

横須賀線芝浦立坑における塩害による躯体コンクリートの劣化調査

東日本旅客鉄道株式会社 東京土木技術センター 正会員 ○相部 佑太郎
塚本 清成
長尾 拓真

1. はじめに

芝浦立坑は、横須賀線東京トンネル内の新橋・品川間に位置しており、中央部に換気ダクトを有している。近年線路直上に位置する換気ダクト部において、コンクリートに浮きや鉄筋露出が顕著にみられている。現在、コンクリート片落下防止のためネット工による応急対策を実施しており、現在変状に対する恒久対策を検討している。

本稿では、芝浦立坑におけるコンクリート躯体の変状調査、変状原因の考察について報告する。

2. 構造物概要及び変状概要

2.1 構造物概要

芝浦立坑は、横須賀線新橋・品川間に位置し、トンネルのシールド発進立坑として1970年に建設された。本立坑は、同時期に建設された芝浦変電所（B2F～地上3F建）とB2Fで接続している。

特徴として、立坑中央に上下線各2箇所ずつ、吹き抜け構造の換気ダクト（図-1）が設けられている。

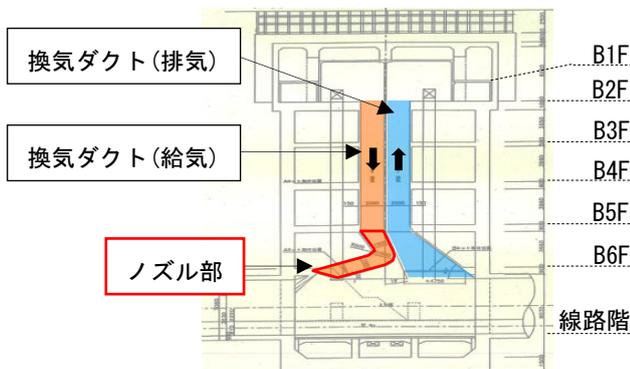


図-1 芝浦立坑 断面図

換気ダクトは給気、排気で異なった形状をしており、いずれも線路直上に開口している。また給気ダクト下部はノズルのような形状（以下ノズル部）をしている。

2.2 変状概要

(1) 換気ダクト

換気ダクト内部は、平成25年度より昇降機を用いた近接目視検査を実施している。検査にて確認された主な変状は、コンクリートの浮き、鉄筋露出であり、部

位によらず、換気ダクト全体に散見された。中でもノズル部に浮きが多くみられた（図-2）。



図-2 ダクト下部変状写真



図-3 芝浦立坑 位置図

これらの変状には下記のような特徴がみられた。

- ①はつり落とす際、かぶりコンクリートが面的に剥落する。かつ変状範囲が広い。
- ②鉄筋の腐食が著しく進行しており、断面欠損している箇所が散見される。
- ③鉄筋周囲のコンクリートに染み込むような錆汁が発生している。

これらの特徴は、同じく弊社が管理している東海道貨物支線羽田トンネルにおけるコンクリート劣化変状と酷似している。羽田トンネルは羽田空港周辺の東京湾や多摩川運河の下に位置しており、これらの変状は、塩分が含まれた漏水による塩害であることが判明している。芝浦立坑も同様に海に近接している立地（芝浦運河より水平距離約100m）（図-3）のため、主たる変状原因は塩害ではないかと推測した。

(2) 立坑躯体その他

換気ダクトを除く立坑全体では、各階の躯体コンクリートにおいて、前述したダクト内部と同様の変状がみられた。特に、変状は柱周囲および階段設置箇所のスラブ開口部周囲に集中していた。また立坑壁面から漏水がみられ、現在確認できている漏水箇所とは別の箇所でも、漏水や滞水が発生していた痕跡が確認された。さらにB2Fにおける地下立坑部と地上変電所との接続部において、漏水が発生していた。

3. 変状の詳細調査

今回当該劣化の主因が塩害によるものであるかの判定に加え、塩害の波及原因についての調査を行った。

特にコンクリートの健全度の低下が著しいノズル部については、詳細に調査を実施した。

(1) 塩分含有量調査

立坑の各階の壁面およびB5F, B6Fについては床版の上面下面についても計測を行った。計測はドリル法を用い、深さ20mm毎に、計100mm深まで実施した(図-4)。コンクリート標準示方書における鉄筋の腐食発生限界塩化物イオン濃度は、普通ポルトランドセメントを用いた場合、 $1.75 \sim 2.5 \text{ kg/m}^3$ とされている。B3Fの壁面、B5FおよびB6Fの床面にて腐食発生限界塩化物イオン濃度を上回る結果となった。B3F壁面は漏水箇所近傍であった。また、床上面については採取時に滞水等はなかったが、過去に滞水していたと思われる跡が見られた。このことから、漏水や滞水が塩害の進行に影響していると推察できる。

