

鉄道トンネル中央通路側壁における流電陽極工法の腐食抑制効果に関する検証実験

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○北里 龍馬
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 湯浅 康史

株式会社ピーエス三菱 正会員 鴨谷 知繁
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 渡辺 佳彦

1. はじめに

近年、図-1 に示す鉄道トンネル中央部の保守用作業通路(以下、中央通路)において、漏水が底版と側壁との境界面へ侵入し、境界面近傍の鉄筋が局所的に腐食する事象が確認されている。対策としては従来のU型プレキャスト部材への取替えのほか、劣化要因と推察される境界部近傍の鉄筋腐食を抑制することが重要である。

著者らは、内部挿入型流電陽極方式電気防食工法(以下、本工法)を中央通路側壁部へ試験的に適用した結果、通電開始後 50 日の復極量は 50mV 以上であり、ある程度の腐食抑制効果が期待できることから、その適用性を確認している¹⁾。本稿では、今後、本工法を本格的に採用する上で課題となる中央通路における腐食抑制効果の検証を目的に、境界部鉄筋(以下、境界腐食部)を分割鉄筋で模擬した実物大試験体を製作し、分極試験を実施したので報告する。

2. 試験概要

試験体概要図を図-2 に示す。底版と側壁の一部を切り出した形状であり、軌道側主筋には境界腐食部を L=30mm とし、その他を健全部とした分割鉄筋を配置した。試験要因を表-1 に示す。境界腐食部には撤去した中央通路側壁部から採取した断面欠損を有する鉄筋(試験体 sp-1)と 1 ヶ月の水道水散布により表面錆を形成した促進腐食鉄筋(試験体 sp-2・sp-3)を使用した。写真-1 に境界面近傍の試験体作成状況を示す。側壁コンクリートの打設前に境界面全面にペーパーナブキンを配置し、脱枠後、軌道側側壁に貯水部を設けることで、軌道側から中央通路側への漏水を模擬した。

ガルバノスタットを用いて電流を調整するためチタングリッド陽極を使用し、試験施工同様に境界面より 100mm 上方の躯体内部に挿入した。試験施工を行ったトンネル内部の気温を測定したところ、年間で 14～27℃の幅で変化したことから、水温および周辺気温を 10℃、20℃、30℃の 3 水準に制御した。

全鉄筋を導通させた後、陽極-健全部-境界腐食部間のマクロセル電流量と、鉄筋のインスタント OFF 電位および OFF 電位を測定した。鉄筋電位の測定方法は、図-2 および写真-1 に示すように試験施工と同様に境界面近傍の躯体内部に設置した測定部 L=30mm のワイヤーセンサーによる方法と、図-2 の測点に設置した外部照

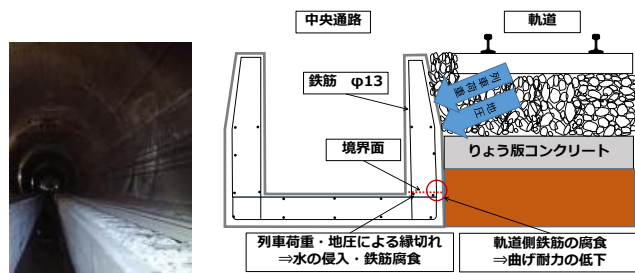


図-1 鉄道トンネル中央部の保守用作業通路の概要

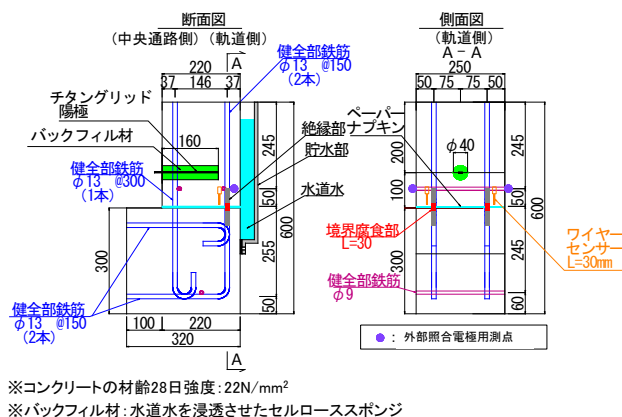


図-2 試験体の概要

表-1 試験要因

試験体名	境界腐食部No.	使用した鉄筋	腐食状況	鉄筋腐食度 ²⁾
sp-1	①	実構造物からの採取		鉄筋腐食度Ⅲ 鉄筋全周に断面欠損有
	②			
sp-2	①	促進腐食鉄筋		鉄筋腐食度Ⅱa 表面の大部分に腐食有
sp-3	②			



写真-1 境界面近傍の状況(側壁コンクリート打設前)

キーワード 鉄道トンネル, 中央通路, 維持管理, 流電陽極工法, 鉄筋腐食
連絡先 〒673-0016 兵庫県明石市松の内 西日本旅客鉄道(株) 神戸新幹線土木技術センター TEL 078-928-0532

合電極 (SSE) による方法を併用した。なお、高含水環境のため、分極試験は通電開始 2 日後に実施した。

3. 試験結果

図-3 に防食電流無供給時の境界腐食部マクロセル電流量, 図-4 に境界腐食部のマクロセル電流量と分極量との関係 (20℃環境抜粋) を示す。なお, sp-2 と sp-3 では, マクロセル電流量の値や分極量とマクロセル電流の関係がほぼ同等であったことから, 図-3 および図-4 では sp-1 と sp-2 の値の比較を示す。防食電流無供給時は, 図-3, 図-4 に示すように全試験体で境界腐食部をアノードとするマクロセル電流が発生し, 図-3 に示すように $sp-1② > sp-1① \approx sp-2①②$ の傾向および温度上昇につれマクロセル電流量が増加する傾向が確認された。

