

アルミ・亜鉛擬合金溶射工法による鉄道レールの防錆効果

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○藤井 謙一
 西日本旅客鉄道株式会社 上西 大樹
 株式会社レールテック 正会員 井上 拓也
 日本メタライジング防錆協会 関谷 昌一

1. はじめに

当社では、鉄道レールの防錆を目的としてテープ工法等の施工を実施してきた。これらの工法等は防錆加工、運搬、交換時の損傷や敷設後の軌道材料との摩擦等により生じる損耗を起点として腐食が拡大し、防錆性能が十分に発揮できない場合がある。当社では、これらの影響を受けにくいとされるアルミ・亜鉛擬合金溶射工法（以下、「Zn-Al 溶射工法」という）による防錆レールを敷設した。本稿では敷設より11年6ヶ月が経過した当該レールの追跡調査を実施したので、その結果について報告する。

2. Zn-Al 溶射工法の概要

Zn-Al 工法は、低温アーク溶射であり、亜鉛とアルミニウム線材を電気エネルギーによって加熱し、熔融した粒子を対象物の素地に吹き付けることで保護皮膜が形成される。付着時の温度が60～120℃であることから低温溶射に分類され、熱ひずみの影響が少ないこと、亜鉛を用いることによる犠牲防食作用等から、皮膜の一部が欠損した場合でも素地に錆が拡がりにくいと言った利点がある。



写真-1 Zn-Al 溶射施工の様子

3. 調査概要

(1) 調査箇所

対象レールは当社内在来線の沿岸部に位置する単線型トンネル内に敷設しており、塩分の飛来と乾湿の繰り返しが腐食を促進させる環境にある。調査対象区間は、溶射を施したレール（L=50m）および同時期に交換した未防錆レールとした。（図-1）

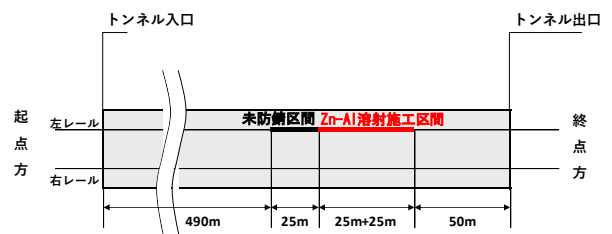


図-1 現場概略図

(2) 調査内容

図-2 に溶射レールの定点調査位置と軌道構造を示す。調査内容は、外観観察、超音波探傷による腐食量調査、定点位置の膜厚測定および特定箇所のレール底部裏面確認を実施した。

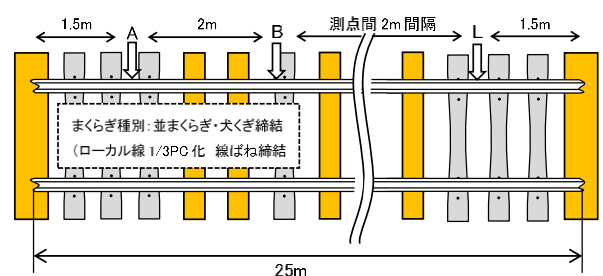


図-2 溶射レールの定点調査位置と軌道構造

4. 調査結果

(1) 外観観察

溶射レールの外観観察は、①さび、②ふくれ、③はがれ、④汚れ、⑤傷の各評価項目について調査を実施した。その結果、はがれと傷は認められず、汚れは、敷設からの経年によって鉄道レール特有の鉄錆に覆われていた。また、レール腹部には一部で白錆が確認された（写真-2）。これは、溶射皮膜の成分である亜鉛、アルミ等の腐食生成物で、水酸化亜鉛、水酸化アルミニウムが主であり、耐食性に影響を及ぼすものではない。ふくれの発生した部位が確認されたが、レールと溶射皮膜の自然電位測定により、レールと溶射皮膜間は導通しているため一体化されており、防食効果を維持していることを確認した。（写真-3）