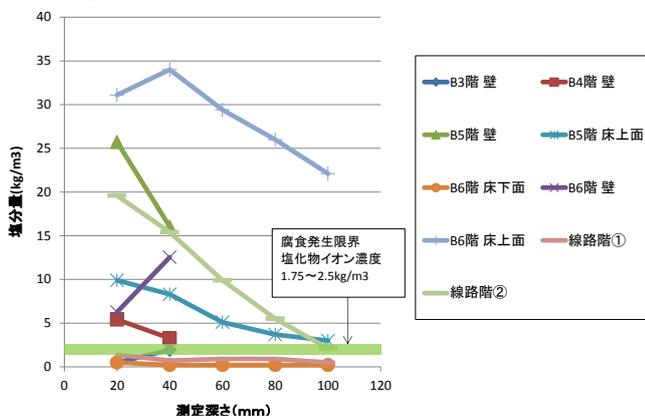


図-4 塩分量測定結果

(2) 簡易塩分量測定器調査

立坑内の漏水箇所の把握および漏水に含まれる塩分含有量を、簡易塩分量測定器を用いて計測を行った。各階における滞水箇所にて、B1F, B2Fについては、芝浦変電所との境界部からの漏水箇所を含む漏水・滞水箇所を調査した。B3Fより下の階は、排水管まわりの開口部から漏水が伝っている箇所を計測した。

計測結果は、B2F換気ダクトの水平区間からの漏水が最も値が大きく、計測可能上限値である0.1006%以上であり、当該湧水箇所が塩害の要因である塩分の供給源であると考えられる。一方、B1Fでは計測濃度の下限値の、0.0036%以下であった。その他B2Fより下階では、最大で0.0101%程度であった。一般的な海水塩分濃度3.4%と比較すると30分の1ではあるものの、少なからず塩分が含まれていることがわかる。

(3) 塩害の進行原因

調査結果より、立坑全体として塩害の兆候が顕著に見受けられ、鉄筋の腐食が進行していること、B2Fの漏

水に含まれている塩分が、塩害の原因であることがわかった。以下に、塩害が立坑全体に進行した要因を考察する。

B2Fの漏水箇所については排水溝が整備されており、集水後に線路下の貯水槽まで縦排水管にて導水している。しかし、排水溝にできた貫通クラックや、ケーブルダクト等の開口部が多いことにより、下層階に漏水が波及していた。それに加え、下層階では排水溝等が整備されていなかったため、滞水が発生したと考えられる。

次に、ノズル部の変状が著しかった理由について考察する。前述した漏水の経路でB6Fのノズル部と床面スラブとの接合部に水が到達する。弱点箇所である接合部に漏水が進入することにより、鉄筋が腐食した。鉄筋の腐食膨張圧によりコンクリートが剥離し、接合部に隙間ができたことにより、線路階に漏水が侵入したと考えられる。加えて、送風により漏水が飛散したことや、乾湿を繰り返し高濃度に塩分が浸透していたことも、変状を広範囲にさせた要因だと考える(図-5)。



図-5 ノズル部への塩害波及概要図

4. おわりに

芝浦立坑にて発生したコンクリートの劣化は、漏水に含まれる塩分によって引き起こされた塩害によることが調査でわかった。今後換気ダクト部に関しては、劣化したコンクリートの打ち替えを予定している。また立坑内の漏水発生箇所に対して、注入工による漏水修繕、および既存排水設備の容量を拡大する等の導水工を併せて検討している。

また弊社では、同種構造かつ立地条件も同様な立坑が複数存在する。今回の調査で得られた知見を活用し、他立坑の補修の参考としたい。そして検査時は、塩害の要因である漏水の有無を把握し、適宜止水工事等を実施していくこととしたい。

参考文献

- 1)地下鉄トンネルにおける塩害発生条件の検討, コンクリート構造物の補修・補強・アップグレード論文報告集, 第11巻, p. 147, 2011. 10
- 2)コンクリート標準示方書「維持管理編」, p. 174, 2013. 8