

III-A 291

撓曲構造における地下水位低下工法と簡易式の適用

大阪市交通局	正会員	岸尾俊茂
大阪市交通事業振興公社	正会員	西田充俊
岐阜大学工学部	正会員	宇野尚雄
大阪土質試験所	正会員	橋本 正, 福田光治
同上	正会員	有本弘孝

1. まえがき

帯水層が斜め方向に幾重にも累積している撓曲構造地帯での地下水位低下工法の設計に半無限の地層条件を前提にした井戸公式を適用した。撓曲構造地帯では帯水層の涵養源等境界条件が複雑で、簡易式の適用条件を満足することは少ないが、水理条件によっては可能になることがある。本論文は大阪市の上町台地周辺地盤を対象にして井戸公式の適用条件および適用結果を明らかにすることによって、各帯水層の水理上の相互干渉特性を整理したものである。

2. 地盤条件

大阪市の中心では花崗岩の隆起によって形成された上町台地が南北に走り、その西縁に沿って砂洲が細長く発達している。またこれらの丘陵の東西方向には沖積平野が広がっている。地下水低下工法は上町台地の北端で、図-1のように撓曲構造帯の上に層厚約20mの沖積層が被覆している箇所を実施された。地下構造物はGL-25m付近で東西方向に構築されるため、多くの傾斜した帯水層と接触する。地下水位低下の対象になった帯水層は、Os4, Os5-1, Os9-2, Os10-2, Tg3-2の5層にのぼる。

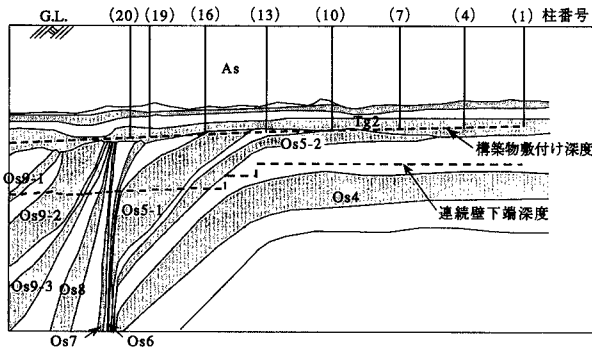


図-1 地層断面図と構築物

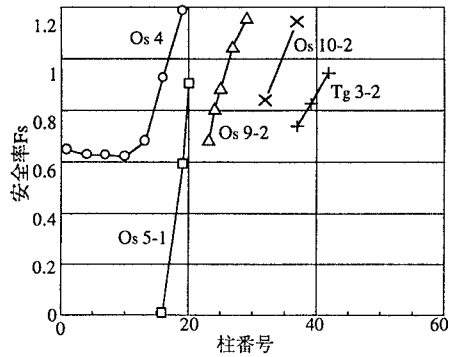


図-2 揚水前の盤膨れ安全率

3. 帯水層と盤膨れ安全率

図-2は掘削床付時における揚水前の盤膨れ安全率を各帯水層毎に示したものである。地層が深度方向に傾斜しているため、構造物に及ぼす各帯水層の影響範囲は局部的である。盤膨れの許容安全率を $F_s=1.05$ とすると、安全率の分布が示すように、各帯水層毎で水位低下の必要な範囲も限定される。なお、水位低下量はOs5-1で最大17.23mになる。

4. 井戸公式の適用と鏡像法

一般的な井戸公式は半無限の水平な帯水層の広がり仮定して導かれている。これに対し本工区の地層は図-1に示すように地層の一端が構築ゾーン付近で消滅しており半無限の仮定が成立しない。また、上部の水平なTg層(Tg2)から涵養の有無を解析条件として考慮しなければならない。そこで、この接触部分からの涵養が無視できる程小さいとすれば、涵養源と工事ゾーンの距離が離れて図-3に示すような鏡像法の適用条件がでてくる。

この条件が成立すると揚水量は被圧状態の井戸公式が適用され、式(1), (2)で求めることができる。

$$Q' = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot D \cdot \Delta h}{2.3 \log_{10}(R/r)} \quad \text{----- (1)}$$

$$Q = \frac{Q'}{2} \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 k ：透水係数， D ：層厚， R ：影響圏半径， r ：井戸中心からの距離， Δh ：水位低下量

