

九州産業大学 正員 崎山 正常
九州産業大学 正員 ○細川 土佐男
九州産業大学 学生員 林 正国

1. まえがき 上層に淡水、下層に塩水が成層をなしている均質な浸透層において、上層に淡水取水井戸、下層に塩水排水井戸を設け、これらから同時に上層取水と下層排水とを行なえば、取水中の塩水混入の危険性を緩和させ、さらに、取水の効率を高めることが出来る。そこで、本報は、

図-1に示すような地表面が淡水池の場合と図-7に示すような地表下に自由水面が形成される場合について、3次元定常の軸対称の流れの場合にほぼ厳密な境界条件を導入して数値解析を行ない、取排水を同時に行なう場合の効果について検討を加えた。

2. 数値解析 基礎方程式

式としては

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial x}, v = \frac{\partial \psi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x}$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} - \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0 \dots (1)$$

そこでまずはじめに地表面が淡水池の場合について

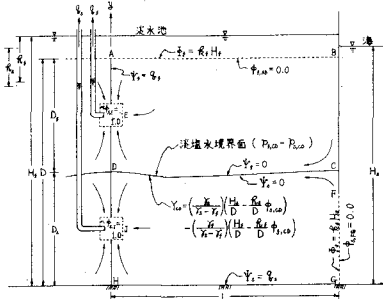


図-1 軸対称流におけるXY円筒体の境界条件
 $L/D=1.000, H_1/D=0.750, H_2/D=0.800$
 $r_1/D=0.700, r_2/D=0.500, r_3/D=0.500$
 $r_4/D=0.250, r_5/D=0.300, r_6/D=0.200$
 $q_1/D=0.020, H_0/D=1.100$
 $q_2/D=0.01284, H_2/D=1.11527$
 $r_1/r_2=1.025$

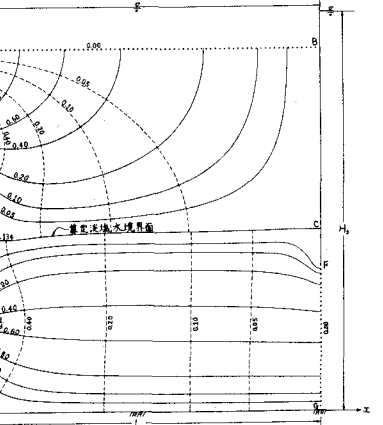


図-3 上層取水および下層排水の数値解析例

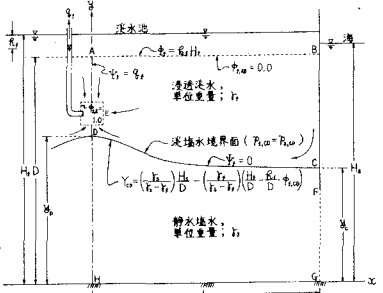


図-4 上層取水の一般的状态

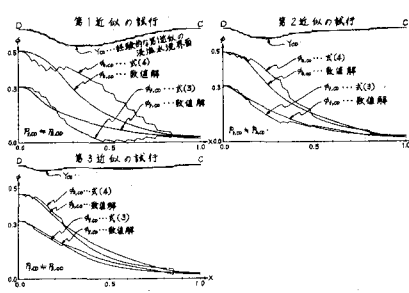
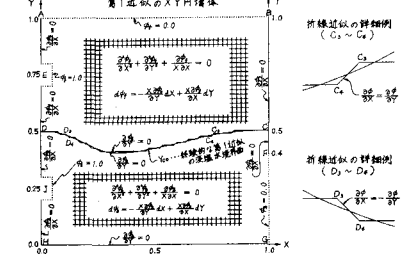


図-2 軸対称流におけるXY円筒体の決定過程(第1-3近似)

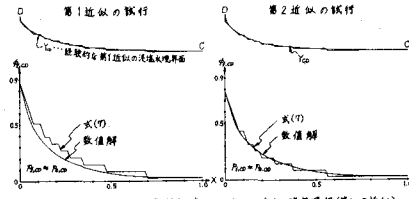


図-5 下層排水中自由面の軸対称流におけるXY円筒体の決定過程(第1-2近似)

