

併設シールド間の連絡路（２） 地上とトンネル内の双方から行う薬液注入工

横浜市道路局	入野 克樹
首都高速道路(株)	吉田 祥二
大成建設(株)	正会員 ○道本 真悟
ライト工業(株)	岡本 信之

1. はじめに

横浜環状北西線は、東名高速道路「横浜青葉 IC」と第三京浜道路「港北 IC」を結ぶ延長約 7.1km の路線である。そのシールド区間のうち併設されたトンネルを結ぶ連絡路を施工した（図 1）。¹⁾ 本工事の課題は、(1)短い工程かつ(2)砂地盤の条件において安全に非開削工法を行うことである。本稿では、(2)について報告する。

2. 補助工法の選定と概要

本工事における施工断面を図 2 に示す。当該工事は、N 値 50 以上の砂層主体であり、地下水位 GL-18.7m、最大改良深度 57m となる。一律な細砂であるため注入材が浸透しやすく、薬液注入の効果が十分に得られる地盤と判断されたことから薬液注入工を選定した。図に示すように、工程短縮の目的で地上と坑内から同時に薬液注入を実施した。地上からは、大深度施工の実績が多く品質の高いダブルパッカー工法で施工した。坑内からは、注入圧によるセグメント付加が小さく、薬液浸透性に優れたインナー注入工法で施工した。

3. 薬液注入工法における課題と対策

本工事では、パイプルーフに支保された薬注地盤を仮設土留めとして、土水圧を受ける構造設計となっている（図 3）。そのため薬液注入工には、確実な止水性が求められた。以下に、本工事で実施した 3 つの検討項目への対策を報告する。

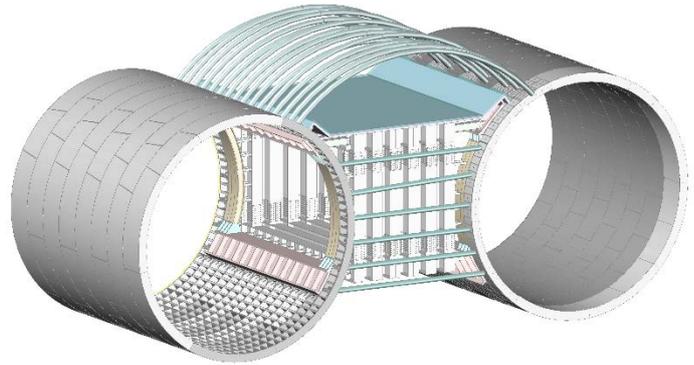


図 1 連絡路完成図

凡例：
 ダブルパッカー工法 計画注入範囲
 インナー注入工法 計画注入範囲

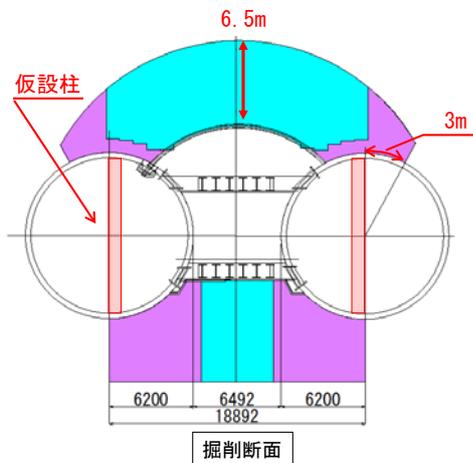
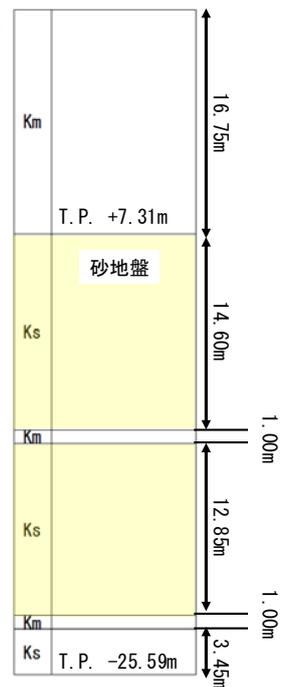


図 2 施工断面図

地表：T.P. +42.91m



キーワード 地中切開き、薬液注入、効果確認、砂地盤

連絡先 〒222-0012 神奈川県横浜市中区長者町 6-96-2 大成建設(株)横浜支店 TEL：045-232-2811

(1) 薬液注入範囲・注入量

頂部改良厚は、山岳トンネルに用いられる手法²⁾に準じて6.5mとされた。また、セグメントとの止水ラップ長を確保するため、切開き時に設置する仮設柱によって変形が拘束されるセグメント頂部から3m以上を注入範囲とした。底部注入範囲は、頂部より掘削幅が小さいため既往実績よりシールド中心線までである。注入率は、事前土質調査を用いて間隙率から計画注入率を算出した結果、39%となった。

(2) 薬液注入順序

ダブルパッカー工法とインナー注入工法では、薬液が硬化するpH領域が異なる。改良範囲が交わる部分で硬化前にそれぞれの薬液が干渉すると硬化が進まないため、シールド通過前後に時期を分けて施工した。シールドの裏込め注入範囲は、硬化後の収縮やブリージングで生じた間隙があり、薬液逸走の可能性があった。よってセメントベントナイトの先行注入を行った。

