鉄道高架橋に適用した電気防食工法の施工 13 年目追跡調査

西日本旅客鉄道(株)　正会員○渡辺 佳彦
西日本旅客鉄道(株)　正会員　荒巻　智
(株)レールテック　正会員　大江 崇元

１．はじめに

中性化および内在塩分による複合劣化を受けた鉄道高架橋への補修において，特に駅天井裏等の狭隘箇所や，他の交通機関との交差部等，検査や補修が困難な箇所への電気防食工法の適用性を検討するため，平成 15 年度に**表－１**に示す 6 工法の試験施工を実施した[1)]．施工後 5 年目までの追跡調査ではいずれの工法も適切に防食機能を発揮していることを確認している[2) 3)]．その後，平成 23 年度(施工後 8 年目)および平成 28 年度(13 年目)に追跡調査を実施したので，結果を報告する．

表－１　試験施工実施工法

床版 No.	工法	陽極方式			施工面積(m^2)	初期電流密度(mA/m^2)
		面状	線状	点状		
①	チタン溶射	●			32.8	5.0
②	リボンモール		●		33.3	15.0
③	チタンロッド			●	32.8	10.0
④	導電性モルタル	●			32.8	10.0
⑤	チタントレイ		●		33.3	15.0
⑥	チタングリッド		●		32.8	9.0

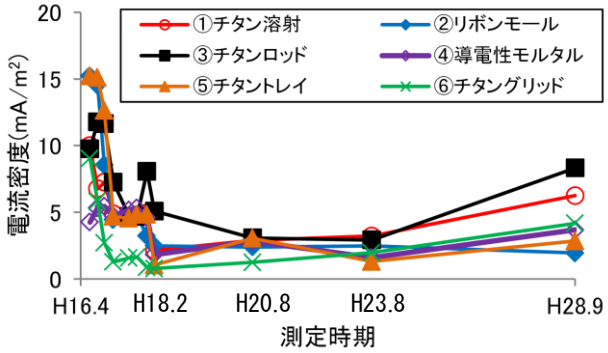
２．追跡調査内容

調査内容は，(1)通電電流量，(2)ON 電位・インスタントオフ電位・OFF 電位(インスタントオフ電位測定 24 時間後に計測)，(3)比抵抗，(4)含水率，(5)至近距離からの外観目視等である．

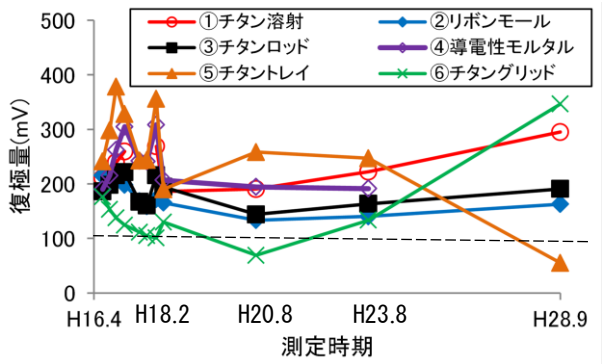
３．追跡調査結果

3.1　電流密度と復極量

各工法の電流密度と復極量(インスタントオフ電位と OFF 電位の差)の経時変化を**図－１**，**図－２**に示す．なお，**図－２**は，施工後 8 年目までの調査では，床版に埋設している照合電極(鉛電極)による測定値より求めた値を示すが，施工後 13 年目の調査において，①チタン溶射工法以外はインスタントオフ電位・OFF 電位とも異常値を示したため，外部照合電極(鉛電極)による測定値より求めた値を採用した．また，④導電性モルタル工法は，コンクリート表面全面が陽極材で覆われており，外部照合電極による測定では正確な値が得られないと考えられたため，図から除外した．



図－１　電流密度



図－２　復極量

電気防食工法の効果を確認する方法の一つに，防食電流密度が 1～30mA/m^2 程度の範囲で，復極量が 100mV 以上という防食基準を用いて評価することが示されている[4)]．調査の結果，電流密度は計測期間中概ね 1～16mA/m^2 となり，所定の電流密度となっていることがわかった．また，復極量も計測期間中は概ね 100mV を維持しており，施工後 13 年の間，防食効果を維持していることが確認できた．

