

新技術を用いたシールドトンネル補強のための二次覆工工法

横浜市交通局 正会員 ○増田 淳
 株式会社奥村組 非会員 森 淳
 株式会社奥村組 非会員 福田 勝也

1. はじめに

横浜市交通局では、建設から40年以上が経過した横浜市営地下鉄ブルーラインのうち、塩分を含む地下水の漏水による劣化(以下、塩害)の著しい区間である平沼町シールドトンネル下り線(横浜駅から高島町駅間)の補強工事を行ってきた。

本稿は、上記工事にて採用した、超高強度繊維補強コンクリート型枠と高強度モルタル充てんによる二次覆工(鋼製支保工併用)について、類似工事の参考となることを目的に、本工法を報告するものである。

2. 経緯

平沼町シールドトンネルは、臨海部に位置し、塩害による劣化や、地盤の圧密沈下に対応するため、平成27年度から補修・補強工事を行ってきた。このうち、補強工事では、鋼製支保工(以下、H鋼)をトンネル内部に設置する予定となっていた。しかし、圧密沈下量が設計時の想定よりも大きく、当初設置予定のH鋼のみの補強では対応できないことから、二次覆工によって対応することとなった。

3. 工法選定

塩害環境下におけるトンネル変形に対する二次覆工工法については、鋼製段差継手セグメント(みなとみらい線高島トンネル)など様々な工法が開発され



図-1 位置図

ているものの、一般的な工法が確立されているわけではない。加えて当該部は「建築限界まで約350mm」

「臨海部であるため塩害の発生が予想される」「営業線内での施工となるため、施工可能時間は、き電停止中の約3時間に限られる」といった問題点があった。このことから、営業線の安全と施工効率を確保したうえで、いかに要求性能を満たすかが課題であった。

これらの課題の解決方針として「建築限界を侵さないため、型枠にも荷重を負担させる」「塩害に対応するため、二次覆工の最も外側となる型枠の材料は耐塩害性に優れたものとする」「施工効率のよいものを採用する」の3点から構造の検討を進めた。

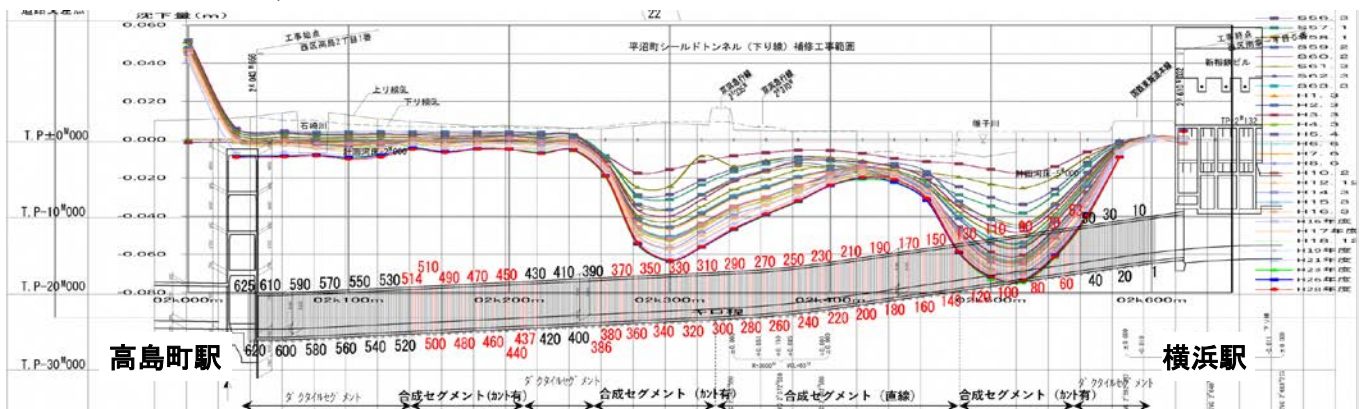


図-2 平沼町シールドトンネル(下り線)上部地盤沈下状況

キーワード シールドトンネル, 塩害, 二次覆工, 超高強度繊維補強コンクリート

連絡先 〒231-0005 横浜市中区本町6-50-10 横浜市交通局工務部施設課 TEL: 045-671-3145

4. 工法概要

二次覆工は、曲げ加工したH鋼(H-150×75)を架台にして、超高強度繊維補強コンクリート(以下、ダクト型)型枠を設置し、内部に高強度無収縮モルタル(設計強度80N/mm)を充てんすることとした。型枠に耐塩害性を有するダクト型を使用することにより、型枠に応力を分担させつつ、補強厚を建築限界内に収めることができた。なお、H鋼には、防錆処理として溶融亜鉛メッキ(HDZ55)を施し、人力で施工するため、1リングあたり9分割(26kg/ピース)とした。



