

九州産業大学
九州産業大学
九州産業大学

正員 崎山正常
正員 細川土佐男
学生員 林正國

1. まえがき 本報は、海岸付近の浸透層を島モデル化し、上層地盤内に淡水取水井戸、下層地盤内に塩水排水井戸を群井戸状に配し、これによる取・排水について、水理学的な検討を行ったものである。すなわち、動搖半径より内側の円形地盤の上層内に取水井戸を設け、その直下の下層内に同様な排水井戸を設け、これらを同時に作動させることによって、上層取水のみを行う場合の浸塩境界面の上昇ひいては取水中への塩水混入の危険性を緩和するとともに、取水可能量を増加させる井戸の原理的な機構を提案したものである。その模様を図-1および図-2に示している。

2. 解析 単一井戸については先に発表している¹⁾ので、ここでは上記の平面図のように2~6個の井戸を規則的に配置した群井戸の場合について述べる。解析領域はその対称性から全体的には図-3、平面的には図-4のようなものとなる。基礎方程式には

$$R = T / H_s, \quad Z = Z / H_s, \quad \phi_f = (T_f H_s - \psi_f) / (R_f H_s), \quad \psi_s = (R_s H_s - \psi_s) / (R_s H_s), \quad \psi_f = \phi_f \{ (T_f / R_f) + Z \}, \quad \psi_s = R_s \{ (T_s / R_s) + Z \}, \quad V_f = (V_f / R) / (R / H_s) = -\partial \phi / \partial R, \quad V_s = (V_s / R) / (R / H_s) = -\partial \phi / (R \partial \theta), \quad V_z = (V_z / R) / (R / H_s) = -\partial \phi / \partial Z$$

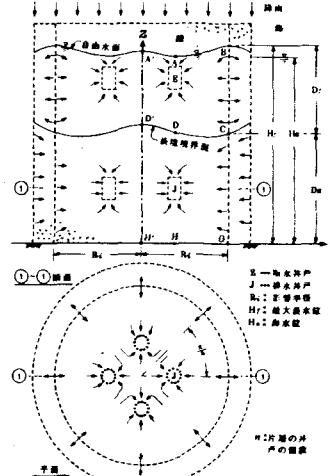
$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial R^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial \phi}{\partial R} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial Z^2} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

を用いている。境界条件は図-3および図-4に示しているが、特に、淡塩境界面においては、 $\phi_{f,cde'} = \phi_{s,cde'}$ とおいて

$$Z_{cde'} = \left(\frac{T_s}{T_s - T_f} \right) \left(1 - \frac{R_s}{H_s} \phi_{s,cde'} \right) - \left(\frac{T_f}{T_s - T_f} \right) \left(\frac{H_f}{H_s} - \frac{R_f}{H_s} \phi_{f,cde'} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{の場合には } \frac{H_f}{H_s} = \frac{T_s}{T_f} - \left(\frac{T_s - T_f}{T_f} \right) \frac{D_s}{H_s}, \quad \frac{R_s}{H_s} = \frac{T_f}{T_s} \cdot \frac{\phi_{f,D}}{\phi_{s,D}} \cdot \frac{R_f}{H_s} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{また、自由水面においては、} \phi_{f,ABB'} = 0 \text{ より } Z_{ABB'} = (H_f / H_s) - (R_f / H_s) \cdot \phi_{f,ABB'} \dots \dots \dots (4)$$



本文中に記載する井戸と表示しているものは、上層および下層井戸のそれぞれのものと見なされ、上層および下層を構成したものである。すなわち、その場合は上層は淡水層 A および D または D' は淡水層 A で、下層は塩水層 B および C または C' は塩水層 B であることを示すのであればよい。

図-1 自由水面が埋没面下に形成される場合

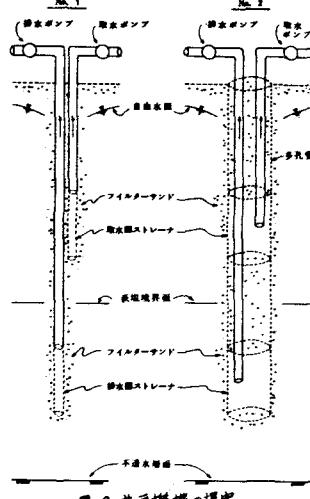


図-2 井戸機構の提案

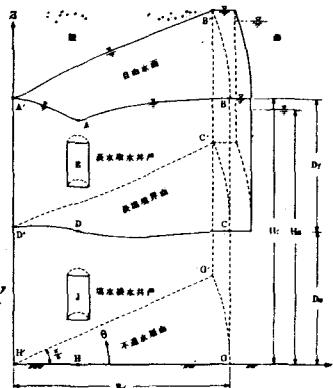


図-3 群井戸の所要解析領域とその境界条件
A: 淡水層 H と海水層 B の内水面との点。
B: 海水層 B と海水層 C の内水面との点。
C: CCE と BCB の接続点。
D: CCE と BCB の接続点。
E: CCE と BCB の接続点。
F: CCE と BCB の接続点。
G: CCE と BCB の接続点。
H: CCE と BCB の接続点。
I: CCE と BCB の接続点。
J: CCE と BCB の接続点。

