

九州産業大学 正会員 ○ 崎山 正 常
建設省技術調査室調査官 正会員 馬 場 絃 一
九州産業大学 正会員 細 川 土佐男

1. まえがき 本研究は建設省が行なっている「地下水涵養技術の開発」に関する研究の一環として行なったもので、具体的対象は長崎県野母崎町に建設されている野母崎地下ダムの塩水化防止を意図している。この地下ダムには現在3個の取水井があるが、海に近い井戸はかなり塩水化され、これらを有効に活用するためには何らかの塩水化防止対策が必要とされる現状にある。そこでここでは地下遮水壁を将来ほぼ完全なものに仕上げ、その安全策として淡水注入溝を設ける場合と、地下遮水壁の下部が不完全なものとして淡水注入溝を設け、いわゆるウォーターカーテンを形成させ、これによって堤内への塩水侵入を防止する場合とについて検討する。なお、解析は現地をかなり理想化しに状態たとえば地盤を均質等方性とした状態で行っており、注入量については互層である現状を考慮して推算したが、その結果が的確であるとはいいがたい。しかし、少なくともこれらの主要水理諸量のオーダーはとらええにものと考ええる。

2. 遮水壁をほぼ完全なものに仕上げる場合 この場合の安全策としての淡水注入の機構を図-1に示している。流れの場は遮水壁より右側が堤内であり、左側は海岸である。解析の基礎微分方程式は

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} = 0 \cdots (1), \quad d\Psi = -\frac{\partial \Psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Psi}{\partial y} dy \cdots (2)$$

$\Psi = R \left\{ \left(P/r_f \right) + y \right\} \cdots (3)$ であり、ここに、 Ψ : 速度ポテンシャル, Ψ : 流れの関数, R : 遮水係数, P : 水圧, r_f : 淡水の単位重量, である。そこで上述の基礎方程式を圧力が連続的な均質地盤として解析した一例は図-1のとおりである。なお、境界条件は、AB上は $\Psi = R y$, BD上は $\partial \Psi / \partial x = 0$, DE上は $\partial \Psi / \partial y = 0$, EF上は $\Psi = R H_f = 26.6 R$, FG上は $\Psi = R y$, GHIA上は $\Psi = R (H_f + y) = 31.6 R$ としている。また、 Ψ については、 $x = \text{const.}$ または $y = \text{const.}$ によって式(2)を積分して求めた。

3. 遮水壁下部を不完全なものとしなした場合 この場合の淡水注入溝の機構を図-2に示している。この場合は式(1), (2)および(3)の他に、いわゆる逆 Laplace および逆 Cauchy-Riemann の微分方程式

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \Psi^2} + \frac{\partial^2 x}{\partial \Psi^2} = 0 \cdots (4), \quad dx = \frac{\partial x}{\partial \Psi} d\Psi - \frac{\partial y}{\partial \Psi} d\Psi \cdots (5)$$

が用いられる¹⁾。なお、境界条件は図-2に示すとおりであるが、特に、淡水塩水境界面FGについては、 $p_f = \gamma_s (H_s - y_{FG})$ であり、これを式(3)に適用して

$$\frac{\Psi}{R} = (1+\varepsilon) H_s - \varepsilon y_{FG} \quad \text{or} \quad y_{FG} = \left(\frac{1+\varepsilon}{\varepsilon} \right) H_s - \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\Psi}{R} \cdots (6)$$

γ_f : 塩水の単位重量, $\varepsilon = (\gamma_s - \gamma_f) / \gamma_f$ である。

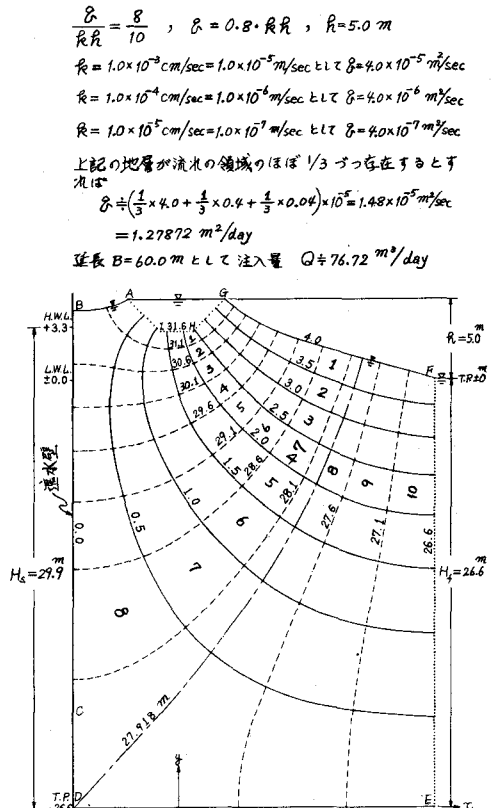


図-1 遮水壁をほぼ完全なものとしなした場合の解析図

そこで点Fおよび点Gでは

$$\frac{\Phi_F}{R} = (1+\varepsilon)H_0 - \varepsilon y_F \quad \dots (7)$$

$$\frac{\Phi_G}{R} = (1+\varepsilon)H_0$$

がえられ、また、海側の淡水池の水位 h_f についてはその密度特性から

$$(1+\varepsilon)(H_0 - y_{DEF}) \leq h_f < (h - d) \dots (8)$$

なる関係式がえられる。なお式左辺の等号の成立は点Fが点Eに一致した場合の点F→Eにおける淡水と塩水との圧力のつり合い条件であり境界の状態において生じうる。また、式(4)を満たす y が求められ、これに対応する x は、 $\Phi = \text{const.}$ または $\Psi = \text{const.}$ に