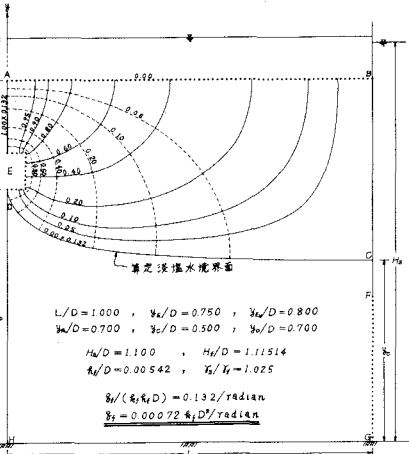


図-6 下層排水中自由面上層取水の数値解析例

$$X = x/D, Y = y/D, \phi_f = ($$

$$\begin{aligned} & (R_f H_s - \bar{\psi}_f) / (R_f r_f), \psi_f = \bar{\psi}_f / \\ & (R_f r_f D), \phi_s = (R_s H_s - \bar{\psi}_s) / (R_s \\ & \cdot r_s), \psi_s = \bar{\psi}_s / (R_s r_s D) \dots (2) \end{aligned}$$

$$\phi_{f,CD} = f_1(\phi_{s,CD}, Y_{CD}) \dots (3)$$

$$\phi_{s,CD} = f_2(\phi_{f,CD}, Y_{CD}) \dots (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{H_f}{D} = \frac{D_s}{D} + \frac{I_s}{D_f} \left(\frac{H_s}{D} - \frac{D_s}{D} \right) + \frac{r_f}{D} \\ \cdot \left(\frac{\phi_{s,D} \cdot \phi_{f,C} - \phi_{s,D} \cdot \phi_{f,C}}{\phi_{s,D} - \phi_{f,C}} \right) \dots (5) \end{aligned}$$

$$\frac{r_s}{D} = \frac{\bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_s} \left(\frac{\phi_{s,D} - \phi_{f,C}}{\phi_{s,D} - \phi_{f,C}} \right) \frac{r_f}{D} \dots (6)$$

$$\phi_{f,CD} = f(Y_{CD}) \dots (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{H_f}{D} = \frac{\bar{\psi}_s}{\bar{\psi}_f} \cdot \frac{H_s}{D} - \left(\frac{\bar{\psi}_s - \bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_f} \right) \\ \cdot \left(\frac{\phi_{s,D} \cdot \phi_{f,C} - \phi_{f,C} \cdot \phi_{s,D}}{\phi_{s,D} - \phi_{f,C}} \right) \dots (8) \end{aligned}$$

$$\frac{r_f}{D} = \left(\frac{\bar{\psi}_s - \bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_f} \right) \left(\frac{Y_D - Y_C}{\phi_{s,D} - \phi_{f,C}} \right) \dots (9)$$

$$0.0027 : 0.00072 \approx 3.8 : 1 \dots (10)$$

次に地表下に自由水面が形成されて

いる場合について

$$X = x/H_s, Y = y/H_s,$$

$$\phi_f = (R_f H_f - \bar{\psi}_f) / (R_f r_f H_s),$$

$$\psi_f = \bar{\psi}_f / (R_f r_f H_s),$$

$$\phi_s = (R_s H_s - \bar{\psi}_s) / (R_s r_s H_s),$$

$$\psi_s = \bar{\psi}_s / (R_s r_s H_s) \dots (11)$$

$$\phi_{f,CD} = f_1(\phi_{s,CD}, Y_{CD}) \dots (12)$$

$$\phi_{s,CD} = f_2(\phi_{f,CD}, Y_{CD}) \dots (13)$$

$$\frac{r_s}{H_s} = \frac{\bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_s} \frac{\phi_{f,D}}{H_s} \frac{r_f}{H_s} \dots (14)$$

$$\frac{H_f}{H_s} = \frac{\bar{\psi}_s}{\bar{\psi}_f} - \left(\frac{\bar{\psi}_s - \bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_f} \right) \frac{D_s}{H_s} \dots (15)$$

$$\begin{aligned} \phi_{f,AB} = \left\{ (H_f/H_s) - Y_{AB} \right\} \\ / (r_f/H_s) \dots (16) \end{aligned}$$

$$\phi_{f,CD} = f(Y_{CD}) \dots (17)$$

$$\frac{r_f}{H_s} = \left(\frac{\bar{\psi}_s - \bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_f} \right) \left(\frac{Y_D - Y_C}{\phi_{f,D}} \right) \dots (18)$$

$$\frac{H_f}{H_s} = \frac{\bar{\psi}_s}{\bar{\psi}_f} - \left(\frac{\bar{\psi}_s - \bar{\psi}_f}{\bar{\psi}_f} \right) \cdot Y_C \dots (19)$$

