

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

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○田淵 剛
田村 亘
日本メタライジング防錆協会 平井 靖男

1. はじめに

これまでのレール防錆工法は、防錆テープが標準である。しかし、防錆テープは、施工時や締結装置の当たり等を基点とした腐食によりレール寿命が短くなる場合が生じている。そこで、今回は海洋構造物等の分野で防錆効果の実績がある亜鉛アルミ溶射工法に着目して、鉄道用レール部材等への適用の可能性の検証に取り組むことにした。本成果により、トンネルや連接軌道踏切等に敷設するレールへの防錆対策に展開することができ、腐食によるレール寿命を延伸することを視野に入れている。

2. 亜鉛・アルミニウム溶射によるレール防錆工法

(1) 亜鉛・アルミニウム溶射とは

亜鉛・アルミニウム溶射（以下、「溶射」と称す。）とは、主に、鉄鋼構造物である橋梁や海洋構造物等へ多く適用¹⁾され、防錆防食を目的として行う、溶射材料に亜鉛とアルミニウム線材を用いる金属溶射である。溶射皮膜の断面顕微鏡の写真を図1に示すが、これからも判るように、亜鉛とアルミニウムの金属層が不均一に積み重なった状態であり、2つの金属が均等な比率になっていないことから、いわゆる“擬合金皮膜”と呼ばれている。



図1 溶射皮膜の断面

(2) 溶射によるレール防錆工法への適用

従来からのレール防錆工法は、防錆テープやアラミド繊維強化樹脂による絶縁皮膜の被覆や張り付け工法であるが、傷や割れ目等から水分等が浸透すると発錆や腐食がみられた。そこで、前述した溶射のレール防錆工法への適用の可能性の検証を行った。

1) 溶射施工 50kgN レール 25m 全長にわたり、レールの頭部を除く腹部から底部下面の全体を溶射した（図2）。



図2 溶射施工

第1回 平成20年11月26日（晴）阪和線日根野電車区構内、第2回 平成21年2月19日（晴）阪和線鳳構内材料線

2) 溶射施工工程

①マスキング：非溶射部（レール頭部）は耐熱ガムテープで被覆を実施、②素地調整：手動エアブラストにより研削材として熔融アルミナを使用し、表面粗さは50μm以上、③溶射施工：電気式アーク溶射により溶射皮膜は平均150μm以上とし、溶射後は膜厚検査で確認、④封孔処理 無機質系封孔剤を刷毛による塗布。

3. 溶射皮膜の評価方法の検討 ～「調査・点検要領書」の策定～

後述する現地試験敷設試験を実施するに先立ち、溶射皮膜の性能評価を定量的に行い、今後の標準化の目安に資するため以下の項目による「調査・点検要領書」を策定した。

(1) 目視検査（外観観察）

溶射皮膜の性能評価の中でも最も重視されるのは目視検査である。現時点では、溶射皮膜を対象とした目視検査の定量的な評価基準として公認されたものはないため、性能評価を定量的に行うため（社）日本鋼構造協会標準「鋼構造物塗膜調査マニュアル」を準用し、特に皮膜の防錆性能について視点を置き、①さび、②ふくれ、③はがれ、④汚れ、⑤傷の5項目を挙げ、一般事項、調査位置、調査方法および評価、記載事項の内容について設定した。なお、各目視検査項目における性能評価は4段階評価とし、健全な状態を0点として皮膜の欠陥度合いの増加に従い1,2,3点と加点する、いわゆる評価点（RN）方式を採用した。

(2) 計器による検査

溶射施工されたレールを対象に、レールの防錆性能を左右する、溶射皮膜厚さの時間的変化を計測することとし、計測方法は敷設現場でも比較的簡便に計測可能な電磁式微厚計による膜厚測定を実施することとした。

キーワード レール腐食、亜鉛・アルミニウム溶射、レール防錆

連絡先 〒593-8325 堺市西区鳳南町3丁 西日本旅客鉄道株式会社 阪和線保線区 TEL072-271-0541

4. 現地敷設試験の実施

(1) 試験敷設の概要

- ①平成 20 年 12 月に阪和線日根野電車区構内の洗浄線（以下、「洗浄線」と称す.）の右レールへ 25m の試験敷設を行った（図 3）. 本箇所は、車両の洗浄時に酸性やアルカリ性の非常に強い洗浄液が降りかかる過酷な条件下である.
- ②平成 21 年 2 月に阪和線下り 11K120M 付近の百舌鳥南一踏切（第 1 種、幅員 14.5m、年間約 2,700 万 t、連軌軌道）（以下、「連軌内」と称す.）の左レールへ試験敷設を行った（図 4）. 本箇所は、阪和線の連軌軌道の踏切の中でも腐食環境が非常に厳しい.



