

九産大 学生員 ○古野 徹 知念正生
全 正会員 青柳茂敏 崎山正常

1. まえがき 本報で取扱う流れの場はその機能または施工の上からはいろいろな困難な問題点もあるかと予想できるが、河口堰底下の塩水浸入防止対策としてかなり有効であると考えられているいわゆるウォーター・カーテン工法への実用化を意図したものである。

2. 解析 取扱う流れの場の詳細を図

Aに示している。速度ポテンシャルを ψ 、透水係数を k 、流れの場任意点の圧力を p 、淡水の単位重量を γ_f としDarcy則が成立つとすれば図Aに示す諸記号を用いて $\psi = k \left(\frac{p}{\gamma_f} + y \right) \dots (1)$

次の無次元化を行なう。すなわち

$$\left. \begin{aligned} X &= x/D, Y = y/D, \varphi = \frac{\psi - k(H_f + D)}{kD}, \psi = \frac{\psi}{kD} \\ U &= (u/k)/(\gamma_f D), V = (v/k)/(\gamma_f D) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

ここに ψ は流れの関数、 u および v はそれぞれ x および y の負方向の流速である。塩塩境界面では

$$\left. \begin{aligned} \text{貯水池側;} \quad p_f &= \gamma_f H_f + \gamma_s (D - y_f) \\ \text{海 側;} \quad p_s &= \gamma_s (H_s + D - y_s) \end{aligned} \right\} \dots (3)$$

ここに γ_s は塩水の単位重量である。これらを式(1)に適用して整理すれば次式をうる。

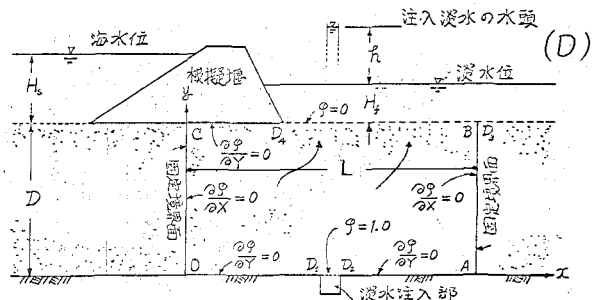
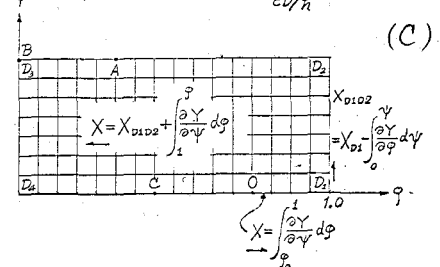
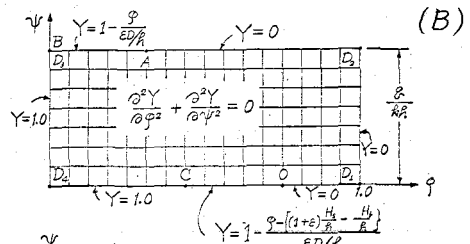
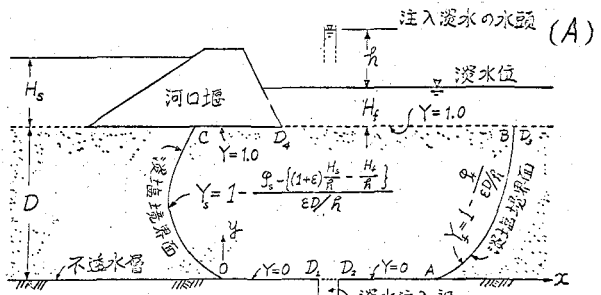
$$\left. \begin{aligned} \text{貯水池側;} \quad Y_f &= 1 - \gamma_f / \varepsilon \frac{D}{k} \\ \text{海 側;} \quad Y_s &= 1 - \left[\gamma_s - \left((1+\varepsilon) \frac{H_s}{k} - \frac{H_f}{k} \right) \right] / \varepsilon \frac{D}{k} \\ \gamma_s &= (1+\varepsilon) \frac{H_s}{k} - \frac{H_f}{k}, \gamma_0 = (1+\varepsilon) \frac{H_s}{k} - \frac{H_f}{k} \frac{D}{k}, \gamma_1 = \varepsilon \frac{D}{k}, \gamma_2 = \gamma_0 - \gamma_1 \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

これらを用いて φ, ψ 平面の境界条件を示せば図Bのようになる。流れの場では Y に関する

Laplace の微分方程式

$$\left. \begin{aligned} \partial^2 \varphi / \partial x^2 + \partial^2 \varphi / \partial y^2 &= 0 \\ Y_{1,j}^m &= (\omega/4) \left\{ Y_{1,j-1}^m + Y_{1,j+1}^m + Y_{1,j}^{m-1} \right. \\ &\quad \left. + Y_{1,j}^{m+1} - (\omega-1) Y_{1,j}^{m-1} \right\} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

が成立する。ここに ω はOver-Relaxation factor である。したがって図Bに示す境界条件により Y を解き、図Cに示す手順により X を求めれば流れの場を決定する



ことが出来るが、流れの場の特異点O、AおよびCを Ψ 平面の境界上どこにおけば技術的に要求される流れの場を形成させるか当初は皆目見当がつかない。そこでまず図Dに示すような模擬の流れの場を解いて、これにより特異点O、AおよびCの Ψ と無次元流量 q/kh を求め、これを図Bに適用し、あらためて Ψ について解いて図Cにより X を求めれば技術的に要求される流れの場をほとんど1回の試行によって決定できる。ところで図Dの流れについては既に解をえているので、ここでの所要式のみを挙げれば

