

グラウト壁による地下ダムの塩水化防止に関する検討

九州産業大学 正会員 杉尾 哲
 学生員 〇石 清志
 正会員 白地 哲也

1. まえがき

地下水流出の多い浸透性地盤に、グラウト工法で地下ダムを建設して、地下水を貯留する場合の透水壁の透水性の改良度は、一般に貯留域からの漏水あるいは、滞留時間による水質劣化などによ、て検討されるが、海岸に近く不透水性基盤面が海水面より低い箇所では、地下水の塩水化も含めて検討しなければならない。

そこで、本報では、地下ダムの透水性および構造型式の違いにより、定常状態の浸塩境界面の位置がどの様に相違するかをシミュレートすることによ、て透水壁の塩水化防止効果を検討してみよう。

2. 解析

解析は、図-1の境界形状の浸透地盤を想定し、淡水領域内の地下水の水頭 H について $\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0$ のラプラスの式を、浸塩境界面の位置で、淡水側の圧力が境界面の外側に静止滞留している塩水の静水圧に等しいという境界条件のもとに、有限要素法により解くことによ、て行なった。解析に当、て、浸透層の透水係数は、 0.2 cm/s とし、地下ダムの透水係数を $5 \times 10^{-2} \sim 5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ と変化させている。また、地下ダムの構造型式として、不透水性基盤面まで完全に遮水し、地表面付近に余剰水の越流部をもつもの(以下貯留型と呼ぶ)と、不透水性基盤面まで完全に遮水せず余剰水をダム下側の開口部から流出させるもの(以下流出抑制型と呼ぶ)とを考へることとした。なお、淡水池貯水位 $H_1 = 40.0 \text{ m}$ 、海水位 $H_2 = 38.2 \text{ m}$ 、浸透長 $L = 150 \text{ m}$ 、海水と淡水の密度 $\rho_s = 1.025 \text{ g/cm}^3$ 、 $\rho_f = 1.0 \text{ g/cm}^3$ 、透水壁の位置(海側より 33.5 m に中心)、透水壁の厚さ $= 5 \text{ m}$ は固定して計算している。

図-2は、粘性流体としてC.M.C溶液を用いたHele-Shawモデルによる実験結果と本解析法による計算結果とを比較したものである。計算結果は、透水壁の下流面位置で浸塩境界面が下流面から徐々に離れて上昇する形状を表現しえてないが要素分割の大きさの問題と考へられ全体的な傾向としては、良く一致しているといえよう。したがって以下の検討では、この程度の誤差を含めたものとして考へたい。

3. 解析結果

貯留型の計算結果の一部を図-3~5に示した。図-3は、ダム上流部で取水しない条件のもとで透水壁の透水性の改

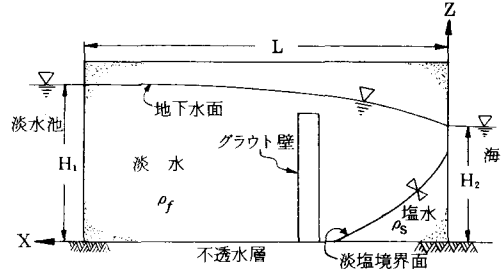


図-1. 解析モデル

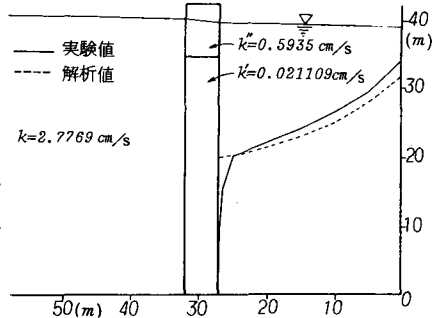


図-2. 実験結果と解析結果の比較

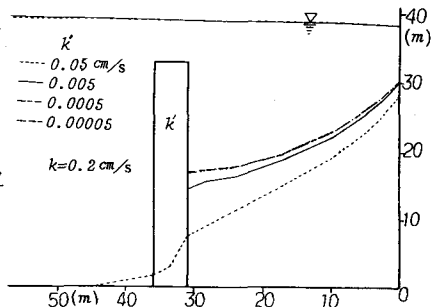


図-3. 透水性改良による浸塩境界面

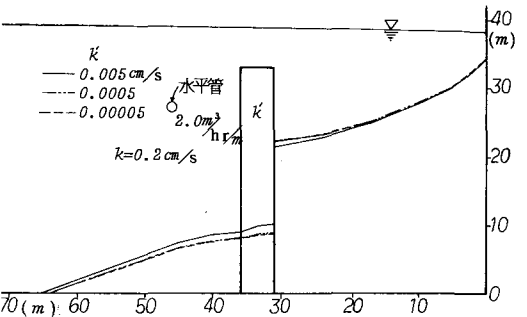


図-4. 取水時における浸塩境界面

改良度を変化させた場合を示したものであり、 $k=5 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ では貯留域への塩水の侵入を許すが $k=5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 以下では防止できると、および、透水性が小さいほど浸塩境界面が上昇するが、改良度が高くなるほど上昇割合が小さくなり、 $k=5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ と $k=5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ では、その違いはほとんどないことがわかる。次に図-4はダム上流部で水平管により取水する条件のもとで、透水係数の改良度を変化させたものであり、この場合にはいずれも貯留域への塩水の侵入を許している。そこで図-5に $k=5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ の改良度のもとで、取水量を変化させた場合を示しているが、 $Q=1.0 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}$ 以下の取水量で侵入しないことがわかる。

