

## 線路下開放型推進工事における小規模地下水位低下工法の検討(その2)

大鉄工業株式会社

正会員 森 顕

株式会社地域地盤環境研究所

正会員 ○譽田 孝宏, 劉 通剣

1. はじめに JR 山陽本線姫路～英賀保間における線路下工事では、営業線直下を低土被りで地山を極力緩まらずに非開削工事が可能な「URT 工法(Under Railway / Road Tunnelling Method)」を採用している<sup>1)</sup>。当該現場では、地下水位が上床エレメント中央深度付近に位置していることから、通常、薬液注入による遮水が必要となるが、線路から地下水位までの離隔が小さいことから薬液注入施工時に線路が隆起する現象が懸念された。ここでは、地下水位を上床エレメント下端までわずかに低下させることによって、薬液注入による改良を極力回避する小規模地下水位低下工法を採用した場合の影響について検討したので、その内容を示す。

2. 当該工事の概要 当該工事現場の平面図と断面図を図1に示す。本工事では、JR 山陽本線と県道直下において両立坑間 33～43 m に鋼殻断面(内空幅 16.4 m×内空高さ 6.5 m)を完成させたのち、内部を掘削して道路トンネルを構築する。地盤は、地表面から B 層(盛土層), Ac 層(沖積粘性土層, N 値=3 程度,  $c_u=28 \text{ kN/m}^2$ ), Ag 層(沖積砂礫層, N 値=19 程度), Dg1 層(洪積礫層, N 値=30 程度)が堆積している。Ag 層と Dg1 層を一つの帯水層として考えると、設計高水位(以下, HWL)は TP+5.71 m(地表面からの離隔 1.2 m)にあつて降雨の影響を受ける自由水であることから、日変動および季節変動をしている。なお、設計低水位 LWL は TP+3.08 m である。

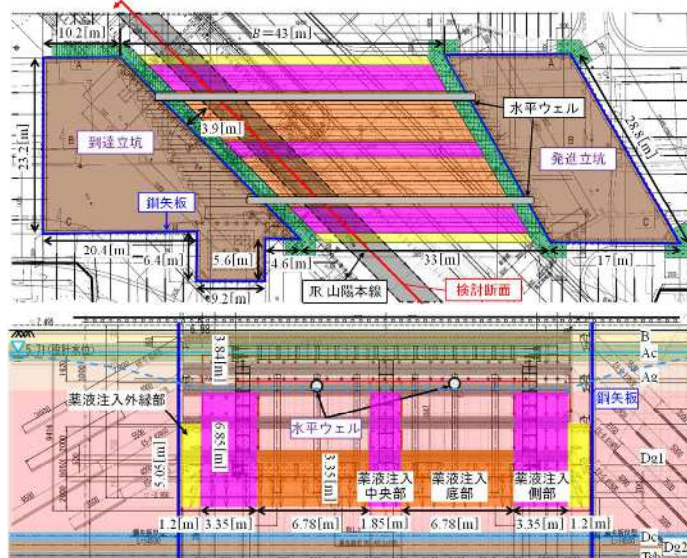


図1 当該工事付近の平面図および断面図

3. 地下水位低下の検討 HWL が上床エレメント(エレメント高さ 0.85 m)の中央深度付近に位置していることから、両立坑間に有孔管(以下, 水平ウエル)を水平設置して上床エレメント下端面以下まで地下水位を 2.57 m 低下させることにより、この部分における遮水用の薬液注入を省略することを考えた。計画とおりに地下水位を低下させるための水平ウエルの配置や本数を決定するために準3次元浸透流解析<sup>2)</sup>を実施した。解析モデルを図2(左側)に、各領域の透水係数を表1に示す。解析モデルの平面領域は、Siechartd の提案式(重力井戸の場合)<sup>3)</sup>による影響半径にもとづいて 860 m×860 m とし、端部に TP+5.71 m の地下水位を設定した。

水平ウエル設置深度における地下水位を 2.57 m 低下させた場合の浸透流解析結果を図2(中央)と図3(上段)に示す。JR 山陽本線(線路方向)の地下水位は、鋼矢板で囲まれた難透水性の立坑部や薬液注入領域の影響を受けながら、薬液注入天端部付近に向かって領域外から緩やかに低下する傾向が得られた。

