

鉄道コンクリート構造物における線状流電陽極方式の適用に向けた検討

西日本旅客鉄道（株） 正会員○小谷 洋平 （株）ナカボーテック 正会員 加藤 善史 宇山 真介

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物における部分断面修復工法は、変状箇所とその周辺を部分的に修復する工法であるが、劣化因子が未補修部のコンクリートに残存している場合、将来的に未補修部の劣化が進行し、変状が発生する可能性がある。未補修部の劣化進行を抑制することは、今後必要となる補修の削減や補修時期の延伸によるコスト低減に有効である。これに適した工法として、未補修部の鉄筋の防食が可能な線状流電陽極方式の電気防食工法¹⁾が考えられる。この工法は施工時および交換時の取付け・取外しが容易で、コンクリートの表面状態が部分的に目視確認可能であるため、維持管理性にも優れている。本稿では、鉄道コンクリート構造物への線状流電陽極方式の適用に向けて、バックフィル溶液や線状陽極ユニットの配置、電気回路の設定等について検討を行い、実構造物への施工を行った結果について報告する。

2. 線状流電陽極方式の概要

線状流電陽極方式のシステム概要を図-1に示す。陽極材には亜鉛、バックフィルには吸水シートに電解質溶液を含浸させたものを用いている。従来は主に外的塩害環境下の構造物を対象としており、陽極の接地抵抗を下げるために塩化物系電解質溶液を用いていたが、コンクリート中の塩化物イオン量が比較的少ない内的塩害の構造物への適用を考慮して、非塩化物系電解質溶液の開発を行った。

3. 供試体試験

非塩化物系電解質溶液を用いた場合の防食性能を検討するために、供試体試験を実施した。図-2に示す供試体において、塩化物系と非塩化物系の2種類の電解質溶液を用いて、発生する電流の比較を行った。試験結果を図-3に示す。非塩化物系を用いたものは、塩化物系を用いたものに比べて、初期の陽極電流密度は小さいが、90日以降は比較的近い値が得られていることを確認した。供試体試験結果より、非塩化物系を用いた場合にも、一定期間以上の適用となれば同程度の電流特性が得られることを確認したため、実構造物への試験施工を行った。

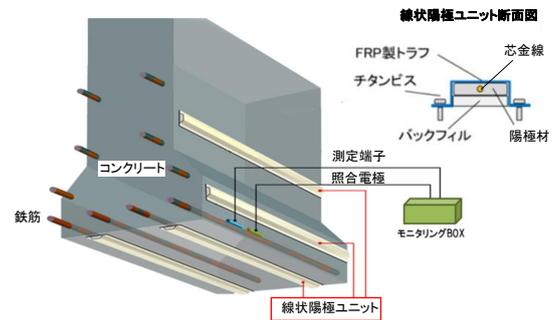


図-1 線状流電陽極方式の概要

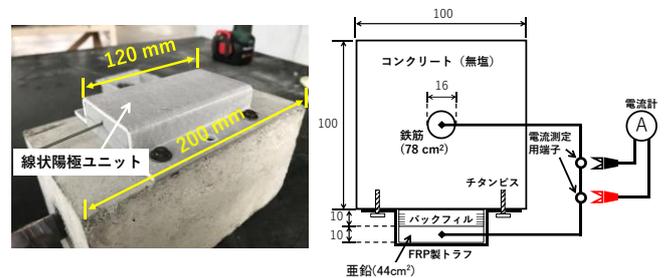


図-2 供試体試験概要図

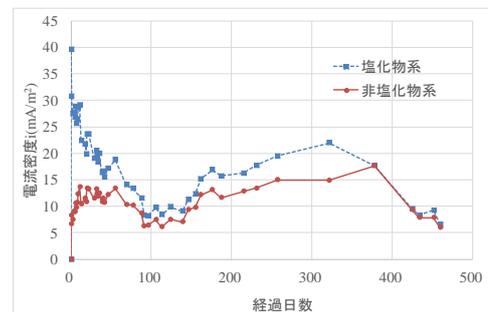


図-3 供試体試験結果（電流密度）

4. 鉄道コンクリート構造物への試験施工

4.1 対象構造物

対象構造物は1975年に建設された複線2柱式3径間ラーメン高架橋で、沿岸から約10kmの内陸部に位置している。線状陽極ユニット設置箇所は対象構造物の中間スラブ下面とした。なお、対象とする中間スラブは2003年と2013年に部分断面修復(P/C:6%のポリマーセメントモルタルを使用)を施工しており、部分断面修復部と未補修部が混在している状態である(図-4)。なお、試験施工時の未補修部については、合計約0.3m²の僅かな浮きはあったが、ほとんど健全な状態であった。また、2013年の部分断面修復の際に測定した塩化物イオン濃度(コンクリート表面から100mmの深さ)

キーワード 電気防食工法, 線状流電陽極方式, バックフィル, 電流分布

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道(株) 構造技術室 TEL 06-6305-6957

は 1.95kg/m^3 であった。線状陽極ユニット設置後の状態を図-5に示す。

4.2 線状陽極ユニット配置間隔

線状陽極ユニットの配置間隔については、図-6に示すFEM解析の結果から、対象構造物の鉄筋に 100mV 以上の分極量を与えられるように 250mm 間隔で設定した。また、施工開始前に実構造物において、コンクリート表面に 250mm 間隔で仮設の線状陽極ユニットを設置し、鉄筋の分極量を測定する仮通電試験を行い、FEM解析と同等の値が得られることを確認した。

