

## 線路下開放型推進工事における小規模地下水低下工法の検討（その1）

大鉄工業株式会社 ○ 正会員 森 顕  
 地域地盤環境研究所 正会員 譽田 孝宏  
 西日本旅客鉄道株式会社 足立 勝美

## 1. はじめに

本工事は、姫路市の都市区画道路荒川線の整備に伴い、JR 山陽本線の姫路～英賀保間と平面交差（踏切交差）している荒川線を非開削工法の一つである URT 工法(Under Railway/Road Tunnelling Method)を用いてアンダーパス化するものである。

URT 工法にて構築するボックスカルバート（内空幅：16.4m，内空高さ 6.5m，延長 45.4m）は JR 山陽本線に並走している県道と久今宿線下にも構築するため線路と道路の二つの重要な施設下の推進工事となる。

ここでは URT 工法の内，線路下の小土被り及び地下水水位以深という条件下における開放型推進工事において実施した小規模地下水低下工法について報告する。

## 2. 設計段階の技術的課題

本工事では URT 上床エレメント天端(TP+6.29)はレール面より 1.2m 下（施工基面 TP+6.89m から 0.60m 下），県道の平均高（TP+7.50m）から 1.21m 下と非常に小土被り条件での開放型推進となる。上床エレメント高さは 0.85m であり，下面高さは TP+5.44m であった。

また事前のボーリング調査では周辺地下水水位の HWL は TP+5.71m であったため地下水水位以深での上床エレメント推進となる。

一般的に土被りが小さい線路下での URT エレメント推進工事の場合は開放型推進工法となるため，地下水水位以深は補助工法として薬液注入工を併用して地盤改良を実施し遮水及び切羽の安定を行っている（図-1）。

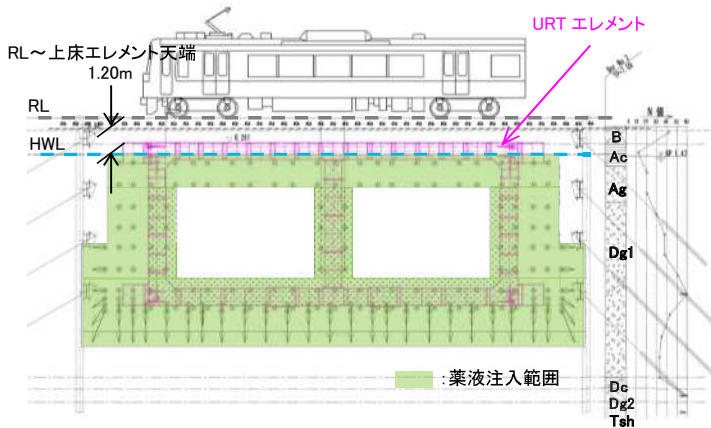


図-1 URT エレメント，薬液注入工断面図（当初）  
 線路直下の薬液注入工は線路隆起に伴う大規模輸送

障害の懸念及び線路保守作業が伴うため，夜間の線路閉鎖工事時間帯での作業条件となる。

本工事では，地下水水位以深となる薬液注入工の地盤改良範囲から線路までの離隔が非常に狭く，直上の線路の隆起などが問題となった。

## 3. 地下水低下工法の検討

上床エレメント推進に必要な地盤改良範囲を最小限にするため，部分的に地下水水位を低下させる小規模地下水低下工法の採用を検討した。

低下は上床エレメントが施工可能な高さまでとし，上床エレメント下端までを最小低下範囲に設定した。

地下水水位の低下は URT 推進用に設ける立坑（発進・到達）に有孔管（以下，水平ウエル）を水平に設置し，排水を行う方法を採用した。

検討した主な項目を以下に示す。

## (1)小規模地下水低下工法の検討

小規模地下水低下の検討を行うため浸透流解析を実施したり。

地下水水位を 2.57m 低下 (TP+3.14m) させる場合と設定し解析した結果，排水量は 230～270m<sup>3</sup>/日を見込み，その排水量を満足できる水平ウエルの有効径は φ125mm，本数は発進到達各 4 本計 8 本とした。設置高さは作業条件より TP+3.98m（上床エレメント下端より -1.46m）とした。

## (2)周辺地盤及び線路の沈下検討

(1)により小規模地下水低下を実施した際に発生する地盤沈下による周辺地盤，線路影響を解析し小規模地下水低下工法の安全性，有効性を確認する必要があった。

そこで(1)の結果を基に，地盤沈下量を圧密沈下解析により算出したり。

解析の結果，地表面鉛直変位量の最大値は 5.3mm となった。地表面の鉛直変位量と JR 山陽本線の鉛直変位量は同等であると仮定し，軌道の管理項目（高低変位）の 10m 弦中央における数値と換算した。この結果，軌道の高低変化は 0.3mm と管理値±7mm に対して非常に小さな値となり，問題ないことを確認した。

以上(1)(2)を検証するため，工事影響範囲内の地下水水位及び周辺地盤変状の監視を実施することとした。

キーワード URT 工法，鉄道，開放型刃口推進，小規模地下水低下工法，水平ウエル  
 連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 3 丁目 9 番 15 号 大鉄工業(株) 土木支店

