

東和大学工学部 正会員 中田 欣也
宮崎大学工学部 正会員 杉尾 哲

1. まえがき

近年、沖縄県では至る所で水資源の確保を目的として、地下ダムによる地下水の貯留が計画されている。これは地質的に浸透性の大きい石灰岩層を地盤としているため、降水が地下に多量に浸透して地下水が豊富に存在するためである。しかし、海に隣接した不透水性基盤が海面より深い場所においては、無制限に地下水取水を行うと必ずといってよいほど地下貯留水の塩水化が発生して揚水障害が起こる。そこで、本報は沖縄本島南部の米須を対象地域として地下密度流に関する平面2次元の数値解析を行い、井戸取水に伴う地下水の塩水化について検討したものである。

2. 基礎方程式

図-1に示すように、不透水層内に基準面 ($z=0$) をとって考えると、基礎方程式は次のようになる。

淡水領域について

$$n \frac{\partial h_f}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(h_f - z) \frac{\partial h_f}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K(h_f - z) \frac{\partial h_f}{\partial y} \right] - Q \quad \text{----- (1)}$$

淡塩水領域について

$$n \frac{\partial h_f}{\partial t} - n \frac{\partial h_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(h_f - h_s) \frac{\partial h_f}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K(h_f - h_s) \frac{\partial h_f}{\partial y} \right] \quad \text{----- (2)}$$

淡塩境界面の移動について

$$n \frac{\partial h_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(h_s - z) \left(\frac{\rho_f}{\rho_s} \frac{\partial h_f}{\partial x} + \frac{\Delta \rho}{\rho_s} \frac{\partial h_s}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[K(h_s - z) \left(\frac{\rho_f}{\rho_s} \frac{\partial h_f}{\partial y} + \frac{\Delta \rho}{\rho_s} \frac{\partial h_s}{\partial y} \right) \right] \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 n と K は石灰岩層の有効空ゲキ率と透水係数、 Q は単位時間・単位面積当りの揚水量を表わす。

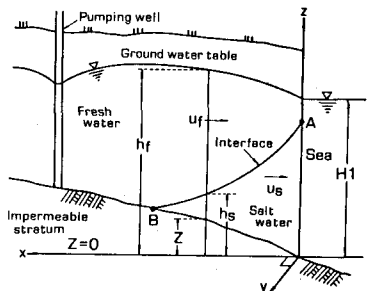


図-1 地下密度流断面図

3. 解析領域の概要と各種諸量の値

図-2に示すように、米須地区は東面と北の3方向を断層によって区切られ、石灰岩層の比較的厚い地下水貯留を行うのに適した地形的条件を備えた場所であり、沖縄本島南部に計画された多くの地下ダムの中で、米須地下ダムは港川に次いで2番目に大きな地下水貯留量を保有するダムである。しかし、南側方向で海と隣接しており、さらに不透水性基盤

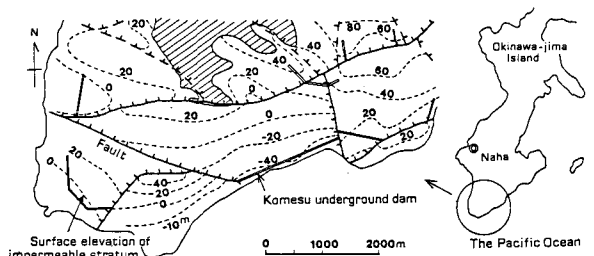


図-2 対象地域

となる島尻層の最低標高が海面下-40 mと低いために、井戸による地下水取水を行った時には海水が侵入してくることが十分に考えられる。そこで、解析領域は海岸線と3つの断層によって囲まれた領域とし、この領域を100 mの正方格子に分割して陽形式差分法により数値解析を行い検討した。この場合、ボーリングによる調査結果から得られた石灰岩層の透水係数 $K=0.17 \text{ cm/s}$ 、有効空ゲキ率 $n=0.2$ を用いて、ダム築造前の計算における時間々隔を求めると、 $\Delta t=2.0$ 時間となった。次いで、海岸線より100 mの位置に幅5 m、長さ1900 mの地下ダムを直線的に築造した場合について検討した。この場合、ダム内部においては100 mと1 mの長方形格子に分割して計算を行っているが、ダムの透水係数 $K'=5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 、有効空ゲキ率 $n'=0.06$ を用いて時間々隔を求め

4. 解析条件と解析結果の検討

を示したものであり、図-6は地下ダム築造後の地下水位等高線の変化を示したものである。これより、井戸揚水によって地下水位が後退した様子や淡水境界面の先端が侵入していく様子などよく表現されている。なお、地下水位等高線が消えている部分は不透水性基盤が地下水位よりも高くなっているところであり、海水面を基準として表わしている。最後に、図-7は揚水量(Q)とダムの透水係数(K')および幅(B)の間の関連性について検討したものである。これより、侵入日数は揚水量と透水係数を小さくしていくと実線および点線のような関係になり、ダム幅を

(参考文献) 上田・藤野・平野・神野: 地下塩水楔の侵入に関する数値解, 水道協会雑誌, 第561号, PP. 21~28, 1981年6月.

