

線路下横断工に伴う軌道直下の地下水位低下事例

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○仲山 貴司
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 内藤 圭祐
鉄建・不動テトラ建設共同企業体 正会員 加藤 義文

1. はじめに

現在、JR 東日本では、営業線の軌道直下を横断するボックスカルバートの建設に、軌道変状への影響が小さい「HEP&JES 工法」(図-1)を数多く採用している。この工法は、他のトンネル施工法と比べると、一度に解放する切羽面積が小さいため、切羽を自立させやすいものの、地下水位が高い場合や粒度分布の悪い地盤では、切羽の自立を助成するために、地盤改良の併用が少なからずとも必要になる。本論文では、この地盤改良に①都市部の軌道直下では事例の少なく、かつ、②新たな機能を有した“地下水位低下工法”を採用した事例を紹介する。

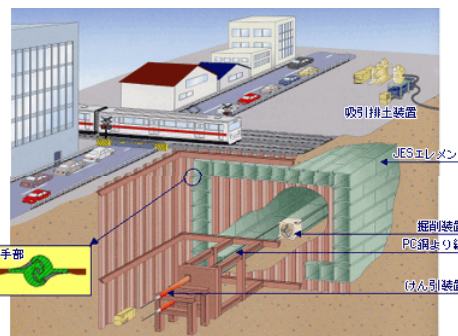


図-1 HEP&JES 工法

2. 地質および構造

図-2に当該箇所の地質と JES 函体、立坑の位置関係を示した。ここは古くは河川敷であったため、発進立坑側は溺れ谷で到達立坑側と地質が異なり、また、全体として、礫質土(dt, Dg1, Dg2 層)及び粘性土(dc, Lm 層)の互層で構成されてる。地下水は Dg2 層に存在し、ボーリング調査、揚水試験から透水性の高い被圧帯水層(最高水位 AP+100.2m, 平常時水位 AP+97.5m)であることが確認された。このため、立坑掘削時のボーリングや、JES エレメント推進時の切羽の崩壊が懸念された。

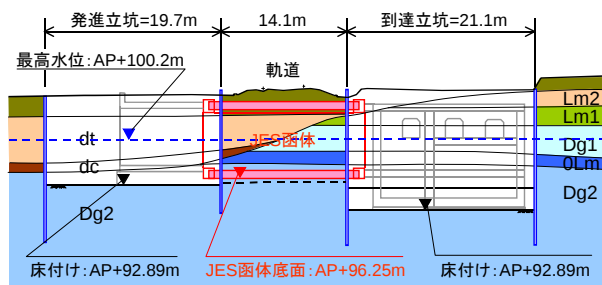


図-2 地質と JES 函体、立坑の位置関係

表-1 1本当りの揚水量

	通常の井戸	真空排水の井戸
透水係数 k (Dg2 層)	$3.2 \times 10^{-3}(\text{cm/sec})$	
井戸半径 r	0.200(m)	0.225(m)
有効スクリーン長 h	7.5(m)	5.0(m)
係数 α	1.0	2.5
揚水量 q	0.24(m ³ /min)	0.45(m ³ /min)

3. 地下水位低下工法の設計

地盤自体の自立性は高いことから、当該箇所では、地下水位低下工法の採用を計画した。なお、この際に、目標とする低下後の地下水位は JES 函体部底面および立坑床付け面から-0.5m とした(例えば、JES 函体部では AP+95.75m)。

地下水位低下工法にはディープウェル工法を採用した。ただし、通常は、大気圧下で井戸内に流入するによる地下水をポンプで揚水するが(以降、通常の井戸と記す)、当該現場では、井戸内を負圧にすることで地下水の揚水機能を高めた工法を使用した(以下、真空排水の井戸と記す)。この工法は、近年開発されたものであり、適用事例は少ないが、地下水位を低下させる期間が短く、かつ、設置本数も少なく済むという利点がある。例えば、当該現場では、

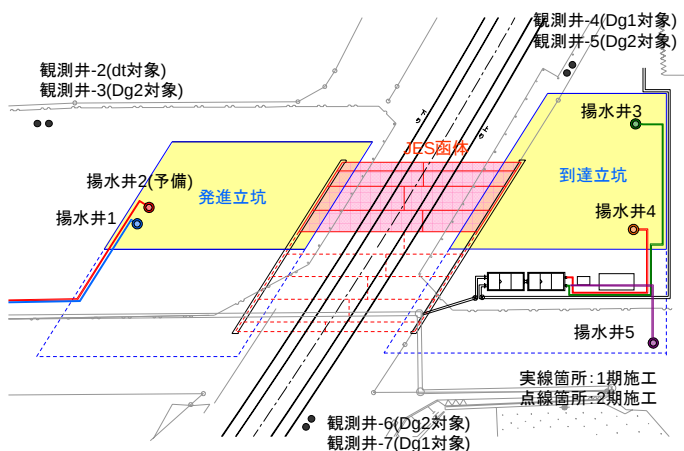


図-3 揚水井、観測井の位置

キーワード 線路下横断工法, 地下水位低下工法, 施工

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 JR 新宿ビル TEL03-3379-4353 E-mail : taka-nakayama@jreast.co.jp

