

トンネル内における防食レールの追跡調査報告

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○加藤 篤史
 正会員 山根 寛史
 正会員 田淵 剛

1. はじめに

これまで西日本旅客鉄道株式会社ではレール防食対策として、トンネル内や踏切内を対象とした防食テープ工法¹⁾と新幹線の新関門トンネルを対象とした特殊変性エポキシ樹脂塗装工法²⁾が標準として行われてきた。いずれの工法でも、防食性能の持続性を損なう要因として、軌道部材との接触による防食皮膜の損耗、それに伴う損耗箇所からの腐食拡大、皮膜施工前の母材(素地)表面の除錆不足による皮膜の付着力低下と皮膜下での腐食拡大などが挙げられる。今回対象としているトンネル内では、これまで高粘性樹脂塗料や防食テープ工法等による対策を試行してきたが、レール締結装置や木まくらぎとの接触部で局所的な樹脂皮膜の損耗や防食テープの損傷部からの腐食拡大で、想定した効果が得られておらず課題となっている。そこで今回は、車両洗浄線や踏切内で新たなレール防食工法として試行されている亜鉛-アルミニウム擬合金溶射(以下、「Zn-Al溶射」と称する)工法³⁾と樹脂塗料アラミド繊維補強コーティング(以下、「アラミド繊維補強」と称する)工法を適用したレールをトンネル内に敷設し、その追跡調査を行った。以下にその調査結果を報告する。

2. レール防食工法

(1) Zn-Al 溶射工法

Zn-Al 溶射工法は、レール頭部を除く側面及び底部に亜鉛-アルミニウム擬合金をアーク溶射することによりレール表面に皮膜を形成する工法である。また、溶射皮膜が局部的に損耗した場合でも、溶射金属層の犠牲防食作用により、損耗部からの腐食拡大の改善が期待できる。犠牲防食作用とは、イオン化傾向の大きい金属を用いて被覆し、母材よりも先に腐食させて電気化学的に母材を腐食から防ぐものである。なお、素地調整はエアブラストによるショットブラスト処理とした。

(2) アラミド繊維補強工法

アラミド繊維補強工法は、高粘性を有した樹脂塗料を塗装した後にアラミド繊維を貼り付け、更に樹脂を再塗装する工法である。この樹脂は酸性及びアルカリ性に対しても耐薬剤性に優れ、アラミド繊維は引っ張り強さや摩擦抵抗に優れている。素地調整は動力工具でのケレン仕上げである。



図1 現場状況

3. 現地敷設状況

実環境での耐食性を確認するため現地敷設試験を行った。敷設箇所は沿岸部に位置しているトンネル内である(図1)。トンネルは全長587mで中央のロングレール区間350mの左右両方のレールにアラミド繊維補強工法、定尺区間の左レール25m×2本にZn-Al溶射工法が適用

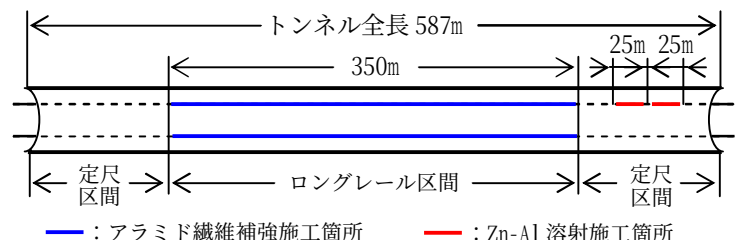


図2 現場外略図

されたレールをそれぞれ敷設した(図2)。トンネル内壁には漏水が散見され、常時湿潤状態である箇所が点在する。なお、軌道構造は有道床で3本に1本の割合でPCまくらぎ化を施工した区間である。また、当該箇所は交換後2年程度で軽度の腐食が発生し、5年程度で交換に至っている。

キーワード レール防食, 亜鉛-アルミニウム擬合金溶射

連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田2丁目4-24 西日本旅客鉄道株式会社 施設部(軌道技術) TEL06-6375-2296

4. 追跡調査

(1) 外観観察

敷設 6 ヶ月後では Zn-Al 溶射, アラミド繊維補強ともに汚損は無く良好な状態であったが, 敷設から 39 ヶ月経過すると全体的に黒く埃泥等で汚損されている(図 3). 敷設 39 ヶ月後の Zn-Al 溶



図 3 敷設 39 ヶ月後の Zn-Al 溶射



図 4 Zn-Al 溶射の底部裏面

射の底部裏面の木まくらぎとの接触部は溶射皮膜が損耗して赤さび(腐食)が認められ, 損耗箇所の端部には粉末状の白さびが認められる(図 4). なお, 損耗箇所からの腐食拡大は認められない. 白さびは目視観察より, 亜鉛の酸化物と考えられ, 溶射皮膜が損耗した箇所において, 犠牲防食作用が働いているものと考えられる. 一方, アラミド繊維補強は繊維と樹脂との間に空隙を生じている箇所が散見され, 腐食しやすい箇所が局部的に存在している.