4. 地表面沈下の検討 水平ウエル位置での地下水位低下に伴い、Ac 層では有効応力が増加して圧密沈下の進行が懸念された。ここでは、浸透流解析から算出した各平面位置での地下水位低下にもとづいて1次元圧密沈下解析を実施し、帯水層における即時沈下量も加算して JR 山陽本線線路方向の沈下量を算出した。沈下解析に用いた地盤材料パラメータを表2に示す。

各平面位置における沈下分布図を図2(右側)に示すが、沈下分布形状は

表1 各領域の透水係数

	透水係数 $k \text{ m/sec}$
帯水層(Ag層, Dg1層)	$2.76 \times 10^{-3}$
薬液注入領域	$1.00 \times 10^{-6}$
立坑鋼矢板	$3.40 \times 10^{-8}$

キーワード URT 工法, 小規模地下水位低下工法, 浸透流解析, 1次元圧密沈下解析

連絡先 〒540-0008 大阪府大阪市中央区大手前2丁目1番2号国民會館大阪城ビル4F  
株式会社地域地盤環境研究所 TEL 06-6943-9706

表2 沈下解析に用いた地盤材料パラメータ

土層名	下端標高 TP m	層厚 m	単位体積重量 $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	圧密係数 $C_v$	圧縮指数 $C_s$	膨潤指数 $C_s$	圧密降伏応力 $p_c$ kN/m <sup>2</sup>	初期間隙比 $e_0$
Ac	5.09	1.15	20	$6 \times 10^4$	0.29	0.00725	2,635	0.647
土層名	下端標高 TP m	層厚 m	単位体積重量 $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	内部摩擦角 $\phi^\circ$	弾性係数 $E$ kN/m <sup>2</sup>	ポアソン比 $\nu$	静止土圧係数 $K_0$	体積圧縮係数 $m_v$ m <sup>2</sup> /kN
Ag	3.34	1.75	19	36.2	32,900	0.29	0.41	$2.32 \times 10^{-5}$
Dg1	-5.21	8.55	20	37.6	57,100	0.28	0.38	$1.37 \times 10^{-5}$

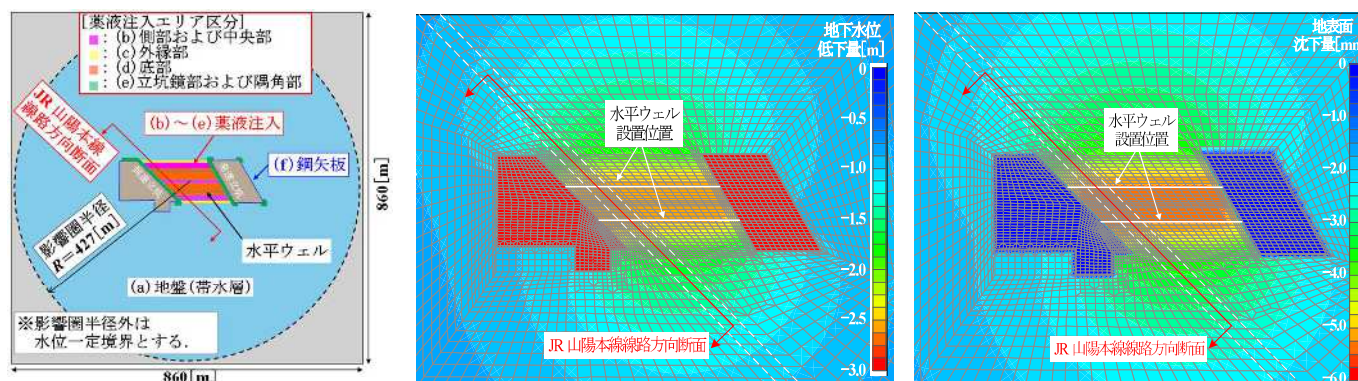


図2 浸透流解析モデル(2次元平面モデル, 左側), 地下水位低下分布図(中央), 地表面沈下分布図(右側)

地下水位低下分布形状と類似しており, 地表面沈下量の最大 5.3 mm であった. このうち, Ac 層の最大沈下量は 0.15 mm であり, 全体沈下量の 3% 程度と小さかった. これは, Ac 層が圧密しにくい砂質粘性土(低液性限界)であり, 過圧密比  $OCR \approx 113$  であることから, 有効応力の増加に伴うわずかな有効応力の変動は過圧密領域内にあったことが要因として考えられる.

