

# 仙石線地下化工事における地下水保全対策

Measures to Keep Natural Ground Water Flow during the Construction of Underground Tunnel of the Senseki Line

生田 雄 康 (いくた かつやす)

東日本旅客鉄道(株)東北工事事務所  
工事管理室 室長

松本 岸 雄 (まつもと きしお)

東日本旅客鉄道(株)東北工事事務所  
工事第一課 課長

古山 章 一 (ふるやま しょういち)

東日本旅客鉄道(株)東北工事事務所  
工事管理室 係長

大野 賢 二 (おおの けんじ)

東日本旅客鉄道(株)東北工事事務所  
工事管理室

## 1. はじめに

JR 仙石線地下化工事は仙台市の都市計画事業の一環として、仙台駅東部地区の仙石線と道路との平面交差による交通渋滞の解消と区画整理事業による均衡ある都市形成を目的に、仙台駅～苦竹駅間 (L=3 933m) を連続立体交差化 (地下化) するものである。

本工事において、仙台東口駅 (仮称) から工事終点までの約3 200mは、開削工法により地下鉄函体 (以下「函体」と略す) を構築している。この中で、地下水の豊富な宮城野原から工事終点までは仮土留め壁に遮水性の高いSMW (Soil Mixing Wall) を採用している。そのため、地下水流がせき止められ、上流側ではダムアッ

プ現象により地下水の地表面湧出や街路樹等植物の根腐れ、下流側では地下水位低下により井戸の枯渇や植物の枯死等が生じる懸念があり、何らかの対策が必要となる。

本報告は、この地下水保全対策の計画概要と、これに関する検討の一部を紹介するものである。

## 2. 路線と地質の概要

路線を図-1に、地質縦断を図-2に示す。層序は地表付近に表土とローム層、その下に第四紀の河岸段丘層、さらに下に新第三紀の凝灰岩類が分布している。

新第三紀層は、凝灰岩やシルト岩、泥岩、砂岩、亜炭などから構成され、段丘層とは不整合に接している。

また、この付近には「長町一利府構造線」と呼ばれる断層があり、これを境に新第三紀層は東方へ急激に深くなり、これに伴い河岸段丘層も層厚を増している。

河岸段丘層がこの地帯の主要な滞水層である。透水係数は $10^{-2}$  cm/sec オーダーと透水性は良好であり、地下水流は河岸段丘層内を地形状況に沿って北西から南東に向かって流れており、この傾向は年間を通して変わらない。

## 3. 対策工法

地下水を上流側から下流側へ通すために、継続的确实性・経済性・施工性を考慮した結果、対策として函体構築後、SMWを切断または削孔により撤去し、函体周辺を透水性の良い材料で埋戻し、通水層<sup>1)</sup>を設けることとした。

対策の基本構造は、図-3に示すように通水層厚を十分確保できる箇所に適用する函体上部に通水層を設ける方式 (2タイプ) と、函体上部に通水層を確保できない箇所に適用するサイフォン方式の3種類とした。なお、1-Aタイプは用地管理者との協議によりSMWを切断撤去する区間