薬液注入工は水平ウェルを設置することで発進到達合わせて 68 本、注入量にして 258,309ℓ 削減することができた (図-2)。

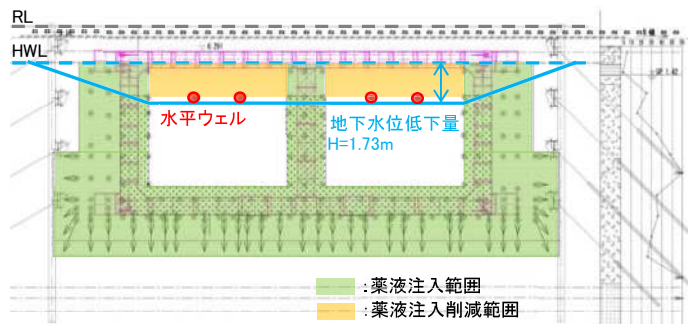


図-2 地下水低下工法，薬液注入工断面図 (変更)



写真-1, 2 水平ウェル設置完了 (左) 有孔管 (右)

#### 4. 小規模地下水低下工法の実施結果

##### (1) 地下水水位及び周辺地盤変位の確認

工事開始時より工事影響範囲の地下水水位及び周辺地盤の変状監視を実施し，その結果を以下に示す (図-3)。

梅雨など降雨の影響による変位はあるものの設計 HWL である TP+5.71m に達することは本工事期間中少なかった。水平ウェルを解放した 2023 年 4 月以降は梅雨や夏場の集中豪雨等の影響も受けながらも地下水水位が上床エレメント下端に達することもなく推移できている。

周辺地盤変位は線路自動計測で計測を行っている範囲の内，薬液注入工など本工事の影響範囲外の値を活用した。データはレール面の鉛直変位量を地盤変位量と置換えた。周辺の軌道整備の関係で一時的に隆起があるものの本工事 (小規模地下水低下工法) に起因したものではない。その他の数値は工事期間中において  $\pm 2.0\text{mm}$  以下を推移しており，地下水水位の変化による変状は些少で Ac 層 (沖積粘性土層) の圧密沈下も発生していないことが分かる。

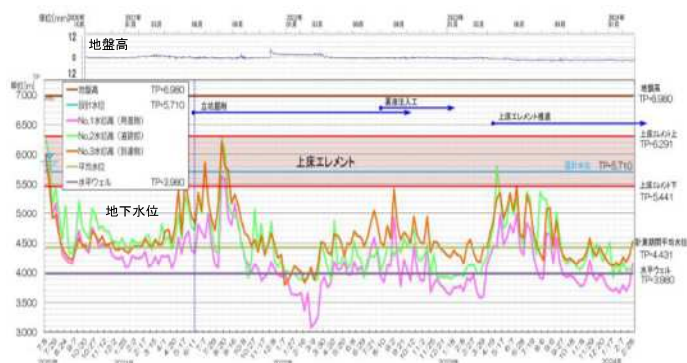


図-3 地下水水位及び周辺地盤の関係図

##### (2) 水平ウェル他排水量確認

前述のとおり，本工事開始以降地下水水位の値は計画 HWL より低い値を示している。これを踏まえ水平ウェルの排水量は発進到達両立坑合わせて約 18m<sup>3</sup>/日となり計画排水量 230m<sup>3</sup>/日に対しては約 8%の排水量となり非常に少なくなった (写真-3)。

その理由は，HWL からの地下水水位低下を検討していたこと，発進，到達立坑ともに土留構造であるグラウンドアンカーの隙間からの漏水や床付け面からの湧水の関係であると考えられる。立坑全体の排水量としては 108m<sup>3</sup>/日の計測結果となり，計画排水量 230m<sup>3</sup>/日と比べると約 47%の値となった。

##### (3) 上床エレメント推進による切羽安定確認

2024 年 3 月現在，上床エレメントは 7 本推進が完了しており，概ね天候が良い日が続くと切羽も地下水の影響はなく掘削，推進ができていく (写真-4)。しかし小土被りにおいて刃口開放型推進のため雨の影響は大きく，土質によっては高含水比になりやすく土砂崩壊の危険性が増す問題点もある。また，土質は概ね柱状図通りではあるものの，小土被り部の県道及び線路下の推進のため，インフラ設備の工事の埋戻し箇所も点在し，土質が安定していないという難点があった。この対策として掘削ステップの見直し等を行った。



写真-3, 4 水平ウェル排水状況 (左) 切羽状態 (右)

#### 5. まとめと今後の考察

線路下の小土被り及び地下水水位以下における刃口開放型推進工法において，補助工法で一般的に行われる薬液注入工を削減することを目的に小規模地下水低下工法を実施した検証結果は，現状上床エレメント推進作業中で大きな軌道変状は無く推移している。

今回適用できた理由として，本工事前に同姫路市事業で線路下水路ボックス推進工事が同用地内で実施されており，その工事実績で得られた地山条件も加味できたことが挙げられる。

地下水水位の HWL，土質詳細調査等別途検討する必要があるが，線路下で地下水水位以深のエレメント等推進工事では有効な手段と考える。付加価値としては上床エレメント部の薬液注入工が計 68 本削減したことにより工期を約 3.6 ヶ月短縮することができた。

##### 参考文献

- 1) 譽田他，線路下開放型推進工事における小規模地下水低下工法の検討 (その 1)，本講演会 (投稿中)