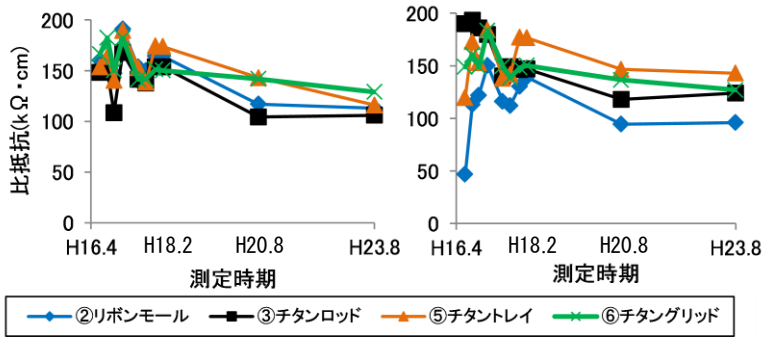
なお，⑥チタングリッド工法については，施工後 2～5 年の時期で電流密度が 1mA/m^2 を若干下回り，かつ

キーワード：電気防食，複合劣化，復極量，電流密度
連絡先：西日本旅客鉄道(株)構造技術室　〒532-0011　大阪市淀川区西中島 5-4-20　TEL 06-6305-6957　FAX 06-6305-6959

復極量も約 70～130mV と若干低い値となったが，施工後 13 年目の計測では逆に電流密度・復極量が大きな値を示した．今回施工した箇所では遠隔操作による定電流制御による防食を行っていたが，施工後約 2 年の時点で復極量が小さかったため，定格電圧上限内で通電電流量を増加していた[3]．しかし，施工 5 年後以降は徐々に電流値が大きくなり，埋設している照合電極の不具合も重なって，施工後 13 年目での電流密度や復極量が大きくなったと推測される．また，⑤チタントレイ工法は施工後 13 年目に計測した外部照合電極による電位測定で復極量が 55mV と防食基準を下回る結果となった．これは，施工後 8 年目までと電位測定位置が異なることによる影響と考えられる．ただし，いずれの工法も外観調査や打音点検の結果では，錆汁等の鉄筋腐食に起因する変状は認めらなかった．

3.2 比抵抗

床版全面が陽極材で被覆され計測できない 2 工法(①と④)を除く，4 工法の比抵抗の施工後 8 年目までの経時変化を**図－３**に示す．施工後 8 年目の比抵抗は，工法ごとの母材と補修材の値もほぼ同等であり，また施工後 5 年目と比較し母材コンクリートおよび補修材ともほぼ同程度もしくは若干低い値を示した．防食効果を電気防食工法の防食期間中十分な効果を発揮させるためには，床版全体の電流分布が均一であることが必要であり，そのためには断面修復材の比抵抗が母材コンクリートと同程度であることが望ましいとされている[4]．本結果から，施工後 8 年を経過した時点においても，均一な電流分布となるための条件をいずれの工法も満足していると考えられる．また比抵抗の値が経年とともに徐々に低下していることも均一な電流分布となることを裏付けていることがわかると考えられる．



(a) 母材コンクリート　　(b) 補修材

図－３　比抵抗

ただし，施工後 13 年目の調査では，施工後 8 年目までに使用していた測定機器での測定が，機器校正等の問題で測定できなかった．調査方法も含めて今後の課題であると考えている．

3.3 含水率

床版全面が陽極材で被覆され計測できない 2 工法(①と④)を除く，4 工法の施工後 8 年目・13 年目の含水率は，いずれの工法も施工後 5 年目までと大きな差は見られず，母材コンクリート・補修材とも 3～4%台と安定していることが分かった．

４．まとめ

試験施工の追跡調査の結果から，施工 13 年後において，いずれの電気防食工法においても電流密度や復極量が防食基準を概ね満足し，また錆汁等の鉄筋腐食に起因する変状は認められず，防食効果を発揮していると考えられる．ただし，床版に埋設した照合電極の耐久性や遠隔操作による防食システムの制御等の課題も見られた．今後も末永く電気防食工法が構造物の防食効果を発揮していることを確認するために，これらの課題について解決していきたい．

参考文献

1）長谷川 智ほか：複合劣化した鉄道高架橋への電気防食工法の適用性，土木学会第 59 回年次学術講演会，5-262，pp.521-522，2004.9
2）白濱 康弘ほか：中性化と内的塩害を受けた鉄筋コンクリート構造物へ適用した電気防食工法の追跡調査，土木学会第 61 回年次学術講演会，5-272，pp.541-542，2006.9
3）渡辺 佳彦ほか：山陽新幹線 RC 高架橋に適用した電気防食工法の施工 5 年目追跡調査，土木学会第 64 回年次学術講演会，5-258，pp.513-514，2009.9
4）(社)土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針(案)，コンクリートライブラリー107，2001