防食電流供給時には, 図-4 に示すように 2 種類の測定方法ともに鉄筋のカソード分極が確認された。分極量の絶対量は, 図-4 に示すように, 内部ワイヤーセンサーが外部照合電極より小さくなる傾向にある。これは境界腐食部からの離隔が小さい内部ワイヤーセンサーの方が外部照合電極と比較して計測対象範囲が狭く, 測定値である健全部と境界腐食部の混成電位において, 大きな分極が想定される健全部の割合が小さいためと考えられる。したがって, これ以降は実施工で用いる予定の内部ワイヤーセンサーによる測定結果に着目する。

図-5 に境界腐食部マクロセル電流が止まる際に分極量を示す。図に示すように, 境界部のマクロセル電流が停止するのに必要な分極量の絶対値は, sp-1②で概ね 50mV である一方, sp-1①および sp-2①②では 10~20mV 程度と, sp-1②と比較して小さい。これは, 埋設した鉄筋の腐食状況の差による可能性が考えられる。したがって, 本工法において復極量が 50mV 程度確保できれば, 境界面の鉄筋腐食を抑制する効果が得られる可能性が示唆された。この値は, 本工法の試験施工通電開始 50 日後の復極量とも概ね一致しており¹⁾, また従来の研究³⁾と同様, 腐食抑制効果が期待できる復極量として 50mV を目安とすることが妥当であると考えられる。

4. まとめ

鉄道トンネルの中央通路側壁部の鉄筋腐食を抑制する対策として, 流電陽極方式電気防食工法の効果の検証を目的に, 境界腐食部を分割鉄筋で模擬した実物大試験体を製作し, 分極試験を実施した。その結果, 中

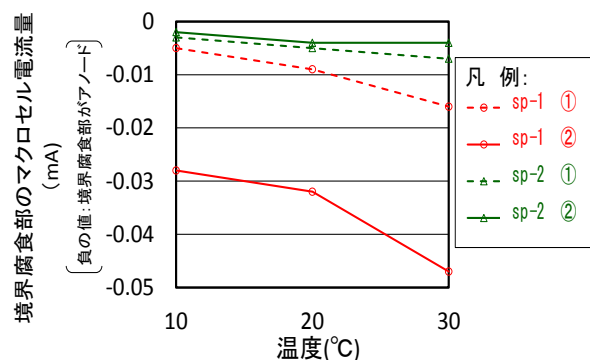


図-3 防食電流無供給時の境界腐食部マクロセル電流量

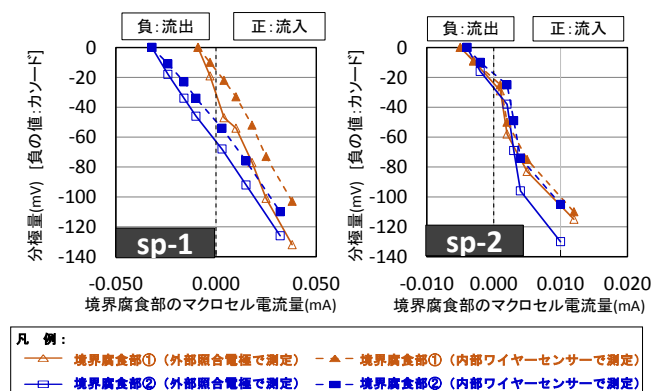


図-4 境界腐食部のマクロセル電流量と分極量との関係 (20℃環境)

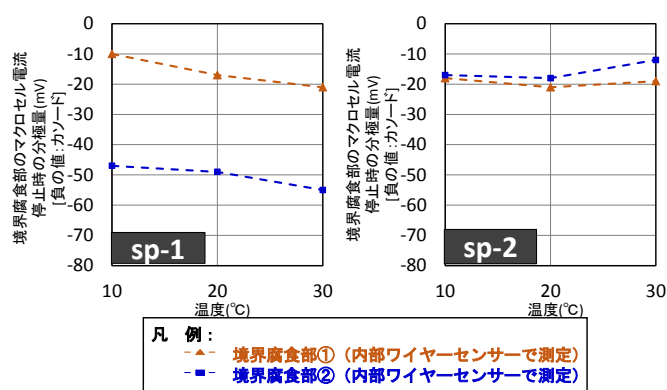


図-5 境界腐食部マクロセル電流停止時の分極量

央通路に対して本工法を用いる際には, 復極量が 50mV 程度確保できれば, 境界面の鉄筋腐食を抑制する効果が得られる可能性が示唆された。

今後, 試験施工箇所の追跡調査を行うと共に, その結果から, 流電陽極材の適切な配置間隔等について検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 北里龍馬ほか: 鉄道トンネル中央通路側壁に対する流電陽極方式電気防食工法の適用性に関する検討, 土木学会第73回年次学術講演会, V-374, pp.747-748, 2018
- 2) 鳥取誠一ほか: 鉄筋腐食から見た既設鉄道高架橋の耐久性評価, コンクリート構造物のリハビリテーションに関するシンポジウム論文集, pp.49-54, 1998
- 3) 吉田隆浩: 流電陽極法を用いた鉄筋コンクリート構造物の維持管理に関する研究, 京都大学博士論文, 2015