

遮水壁による不圧地下水位の変化特性

鳥取大学	大学院	学生員	○ 澤田 俊和
鳥取大学	工学部	正 員	道上 正規
鳥取大学	工学部	正 員	鈴木 幸一
鳥取大学	工学部	正 員	檜谷 治

1. はじめに

現在の地下水揚水量では数年後に水不足問題に直面すると予想されるとき、我々は新たな地下水源の確保を計画する。その開発手段として地下帯水層に遮水壁を設ける場合、遮水壁上流側における地下水位の上昇および下流側における低下など、遮水壁設置による地下水位への影響は前もって推定しておく必要がある。本研究は、北側を日本海で、他を河川で囲まれた沖積平野（鳥取県米子市の箕蚊屋平野）に遮水壁を設けた場合の周辺地下水位への影響について数値シミュレーションによって検討を加えたものである。

2. 基礎式と数値シミュレーションの方法

東の方向をx軸、北の方向をy軸にとり、図-1に示すような記号を用いると、地下水流に対する連続式は、

$$\frac{\partial}{\partial x}\left\{Kh\frac{\partial}{\partial x}(h_0+h)\right\}+\frac{\partial}{\partial y}\left\{Kh\frac{\partial}{\partial y}(h_0+h)\right\}+q_s-q_d=0 \cdots \cdots (1)$$

と表わされる。ここに、Kは透水係数、 $h_0(x,y)$ は基準面からの不透水層上面標高、 $h(x,y)$ は不圧地下水の水深、 q_s および q_d は単位時間・単位面積当りのそれぞれ浸透量および揚水量である。(1)式は非線形方程式であるので式中の一部のhを仮定して線形化して解く¹⁾。そして、計算法としてはGalerkin有限要素法を用い、計算領域を三角形要素で分割して地下水深hを求める。

また、外部境界条件は、境界が日野川・佐陀川の両河川と日本海であることから、全て基本境界条件としてある。地表からの浸透量は、現在水田である場所に対応している要素から $q_s=1.5\times10^{-7}$ m/秒があるものとし、揚水量 q_d も同様に工業用水等の利用水として揚水されている地域に対応している要素からあるとする。

透水係数Kは、 3.0×10^{-3} m/秒で平野内で一定としている。さらに、遮水壁はそれを設置する地点の不透水層上面標高を遮水壁の天端標高と等しくすることによって遮水壁を設置した状態を示せるものとした。

