

千代田線隅田川シールドトンネル二次巻き工事の計画

東京地下鉄株式会社 正会員 大塚 努
丹治 宏
瀬筒新弥

1. はじめに

千代田線の北千住駅と町屋駅間を結ぶ隅田川単線シールドトンネル(6750)は、1リング8分割の中子型セグメントを使用し昭和40年代前半に建設され、途中、隅田川(感潮河川)の下を横断している。この隅田川下横断部において、塩害に起因すると考えられるセグメント等の劣化が進行していることが判明し、一部区間に対してトンネル二次巻き工事を施工することとした。

本稿は、塩害劣化状況調査結果及びトンネル二次巻き工事の計画について報告するものである。

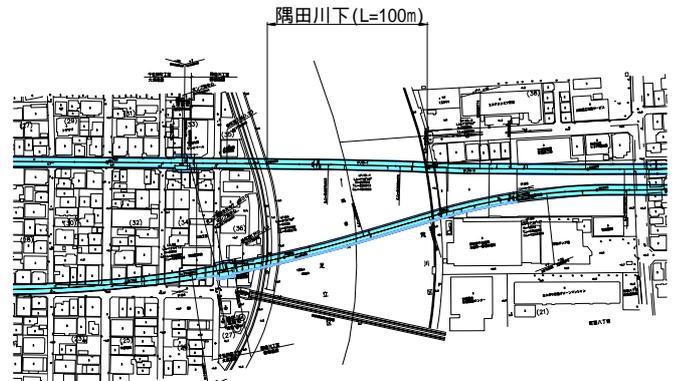


図 - 1 隅田川下横断部平面図

2. 隅田川下通過部の塩害劣化状況調査

(1) 調査目的

今回調査は、隅田川下を中心に塩害による劣化がどの程度の範囲に及んでいるのか、また、トンネル断面に対しての塩害による劣化状況を把握する目的で、塩化物イオン濃度測定、セグメント鉄筋の腐食状況調査を行った。

(2) 調査結果

塩化物イオン濃度調査結果の一部を図-2に、セグメントの劣化現況を写真-1に示す。

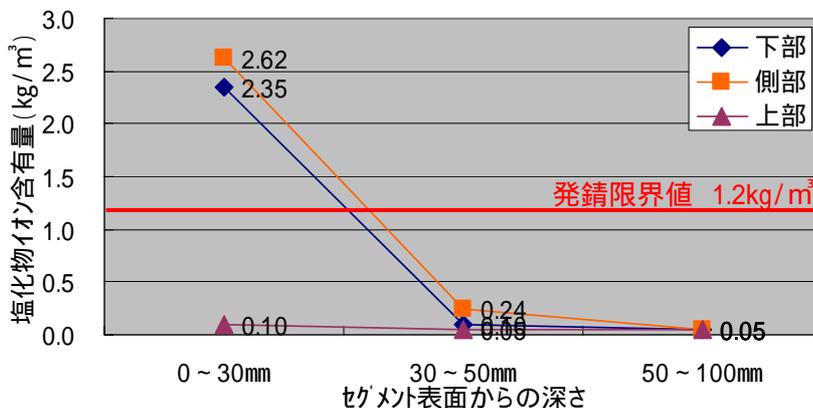


図 - 2 二次巻き施工箇所塩化物イオン含有量 (kg/m³)



写真 - 1 セグメント現況

本調査結果により、トンネル横断面については、上部(クラウン部)は比較的健全な状態にあるものの、側部から下部にかけては、塩化物イオン濃度が高く、発錆限界値を超える塩化物イオンの浸透は、セグメント表面より30mm程度に及んでいることが判明した。

トンネル縦断方向については、隅田川下を中心に終起点方向へそれぞれ100m(計200m)の範囲に塩害に起因すると考えられるセグメント鉄筋及び締結ボルトの発錆があることを確認した。

また、セグメント継手部からの漏水からは、塩化物イオンを検出している。以上のことから、当該区間トンネルの劣化機構は、漏水に含まれる塩化物イオンによる塩害であると判断した。

