

臨海部に位置する開削トンネルの中柱の補修工事における施工管理

東日本旅客鉄道株式会社 東京土木技術センター 正会員○ 小笠原 賢
正会員 関田 竜典
嶋野 芳憲

1. 研究の背景と目的

本稿で対象とする構造物は、臨海部に位置する箱型断面を有する鉄筋コンクリート（RC）構造の開削トンネルである。トンネル全体の構造は、坑口付近は開削トンネル、運河や河川を通過する部分は沈埋トンネル、それ以外はシールドトンネルにて構成されており、全長は約6kmのトンネルである。図1にトンネル全体の概要図を示す。開削区間の土被りは最大11.4mであり、一般的な開削区間の断面は図2に示すとおりである。1972年建設であり2015年3月時点で経年43年となる。

対象トンネルの開削区間は埋立地や感潮河川付近に位置していることから、塩害が原因となるRC部材の側壁や中柱にひび割れやかぶりコンクリートの剥離・剥落が発生している。

本稿では塩分の影響を受ける開削トンネルの中柱における、変状の実態に即した補修工事の概要と施工管理の要点について報告する。

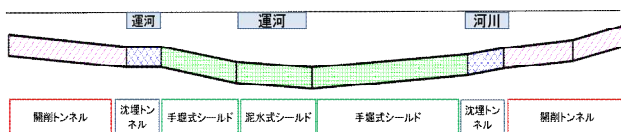


図1 トンネルの概要

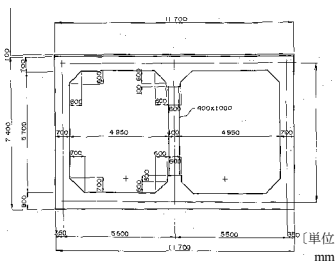


図2 開削トンネルの断面の例

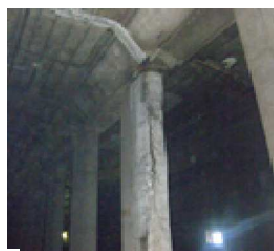


図3 中柱の変状

2. 変状概要

今回補修対象とした中柱の変状は図3に示すとおりであり、ひび割れ、鉄筋の露出、かぶりコンクリートの剥離・剥落が複合した状態であった。また、中柱直近の上床版や構造目地から漏水があり、列車通過時には滞水の飛散が見られた。この漏水は水質調査により塩分の濃度が海水の1/3程度であることがわかっている。さらに、別途行った中柱の躯体内部の塩分量調査により、主鉄筋背面の位置で塩化物イオン量が0.15～0.20kg/m³と比較的小さいものの、塩分が混入している

ことがわかっている。

3. 補修方法の検討

(1) 現場の施工条件

安全な作業条件の確保のために線路閉鎖手続きと上部作業時の上空架線の停電手続きが必要であり、作業時間に大きな制約があった。また、現地までは資機材運搬のために軌陸車を使用して移動するため、載線から現地までの移動で20分程度必要であり、さらに作業時間が短くなり、施工時間は110分程度であった。

(2) 補修方法の検討

現地調査および施工条件より、補修方法を検討し、主な対策は、変状の種類および補修後の再劣化防止の観点から、塩害対策および漏水対策であると考えられた。

塩害対策を行う範囲は、かぶりコンクリートの剥離範囲が広いものの、主鉄筋の周辺への塩分の浸透量が比較的少ないことから、断面方向での対策の深さは最大でも主鉄筋の背面までとし、大部分ではかぶりコンクリートのみとした。

また、鉄筋に関しては塩分を吸着するペーストによる防錆のほか、腐食量に応じた鉄筋の再配置の検討が必要であった。外観検査より、帯鉄筋の一部で断面欠損を確認したため、再配置が必要と判断した。

以上より、当該中柱の補修方法は剥離しているかぶりコンクリートをハツリ落とし、鉄筋の防錆処理と帯鉄筋を配置した後に、亜硝酸イオンにより塩化物イオンを吸着させるセメント系の材料を使用し、断面の修復を行うこととした。

4. 施工の実施

調査・分析とそれに基づく補修方法の検討より、図4の通り施工を行った。

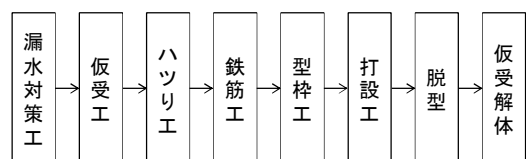


図4 施工フロー

キーワード 鉄道、塩害対策、開削トンネル、中柱

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区外神田1-17-4 JR秋葉原ビル6F TEL. 03-3257-1696