図-3 工法概略図

施工手順は次のとおりである。なお、1リフトのモルタル充てん完了後、2リフト目のモルタルを充てんし、5リフト目が天端部となる。

断面測量 → H鋼工設置 → 鉄筋組立 → ダクト型枠取付(1～5リフト) ↔ モルタル充填(1～5リフト)

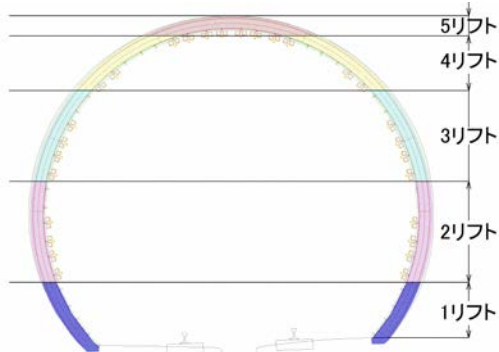


図-4 打設リフト図

5. 施工上留意した点

(1) 断面測量

既設セグメント変形量、建築限界との離隔、H鋼弧長を決定するため、全リングの断面測量を行った。

(2) H鋼設置

限られた作業時間内で施工精度と効率性が求められたため、設置手順を「①H鋼の架台を固定するため、既設セグメントにプレート設置」「②プレートにH鋼をクリップで挟み固定」とした。これにより、設置したH鋼の鉛直性、設置高、既設セグメントとの離隔は、クリップを緩めることで効率的に調整できた。

また、セグメント補強後に既設セグメント目地からの漏水が発生した場合を想定し、漏水の導水経路

となる空隙を鋼製支保工材背面に設けた。

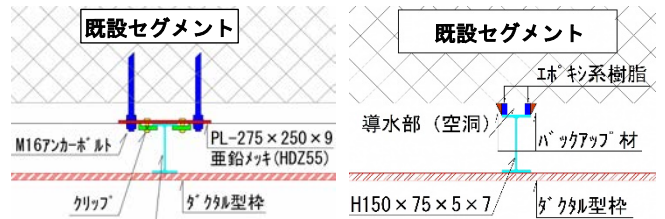


図-5 支保工取付図・導水工概略図

(3) ダクト型枠取付

H鋼はトンネル内壁に合わせた曲げ加工であるが、型枠は直線であることから、型枠とH鋼に隙間が生じる。このため、コーキング材等を使用し充てん材の流出を防いだ。また、列車営業線内の工事であることから、型枠が万一にも落下しないよう、全ねじアンカー(M10L=100mm 4本/枚)を型枠背面に設置した。



写真-1 型枠背面



写真-2 型枠取付状況

(4) モルタル充てん

ダクト型枠の耐圧力を計算した結果、 $P \leq 0.03\text{MPa}$ という結果を得たため、圧力管理を正確に行う必要が生じた。このため、モルタルポンプに設置した圧力計以外に、打設ホース口元部にも圧力計を取り付けて圧力管理を実施した。圧力計が 0.03MPa に近づいたときは打設を一時中止し、空気抜き等の状況を確認しながら施工した。これにより、型枠が圧力により破損することなく施工完了できた。



写真-3 空気抜きホース



写真-4 充てん状況

6. おわりに

本工法は、塩害環境下かつ建築限界等により補強可能範囲が制約されているシールドトンネルにおいて、周辺地盤の圧密沈下等によるトンネル変形に対する補強工法のひとつとして、鉄道トンネルに限らず、道路・上下水道トンネルにおいても適用できると考える。本稿が類似工事の参考となれば幸いである。