

等価透水係数を用いた地下水流動保全工法設計の現場適用

清水建設株式会社 正会員○高坂 信章
 清水建設株式会社 正会員 江頭 正州, 平林 岳樹
 小田急電鉄株式会社 正会員 山野 泰弘

表-1 等価透水係数算定結果

表-2 凡例	a (m)	R' (m)	η (-)	k_w' (m/s)	k_{eq} (m/s)
①	10.0	2.0	0.40	6.6E-06	8.8E-05
②	20.0	4.0	0.44	3.1E-06	4.1E-05
③	30.0	6.0	0.46	2.0E-06	2.6E-05
④	40.0	8.0	0.48	1.4E-06	1.9E-05
⑤	50.0	10.0	0.49	1.1E-06	1.5E-05
CASE 1	33.3	6.7	0.47	1.8E-06	2.3E-05
CASE 2	28.6	5.7	0.46	2.1E-06	2.8E-05
CASE 3	18.2	3.6	0.43	3.4E-06	4.5E-05

1. はじめに

現在施工中の小田急電鉄小田原線連続立体交差化と複々線化事業は、長大地下構造物を建設するもので、環境影響評価の段階より地下水流動阻害による影響が懸念されている。この対策としてアブレシブウォールカット工法による地下水流動保全工法を計画し試験施工を行った¹⁾。この結果を踏まえ本対策としての配置設計を行うが、現場周辺の敷地条件などから対策施設を均一間隔で配置することが難しく、部分的には設置間隔が50m程度離れる個所がある。

本報文ではこのような条件下での地下水流動保全工法の設計を等価透水係数²⁾を用いて行うことの妥当性を検証するとともに、不均一配置時の対策効果を評価する。

2. 等価透水係数と設計条件

上流側・下流側の山留め壁に設置した流動保全施設を通水管で連結する地下水流動保全対策の性能は、式(1)~(3)の等価透水係数により計算できる²⁾。

$$\text{流動保全施設井戸効率: } \eta = \frac{\ln(R'/r_{eq})}{\ln\left(\frac{R'}{r_{eq}}\right) + \frac{\pi k D t}{k_f B_w Z}} \quad (1)$$

$$\text{山留め壁部等価透水係数: } k_w' = \eta \frac{\pi k W}{a \ln(R'/r_{eq})} \quad (2)$$

$$\text{全体系等価透水係数: } k_{eq} = \frac{k_w' k_p A_p (B + 2W)}{2k_p A_p W + k_w' a D B} \quad (3)$$

本現場における設計条件は以下である。帯水層透水係数： $k=2.4 \times 10^{-4}$ m/s, 帯水層厚さ： $D=1.0$ m, 流動保全施設設置間隔： a (パラメータ), 流動保全施設開口幅： $B_w=0.2$ m, 流動保全施設開口高さ： $Z=1.0$ m, 流動保全施設フィルター部厚さ： $t=0.8$ m, 流動保全施設フィルター部透水係数： $k_f=5.5 \times 10^{-4}$ m/s, 見かけの影響圏半径： $R'=0.2a$, 流動保全施設等価井戸半径： $r_{eq}=0.27B_w=0.054$ m, 山留め壁厚さ： $W=0.8$ m, 構造物幅： $B=20$ m, 通水管透水係数 k_p と通水管断面積 A_p の積： $k_p A_p=0.04$ m³/s。これらの値を代入して求めた等価透水係数を表-1に示す。また、地下構造物長さは200mである。

3. 検討方法と解析ケース

上記検討条件を考慮した準三次元浸透流解析(AC-GWAP)モデルを作成し、対策工の効果評価を行う。表-2に示す9ケースの解析を行った。

対策施設配置条件を3ケース(CASE 1~3)設定した。いずれのケースも現場の施工条件から最大設

表-2 準三次元浸透流解析 ケース一覧表

	設置 セット数	平均設置 間隔 a (m)	実配置モデル 通水管位置	等価透水係数	
				均一モデル	不均一モデル
			CASE a	CASE b	CASE c
CASE 1	5	33.3	CASE 1a 	CASE 1b $k_{eq} = 2.3 \times 10^{-5}$ m/s	CASE 1c
CASE 2	6	28.6	CASE 2a 	CASE 2b $k_{eq} = 2.8 \times 10^{-5}$ m/s	CASE 2c
CASE 3	10	18.2	CASE 3a 	CASE 3b $k_{eq} = 4.5 \times 10^{-5}$ m/s	CASE 3c

キーワード 地下水, 流動保全工法, 等価透水係数, 有限要素法, 設計

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 TEL:03-5441-0554, FAX:03-5441-0512

置間隔が 50m となるが、周辺部の設置間隔が異なる。

解析モデルは、対策施設の実配置を考慮した「実配置モデル」(CASE a)、対策施設の均一配置を仮定して等価透水係数を入力した「均一モデル」(CASE b)、設置間隔の不均一性を考慮して等価透水係数を入力した「不均一モデル」(CASE c)の 3 ケースである。

4. 解析結果

解析結果の一例として、対策施設 10 セットを設置した CASE 3 について各モデルの水位変動量コンタを図-1 に比較する。等価透水係数による解析結果は「均一モデル」、「不均一モデル」とも「実配置モデル」の全体的傾向をよく再現している。