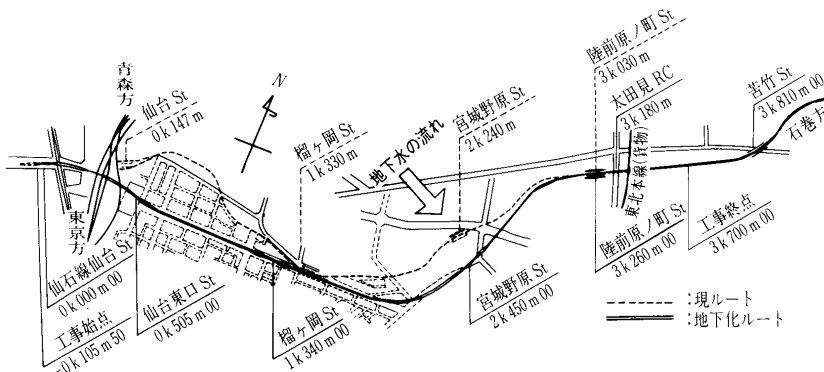


図-1 JR 仙石線仙台～苦竹路線図

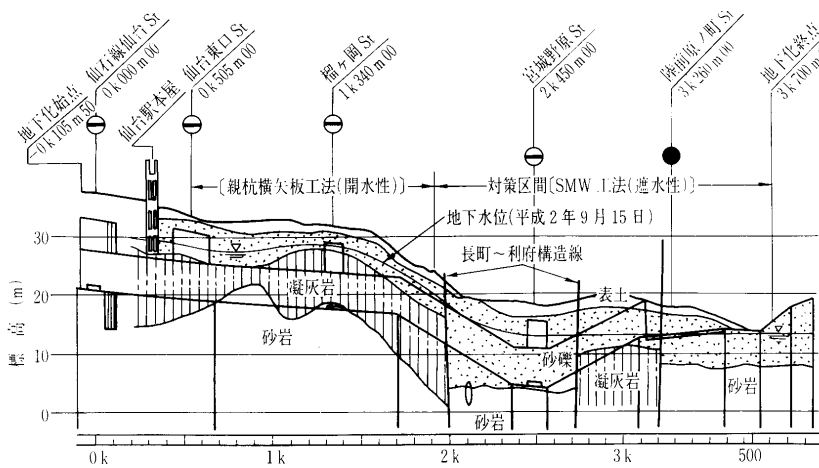


図-2 地質縦断図

工事報告

に、1-Bタイプは民家が近接しているためSMWを切断撤去できない区間にそれぞれ適用するものである。

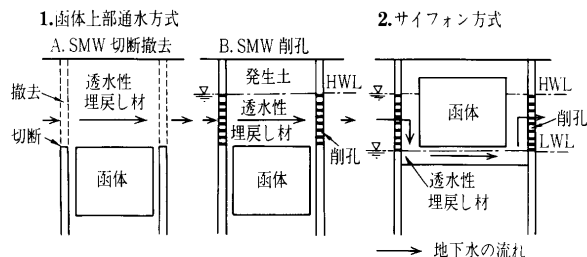


図-3 対策の基本構造

3.1 対策の検討手順

対策は図-4に示す手順で検討を行った。FEM 二次元浸透流解析では埋戻し材料に必要な透水係数の推定、FEM 準三次元浸透流解析では対策全体の効果の予測を行った。

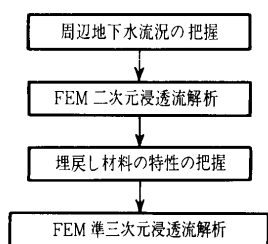


図-4 対策検討フロー

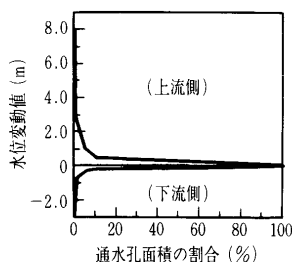


図-5 通水孔面積と水位変動

3.2 埋戻し材料の検討

通水層に用いる埋戻し材料として、FEM 二次元浸透流解析から必要とされた $10^{-1}$  cm/sec オーダーの透水係数を有するものとして室内透水試験<sup>2)</sup>等で数種の材料を比較検討の結果、経済性、市場性等も考慮しクラッシャーラン C-40 (JIS A 5001) が最適であるという結果を得た。また実施工で用いる管理指標を得るため、3.5t 振動ローラーの転圧回数を変化させ、まき出し厚さ30 cm×3層の試験盛土を造成し、各現場試験を行い締固め度と透水性および地盤強度の関係を調べた<sup>3)</sup>。結果を表-1に示す。実施工では施工過程において列車荷重が載荷される箇所があるため、管理基準値は鉄道盛土の締固め度90%以上、地盤反力係数11 kgf/cm<sup>3</sup>以上とした。それを満足する転圧回数は2回以上である。

表-1 埋戻し材の特性

転圧回数 (回)	締固め度 (%)	透水係数 $k$ (cm/sec)	地盤反力係数 $k_{30}$ (kgf/cm <sup>3</sup> )
1	89.7	$4.81 \times 10^{-2}$	9.2
2	91.7	$3.76 \times 10^{-2}$	12.6
4	95.5	$2.86 \times 10^{-2}$	12.9
6	96.2	$2.42 \times 10^{-2}$	11.5
8	97.1	$2.56 \times 10^{-2}$	24.1

3.3 準三次元浸透流解析による対策効果予測<sup>4)</sup>

対策全体の効果を平面的に把握するため、また地下水を通すために必要なSMWの削孔面積(以下「通水孔面積」と略す)を把握するために、上記現場試験結果<sup>3)</sup>に基づきFEM準三次元浸透流解析プログラムを用い定常解析(両端水位=同定水位という条件下)を行った。

対策を講じない場合に工事の影響による水位変動が最も大きかった断面(2k799m付近)の通水孔面積の割合とSMW位置での地下水位変動値の関係を図-5に示す。なお、変動が最も小さかったのは2k111m付近であり、上流側で0.8m、下流側で0.1mという値であった。

図-5から対策により水位変動は大きく抑えられていること、通水孔面積の割合を10%以上大きくしても効果に大きな差がないことが分かった。これに基づき、実施工では通水孔面積の割合を10%とした。また、SMWの下端が基盤岩まで達していない区間では工事の影響はなく、対策は不必要であるという結果を得た。

4. 施工計画

以上の検討に基づき、図-6に示すように区間ごとの対策を計画した。図中の対策番号は図-3に示す基本構造番号である。なお、宮城野原駅部については函体上部の土被り厚さが小さく通水層による効果は期待できないが、FEM準三次元浸透流解析の結果で前後区間の通水効果により、大きな水位変動は生じないことから対策は実施しないこととした。

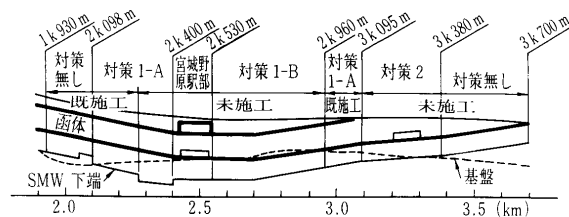


図-6 施工計画

5. おわりに

工事は施工前から周辺地域に地下水位観測井戸を設置し、継続的に地下水流況を観測しながら行っており、現在までに工事の影響によると思われる地下水位変動は起こっていない。現在、対策区間の一部の施工を終了したのみであり、本対策の効果は明らかではないが、今後、対策1-Bの施工等、本格的に対策区間の施工に入ることから、周辺地域の地下水流況の観測を継続し、効果の確認および解析との比較を行う予定である。

最後に、本対策の構築に御指導、御協力をいただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 西垣 誠：地下水に関する影響評価手法，基礎工，Vol. 20, No. 11, pp. 25～31, 1992.
- 2) 鈴木孝之・古山章一・興石逸樹・縄田晃樹：埋戻し材料の透水試験，第28回土質工学研究発表会，pp. 2221～2222, 1993.
- 3) 縄田晃樹・古山章一・下河原修・大野賢二：透水性を考慮した埋戻し材料に関する一考察，土木学会第49回年次講演会，1994.
- 4) 大野賢二・松本岸雄・鈴木孝之・縄田晃樹：FEM準三次元浸透流解析を用いた地下水流況予測，土木学会第49回年次講演会，1994.

(原稿受理 1994.11.29)