$$0.01886 : 0.00046 = 41 : 1 \dots (20)$$

なお、上述の解析結果は、室内実験からほぼ妥当な結果であること※

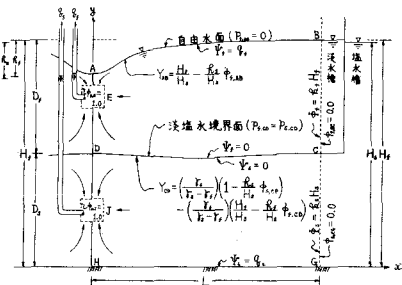


図-7 軸対称流における工室内境界の境界条件

$L/H_s = 1.000, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.750, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.800$
 $\psi_{w0}/H_s = 0.700, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.500, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.500$
 $\psi_{w0}/H_s = 0.250, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.300, \quad \psi_{w0}/H_s = 0.200$
 $r_s/H_s = 0.20, \quad R_s/H_s = 0.19546$
 $r_f/r_s = 1.025, \quad H_f/H_s = 1.01235$
 $q_0/(R_f R_s H_s) = 0.092/\text{radian}, \quad q_0/(R_s R_s H_s) = 0.092/\text{radian}$
 $q_2 = 0.01886 R_s H_s / \text{radian}, \quad q_2 = 0.01973 R_s H_s / \text{radian}$

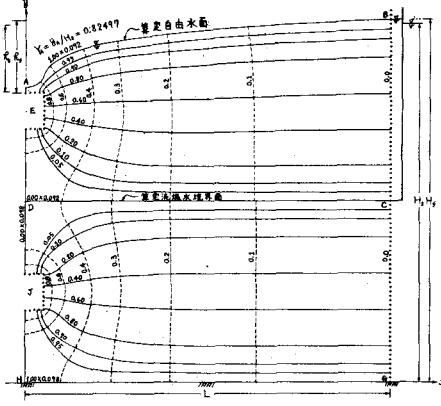


図-9 上層取水および下層排水の数値解析例

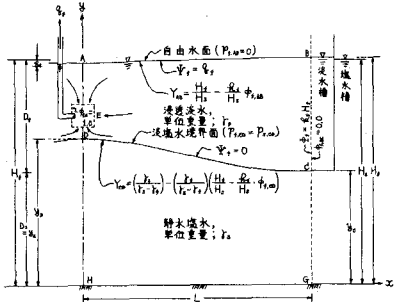


図-10 上層取水の一時的状態

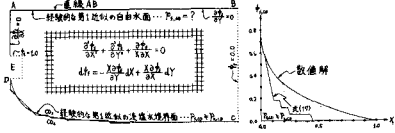


図-11 下層排水中止時の軸対称流におけるXY両境界の決定過程 (例1-3近似)

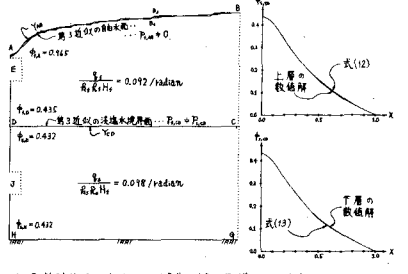
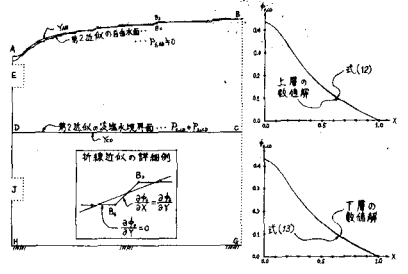
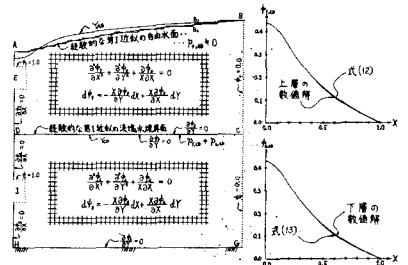


図-8 軸対称流におけるXY両境界の決定過程 (例1-3近似)

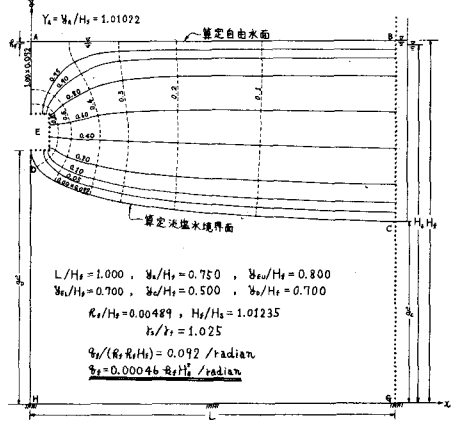


図-12 下層排水中止時の上層取水の数値解析例

※が検証されている。参考文献

- 1) 崎山正常ほか3名：海岸付近の淡水池地盤における効率的な上層取水の方法，土木学会論文報告集，第291号，論文欄，pp.85~99，1979年11月。
- 2) 崎山正常ほか3名：海岸付近の通常砂層地盤における効率的な上層取水の方法，土木学会論文報告集，第299号，1-7欄，pp. ~ ，1980年10月。