

九産大 学生員 大黒一弘 山代隆則
会 正会員 青柳茂敏 ○ 崎山正常

1. まえがき 本報では河口貯水池底面下の塩水と溝によって汲み上げ、淡塩境界面を地盤深部に形成させる問題を検討する。

2. 深溝の解析解 取扱う深溝の流水の場を図(A)に、その境界条件を図(B)に示している。これについては解析解がえられるので次にそれを示そう。まず Ψ に関する Laplace の微分方程式の一般解は

$$Y = \int_{-\infty}^{\infty} \{A_m \sin(\theta \varphi) + B_m \cos(\theta \varphi)\} \{a_m \sinh(\theta \psi) + b_m \cosh(\theta \psi)\} \dots (1)$$

これに $\psi=0$ で $Y=0$ を適用すると $b_m=0$ がえられ、したがって、あらかじめ $A_m a_m = A_m$, $B_m a_m = B_m$ とおき、 $\varphi=0$ で $\partial Y / \partial \varphi = 0$ を適用すると $A_m = 0$ がえられる。さらに $\varphi=1$ で $\partial Y / \partial \varphi = 0$ を適用すると $\theta = m\pi$ がえられるから

$$Y = \int_{-\infty}^{\infty} \{B_m \sinh(m\pi \psi)\} \cos(m\pi \varphi) \dots (2)$$

そこで、 B_m に $\psi = \frac{\theta}{R} A$ において Fourier の余弦係数と適用すると

$$B_m \sinh\left(m\pi \frac{\theta}{R} A\right) = \frac{1}{\left\{(1-\rho_0) + \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon}\right) \frac{D_2}{R_1}\right\}} \left\{ \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon}\right) \frac{D_2}{R_1} \int_0^{\theta} \cos(m\pi \varphi) d\varphi + \left\{ \rho_0 - \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon}\right) \frac{D_2}{R_1} \right\} \cos(m\pi \varphi) \right\} \dots (3)$$

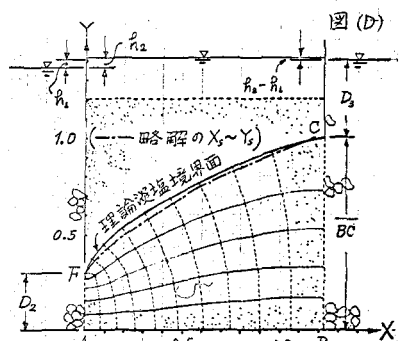
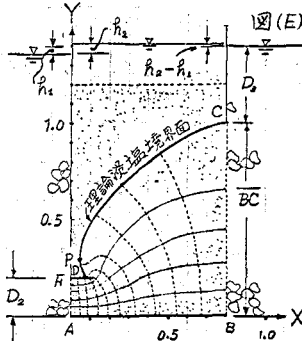
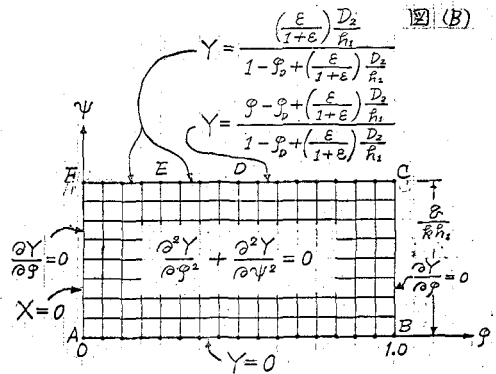
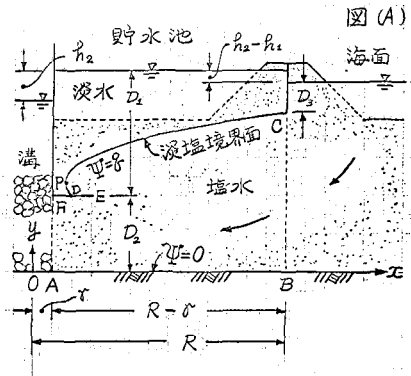
これより B_m が決定できるから

Y が求まり、さらに

$$X = \int \frac{\partial Y}{\partial \psi} d\psi \dots (4)$$

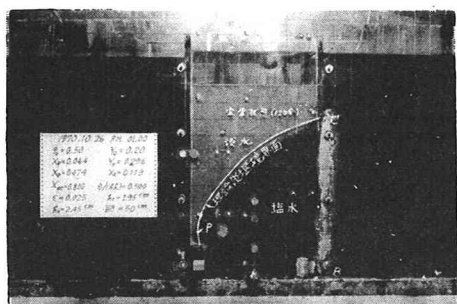
より X も求まる。結果は

$$Y = \frac{1}{\left\{(1-\rho_0) + \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon}\right) \frac{D_2}{R_1}\right\}} \left\{ \left(\frac{1}{2}(1-\rho_0)^2 + \left(\frac{\epsilon}{1+\epsilon}\right) \frac{D_2}{R_1}\right) \frac{\psi}{(\theta/R)A} - \frac{2}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ \frac{\cos(m\pi \rho_0) - (-1)^m}{m^2} \right\} \frac{\sinh(m\pi \psi)}{\sinh\left(m\pi \frac{\theta}{R} A\right)} \cos(m\pi \varphi) \right\} \dots (5)$$