シーハルトの式から算出される揚水量は通常の井戸に比べて 1.5 倍程度を見込める(表-1)。

図-3 に揚水井、観測井の配置を示す。軌道内に揚水井を設置することが不可能なため、土留めに囲まれた立坑内に設置した揚水井で、土留め外側の軌道直下の地下水位も低下させることとした。そのため、必要揚水量は釜場工法の設計に用いるマスカットの式から算出しており、最高水位のとき、発進立坑で $0.328(\text{m}^3/\text{min})$ 、到達立坑で $0.581(\text{m}^3/\text{min})$ であった。これらより、必要な揚水井の本数は発進立坑に 1 本、到達立坑に 2 本となった。なお、メンテナンス等による休止時に稼働させる予備の揚水井を両立坑に 1 本ずつ設置した。

4. 影響予測および対策

地下水位の低下は①周辺の井戸枯れや②地盤沈下や土留の変形を介した軌道変状を生じさせる可能性がある¹⁾。よって、これらの発生の有無を事前に確認した。

(1) 軌道直下の地下水位、井戸枯れ

揚水井と軌道、周辺の井戸の間に土留めが存在するため、軌道直下で目標とする地下水位に達するか、また、井戸枯れが発生しないかを簡易算定式のみから判断するのが困難であった。そこで、井戸調査と共に浸透流解析を実施した。平常時水位のときの解析結果を図-4、図-5 に示す。揚水量は設計値の 1/3 程度で目標とする地下水位に低下できること、また、直近の井戸で地下水位の低下量は 0.5m 程度であるのに対して、井戸内水位は 2m 程度あることから、井戸枯れしないことが想定できた。なお、解析の妥当性は揚水試験で確認した。

(2) 地盤沈下、土留の変形

地盤沈下には弾性沈下と圧密沈下があるが²⁾、Dg2 層は N 値 50 以上であるため、介在する粘性層の圧密沈下のみが懸念された。現場試料の圧密試験を実施したところ、圧密降伏応力 $2833.2(\text{kN}/\text{m}^2)$ の過圧密状態の粘土であり、有効応力の増加程度では圧密沈下は発生しないことを確認した。

また、土留めの変形は大雨時やポンプの故障等により地下水位が急激に上昇した場合に発生することが想定される。そこで、地下水位の PC 統括監視による揚水量調整やポンプ点検計画を事前に策定した。

5. 施工結果

図-6 に Dg2 層の観測井における地下水位低下結果を示した。地下水位低下を始めてから半月程度で地下水位を目標値まで低下させることができ、また、その後も安定した地下水位を確保することができた。また、この際に軌道変状や井戸枯れは確認されなかった。

6. おわりに

軌道直下に地下水位低下工法を採用した事例を紹介した。本論文が他現場の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) (財)鉄道総研：都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル，H19.1
- 2) 土質工学会：根切り工事と地下水・調査・設計から施工まで，H3.1

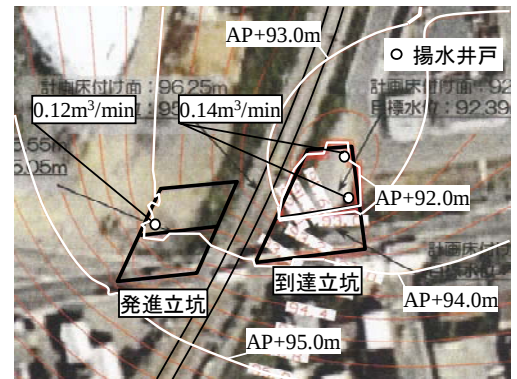


図-4 地下水位(解析結果：軌道近傍)

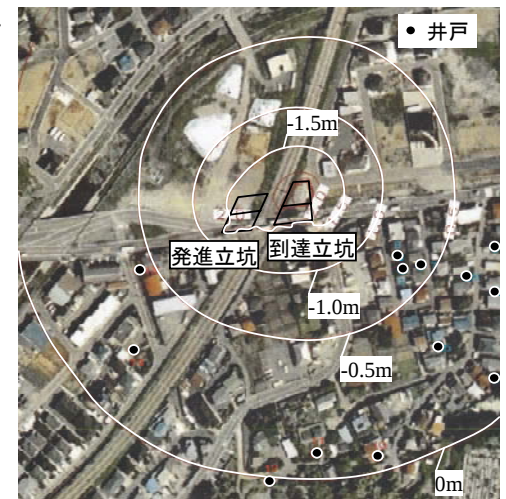


図-5 地下水位(解析結果：広域)

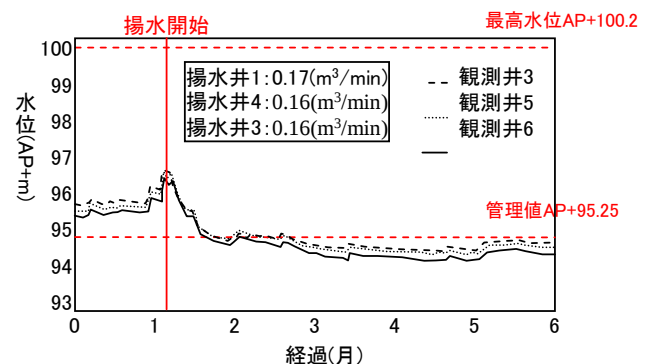


図-6 観測井の地下水位変化(観測井-3,5,6)

