

## 汀線近傍の地下水取水に伴う淡塩二相流の混合解析

九州産業大学工学部 学生員 西原 純 平  
 " 正会員 細川 土佐男  
 " 正会員 岩満 公 正  
 九州大学工学部 正会員 神野 健 二

## 1. はじめに

汀線下部の帯水層から地下水の取水を行った場合の淡水と塩水の挙動と地下水面の変動について知っておくことは、地下水の利用や海浜の安定を図る上で必要であると考え。そこで本報では、離島や島嶼部において、淡水レンズが形成されている帯水層の汀線下部に設置した暗渠から地下水を取水した場合の淡塩水の挙動および地下水面の変動について室内実験および数値計算により検討を行った。

## 2. 室内実験

実験装置の概略を図-1に示す。装置には左右にヘッドタンク、地下水位観測用の多孔管、上部に降雨発生装置および取水暗渠を設けている。また、左右の金網で囲まれた長さ180cm、幅12.5cm、高さ70cmの領域の左側に傾斜した海浜と凸状の地表面を有する地盤を作成した。実験の手順を以下に示す。地表面に10mm/hr降雨を降らせ、左右のヘッドタンクに水道水を給水して水深を50cmに設定し、地下水流の流れを安定させるために一昼夜おく。その後、左右のヘッドタンクの水道を塩水侵入域の目視観測が可能なように食用色素赤色2号で赤紫色に着色した

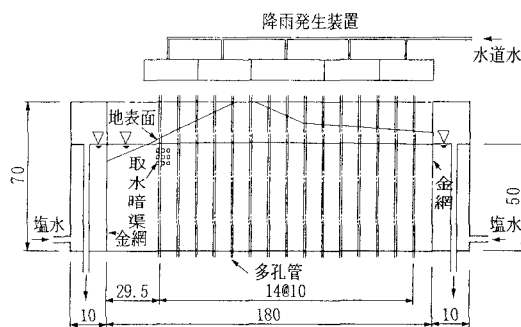


図-1 実験装置の概略(単位: cm)

密度が1.025g/mm<sup>3</sup>の塩水と一気に置換し、左右のヘッドタンクから塩水が帯水層に侵入させ、塩水の上に淡水レンズを形成さす。次に、図-2に示す暗渠の位置や数および暗渠内を水頭を組み合わせた24ケースについて実験を行った<sup>1)</sup>。

## 3. 数値計算

計算は、以下に示す地下水流れの式と2次元移流分散方程式を用いて行った<sup>2)</sup>。

$$\begin{aligned} (C_w + \alpha_0 S_s) \frac{\partial h}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( k \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ k \left( \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\rho}{\rho_f} \right) \right\} \\ \frac{\partial(\theta c)}{\partial t} + \frac{\partial(v_x' \theta c)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y' \theta c)}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( \theta D_{xx} \frac{\partial c}{\partial x} + \theta D_{xy} \frac{\partial c}{\partial y} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial y} \left( \theta D_{yy} \frac{\partial c}{\partial y} + \theta D_{yx} \frac{\partial c}{\partial x} \right), \quad \theta D_{xx} = \frac{\alpha_L v_x^2}{v} + \frac{\alpha_T v_y^2}{v} + \theta D_M, \quad \theta D_{yy} = \frac{\alpha_T v_x^2}{v} + \frac{\alpha_L v_y^2}{v} + \theta D_M \\ \theta D_{xy} = \theta D_{yx} &= \frac{(\alpha_L - \alpha_T) v_x v_y}{v}, \quad v = (v_x^2 + v_y^2)^{1/2}, \quad c = 100(\rho - \rho_f) / (\rho_s - \rho_f) \end{aligned}$$

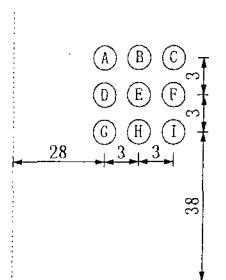


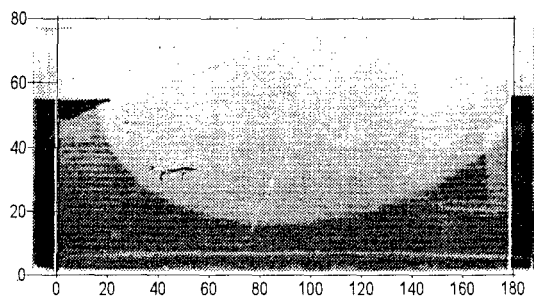
図-2 暗渠の配置

ここに、 $t$  は時間、 $h$  は圧力水頭、 $k$  は透水係数、 $v_x$ 、 $v_y$  は  $x$ 、 $y$  方向のダルシー流速、 $\rho$  は流体密度、 $\rho_f$  は淡水密度、 $S_s$  は比貯留係数、 $C_w$  は比水分容量、 $c$  は濃度、 $D$  は分散係数、 $\theta$  は体積含水率、 $\alpha$  は分散長である。数値計算条件は、 $\Delta x=1.0$  cm、 $\Delta y=0.5$  cm、 $k=0.037$  cm/sec、 $\alpha_L=0.02$  cm、 $\alpha_T=0.002$  cmである。