よって式(5)を積分して求められる。そこで上述の基礎方程式を解析した一例は図-3のとおりである。

4. 検討 図-1と図-3の例とを比較してみると、注入量は図-3の場合の方が若干多いが海側の淡水は再び注入溝へ循環することができることから図-3の撤溝でもさほど困難な問題は生じないものとする。よしんば全てを海にすてるとしても Q_L の値は小さいと云える。従って、将来とも遮水壁の水密性が期待できないか、あるいは、期待できるとしても相当高い工費が予想されるなら、図-1または図-2のような淡水注入による地下ダムの塩水化防止を考えることも有意義なことであると考えている。これはまた、注入淡水量が比較的少く推算されることから言える。なお、本解析結果またはこれと類似の調査は現地においても実施する計画である。

参考文献 1) 崎山ほか3名：河口野水池下部地層への淡水注入による塩水排除について、土木学会論文報告集、第268号、論文報告欄、pp.75～90、1977年12月。

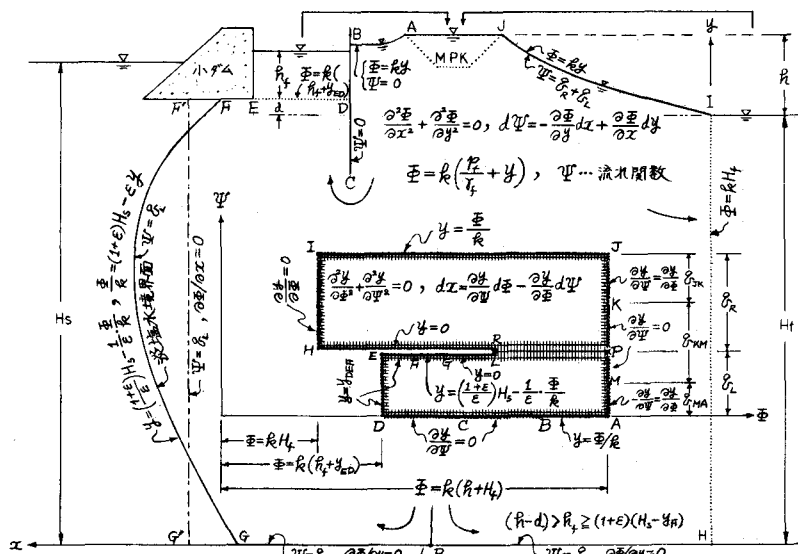


図-2 遮水壁と不完全な場合の解析図

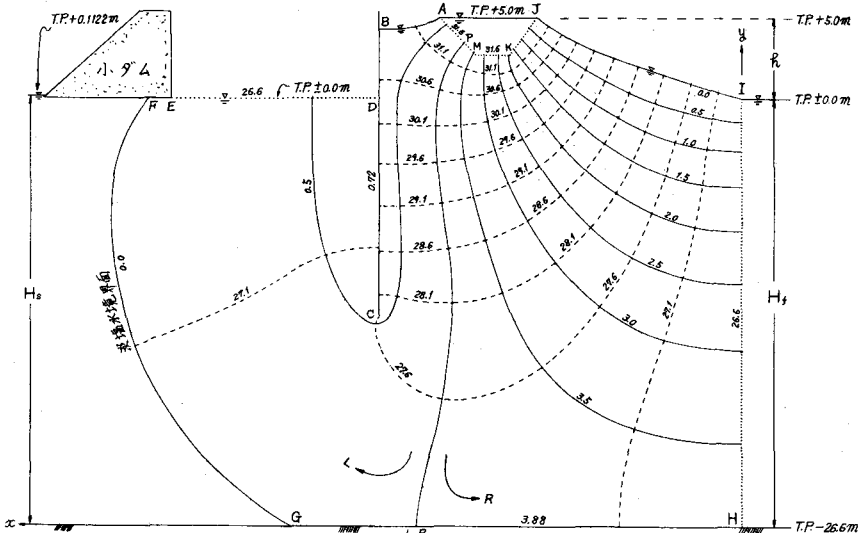


図-3 遮水壁下部を不完全な場合の解析図

と云える。従って、将来とも遮水壁の水密性が期待できないか、あるいは、期待できるとしても相当高い工費が予想されるなら、図-1または図-2のような淡水注入による地下ダムの塩水化防止を考えることも有意義なことであると考えている。これはまた、注入淡水量が比較的少く推算されることから言える。なお、本解析結果またはこれと類似の調査は現地においても実施する計画である。