

Ⅲ-A269

地下水流動阻害対策工法の簡易設計法

—取水／涵養井戸ピッチの計算—

(株)鴻池組 正 狩野 裕之

" 正 進士 喜英

(財)大阪土質試験所 正 橋本 正

1. はじめに

近年の地下水保全問題として挙げられる線状構造物による地下水流動阻害の対策工法の一つに、自然地下水流れの上流側に取水井戸、下流側に涵養井戸を設置し、この間にある遮水壁を通水パイプなどで連結して迂回するシステムが考えられている。このような施設の設計項目に井戸設置ピッチと対策効果の予測があるが、FEM 浸透流解析等の詳細検討に先立って実施する概略検討手法として、複数の線状境界に挟まれた領域において群井戸理論を適用した水位低下(あるいは上昇)挙動の簡易計算手法を開発した。以下にその概要を示す。

2. 対策工法および地盤のモデル化

地下水流動阻害が生じる懸念のある地盤は、遮水型線状構造物が地下水の流動を阻害するように存在している場合である。ここでは図-1 に示すように無限延長の線状構造物が地下水流を分断し、その上流および下流側での地下水位上昇および低下が定常状態に至った場合を想定する。このとき、帯水層は互いに平行な不透水境界(構造物)と定水位境界に挟まれ、上下流側はそれぞれ個別の地下水系モデルとして扱うことができる。このとき、遮水型構造物近傍の取水井戸から揚水することにより、自然地下水流に相当する流れを生じさせるような水位低下を与えるのに最適な井戸配置の検討を行った。

3. 複数水理境界のある帯水層での群井戸理論

井戸配置の検討には Muskat によって提唱された群井戸理論を複数の水理境界のある場合に適用することを考える¹⁾。単一境界に対してその境界条件を満足するための虚(あるいは鏡像)井戸は一基を想定すればよいが、複数の水理境界に対応するためには、ある1つの水理境界条件を満たすための虚井戸が他の境界条件を崩すことになり、これを修正するための虚井戸がさらに必要となる(図-2)。この場合、Bear がまとめたように²⁾無限級数となる虚井戸の影響を考慮し、収束計算を行うこととなる。図-2 のように不透水境界に原点をとると図-1 の水理境界に対応する実井戸および虚井戸の x 座標は式(1)のように生成される。ここで、 x_n は図-2 における n 番目の井戸の x 座標値を表す。

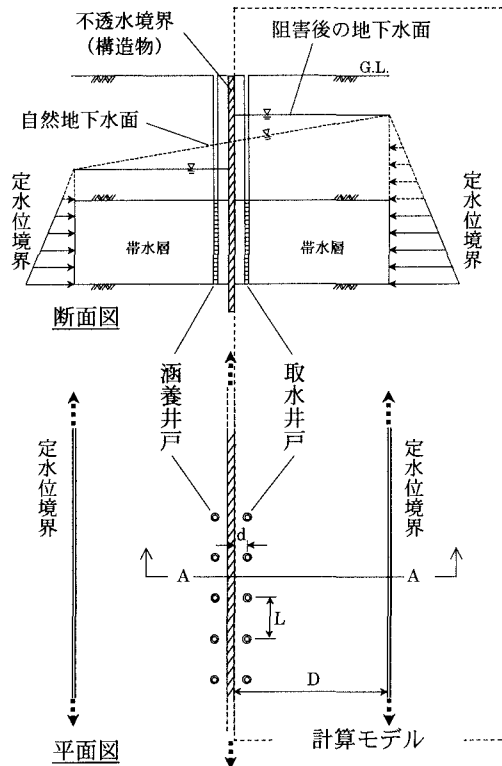


図-1 対策工法と地盤のモデル化

キーワード：地下水，流動阻害，群井戸，井戸配置，水理境界

連絡先：(株)鴻池組 土木設計部 構造設計課 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1 TEL06(6244)3617

このとき揚水井戸と注水井戸を同数になるようにとり、2境界内の任意の点から n 番目の井戸までの距離を r_n とすると、この任意点における水位低下 s は式(2)のようになる。次に式(2)を位置 (x_w, y_w) の井戸による任意点 (x, y) での水位低下公式とみなし、これを図-1 の平面図に示す井戸配置における群井戸揚水条件に取り込む。このとき、各井戸内水位をそれぞれ仮定して各井戸での揚水流量を求める手法適用する³⁾。このようにして得られた各井戸揚水流量を用いて任意地点での阻害地下水位からの水位低下量 s の分布を求めることができる。