この結果を踏まえて, 地表面沈下分布(図3(中段)参照)と JR 山陽本線軌道部の鉛直変位分布は同等と仮定した場合における軌道の高低差(相対変位量)分布図を図3(下段)に示す. 沈下分布は下に凸の形状であり, 側部の薬液注入領域と工事中央部付近で沈下分布の曲率が変わり相対変位量が大きくなる結果になったが, 水平距離に対する沈下量が小さいことから, 10 m 弦中央部における高低差は最大 0.3 mm と小さかった.

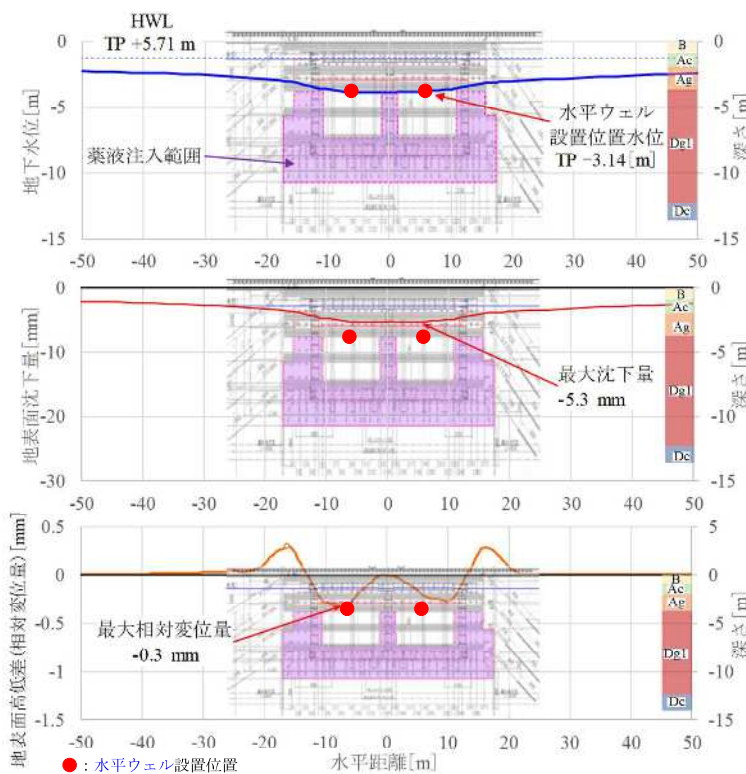


図3 JR 山陽本線線路方向断面の地下水位分布図(上段), 地表面沈下分布図(中段), 軌道高低差分布図(下段)

**5. おわりに** 線路下開放型推進工事において採用した小規模地下水位低下工法の影響について, 準3次元浸透流解析と1次元圧密沈下解析等を用いて検討した. その結果, 2.57 m の地下水位低下に対して粘土層の圧密沈下量は 0.15 mm 程度と小さく, 砂礫層の即時沈下量を考慮しても軌道の高低差に支障をきたさなかった. 本現場のような状況であれば, 施工が難しい線路直下での薬液注入工を回避する方法として小規模地下水位低下工法は有効であると考えられる.

**参考文献** 1) 森 他: 線路下開放型推進工事における小規模地下水位低下工法の検討(その1), 土木学会全国大会第79回年次学術講演会(投稿中), 2) 西垣他: 有限要素法による広域地下水挙動の解析 AG-GWAP マニュアル, 地下水学会地下水シミュレーション講習会テキスト, 1998. 3) (公社)地盤工学会: 現場技術者のための土と基礎シリーズ 19 根切り工事と地下水—調査・設計から施工まで—, pp.101-103, 1997.