手順1 L/D を与えて $K(\beta)/K(\beta) = L/D$

より $\beta^2, K(\beta)$ の値を求める。

手順2 X_{01}/D を与えて

$d_4 = 1 / [\beta^2 K(\beta) \frac{X_{01}}{D}, \beta]$ より d_4 を,

$d_3 = 1/\beta^2$ より d_3 を決定する。

手順3 $X_{01}/D - X_{02}/D$ を与え $X_{01}/D, X_{02}/D$

を仮定して $d_4 = S_n^2(K(\beta) \frac{X_{01}}{D}, \beta), d_3 = S_n^2(K(\beta) \frac{X_{02}}{D}, \beta)$

より d_1 および d_2 を求める。

手順4 $S_n \Psi_{0A} = \sqrt{\frac{d_3 - d_4}{d_3 - d_1} \frac{1 - d_4}{1 - d_1}}$,

$S_n \Psi_{0B} = \sqrt{\frac{d_4 - d_2}{d_4 - d_1} \frac{1 - d_2}{1 - d_1}}$ より Ψ_{0A}, Ψ_{0B} を求め、 $\Psi_A = 1 - \Psi_{0A}/K(\beta), \Psi_B = 1 - \Psi_{0B}/K(\beta)$

を求めて $\Psi_A = \Psi_B = \Psi_c$ または $K(\beta) - \Psi_{0A} = \Psi_{0B} - \Psi_{0B}$ の成否を確かめ、成立しなければ手順3~4をくりかえす。(例…図E)

手順5 最後に $K^2 = 1 - K^2 = \frac{(d_3 - d_2)(d_4 - d_1)}{d_3 - d_1}$ を求め、 $q/kh = K(\beta)/K(\beta)$ を求めて図Bの境界条件を設定する。

3. 例解 $L/D = 2.0, X_{01}/D = 0.3, \frac{X_{02} - X_{01}}{D} = 0.05$ を与えた場合 $\Psi_A = \Psi_B = \Psi_c$ を満足させる諸元は $X_{02}/D = 0.88, X_{01}/D = 0.83$ および $q/kh = 0.644$ がえられ、また $\Psi_A = 0.1490, \Psi_B = 0.2485, \Psi_c = 0.0997$ となる。したがって図Bにおいて Ψ 方向の分割数を $N=100$ とすれば Ψ 方向の分割数はほぼ $M=65$ となり $JA=16, JO=26, JC=11, \varepsilon = \frac{D}{L} = 0.15, (1+\varepsilon) \frac{H_0}{L} - \frac{H_0}{L} = 0.1$ と与えられる。これらを境界条件としてえられた数値解の結果は図Fのようになり、当初の技術的要求をほぼ満足している。さらにこの結果は写真に例示のように模型実験ともよく一致した。なお $H_0 = 5.0^m, D = 40.0^m, \varepsilon = 0.025$ の場合には $H_0 = 4.458^m$ と規定され、河口堰の長さ $500^m, q = 1.0 \times 10^{-6} m^3/sec$ とすれば1日当りの注入淡水量 $Q = 187.5 \frac{m^3}{day}$

1) 崎山正常; 海水飽和地盤内部の暗きよからの淡水浸透(第一報)
第25回年次講義 Ⅱ-141

2) 崎山正常; 浸透流による噴砂現象(第一報), 水産工研報 第6号

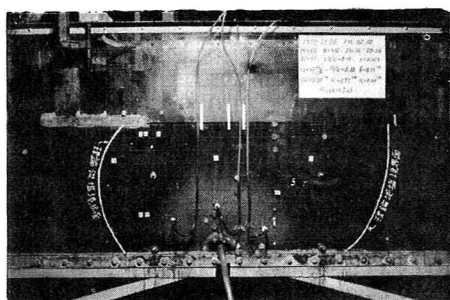
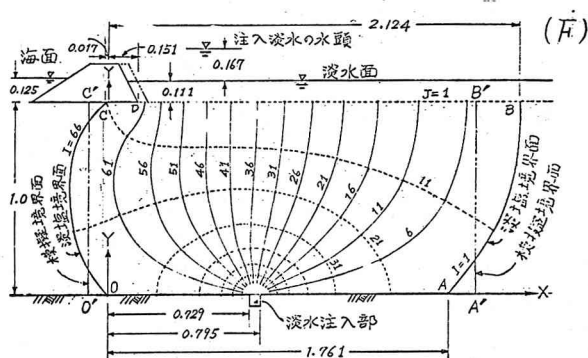
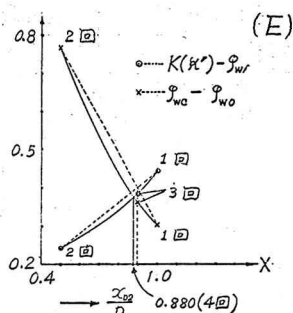


写真-1. 非定常過程
(淡水注入開始後5分)

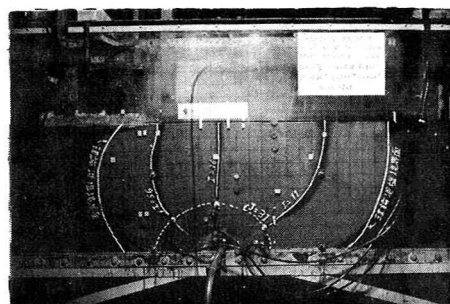


写真-2. 定常状態
(淡水注入開始後120分)