

海岸付近の成層地盤への塩水の侵入

九州産業大学工学部 正会員 岩満 公 正
" " 細川 土佐男
九州大学工学部 正会員 神野 健 二
西松建設（株） 正会員 田尻 要

1. はじめに

海岸付近の地盤に地下ダムを建設し、地下水の有効利用を行うに当たっては、地下水中への塩水侵入の特性をあきらかにする必要がある。これに関しては、これまでに多くの研究成果が発表されているが、主にそれらは、透数係数が均一な単層の地盤が海側から陸側に広がっていると仮定した研究であった。しかし実際の海岸付近の地盤は、均一な単層の地盤からなる場合は少なく、一般には均一でない累層の地盤も多いと考えられる。そこで本報では、そのような場合における塩水侵入の特性を検討するため、透水係数の異なる5つの地層が重なっている場合の地盤について室内実験を行った結果を報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。実験水槽は大きさが長さ100cm、幅15cm、高さ60cmの塩ビ板製で、水槽の左側と右側に水位調節可能なヘッドタンクを設けている。ヘッドタンクと地盤の間を実験試料の粒径の大きさに対応した金網で仕切り、長さ60cm、幅15cm、高さ60cmの大きさの領域に透水係数が異なった5つの地層が重なっている地盤を、図-1に示すように作成して

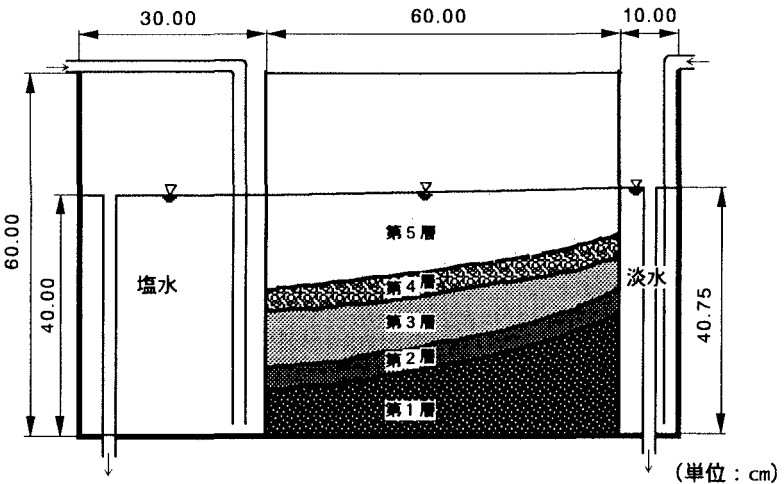


図-1 実験装置の概略

表-1 粒径範囲と透水係数

層	粒径範囲 (mm)	透水係数 (cm/s)	比重
第1層	ベントナイト		
第2層	0.05 ～0.105	1.26×10^{-3}	2.603
第3層	0.105～0.5	2.13×10^{-2}	2.566
第4層	0.025～0.05	2.93×10^{-4}	2.598
第5層	0.25 ～2.0	3.23×10^{-1}	2.674

いる。すなわち、一番下の第1層の作成にはベントナイト、下から3番目の第3層には均等係数 $U_c = 1.5$ 、比重 $G_s = 2.556$ の豊浦標準砂、一番上の第5層には均等係数 $U_c = 1.5$ 、比重 $G_s = 2.674$ の相馬砂を用いている。第2層には、均等係数 $U_c = 3.9$ 、比重 $G_s = 2.631$ の西戸崎砂をジョウクラッシャーとボールミルで粉砕して粒径範囲が0.05～0.105mmのものを、第4層には、粒径範囲が0.025～0.05mmのものをを用いている。なお、表-1には、定水頭及び変水頭法で測定した各層の砂の透水係数と粒径範囲を示している。

実験方法は、まず右側のヘッドタンクに水道水を給水し水深を46.0cm、左側のヘッドタンクにも水道水を

給水し水深を40.0cmに設定し、帯水層内に右側から左側への地下水流れを起こさせ、流出量がほぼ一定になるのを待つ。次いで流れが安定した後、左側のヘッドタンクに塩水侵入域の先端を表す淡塩水境界面の目視観測が可能のように食用色素赤色2号で赤紫色に着色した密度が $1.024(\text{g}/\text{cm}^3)$ の塩水を給水し水深を40.0cmに設定し、流れが安定し赤紫色の塩水が帯水層に侵入しない定常状態を初期条件とした。次に、初期条件から右側の淡水の水深を40.75cmまで一気に低下させた後の塩水の非定常侵入過程の実験を行った。なお、淡塩水境界面は、ビデオと写真撮影により一定時間ごとに観測した。

