

耐塩害性防振まくらぎの開発

東京地下鉄株式会社	正会員	○星 幸江
東京地下鉄株式会社	正会員	武藤 義彦
東京地下鉄株式会社		吉浦 聖
株式会社安部日鋼工業	正会員	横川 勝則
株式会社メトロレールファシリティーズ		板橋 正春

1. はじめに

東京地下鉄の路線は、約 85%がトンネル区間であり、河川や濠に近接している一部の区間では、漏水や湧水の影響から湿潤な環境下にある。そのため、レール電食や塩害によるまくらぎの爆裂が多く見受けられる区間がある。また、ある区間では電食レール近傍から採取した水の塩化物イオン（以下、Cl⁻という。）の濃度が高い数値を示していることが分かっている¹⁾。

今回、まくらぎの爆裂が多く見受けられる河川下区間において、新たに弾性材一体型防振まくらぎ（写真-1）を開発し、まくらぎ交換のみで塩害対策を行ったので紹介する。



写真-1 弾性材一体型防振まくらぎ

2. 現状調査及び開発経緯

当該区間では、PC まくらぎ下に防振パットを配置し FRP 製の防振箱で取り囲みコンクリート道床に埋め込む防振軌道構造を採用している。そのため、コンクリート道床部と防振箱が一体化しており（図-1）、防振箱に流入した Cl⁻を含む水が滞水している。また、常に滞水及び乾燥を繰り返すことから、塩素濃度が高くなっていることが考えられる。

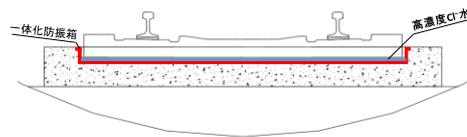


図-1 一体化防振軌道

おもなまくらぎの爆裂の発生過程は、埋込栓端部から Cl⁻を含む水が流入し、スパイラル鉄線の不導体被膜が破壊され酸素と触れることによって酸化し鉄線が膨張することが考えられる。

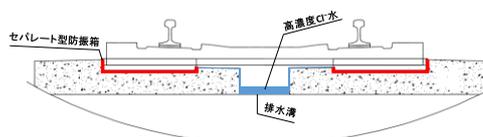


図-2 セパレート型防振軌道

また、防振箱内に滞水した高濃度の Cl⁻を含む水がコンクリート表面から浸透すること、さらに PC 鋼棒定着用のまくらぎ端部切欠き穴の後埋めモルタル部も浸透経路となって、まくらぎ内部の鋼材がスパイラル



写真-2 まくらぎ爆裂状況

鉄線と同じ過程を経てまくらぎの爆裂が発生していると考えられる。この課題を解消するには、漏水の止水及び道床更新によりセパレート型（図-2）に構造変更することが滞水対策として有効なことが挙げられるが、コスト面、速効性を考慮し、まくらぎ自体の塩害抑制効果を向上させた PC まくらぎを開発することとした。なお、当社の防振軌道は、FRP 製の防振箱より上部のまくらぎのみの部分交換により、比較的容易に交換できる構造となっている。

キーワード 弾性材一体型防振まくらぎ, 塩害, 高炉スラグ微粉末, エポキシ樹脂塗装, まくらぎ爆裂
 連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野三丁目 19-6 東京地下鉄株式会社 工務部 軌道課 TEL03-3837-7094

3. 現状調査を踏まえた対策方法

調査結果を踏まえて、以下3項目の対策をとることとした。

(1) 埋込栓部のスパイラル鉄線塗装

スパイラル鉄線の塩害対策として、防錆効果が確認されているエポキシ樹脂塗装を施すこととした。また、エポキシ樹脂は絶縁性能があり、電食抑制効果も期待できる。塗装厚は一般的な $220\mu\text{m}$ ($\pm 40\mu\text{m}$) を採用した(写真-3)。

(2) まくらぎと弾性材の一体化

防振箱内のまくらぎ底面や、側面のまくらぎ端部切欠き穴からの Cl^- を含む水の浸透を防ぐために、まくらぎ底面及び側面に弾性材を定着させた(図-3)。定着方法は、型枠に PC まくらぎと弾性材の一部を配置したうえで、流動性のある弾性材を流し込み一体化させた。弾性材のバネ定数は、まくらぎの部分交換にも対応できるように現状で敷設されている防振まくらぎ構造と同値とした。また、弾性材の露出部は、水分を含みやすい埃が堆積しないよう勾配を付けた。さらに、端部は劣化しやすいため、ウレタン系シーリング材で目地詰めを施し、脱着可能な構造とした。

(3) セメント配合変更

まくらぎへの Cl^- を含む水の浸透を抑制するために、塩分浸透抑制効果が認められている²⁾高炉スラグ微粉末をセメントの一部と置き換えた。しかし、高炉スラグに置き換えた場合、初期強度の発現が遅れることから蒸気養生の温度、養生時間等を調整し、所定の強度が得られるようにした。次に、高炉スラグ微粉末の粒径は置換率と圧縮強度との関係を試験し、粉末度 6000 ブレーン比表面積のものを採用した。当社において、高炉スラグ微粉末を混和材として使用したまくらぎは初めての試みであるため、当社基準の改正を行い導入した。今回開発したまくらぎは、一般的な弾性材一体型まくらぎと比べ、上記3項目により塩害対策に特化したまくらぎとした。

4. 試験敷設

平成26年10月より電食・塩害が著しい河川下において株式会社メトロレールファシリティーズ施工による弾性材一体型防振まくらぎの試験敷設が行われた。延長29mに亘り離散的に敷設しており、敷設経過報告は良好である(写真-4)。

5. おわりに

東京地下鉄では、これまで様々な電食対策に取り組んできたが、近年は塩害によるまくらぎ爆裂対策にも力を入れている。今回、 Cl^- を含む水の流入を防ぎ、塩分浸透抑制効果を向上させた弾性材一体型防振まくらぎを開発した。現在は、試験施工の段階ではあるが敷設経過は良好であり、今後も更なる検証を行うとともに、その他の塩害箇所への展開も進めて行きたいと考えている。

最後に、本研究の取り組みにあたりご協力いただいた株式会社安部日鋼工業、株式会社メトロレールファシリティーズの皆様には厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 小林実, 久保田聡一, 岡島寛季: 地下鉄の漏水による電食多発区間における化学分析結果, 土木学会第69回年次学術講演会, 平成26年9月。
- 2) 小島孝昭, 豊福俊泰, 小林一輔: 塩害に対応した高耐久性 PC 構造物の建設と性能評価に関する研究, 土木学会論文集, No.802/V-69, pp235-253, 2005。



写真-3 スパイラル鉄線の塗装前後

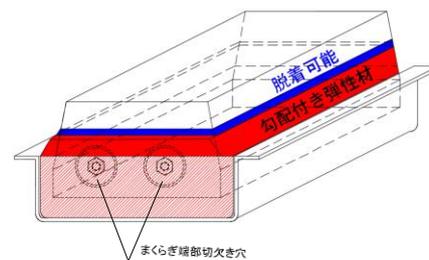


図-3 勾配付き弾性材

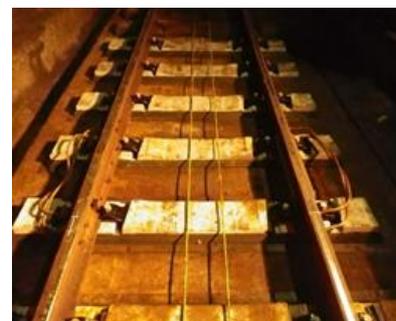


写真-4 試験敷設状況