Q' ：半無限条件下の揚水量， Q ：設計揚水量

つまり鏡像法による井戸公式の適用問題は、大阪層群の砂層(O_s 層)と T_g 層が不整合となっている境界付近の不透水性の評価に関係している。

表-1 O_s 層からの揚水量と井戸設計

層名	透水係数 (m/min)	影響 半径 R(m)	層厚 Ll (m)	仮想井 戸半径 r (m)	Q' (m^3/min) 式(1)	Q (m^3/min) 式(2)	一本当り 戸本数 q(m^3/min)	必要井 戸本数 N(本)
Tg3-2	3.0×10^{-3}	100	13	11	0.41	0.21	0.213	2
Os10-2	3.0×10^{-3}	100	30	16	0.78	0.39	0.427	2
Os9-2	1.26×10^{-2}	500	15	12	1.91	0.95	0.984	2
Os5-1	3.0×10^{-3}	100	17	12	1.06	0.53	0.373	3
Os4	1.26×10^{-2}	500	-	60	-	2.88	0.765	8

$\Sigma Q \approx 5.0 m^3/min$

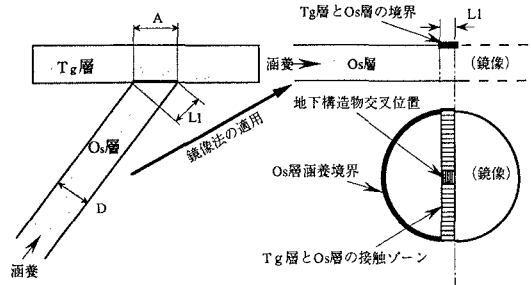


図-3 鏡像法と適用条件

5. 地下水位低下と計測

5.1 O_s 層と T_g 層の境界層の土質

ボーリング結果によると O_s 層と T_g 層の境界には薄いシルト質細砂層が全体に挟在している。本工事で対象になった O_s 層は礫， T_g 層は礫混じり砂で地下水も豊富である。したがって挟在しているシルト質細砂は水理条件として難透水性の効果を果たすことが期待され、式(1)・(2)により表-1のように井戸本数を決めた。なお、表中 T_g 3-2にも鏡像法を適用しているが、 T_g 層の中にも薄い境界層があり、式(1)・(2)の適用が可能と判断した。また O_s 4は図-1に示すように半無限に近い形で堆積しているの一般的な被圧井戸公式が適用されるとして式(1)を用いて推定した。

5.2 揚水による地下水位低下

図-4は盤膨れ対策として必要な地下水位(計画水位)と、工事中の揚水によって生じた地下水位を示したものである。図中 O_s 9-2と O_s 5-1が鏡像法を適用した層で必要水位も凹状になっている。これに対し O_s 4は平坦な洪積層であり一般的な半無限条件の井戸公式を適用したゾーンで、必要水位も均一である。揚水の結果、 O_s 5-1の水位低下がやや小さいが、全域にわたって必要水位以下にすることができていることを示している。なお、表-1に示すように設計揚水量約 $5.0 m^3/min$ に対し、実際の揚水量は $7.4 m^3/min$ で、揚水量に関しても両者類似した関係にあり、境界条件が許せば複雑な地盤条件に対しても簡単な井戸公式が適用できることを示している。

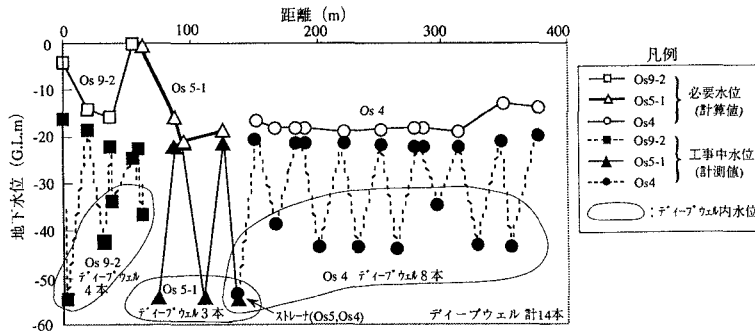


図-4 工事中の地下水位と計画水位

6. あとがき

大阪市の地下水は中心部に上町台地があるため東大阪と西大阪の地下水の相互干渉は非常に制約されている。本工事はこの相接する境界上で行われたため、半無限の帯水層の存在条件はなかったものの、 T_g 層と O_s 層の境界にある難透水性層の存在を考慮して鏡像法によって井戸公式を適用した。その結果、地下水位低下は設計の予想と類似した結果が得られ、 T_g 層と O_s 層の水理条件が確認できた。