3. 実験結果と考察

図-2には、淡水位低下後12240分までの目視観測による淡塩水境界面の時間変化を示している。塩水は、まず最初に透水係数が一番大きい第5層に侵入し、次いで透水係数が二番目に大きい第3層に侵入し、さらに時間が経過した後、透水係数が三番目に大きい第3層に侵入している。

第5層は不圧地下水の流れを示し、くさび状に侵入した淡塩水境界面は淡水位低下後180分から変化しなくなり、右側の淡水と左側の塩水の圧力が釣り合い流れが定常状態になっている。また、塩水侵入域を表す赤紫色は鮮明で、淡塩水境界面も目視ではっきりと観測することができる。

第3層は、すぐ上の第4層の透水係数がこの層より2オーダー小さいため被圧地下水の流れを示し、淡塩水境界面はゆっくりとくさび状に侵入し、時間の経過とともに侵入速度はさらに遅くなっている。また、塩水侵入域を表す赤紫色は、第5層に比べて薄く、ヘッドタンクに近い塩水域の先端付近の色はさらに薄くなっている。

第2層への塩水侵入は、淡水位低下後200分から始まっているが、左側のヘッドタンクからの侵入ではなく、真上の第3層に侵入した塩水が下に漏水する様な状態で侵入している。従って、淡塩水境界面はくさび状を示していない。また、塩水侵入域の赤紫色は他の層の侵入域の色に比べて薄く、塩水域の先端の色も一段と薄くなっている。

第4層は、透水係数が $2.93 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ と小さいため塩水は侵入していない。第1層には、透水係数が非常に小さい粘土質のベントナイトを使っているため、塩水の侵入はないと考えられる。

終わりに、本報では、海岸付近の透水係数が異なる地層が重なった成層地盤への塩水の侵入特性について実験により検討を行ったが、今後は、実験時間をもっと長く行い、塩水がさらにどのように侵入して行くかを確かめるとともに、著者らがこれまで行ってきた混合分散を考慮した塩水侵入の数値解析法によりシミュレーションを行う予定である。

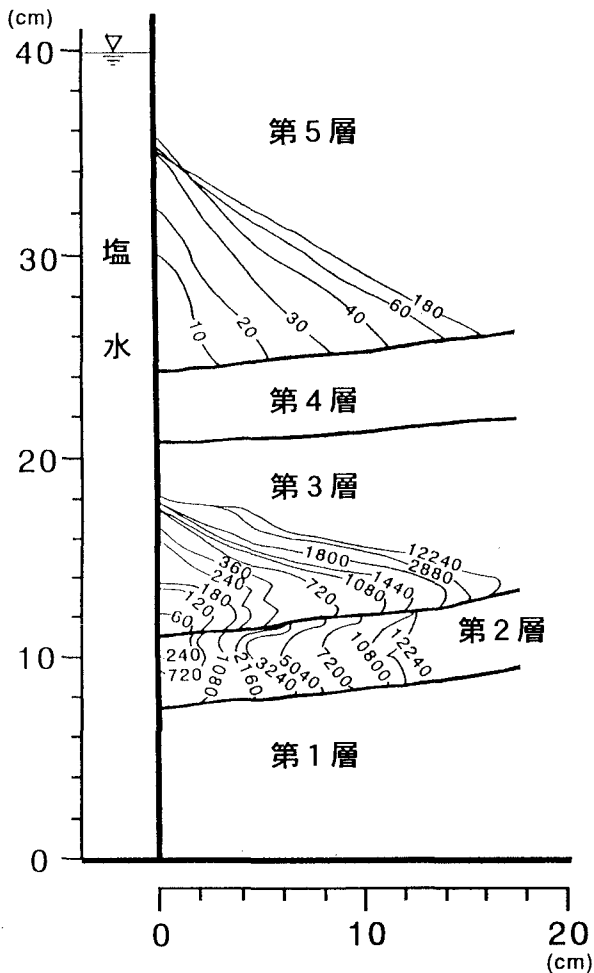


図-2 実験結果(図中の数値は、淡水位低下後の時間を分で示す。)