

堀割構造物建設時における地下水流動保全対策工

大同工業大学工学部 正会員 大東 憲二
同上 学生会員 ○中村 雄一

1. はじめに

都市部に新たに建設される道路や鉄道は、騒音や用地確保の問題などからトンネルや堀割構造物にすることが予想される。このような地下構造物を建設する場合、地下構造物を横切る地下水流が遮断され地下水流の上流側では地下水位が上昇し、下流側では低下することがある。地下水位が上昇すると地下水の湧出や地耐力の低下、樹木の根腐れなどを生じる可能性があり、逆に低下すると井戸の枯渇や地盤沈下などが生じる可能性がある。このような問題は周辺住民の生活に悪影響を及ぼすばかりでなく、自然環境にも悪影響を及ぼす可能性がある。地下構造物建設に伴う不自然な地下水状態を自然な地下水状態に戻すために地下水流動保全対策が実施されるようになってきた。しかし、これらの対策工の設計法が確立されておらず、これまでそれぞれの現場で対策が考えられてきた。

本研究では、三次元有限要素法を用いた数値解析モデルを用い、集水井戸と通水パイプを用いた対策工の設計法を確立するための基礎資料となる対策工の位置と数量の変化に対する地下水位変動の関係を明らかにした。

2. 解析方法

今回の解析では、図1に示すような地下水の流動障害が最も大きくなる地下水の流動方向と堀割構造物が直交し、かつ堀割構造物が不圧帯水層を完全遮断する場合を仮定した。

解析には図2に示すような三次元有限要素地盤モデルを用い、地下水連通パイプについては、一次元直線要素でモデル化し、両端を三次元要素を構成する節点に繋いだ。そして、この一次元直線要素に地下水連通パイプの通水係数を与えて解析を行った。通水係数 k_p とパイプの直径 D の関係は次式を用いて表すことができる¹⁾。

$$k_p = \gamma \cdot D^2 / 32 \eta$$

γ : 水の単位体積重量

η : 水の粘性係数

地下構造物建設に伴う地下水流動状態への障害度を表す指標としては、地下構造物と地盤との境界における地下水位変動量 Δh が最も分かり易い指標であり、この値が設定した許容値以内であるかどうかを判断すればよい。しかし、初期地下水勾配の大小によって許容地下水位変動量も変化すると考えられるので、より一般的な地下水流動状態への障害度の指標として、地下水位勾配変動係

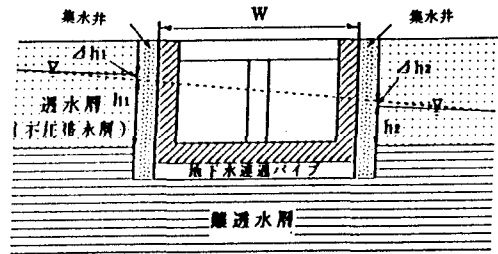


図1 不圧帯水層を完全に遮断する場合
(地下水連通パイプを設置)

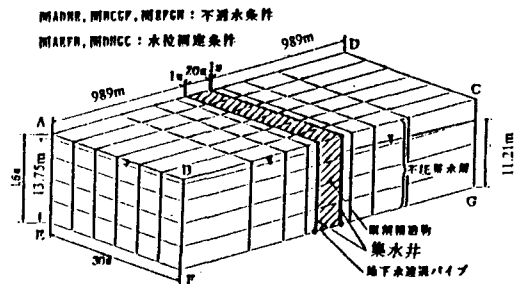


図2 解析モデルの有限要素メッシュ分割と境界条件

数 $\alpha = I_c / I_i$ (I_c : 地下構造物施工後の動水勾配, I_i : 地下構造物施工前の動水勾配) を用いた。地下水位勾配変動係数 α は、地下構造物建設区間の地下水位勾配が建設前後でどの程度変化したかを表す指標である。

3. 解析結果と考察

まず、集水井戸の設置間隔が変化すると地下水位勾配変動係数にどのような影響があるか調べた。図3は地下水連通パイプの通水係数を 1.728×10^4 (m^3/day) と仮定して求めた結果である。地盤の透水性が大きくなるに従って井戸間隔を小さくしていかなければ地下水勾配変動係数の値が大きくなってしまいが分かる。これは、堀割構造物建設前の通水能力に対する地下水連通パイプの通水能力を比較したとき、明らかに後者の方が劣っているからである。

このような場合の対策としては、

1. 地下水連通パイプの本数を増やす。
 2. 地下水連通パイプの通水係数を大きくする。
- などが考えられる。

今回は、上記の2の項目である地下水連通パイプの通水係数に着目して研究を進めた。井戸間隔を10mに固定し、地下水連通パイプの通水係数を変化させた場合の結果を図4に示す。なお、今回の解析では、井戸内の鉛直方向の通水係数は通水係数は 1.0×10^4 (m/day) で一定とした。

図4より地下水連通パイプの能力を大きくするだけで地下水勾配変動係数の値が小さくなることが分かった。

さらに、井戸の集水部分を鉛直方向に多数設けた場合にどのような変化が見られるかを調べました。その結果、井戸の その結果、井戸の集水部分を多数設けた方が地下水勾配変動係数の値が小さくなることが分かった。

また、堀割構造物の下部に通水パイプを施工するのではなく、堀割構造物の底から4m上部に通水パイプを設けた場合を想定して解析してみた。その結果、構造物の下部に施工するよりも地下水位勾配変動係数の値が小さくなった。これは、地下水の流路が短くなった為だと推測される。

4. 今後の展望

今後は、不圧帯水層を部分的に遮断する場合や、堀割構造物施工中の対策工などいろいろな角度からの解析を行う予定である。そして、それらの解析結果を基にして、対策工設計法の確立を目指したい

参考文献 1) 大東憲二・植下 協・市川悦男: 堀割構造物周辺の地下水流動状態保全に関する研究、土木学会論文集、No. 535/III-34, pp. 13-21, 1996.

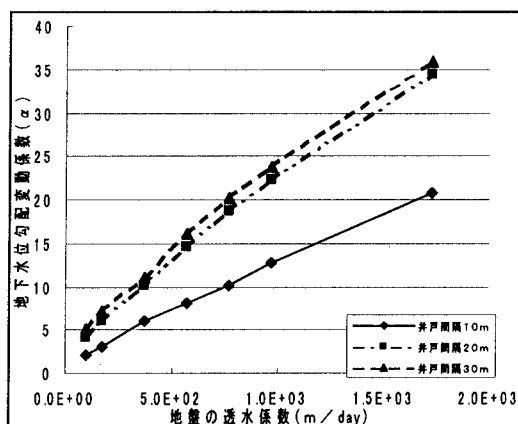


図3 地盤の透水性、井戸間隔、地下水位勾配変動係数の関係

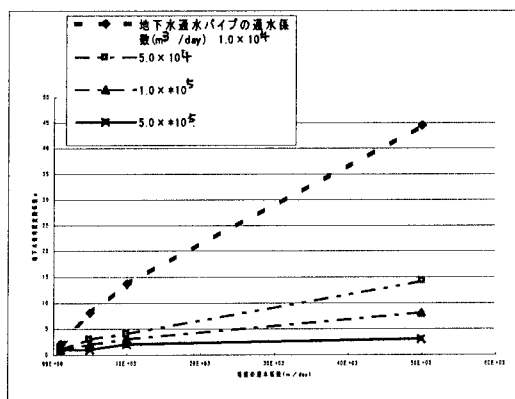


図4 地盤の透水性、地下水連通パイプの通水係数、地下水位勾配変動係数の関係 (井戸間隔10m)