(3) 薬液注入効果確認方法および補足注入

効果確認を坑内から実施した。フローを図4に示す。坑内から効果確認ボーリングを行ったため、地上から行うのに比べ削孔長が短く、効率的に多くの箇所での確認が可能となった。ダブルパッカー工法によって得られる一般的な透水係数は、 $10 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ である。しかし、本工事では確実な止水性が求められたため、 $3 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ を目標透水係数とした。透水係数の算出には、式(1)を用いた。ここに、 k ：透水係数(m/sec)、 Q ：注入量(m^3/sec)、 H ：水頭差(m)、 L ：削孔長(m)、 r ：削孔半径(m)とする。

$$k = \frac{Q}{2\pi HL} \log_e \frac{L}{r} \quad (1)$$

4. 結果

効果確認による薬液注入結果を図5に示す。本工事の薬液注入では、平均透水係数が $0.436 \times 10^{-7} \text{m/sec}$ となった。ダブルパッカー工法で得られる一般的な透水係数と比較すると約23倍の透水係数である。このことより、本工事では高い止水性が得られたことが分かる。また、補足注入を含めた注入率が約44%であり、計画注入率と実施注入率の差は5%であった。

5. まとめ

本工事では、薬液注入の施工に関して、確実な止水性を得るために3つの対策を実施した。効果確認を効率的に実施し、間隙率から計画注入率を決定したことより、無駄なく確実な止水性を得るという目的を達成した。

参考文献

- 1) 吉田祥二, 奥田 豊, 京屋宜正, 斉藤功補：地中切開き工事 (1) トンネルの非稼働空間を利用した工程短縮, 土木学会第74回年次学術講演会, 2019
- 2) 鉄道総合研究所：注入の設計施工マニュアル, 平成23年10月

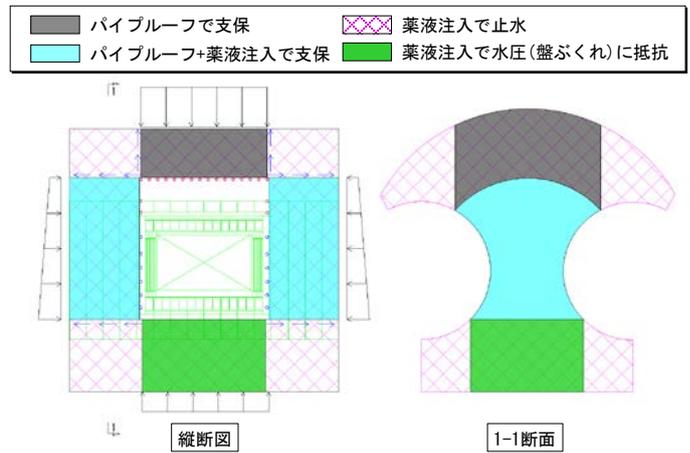


図3 設計モデル

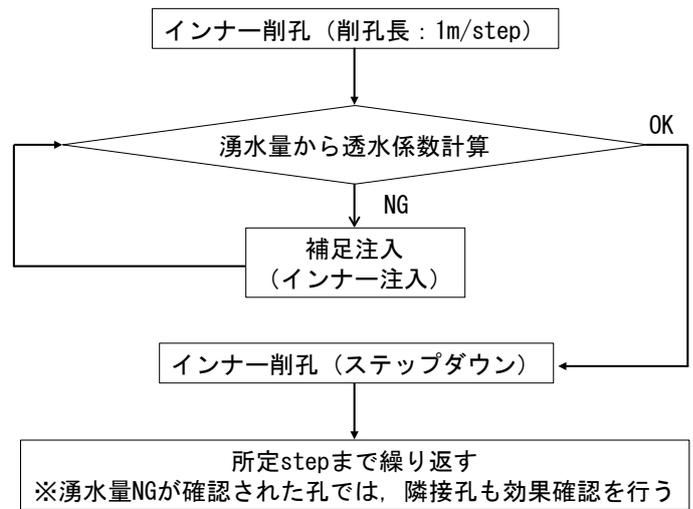


図4 薬液注入の効果確認フロー

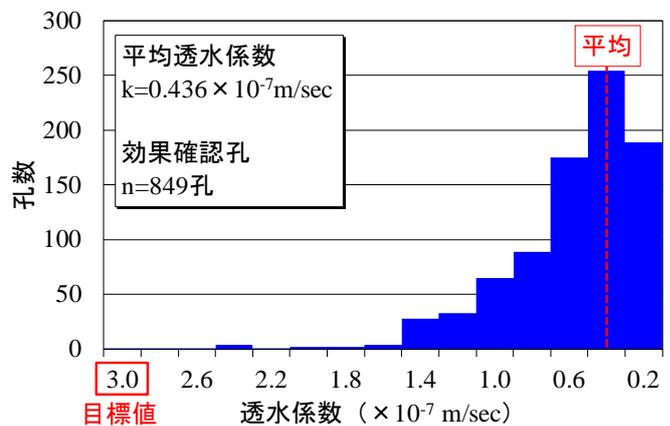


図5 透水係数ヒストグラム