図-2 に構造物中心 ($x=1100\text{m}$) における構造物上流側の横断方向水位上昇量分布を示す。この図において「不均一モデル」は若干大きめの水位上昇を示し、「均一モデル」のほうが「実配置モデル」の解析結果とよく一致している。図-3 に構造物上流側 ($y=12\text{m}$) における縦断方向水位上昇量分布を示す。「不均一モデル」により「実配置モデル」の局所的な水位変動状況がよく再現できていることがわかる。

図-4 に対策施設の平均設置間隔と最大水位変動量の関係を示す。この図には浸透流解析結果の他に均一配置を仮定して求めた等価透水係数による「簡易設計」の結果も示した。「簡易設計」の結果は「均一モデル」とよく一致しており、均一配置条件であれば「簡易設計」により精度よく設計できることがわかる。「実配置モデル」、「不均一モデル」は最大設置間隔が 50m 離れた個所を考慮しているため、「均一モデル」より大きな水位変動が生じる。しかし、周辺の設置セット数を増やし平均設置間隔を小さくすれば水位変動量を抑制できることがこの図からわかる。水位変動量が最大設置間隔のみで決定されないことがわかった。

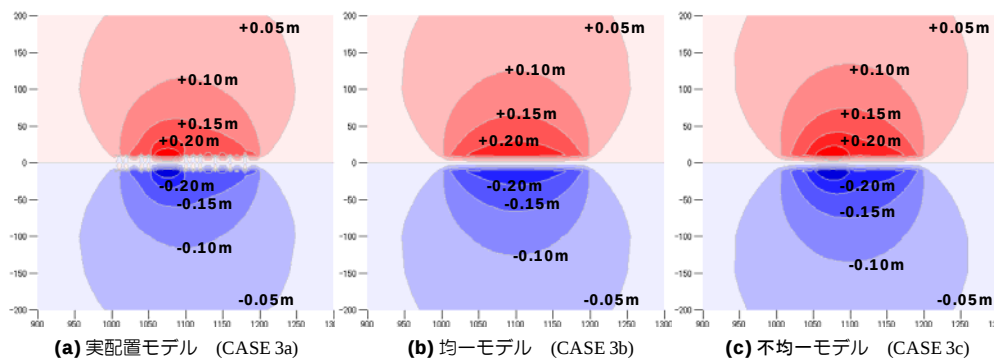


図-1 地下水位変動量コンタの比較 (設置セット数 10, CASE 3)

5. おわりに

等価透水係数を用いた地下水流動保全工法の設計を実現場へ適用した。適用にあたり設置間隔の不均一性を考慮したモデルと考慮しないモデルの比較を行い「実配置モデル」との整合性を検証した。

設置間隔が施工条件により大きく離れる個所があっても設置セット数を増やし、平均設置間隔を小さくすることにより水位変動量を小さくできることを明らかにした。

今後、本現場において設計結果に基づく対策工法を設置し、その効果を検証していく予定である。

【参考文献】

- 1) 東海林, 平林, 小出, 西村, 山野: AWC 工法を適用した地下水流動保全計画(その 1: 現場条件を考慮した施工計画), 第 66 回土木学会年講, 2011 (投稿中)。
- 2) 高坂, 江頭: 等価透水係数を用いた地下水流動保全工法の設計, 第 46 回地盤工学研究発表会, 2011 (投稿中)。

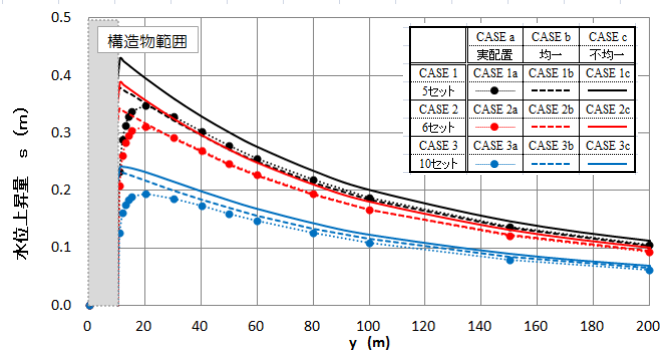


図-2 構造物横断方向の地下水位上昇量解析結果 ($x=1100\text{m}$)

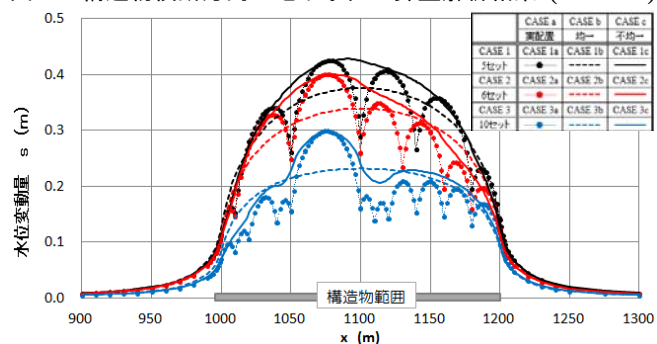


図-3 構造物縦断方向の地下水位上昇量解析結果 ($y=12\text{m}$)

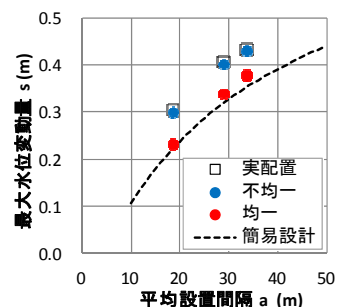


図-4 平均設置間隔と最大水位変動量の関係