3. 遮水壁の地下水位への影響

図-2は遮水壁を設けない場合の地下水位分布の計算値と、平野内に点在する24ヶ所の水位観測から得られた実測値（

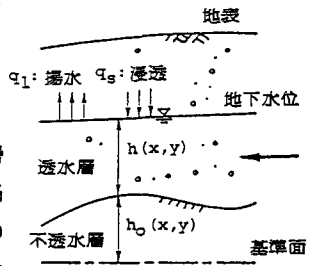


図-1 記号図

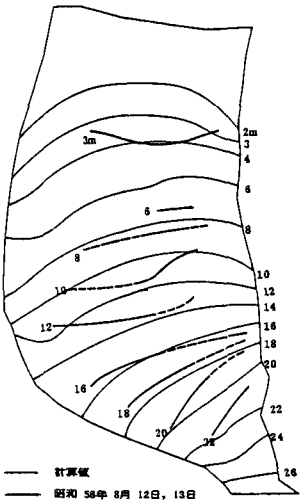


図-2 地下水位分布

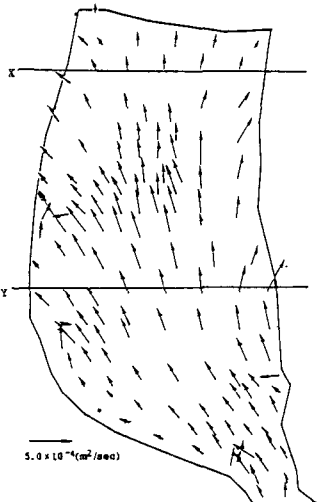


図-3 地下水流動特性

破線は推定値を表わす)を示したものである。²⁾ 局所的には計算結果と実測結果は相当違っているところもあるが全体的には実際の地下水位分布は、地表からの浸透量 q_d および透水係数 K を現状に近く与えることによって計算で推定できると考えられる。図-3は遮水壁を設けない場合の地下水流動特性を示したものである。平野の中流域から下流域にかけては地下水が平野部から両河川へ流出しており、さらに地下水は全体として上流域から下流域へ向って流れている傾向が見られる。図-4は箕蛟屋平野下流の中央部に幅500mで天端標高0mの遮水壁を設置した場合の地下水位の図-4からの変化量分布を示している。遮水壁の上流域で最大30cm以上の水位の上昇、下流域で最大15cm以上の低下が生じていることがわかる。また、5cm以上の水位上昇が生じている領域は遮水壁から2km程度まで及んでいる。図-6および図-7は平野の中流域の中央部に幅500mで天端標高がそれぞれ5mと10mの遮水壁を設置した場合の地下水位の変化量分布を示している。遮水壁天端標高が大きい場合の方が水位の変化量は大きく、天端標高10mのとき最大水位上昇量は50cm程度、また最大水位低下量は40cm程度となっている。また、5cm以上水位変化がある範囲は遮水壁の上流域・下流域とも遮水壁からほぼ1.5km程度までとなっている。遮水壁を設置した場合の水位上昇範囲と下降範囲が遮水壁の軸に対して対称的位置でないのは地下水の流行が遮水壁に垂直方向(北方向)ではなくやや西の方向に傾いているためである。遮水壁の上流域の水位上昇は地下水の揚水利用によって緩和されるものの、遮水壁の下流域の水位低下は上流域の揚水によってさらに大きくなると考えられる。

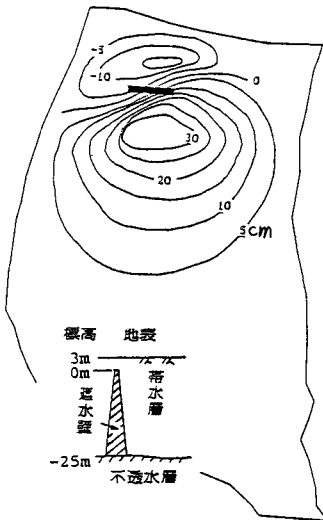


図-4 水位変動量分布
(下流部に遮水壁)

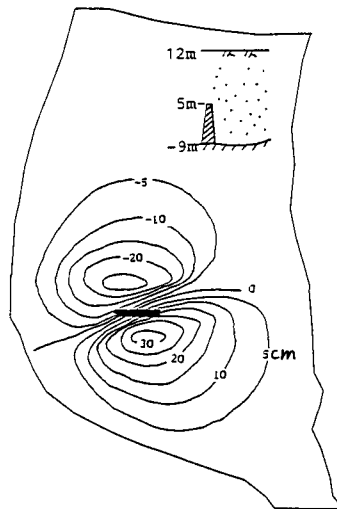


図-5 水位変動量分布
(中流部に遮水壁(1))

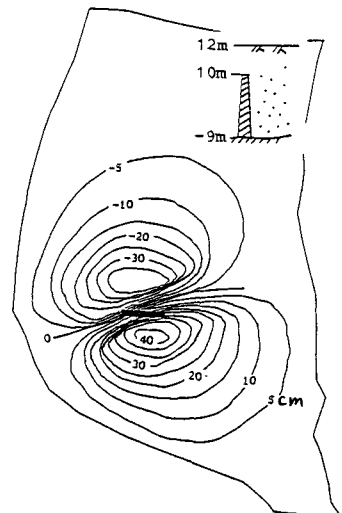


図-6 水位変動量分布
(中流部に遮水壁(2))

4. おわりに

本研究で対象にした箕蛟屋平野において遮水壁によって地下水を貯留しようとするとき比較的広範囲に地下水位が上昇あるいは低下することが数値シミュレーションの結果より予想される。遮水壁上流域で揚水した場合に予想される下流域でのより大きな水位低下量の推定が、今後、とくに必要である。

(参考文献)

- 1) Conner & Brebbia (奥村敏恵 監訳): 流体解析への有限要素法の応用, サイエンス社, 1978
- 2) 道上・鈴木・檜谷: 沖積平野における不圧地下水の流動特性, 第28回水理講演会論文集, 1984