4.3 防食回路構成

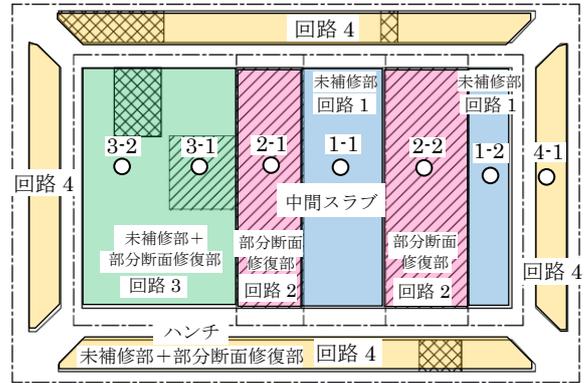
今回の試験施工箇所では、部分断面修復部と未補修部が混在していることから、防食電流が均一に流れない可能性がある。そのため、回路を図-4のように分け、部分断面修復部と未補修部に流れる電流分布の違いを把握できるようにした。今後の追跡調査によって、実運用する際により効率的な線状陽極ユニットの設置範囲を検討することが可能になると考えている。

4.4 初期通電状況

施工14日後の復極量・発生電流密度を表-1に示す。未補修部を含む回路1、3、4の復極量は概ね電気防食基準である 100mV 以上を満たしており、十分な防食効果が得られていることが分かる。一方、部分断面修復部のみの回路2については、復極量が 50mV 程度以下と低い値を示している。また、発生電流密度についても、回路2については他の回路に比べて著しく小さな値となっている。これは、断面修復材にポリマーセメントモルタルを使用しており、未補修部に比べて電気抵抗率が高いことが原因であると考えられる。以上の結果および今後の追跡調査における防食状態によっては、部分断面修復部への線状陽極ユニットの設置を省略できる可能性があると考えられる。

5. まとめ

- 1) バックフィルの電解質溶液に非塩化物系を用いた供試体試験では、従来の塩化物系を用いた供試体と同程度の電流特性が得られることが分かった。
- 2) 実構造物への試験施工において、バックフィルに非塩化物系の電解質溶液を用いても、未補修部では十分な防食効果が得られることが分かった。また、部分断面修復部と未補修部の回路を分けて通電した結果、発生する電流は部分断面修復部の方が未補修部に比べて著しく小さい値となっており、今後の追跡調査の結果によっては、部分断面修復部への線状陽極ユニット設



○：照合電極設置箇所
 2003年断面修復箇所、2013年断面修復箇所
 回路1：青、回路2：赤、回路3：緑、回路4：黄
 図-4 部分断面修復箇所および電気防食回路構成図

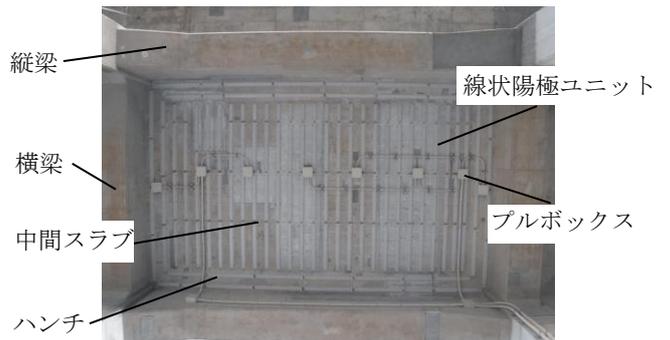
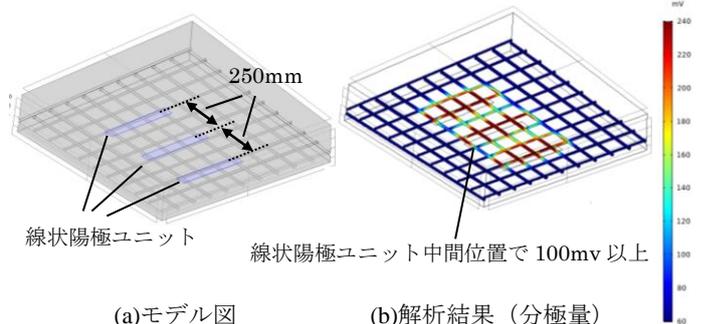


図-5 実構造物への線状陽極ユニット設置状況



(a)モデル図 (b)解析結果(分極量)

図-6 FEM解析による配置間隔検討

表-1 初期通電状況

回路 No.	照合電極 No.	復極量 (mV)	発生電流密度 (mA/m^2)
1	1-1	135	1.27
	1-2	70	
2	2-1	16	0.12
	2-2	51	
3	3-1	199	1.20
	3-2	121	
4	4-1	146	1.22

置を省略できる可能性があると考えられる。

謝辞：実構造物への試験施工にあたって、広成建設株式会社様の多大なご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 加藤善史 他：線状流電陽極を用いたコンクリート構造物の電気防食工法の開発，第37回防錆防食技術発表大会講演予稿集，pp.57-60，2017.7