キーワード：シールド、塩害、二次巻き

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄株式会社工務部 TEL 03-3837-8086

3. 二次巻き工事の計画

(1) 工事目的

前述の調査結果に基づき、塩害による劣化の進行が著しく、トンネル建設時のセグメント組立過程で発生したと推定される断面変形のある区間（8m + 16m：計 24m）に対して、塩害進行抑止とセグメントリング補強を目的としたトンネル二次巻き（厚 200mm）を施工することにした。

また、トンネル二次巻き工事と併せ、劣化しているセグメント締結ボルトの交換も行うことにした。

(2) 工事概要

二次巻き工事の施工標準図を図 - 3 に示す。本工事は、図に示すとおり、トンネルの側部に対し、劣化しているセグメント表面部コンクリート（被りコンクリート）を除去し、鉄筋腐食の原因となる水及び酸素を遮断するため、遮蔽効果の高い二次製品の埋設型枠を設置し、セグメントと埋設型枠の間を無収縮モルタルで充填し、トンネル内面に二次覆工を施すものである。

(3) 施工フロー

セグメント締結ボルト交換：二次巻きにより埋設されるボルトについては全数と上部については、劣化が進行しているものを交換する。

セグメント表面部コンクリート除去：図 2 に示したとおり、発錆限界値を超える塩化物イオンを含むセグメント表面から 30mm の厚さのコンクリートをウォータージェットを使用して除去する。除去は、セグメント継手面を有する桁部のみとし、中子内及び中子間桁部は、ウォータージェットによる除去の際にセグメント締結ボルト及びボルト締結力に影響を及ぼすことが懸念されるため、目荒らし程度にすることとした。また、除去により、漏水が発生した場合には、速やかに止水工を行うことで計画している。

セグメント鉄筋防錆処理：セグメント表面部コンクリートの除去後、露出した鉄筋に防錆処理を行う。なお、鉄筋に発錆がある場合は、事前に錆の除去を行う。

埋設型枠設置：埋設型枠取付け用部材をセグメント締結ボルトを利用して設置し、不燃性の無機質系埋設型枠を設置する。設置は人力により行うことを考慮し、1 枚あたり H1,000 × W800 × T30（重量約 60kgf）とした。また、セグメントに対する確実な遮蔽効果を得るため、型枠相互の継手部目地処理を行う。

無収縮モルタル打設：埋設型枠とセグメントの間（厚 200mm）の充填材料は、確実な充填と密実性の確保、現場への材料運搬時間及び限られた打設時間（約 60 分程度）であること、打設後の養生等を勘案し、無収縮モルタルを使用することで計画している。

(4) 施工手順

セグメント表面部コンクリート除去を一度に行うと、セグメントリングに過大な断面力及び変位を発生させる可能性があることが解析により判明したため、ボルト交換以降の施工フローについては、トンネル横断面を上下左右 4 分割（側下部より施工）とした。分割施工による断面力の推移について解析を行い、2 回目（一方側下部完了、他方側下部施工）の時点でセグメント継手部曲げモーメントが最も限界値に近くなるが、トンネルの耐荷力に対しては問題ないとの結果が得られた。なお、施工中は、トンネルの鉛直・水平変位量に対する計測管理を行う計画としている。

4. おわりに

トンネル二次巻き工事は、準備工事を含め、平成 16 年 8 月に工事を着手しており、今後、本格的に二次巻き工事が施工される工程となっているので、施工状況等について機会があれば報告したい。

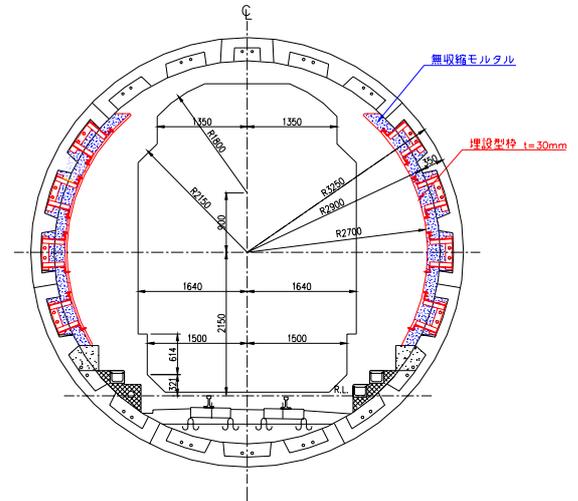


図 - 3 二次巻き施工標準図