図 3 洗浄線

(2) 調査・点検

洗浄線においては、レールに対する腐食性環境条件としては非常に厳しく数ヶ月毎の調査・点検が必要であると判断し、平成 21 年 02 月 09 日(2 ヶ月), 平成 21 年 04 月 30 日(4 ヶ月), 平成 21 年 09 月 10 日(9 ヶ月), 平成 21 年 12 月 09 日(12 ヶ月)にそれぞれ実施した. また、連軌内においては、列車通過回数が非常に多く、踏切内でレールの外観観察も困難であるため、平成 21 年 11 月 03 日(9 ヶ月)に踏切撤去復旧とともに実施した.



図 4 連軌

5. 「調査点検要領書」に基づく点検結果

(1) 目視検査（外観観察）

- ①洗浄線においては、約 12 ヶ月後の調査・点検の際には、レールの頂部側面（非溶射部）に生じた赤さびによる流れさびが溶射部全面に見られ、赤さび色に変色していた. 拡大鏡を使ったの詳細観察では、レール両側の腹部と底部上面にも流れさびはほぼ全面に見られたが、溶射皮膜の損耗はなかった. しかし、コンクリート上のレール底部側面では、溶射皮膜の溶解・損耗が見られた.
- ②連軌内においては、外観ではレール頂部（非溶射部位）からの流れさびが目立つ（図 5）. レール腹部では、面積比率約 20~30%が頂部からの赤色の流れさびにより変色していた. 赤さびによる変色状態は、腹部に縦縞状の流れさびが目立っており、それ以外の部分は灰色の溶射皮膜の色であった. なお、底部下面の溶射皮膜の損耗はないと判断されることから、この踏切における溶射試験施工レールの防錆性は健全であるといえる.



図 5 連軌の目視検査

(2) 計器による検査

- ①洗浄線においては、測定値に検査・点検毎に多少の変動はあるが、12 ヶ月間の膜厚変動の傾向には大きな差はないといえる. すなわち、一部の部位を除き、全体的に溶射皮膜の溶解や損耗は見られないといえる. 一部の部位とは、レール下のコンクリートが洗浄液によってかなり侵食している箇所であり、膜厚測定点ではないがレールの底部側面やその底部下面の溶射皮膜は少し溶解や損耗が起こり始めていると思われる.
- ②連軌内においては、電磁式微厚計で計測した溶射皮膜の膜厚測定では、溶射施工時に計測した膜厚値と大きな差異は見られず皮膜の損耗はないと判断された.



図 6 洗浄線の計器検査

6. まとめ

鉄道用レールの寿命の延伸を検証することを目的とし、試験敷設後に、厳しい腐食性環境で 12 ヶ月間、踏切環境で約 8 ヶ月間経過後に目視検査および計器による検査を行ない、時間経過による溶射皮膜の変化状況を調査・点検した. また、現地敷設試験を実施するに先立ち、溶射皮膜の性能評価を定量的に行い、今後の標準化の目安のための「調査・点検要領書」を策定した.

その結果、洗浄線のような強酸性・強アルカリ性の腐食性環境においては更なる追跡調査を行う必要があるが、踏切環境条件では、今回の検証に供した亜鉛・アルミニウム溶射はレールの防錆防食効果に優れていると考えられる. 今後は、上述したトレースを引き続き継続すると共に、一定期間後には鉄道の腐食環境下において本工法を標準化することを目指すこととしたい.

参考文献

- 1) 平井靖男：大型鋼橋への防錆溶射の実用，溶接学会誌，75 巻，第 2 号，2006.3