

地下鉄トンネルにおける犠牲陽極材の防食効果の検討

(株)メトロレールファシリティーズ 正会員〇 武藤 義彦、胡广ヶ野 晃大
 東京地下鉄(株) 正会員 野口 正則
 (株)CORE 技術研究所 正会員 小椋 紀彦
 住友大阪セメント(株) 正会員 鹿島 篤志

1. はじめに

東京地下鉄(株) (以下、東京メトロという) では塩害劣化箇所の対策工法として電気防食工と断面修復工を組み合わせた工法に着目し検討を重ねてきた。その結果、地下鉄トンネル内環境下では断面修復時に犠牲陽極材を埋め込む工法が鉄筋の腐食抑制効果を有するとともに施工性も問題がないという結果に至った。現在箱型トンネル部において塩害の発生が懸念される区間をリスクの高い順に補修の優先度を決定し、上記対策工法を進めている。また対策工法の適用箇所では犠牲陽極材による腐食抑制効果が発揮されていることを確認するためにモニタリング計器を設置し、電気化学的計測を継続して行っている。

本稿では東京メトロで適用している埋設型犠牲陽極材の防食効果の検討を行ったので報告する。

2. 調査概要

(1) 調査対象

塩害対策工法の補修概要および調査概要を表-1, 2に示す。使用する犠牲陽極材は A・B 区間とも同一とするが、断面修復材は A 区間では超速硬系ポリマーセメントモルタルを使用し、B 区間は A 区間で使用した材料を軽量化した物を採用した。モニタリング箇所は、A 区間・B 区間とも側壁部各 2 か所とし A・B 各区間で計 4 か所を選定した。写真-1 に示すようにモニタリング機器は個体型照合電極を犠牲陽極材近傍に各 1 個埋設し、モニタリング箇所の犠牲陽極材にはコンクリート中で鉄筋と電気的な接続を行わずにリード線を用いて、コンクリート表面に設置した計測 BOX 内で鉄筋の配流端子と接続する構造とした。

(2) 調査内容

調査内容は防食電流量と防食効果の確認として復極量試験とした。復極量試験は通電遮断直後の鉄筋のインスタントオフ電位と通電切断 24 時間後の電

表-1 塩害対策工法の補修概要

項目	概要
犠牲陽極材	亜鉛：38g (4 個/m ²) 亜鉛刺激剤：臭化リチウム、硝酸リチウム
断面修復材	【A 区間】 超速硬系 [®] リマーセメントモルタル 電気抵抗率：9.0kΩ・cm (28 日) 比重：2.6～3.0g/cm ³
	【B 区間】 軽量超速硬系 [®] リマーセメントモルタル 電気抵抗率：20.2kΩ・cm (28 日) 比重：1.3～2.0 g/cm ³
表面含浸材	アルキルtrialコキシラン 95%液状

表-2 調査概要

調査区間	計測番号	上下線別	断面修復材	施工時期
A 区間	A-1	上り	超速硬系 [®] リマーセメントモルタル	2014.8
	A-2	上り		
	A-3	下り		
	A-4	下り		
B 区間	B-1	上り	軽量超速硬系 [®] リマーセメントモルタル	2017.1
	B-2	上り		
	B-3	下り		
	B-4	下り		

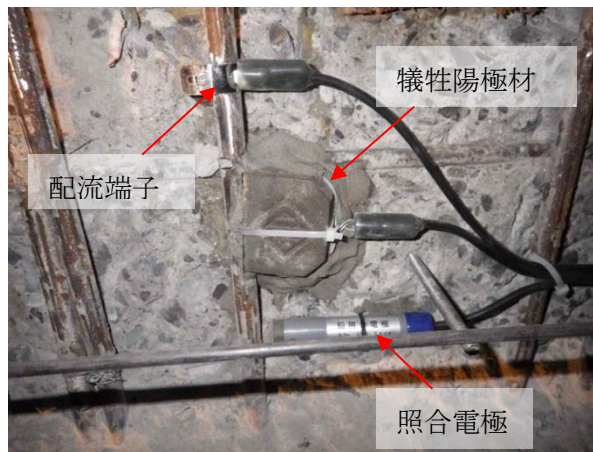


写真-1 計測機器の設置状況

位の測定を行い、復極量を算出した。防食電流量は、鉄筋と陽極材リード線の上に 1Ω のシャント抵抗を固定し抵抗間の電圧を測定した。なお、測定は写真-2 に示すようにデジタルマルチメータを用いて実施した。

キーワード 犠牲陽極材、断面修復、防食効果、復極試験、耐久性

連絡先 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1-36-5 3F (株)メトロレールファシリティーズ TEL. 03-5643-9300