$n=1$ のとき $n \geq 2$ のとき

$$x_1 = x_w = +d, \begin{cases} x_n = x_{n-1} + (n-1)D & (n: \text{奇数}) \\ x_n = -x_{n-1} & (n: \text{偶数}) \end{cases} \dots \text{式(1)}$$

$$s(x, y) = \frac{Q}{2\pi T} \left(\sum (\ln r_{\text{injection}}) - \sum (\ln r_{\text{pumping}}) \right) \\ r_n^2 = (x - x_n)^2 + (y - y_n)^2, \quad y_n = y_w \dots \text{式(2)}$$

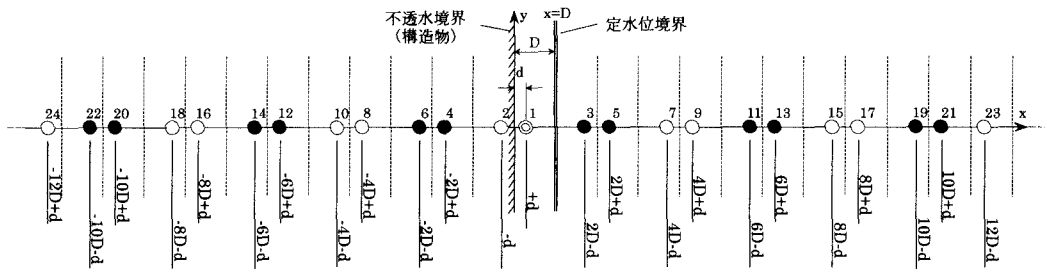


図-2 実井戸及び虚井戸の配置 [◎：実井戸 ○：虚井戸（揚水井） ●：虚井戸（注水井）]

4. 計算例

計算例として流動阻害対策を想定し、上流側各取水井戸の水位を同一に低下させた。ただし、この事例では被圧帯水層を想定し、無限延長井戸配置を検討したため、4000m 延長に実取水井戸を配置しその中央部の水位低下量と取水流量を評価した。図-1 に示す井戸配置における井戸間中央(A-A)断面の阻害後の地下水位からの水位低下分布 (図-3) と取水流量 (図-4) を示す。図-3 をみると、井戸配置ピッチ(L)が小さくなるに従い地下水位低下分布は自然地下水位分布に近づくことがわかる。図-4 では、井戸一基あたりの取水流量(図中◇)は L の減少と共に減少し取水効率が悪いが、単位壁延長あたりの取水流量(図中□)は自然地下水流量(通過流量)に近づく。これらの計算結果に対応した設計基準を設定することで最適井戸配置を決定することができる。

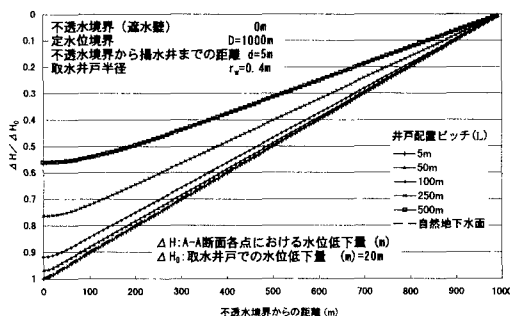


図-3 井戸間中央の水位低下量分布

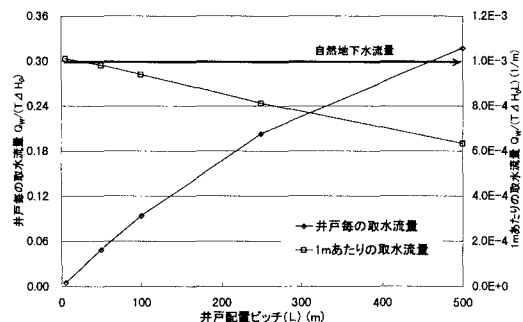


図-4 取水流量の変化

<参考文献>

- 1) 土質学会編, 根切り工事と地下水—調査・設計から施工まで—, pp.126~pp.136, (1991)
- 2) 進士, 古田, 嶋村, 濱野, 井戸干渉を考慮した井戸揚水流量の決定手法, 地盤工学研究発表会, 31 回, pp.2153~pp.2154, (1996)
- 3) Bear, J., Hydraulics of Groundwater, pp.356~pp.367, (1979)