流出抑制型の計算結果を図-6～8に示した。図-6は $k=5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ の改良度で、グラウト壁下側の開口部の高さを変えたものであり、開口部が小さいほど不透水性基盤面上では、浸塩境界面を後退させていることがわかる。図-7は図-6で最も効果的と思われる開口部の高さ5mの場合について、透水係数の改良度を変えたものであり、改良度が低いほど壁体を通過する流量が多くなるために、ダム底部での水頭が低下して、塩水が侵入してくることがわかる。図-8はダムの上流側で水平管により取水する条件のもとで、透水係数の改良度を変化させたものであるが、貯留域内の水位が高いために、浸塩境界面は透水壁の下流面位置に制御され、 $k=5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ の改良度の時にわずかに不透水性基盤面に沿って塩水が侵入している。これを同じ取水量の図-4と比較すると、塩水の侵入状況は全く異なり、貯留型より開口部が小さい場合の流出抑制型の方が、貯留域への侵入防止効果は大きいことがわかる。しかし、図-8のダム壁より下流部の地盤では、浸塩境界面が大きく上昇し、この区間の地下水の塩水化は、本報の国中で最悪の状況にあることとわかる。

4. まとめ

以上の様に定常状態の解析結果から、グラウト壁の透水係数の改良度を評価すると、侵入防止効果の点からは $k=5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ と $k=5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ の改良度では明瞭な相違はみられず、改良度の向上に伴う透水壁施工技術上の困難さを考慮すると、 $k=5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ の改良度で十分であるといえよう。また、地下ダムの構造型式は、開口部が小さければ、流出抑制型の方が貯留型より侵入防止効果が大きいことがわかった。

なお、以上の計算は九州産業大学情報処理センターで行なった事を付記する。

参考文献

- 1) 農林水産省・沖縄開発庁：皆福ダム—地下ダム、新しい水資源を求めて—、1981年
- 2) 戸川卓人：有限要素法へのガイド、サイエンス社、1979年

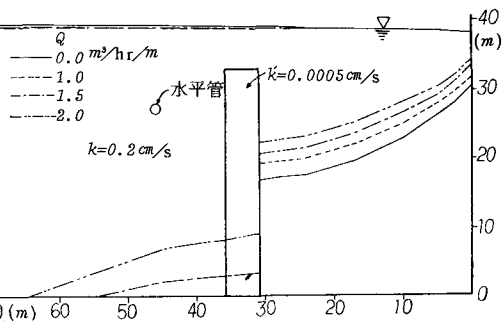


図-5. 取水量変化による浸塩境界面

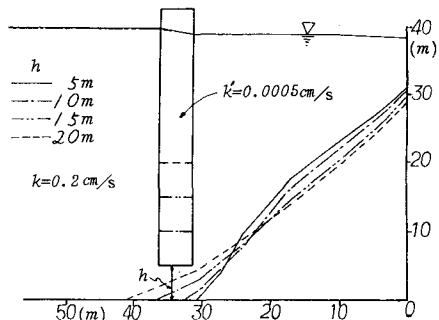


図-6. 開口部変化による浸塩境界面

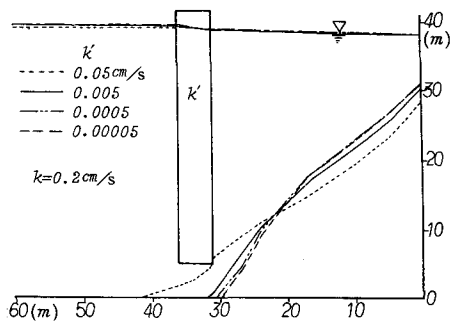


図-7. 透水性改良による浸塩境界面

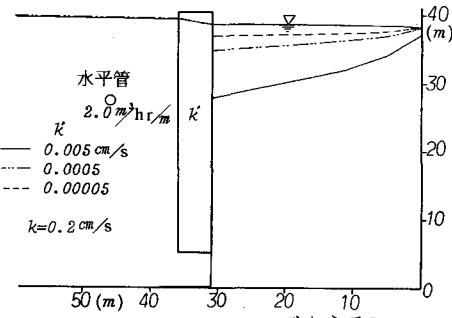


図-8. 取水時における浸塩境界面