(2) 膜厚測定

Zn-Al 溶射皮膜の厚さを定量的に評価するため, 電磁式膜厚測定器を用いて溶射皮膜の厚さを測定した. 腹部, 底部上面および底部側面のゲージコーナー側とフィールドコーナー側を測定し, 各部位の平均値を算出した(図 5). これより敷設 6, 18, 39 ヶ月後において底部上面を除き, 経年変化はあまり無いことが言える.

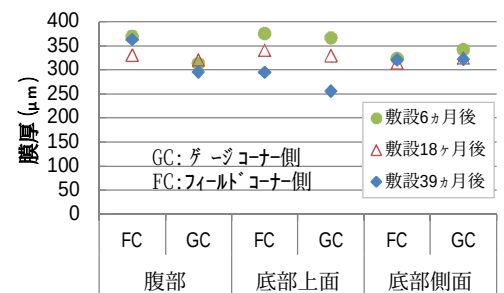
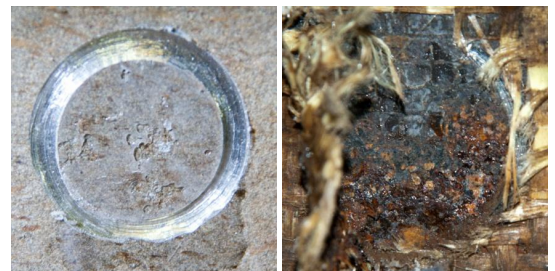


図 5 膜厚測定結果

(3) 付着性評価試験

敷設 22 ヶ月後において各工法のレールとの付着力を比較するため, 現地に於て塗膜の一般的な付着性評価手法であるアドヒージョン試験を行い, 破断箇所の観察を行なった. Zn-Al 溶射は大部分が接着剤と表面の界面はく離であり, アラミド繊維補強と比較して良好な付着性を有することが認められた. 一方, アラミド繊維補強はレール側に赤さび(腐食)が認められ, 経年とともに繊維と樹脂の付着力が低下した可能性が示唆された(図 6).



(a) Zn-Al 溶射

(b) アラミド繊維補強

図 6 付着性評価試験結果

5. 考察

Zn-Al 溶射は皮膜の表面は汚損されているものの, 腹部と底部側面ではほぼ一定の膜厚を維持している. 底部上面は低下の傾向が認められるものの, 全体として極端な減少はない. また, 木まくらぎとの接触部のように損耗が認められる箇所もあるが, そこからの腐食拡大がないことから犠牲防食が有効に作用していると言える. これらのことから, Zn-Al 溶射は防食工法として一定の効果があると考えられる. したがって, Zn-Al 溶射工法を用いれば腐食の著しいトンネル内の漏水区間においても, レール交換周期がある程度延伸できるものと推察される.

6. まとめ

トンネル内に敷設された防食レールの追跡調査をした結果, Zn-Al 溶射工法を適用したレールは敷設後 39 ヶ月間の範囲では, 犠牲防食作用により課題の一つである損耗箇所からの腐食拡大が改善された. 今後も追跡調査を行い, 犠牲防食作用の継続期間等の調査および確認を実施していく. 最後に本稿にご協力頂いた関係各位へ, ここに記して感謝の意を表す.

参考文献

- 山根寛史, 他: 溶射皮膜を施した鉄道用レールの腐食状態調査, 鉄鋼塗装技術討論会, 2012.10
- 白水健介, 他: 新関門トンネルにおけるレール寿命の延伸について, 土木学会年次学術講演会講演概要集第 4 部, pp.526-527, 2001.
- 田淵剛, 他: 亜鉛・アルミニウム溶射工法によるレール防錆効果の検証, 土木学会第 65 回年次学術講演会, pp.561-562, 2010.9