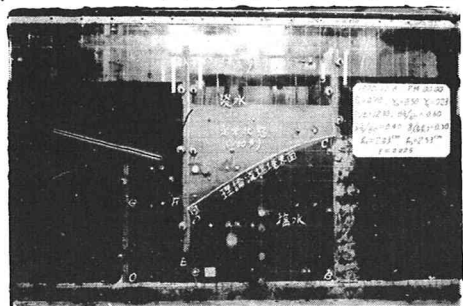


$$X = \frac{1}{\left\{ (1-p_0) + \left(\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) \frac{D_2}{R_1} \right\}} \left\{ \frac{1}{2} (1-p_0)^2 + \left(\frac{\varepsilon}{1+\varepsilon} \right) \frac{D_2}{R_1} \right\} \frac{\varphi}{(\partial R R_1)} - \frac{2}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \left\{ \frac{\cos(m\pi p_0) - (-1)^m}{m^2} \right\} \frac{\cosh(m\pi \varphi)}{\sinh(m\pi \frac{\partial}{R R_1})} \sin(m\pi \varphi) \dots (6)$$

式(5)および(6)による数値計算の例を図(D)および(E)に示している。



写真A. 解析解(図(D)に対するもの)



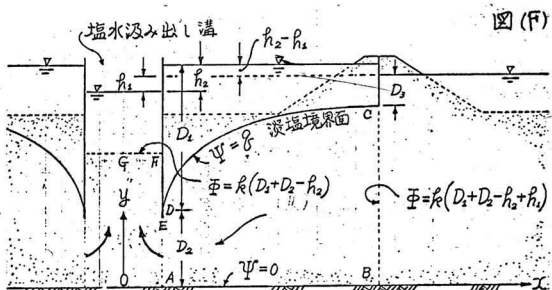
写真B. 数値解(図(H)に対するもの)

3. 浅溝の数値解 図(F)に示す浅溝の境界条件を図(G)に示している。この $\varphi\psi$ 平面の境界上に実在する x と y の特異点D,EおよびOの φ または ψ の値を文献¹⁾と同様手法により求めると $\partial/R=0.3$, $p_0=0.7$, $p_E=0.5$, $p_O=0.3$ がえられ、これにより最終的に決定された流れの場は図(H)のようになる。

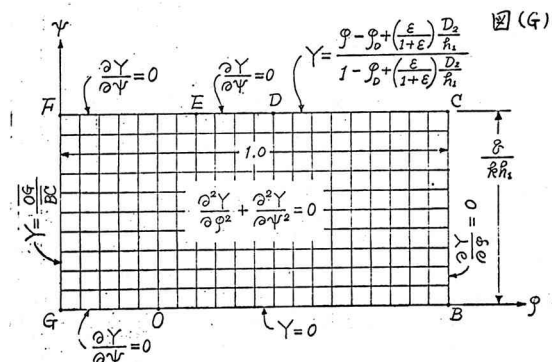
4. 実験 以上の深溝の解析解および浅溝の数値解の

結果を砂模型実験によって検討した。これによると写真AおよびBに例示するように淡水境界面は何れも理論曲面にほぼ一致した。なお、海面から不透水槽面までを40.0m, $\varepsilon=0.025$, $R_1-R_2=0.25$ mとすると $R_1=1.22$ m, $R_2=1.47$ m, $D_1=25.25$ m, $D_2=15.0$ m, $D_3=10.0$ mがえられ、 $k=10^{-6}$ m/sec, 溝の長さ500mとすると $Q=15.81$ m³/dayとなり、溝の規模に比べて塩水汲み上げ量はたいに量ではないのでこのような工法も充分実用化に期待がもてよう。紙面の都合で充分な説明はできなかつたが詳細は講演時に述べる。

- 参考文献 1) 崎山 他3名: 河口堰下深層の不透水層面に設けた淡水注入暗きよ, 本研究論文集内
2) 崎山 他3名: 河口堰底面に設けた淡水注入暗きよ, 本研究論文集内

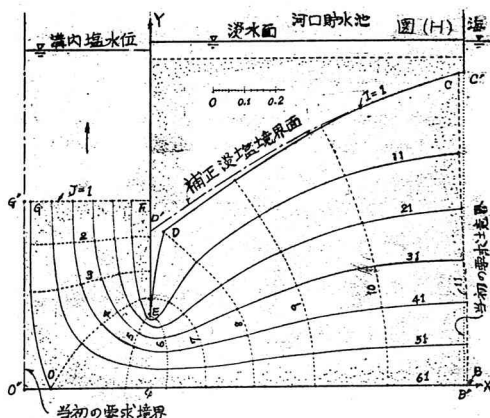


図(F)



図(G)

$$X_{GF}(I) = - \int_0^{\varphi} \frac{\partial Y}{\partial \varphi} d\varphi, \quad X(I, J) = X_{GF}(I) + \int_0^{\varphi} \frac{\partial Y}{\partial \psi} d\psi$$



図(H)

SOR法による数値解の結果(第2近似解)