

II-68 地盤への塩水侵入に対する矢板の制御効果

宮崎大学工学部 学生員○森 耕司 正員 杉尾 哲

1. はじめに

RESIDUAL FLOW PROCEDURE を用いて、塩水が地盤へ侵入する断面二次元流について定常解析を行い、地盤内に不完全貫入された矢板によってどの程度の塩水侵入に対する制御効果があるかを種々の地盤について検討した。地盤条件としては、均質の場合、二層地盤で上下のいずれかが難透水層の場合、中央に難透水層をはさむ場合、そして透水性に異方性がある場合について考えた。

2. 基礎方程式

図-1の不飽和領域および塩水領域を含めた全領域の淡水の水頭 ϕ を式-1で表現する。

$$\text{div}(k(p) \text{grad} \phi) = 0 \quad \cdots \cdots (1)$$

式-1の汎関数を最小とおくことにより有限要素式を求めると

$$[k_0] \{e\} - [k_{fs}] \{e\} = 0 \quad \cdots (2)$$

となる。ここに e は各節点の水頭であり、左辺第二項がRESIDUAL FLOW成分である。解析手法については、前報と同じなので省略する。

3. 解析結果とその検討

図-2, 3は、均質地盤についての解析結果で、図-2は矢板の開口高さを $SD/H_2 = 3/8$ と一定（▲印が先端位置）にして矢板の設置位置 SL を種々変化させたもので、 SL によって塩水域は大きく変化する。ただ、 $SL/H_2 = 4/4$ や $5/4$ などの海岸線から離れた位置に矢板を設置しても、淡塩境界面の位置は矢板を設置しない場合とほぼ一致してしまい、矢板の効果は $SL/H_2 \leq 3/4$ の場合に顕著になる。図-3は逆に、矢板の設置位置を $SL/H_2 = 3/4$ と一定（▲印が矢板位置）にして開口高を

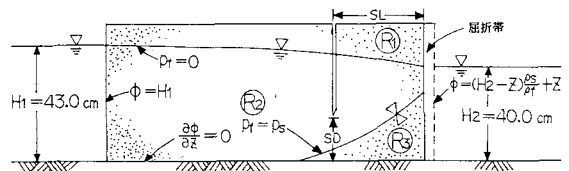


図-1 解析領域と境界条件

変えたもので、図-2のような大きな変化は見られないが、 SD を小さくするにつれて塩水域は小さくなる。ここに $SD/H_2 \geq 6/8$ では矢板を設置しない場合とほぼ一致し、また $SD/H_2 = 1/8$ の場合は淡水の流れが極端に弱くなって、塩水域が拡大し、 $SD/H_2 = 2/8$ の場合が最も塩水域が小さい。

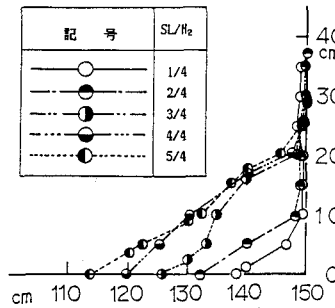


図-2 ($SD/H_2 = 3/8$)

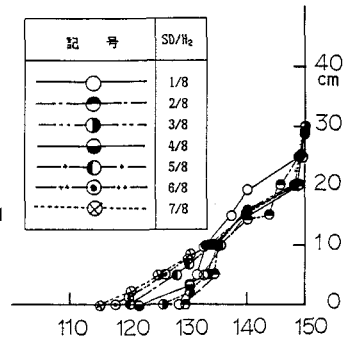


図-3 ($SL/H_2 = 3/4$)

図-4は透水性に異方性がある場合についての解析結果で、一般の地盤では水平方向の透水係数 k_x が鉛直方向の k_y より大きい場合が多いが、異方性地盤では、等方性地盤よりも塩水が侵入しにくく、矢板の設置効果も顕著に現れる。

図-5, 6は、図-4と同じ矢板条件で、多層地盤についての解析結果である。図-5は上下の透水係数の比率が1:10の場合を示したも

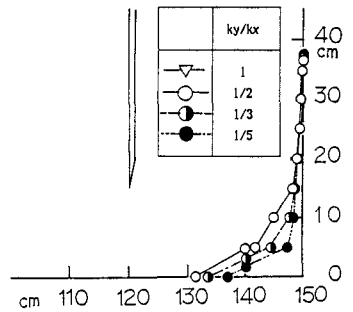


図-4 ($SD/H_2 = 3/8, SL/H_2 = 3/4$)

のである。上層が難透水性の場合には、上層の透水性が小さいほど上層が被圧層に相当して、下層が被圧帯水層と見なすことができるが、この図の場合にも、その傾向は十分に現れていて、淡塩境界面の位置は矢板を設置しない場合と同じ位置になり、上層部分の矢板の設置効果は小さくなっている。下層が難透水性の場合には、矢板が上層を完全に締め切っ