3. 調査結果

(1) A 区間

A 区間における防食電流量および復極量の経時変化を図-1に示す。防食電流量は全ての箇所において初期値が最も大きく、時間の経過に伴い減少傾向を示している。復極量は300日まで初期値と比較して減少傾向にあったが、その後増加傾向にある。1230日経過時点で防食電流量は0.003~0.13mAの値を示している。また復極量はA-1以外で132~386mVの値を示し、外部電源方式による防食基準である100mVを満足している。A-1でも1230日経過時点で80mVの値を示しているとともに増加傾向にあり、現時点で腐食抑制効果はあるものと考えられる。復極量が防食管理基準を満足する値でも防食電流が低い要因としては、長期に渡り腐食抑制電流が鉄筋に供給されたことに伴い、鉄筋周囲の環境が改善され、適用初期と比較して少しの電流で復極量が得られたものと考えられる。

(2) B 区間

B 区間における防食電流量および復極量の経時変化を図-2に示す。B-2を除く測点では、A区間同様に通電初期に最も大きな防食電流量を示し、時間の経過とともに減少する傾向が認められ、復極量も100mV以上の値を示していることが確認された。一方、B-2部分については通電初期から防食電流量は0.024~0.029mAと非常に小さい値を示しているが、復極量は100mV以上の値を示していることが確認された。何れの箇所も防食電流量のバラつきは認められるものの復極量が100mV以上あるため防食状態にあるものと考えられる。

4. まとめ

地下鉄営業線トンネル内での施工性および鉄道施設物への影響等の条件を考慮し、塩害対策補修工法を適用して3年6か月が経過した。これまでの効果確認の計測では防食電流量・復極量ともバラつきはあるが、防食効果は機能していると判断できる。また断面修復材による犠牲陽極材への効果の影響はA・B区間で差はないと考える。しかし、埋設型犠牲陽極材の防食効果が今後どの程度まで持続し、犠牲陽極材の更新時期の明確な判断基準が確立できていない現状にある。今後もモニタリング計測を継続することで基準を確立する必要がある。また現地で犠牲陽極材と鉄筋をはつり出す破壊試験を実施し、鉄筋腐食状況や埋設型犠牲陽極材の質量変動を測定



写真-2 測定状況

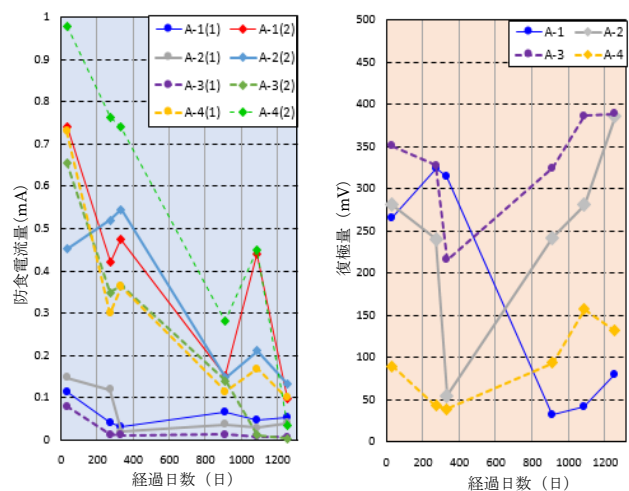


図-1 A区間の防食電流量と復極量の経時変化

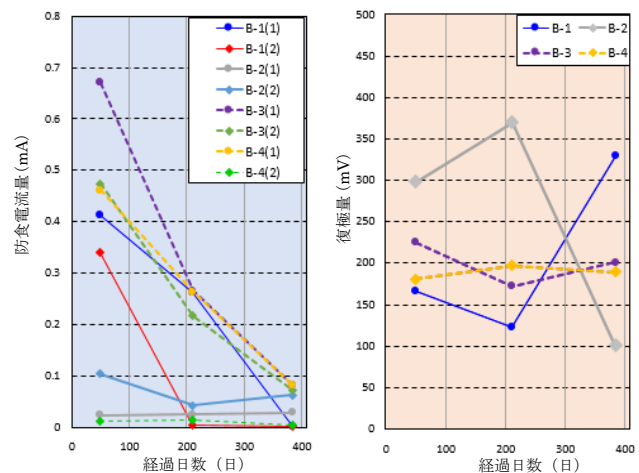


図-2 B区間の防食電流量と復極量の経時変化

して電気化学的計測との相関性を確認することとする。

参考文献:

- 1) 武藤義彦、大泉政彦、諸橋由治、葛目和彦、大即信明：地下鉄トンネルを対象とした塩害対策工の検討，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14巻，pp287-294，2014。