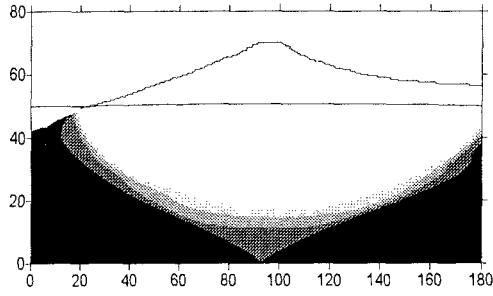
## 4. 実験および計算結果と考察

図-3～8には、図-2のHの位置で暗渠内水頭を  $y=46$  cmに設定して取水を行った場合の塩水侵入域の

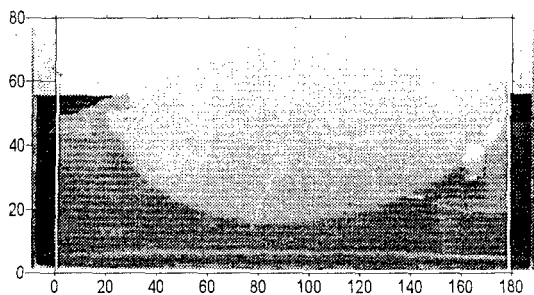
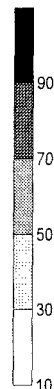
実験結果と計算結果を示している。両結果とも塩水侵入域が暗渠の左側上部および左側下部から暗渠に



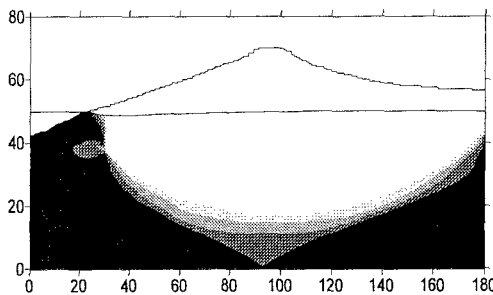
図一3 実験結果(初期値)



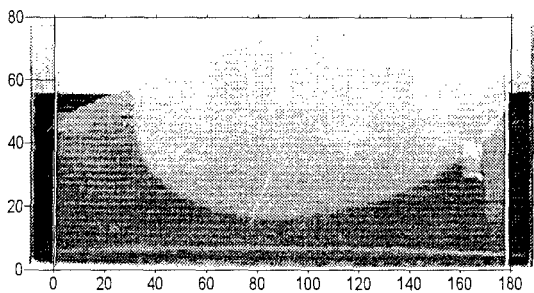
図一4 計算結果(初期値)



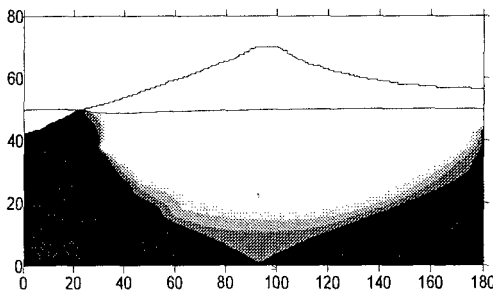
図一5 実験結果(取水開始 10 分後)



図一6 計算結果(取水開始 10 分後)

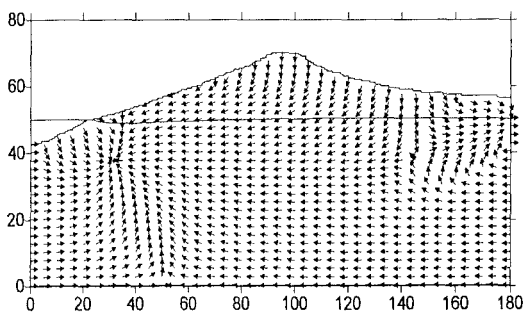


図一7 実験結果(取水開始 48 分後)



図一8 実験結果(取水開始 48 分後)

向かって広がっている。しかし、実験結果は、塩水が左右の海側から帯水層に侵入し中央部でつながった下に凸の形状の侵入域を初期値にしているのに対して、計算結果は、濃度の濃い塩水が下部中央部でつながっていない状態を初期値にしているの、その後の取水過程においても塩水侵入域の形状が十分に一致していない。今後、初期値の計算結果の見直しを行うなどして、実験結果の再現を行っていく予定である。図一9には、取水開始 10 分後の数値計算による流速分布を示している。暗渠の左側の塩水、右側の淡水流出部近傍を除いた降雨、淡水および塩水が暗渠に向かって流れている。



図一9 取水開始 10 分後の流速分布

「参考文献」 1)大串・岩満・神野・中川：平成9年度西部支部研究発表会講演概要集其の1、pp.186-187.

2)細川・神野・粉井：水工学論文集、第36巻、pp.423-428、1992年2月。