(1) 漏水対策工

施工中に変状が進行することや、対策後の中柱内部への塩分混入を防止するために、漏水対策を行った。

漏水の原因となっている上床版のひび割れにはウレタン系の材料を3MPa程度で加圧注入し、止水を行った。また、構造目地部からも漏水が発生していたため、止水に加え、腐食しにくい樹脂系の排水樋とステンレス製留金具を使用して導水を行った。施工の概況を図5および図6に示す。



図5 止水工



図6 導水工

(2) 仮受工

上載荷重によって中柱に作用する軸力を受替えるためにベントを組み、油圧ジャッキにてプレロードを作用させた。この概況を図7に示す。中柱に掛かる軸力は骨組解析により算出した。解析結果より油圧ジャッキ1基当たり200kN/m²のプレロードを作用させることとした。

また、複数のジャッキを使用していることから均一に加圧できるように、荷重を25%ずつ4段階に分けてプレロードを作用させた。そして、プレロードの荷重を上げていく段階で、柱とはりの接合部のひび割れや、ジャッキとはりの接点に支圧によるひび割れが発生していないかを入念に観察することとした。

さらに、施工中も圧力管理とひび割れの観察を行い、上ばりの沈下測定を行うことで上載荷重の影響を詳細に確認した。本工事ではひび割れは確認されず、また上ばりの沈下はわずかであった。これより、プレロードを適切に行うことができたと考えている。

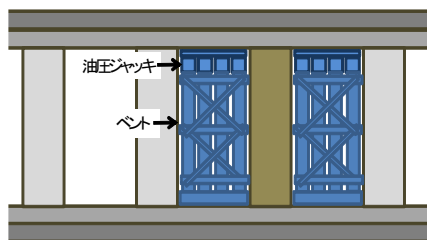


図7 仮受工の概況

(3) ハツリエ・鉄筋工・型枠設置

ハツリは3(2)で検討した施工範囲内で行い、主鉄筋内側のコアコンクリートにひび割れが発生することを防止するために、一部を手ハツリにて行った。

鉄筋工では主鉄筋の腐食は表層部のみであったため、

ケレンを行いそのまま使用した。帯鉄筋は断面欠損があるため、再配置した。また、塩害対策として塩化物イオンを吸着する材料を混入したセメント材料を使用するだけではなく、鉄筋にも対塩害用の防錆材を使用した防錆処理を行うことで残留塩分の影響を可能な限り小さくした。

型枠の設置では所定のかぶりを確保することとした。また、建築限界を確保するため、張出量の小さい型枠構造とするとともに、厳密な測定を行った。

(4) 打設工

施工時間が短いことから、材料は硬化時間が短く品質管理が容易なプレミクスタ입を使用し、現場練りとした。さらに品質を均一にするため、事前に現場でテストを行い、品質管理項目のJロート試験で所定の数値を安定して確保できる配合を採用した。また、配合のミスを防ぐために図8に示す事前に正確に計量できる容器を作成し、短い施工時間の中でも品質を確保する工夫を行った。また、打設の概況を図9に示す。

打設は作業時間に対し、練り時間や打設に要する時間、初列車の運行までに必要な所定強度となる硬化時間を考慮した結果、1日の施工量を0.3m³ (高さ1.2m)とし、3日に分けて打設した。

さらに、打設時に型枠のはらみ等により建築限界を支障しないように水糸を張り、厳密な管理を行った。

以上の施工管理により、本工事では施工時間が短い中でも列車の安全運行および、品質を確保して打設を行うことが出来た。なお、漏水対策から仮受解体までの施工に110日程度を要した。



図8 計量容器



図9 打設の概況

5. まとめ

今回、塩害による変状が確認された箱型断面の中柱において変状の実態に合った補修工事を行うことができた。施工においては、施工日数とコストが当初の予定を上回る結果となった。今後は今回の施工結果を分析し、工程の短縮とコストダウンを図る必要がある。

参考文献

- 1) 小笠原賢他：臨海部に位置する開削トンネルの中柱補修，土木学会関東支部第42回技術研究発表会