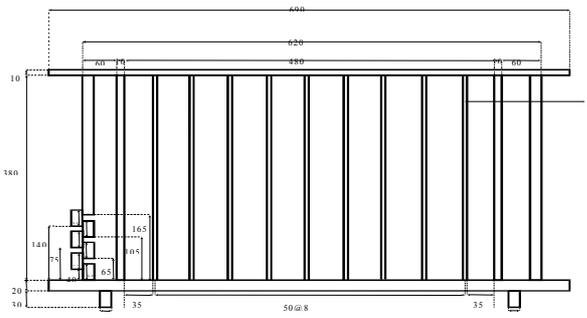


図 1 浸透流模型実験水槽の正面図



写真 2 模型実験水槽正面

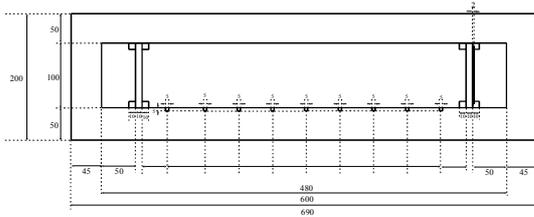


図 2 浸透流模型実験水槽の上面図

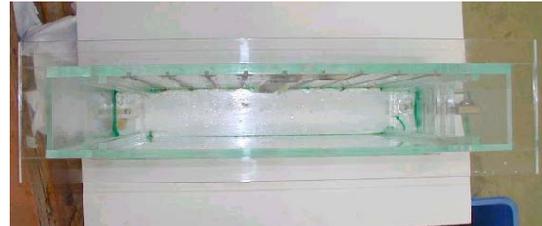
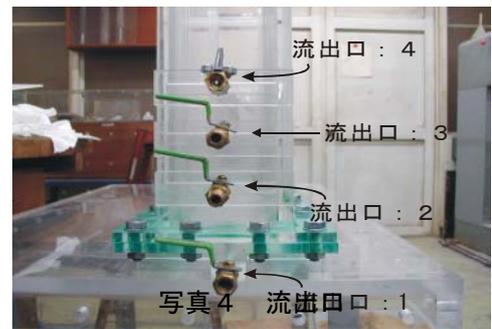


写真 3 模型実験水槽上面

また、使用した実験装置は浸潤面を有する浸透流に付いて調べることができる。浸潤面をもつ浸透流問題では、鉛直方向の流れを無視することができ、しかも流速は高さに依存せず、 z 方向に変化しない。したがって、実験装置は 2 次元の問題として扱う。

次に、本研究で作成した浸透流模型実験の手順は、まず水を張った水槽に電気ポンプを入れ、そのポンプで越流水槽に越流水槽で水を吸い上げ、越流水槽の中で越流させて定水位になるようにする。

ここで、越流させた水はホースで水の張ってある水槽に戻し、循環させる。模型実験装置本体にある流入口をホースで繋ぎ、流出口の水位が一定になったら、止水板を取り外し試料である豊浦標準砂に通水させる。次に定常状態になってから、マーカーで色付けした浮きの高さより水面状態を計測し、写真 4 に示す浸透流模型実験装置本体の流出口から流れ出る流量をメスシリンダーを用い測定する。また今回は、定常状態のみの実験であったが、水面の追従が瞬時に行なえるため、非定常問題にも適用できる。



4. 数値解析手法との比較

模型実験装置で得られた浸潤面を、解析手法である HPM, FEM とで比較した。図 3 は、浸潤面の形状を比較した図である。水位差が 8.0cm と Dupuit の仮定が成り立つ範囲ならば、実験と解析の浸潤面は一致している。

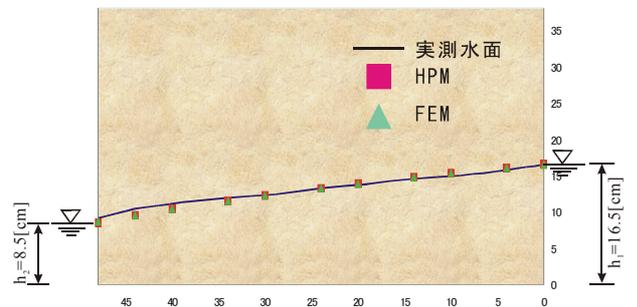


図 3 浸潤面の形状比較

5. まとめ

本研究では、浸潤面を有する浸透流問題に適用可能な模型実験装置の開発を行った。はじめに、給水装置、越流装置、実験水槽で構成される模型実験装置を用い、いくつかのケースで実験を行った。実験結果から本実験装置は、水位差が大きく急激な浸透を伴うケースにも対応できるということが分かった。また、実験で得られた浸潤面と解析手法の比較から、HPM, FEM とともに、水頭差が 8.0cm と Dupuit の仮定が成り立つ範囲であるならば、実測した浸潤面と形状が一致するということがわかった。