図-3 群井戸の所要解析領域とその境界条件

基礎方程式を差分化し、これに緩和法を適用して数値解析を行った結果を図-5および図-6に示している。なお、図-7および図-8は上層の淡水面が地表上に泡状に存在する場合を図示のような境界条件のもとに同様に解析した結果である。この場合、式(2)と(3)に対応する密度流的特性式は、 $Z_C = Z_D = D_S$ において

$$Z_{CDC} = \left(\frac{T_f}{T_s T_f} \right) \left(\frac{H_s - H_f}{D} \phi_{SDC} \right) - \left(\frac{T_f}{T_s - T_f} \right) \left(\frac{H_f - H_s}{D} \phi_{SDC} \right) \quad \dots \dots (5)$$

$$\frac{H_f}{D} = \frac{D_S}{D} + \frac{T_s}{T_f} \left(\frac{H_s - D_S}{D} \right) + \frac{H_f}{D} \left(\frac{\phi_{SD} \phi_{SC} - \phi_{SD} \phi_{SD}}{\phi_{SD} - \phi_{SC}} \right), \quad \frac{H_s}{D} = \frac{T_f}{T_s}$$

$$\left(\frac{\phi_{SD} - \phi_{SC}}{\phi_{SD} - \phi_{SC}} \right) \cdot \frac{H_f}{D}$$

となる。

3. 取・排水量の検討

単一井戸の場合、下層排水を行えばこれを行わない場合の限界取水可能量に比べて、図-5のような流れでは数10倍、図-7のような流れでは数倍多く取水することができるという定性をとらえている¹¹⁾。地下淡水の涵養が継続するならば、ここで取り扱ったような群

井戸においても、その物理機構の類似性から同様な効果があると考える。

井戸個数の増加とともに総取・排水量は漸増し、井戸1個当りの取・排水量は漸減する。

井戸半径の増加とともに総取・排水量および井戸1個当りの取・排水量は漸増する。

4. 実験 砂模型実験によれば、取・排水量、淡塩界面および自由水面の高さなどの主要な水理諸量の実測値は、これらの理論値にほぼ一致する。

非定常性、拡散現象あるいは不均質異方性の問題などについては、今後とも研究を進めたいと考えている。文献 1) 嶋山

・細川・林：海岸付近の透水性地盤における井戸からの効率的な上層取水の一方法、第35回年講、II-283、昭55-9。

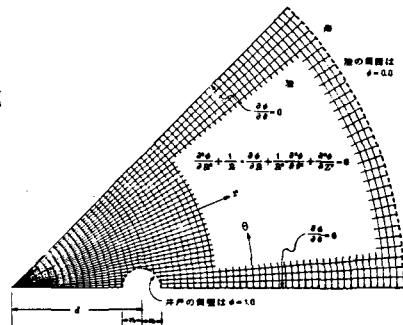


図-4 数値解説手順の説明図

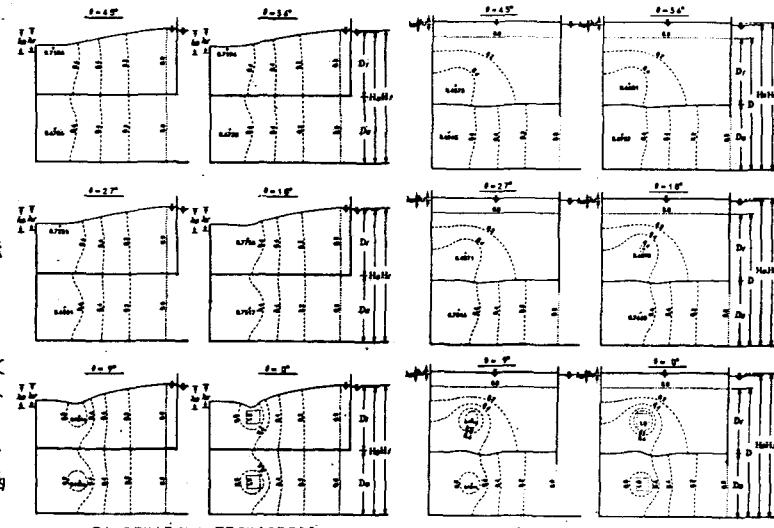


図-5 単井戸の数値解説図(取・排水井戸各4個の場合)

図中の数字は上層ではm、下層ではmmの値である。

図-7 単井戸の数値解説図(取・排水井戸各4個の場合)

図中の数字は上層ではm、下層ではmmの値である。

図-6 取・排水量と井戸個数および井戸半径との関係