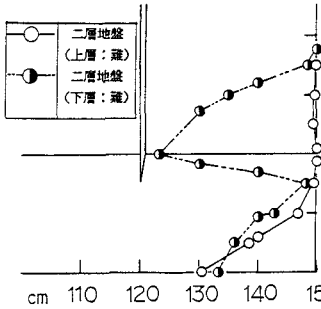


図-5

(SD/H₂=3/8, SL/H₂=3/4)

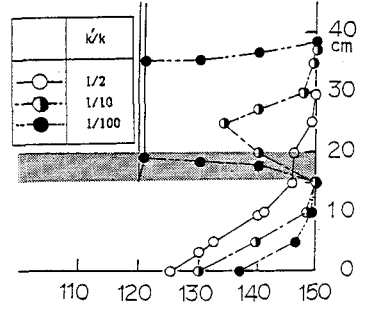


図-6

(SD/H₂=3/8, SL/H₂=3/4)

てしまうと、淡水の流れを阻害してしまうため、塩水域が拡大してしまう。図-6の中央の難透水層の透水性が小さいと、下層は図-5の上層が難透水性の場合と同じ傾向を示すが、上層は図-5の下層が難透水性の場合と同じで、塩水の侵入を受け易くなる。k/k=1/100の場合には、矢板下流部に独立した淡水領域が算定されているが、この領域は淡水の補給を受けないので、ついには塩水化されてしまうと考えられる。

均質地盤の塩水制御に対する矢板効果は H.O.Anwarがポテンシャル理論を用いた近似解析を行っている。

$$\left[\frac{k}{q} h \right]^2 = B \frac{2}{Sv\Delta(1+\Delta)} \frac{k}{q} (L-x) + C \quad \dots (3)$$

ここに、Svは速度分布係数であり、 $\Delta = (\rho_s - \rho_f) / \rho_f$

$$B = 1 + \frac{\{1 + SL / (L - x)\} (H_2 - SD)^2 / H_2^2}{1 + (L - x - SL)^2 / H_2^2}$$

式-3は、その淡塩境界面形状についての理論式を若干修正したもので、Bは矢板の効果を表現する係数で、B=1の場合が矢板を設置しない場合に相当する。矢板を設置しない場合には、図-7のように一本の直線上に点が並び、式-3の適用性が確かめられる。図-8は図-2、3の場合について描いたもので、図-7のようにきれいには並ばないが、矢板が極端に海岸線に近い位置に設置された場合を除けば、ほぼまとまっている様にも見える。

4. 結び

以上のように、地層条件は塩水の侵入に大きな影響を与え、矢板設置によって淡塩境界面の侵入は抑制される傾向にある。しかし地盤によっては、上層の矢板下流部が塩水化する危険性が大きいことなどが明らかになった。

参考文献：(1)DESAI&LI: Adv.in Water Res.,Vol.6,pp.27-35 March,1983 (2)SUGIO,DESAI: Int. Jour. f or Numerical Method in Eng.,vol.24,No.7,pp.1439-1450,1987 (3)杉尾、DESAI: 第41回年講第2部、pp.215-216,1986 (4)森、杉尾: 昭和61年度西部支部、pp.270-271,1987 (5)森、杉尾: 第42回年講第2部、pp232-233,1987 (6)森、杉尾: 昭和62年度西部支部、pp.202-203,1988

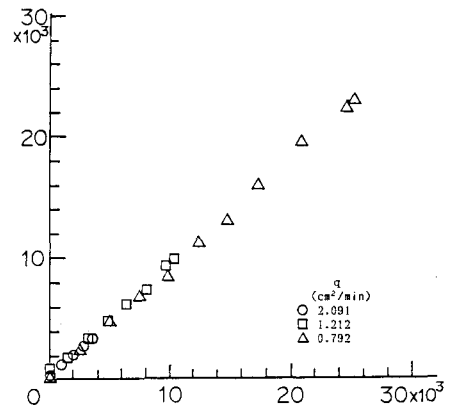


図-7

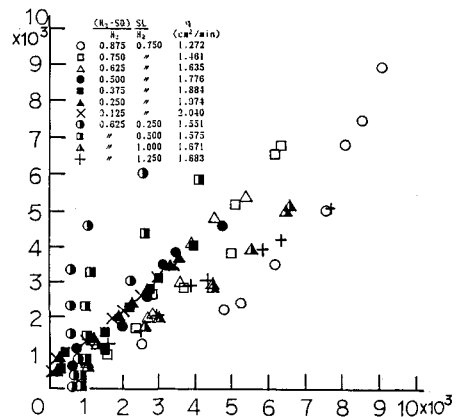


図-8