キーワード 擬合金溶射, 犠牲防食作用

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田 2-4-24 西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 施設部 TEL 06-6375-8960

一方、未防錆レールは全体的にレール表面に赤錆が発生し（写真-4）、部分的な断面減少が確認された。

(2) 超音波による腐食量調査

溶射レールと近接する未防錆レールの腐食状況の確認を目的に超音波探傷器によりレール底部の腐食量を測定した。腐食量は、未防錆レールで最大 1.2mm、溶射レールは腐食量 1.0mm 未満であった。



写真-2 白錆の発生状況



写真-3 底部上面のふくれ



写真-4 未防錆レールの外観

(3) 膜厚測定

溶射皮膜の減肉等の状況を確認するため、電磁式膜厚計により膜厚の測定を行った（図-3、表-1）。この結果から、当社で規定している $150\mu\text{m}$ 以上の膜厚を確保していることが確認された。

(4) レール底部裏面の確認

超音波による底部腐食状況確認の結果、溶射レールは底部腐食の反応が得られなかったことから、白錆が生じていた起点側レールの定点を対象として、レール底部裏面の確認を行った。観察の結果、レール底部裏面の膜厚の測定値は、木まくらぎ近傍で $279\mu\text{m}$ 、まくらぎ間で $142\mu\text{m}$ であった。

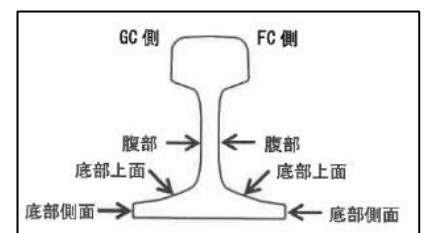


図-3 定点位置の膜厚測定箇所

表-1 膜厚測定結果（各定点の平均値）【 μm 】

測定箇所 測定年月	起点側レール						終点側レール					
	腹部		底部上面		底部側面		腹部		底部上面		底部側面	
	FC	GC	FC	GC	FC	GC	FC	GC	FC	GC	FC	GC
平成24年1月 (2012年)	330	320	340	329	314	324	395	381	412	404	356	379
令和4年1月 (2022年)	453	446	379	353	543	473	377	387	506	425	396	450

5. 考察

以上の調査結果より、過酷な腐食環境下における敷設試験において、溶射レールは、わずかに異常部が存在するものの、全体的には11年以上にわたる長期の防食効果が維持されている。ただし、異常部（白錆、ふくれおよび犬くぎ締結部）や、レール底部とまくらぎの間の腐食等は、継続的に注意観察する必要がある。

6. まとめ

敷設後、11年6か月が経過した溶射レールの調査結果は以下のとおりである。

- (1) 外観観察の結果、白錆の発生が部分的に確認されたが、いずれも表面に薄く発生しているのみで、その部位の溶射皮膜の減肉や剥離などの異常は見られなかった。一方で、同区間に敷設された未防錆レールは、全体的にレール表面に赤錆が発生するとともに部分的な断面減少が生じていた。
- (2) 底部腐食量は、未防錆レールで最大 1.2mm、溶射レールは 1.0mm 未満であった。
- (3) 膜厚測定の結果、当社が規定している $150\mu\text{m}$ に対して、白錆やふくれが生じていた定点も含めて全体的に大きな数値であり、施工時の膜厚より減肉している箇所は認められなかった。
- (4) 白錆が生じていた起点側レールの定点を対象として、レール底部裏面の膜厚測定の結果、施工標準に規定されている $150\mu\text{m}$ 以上と比較して、著しく減少していないことを確認した。
- (5) 過酷な腐食環境下における敷設試験において、溶射レールはわずかに異常部が存在するものの、全体的には11年以上にわたる長期の防食効果が維持されている。

参考文献

- 1) 内藤他：各種防錆工法を施したレールの追跡調査報告，土木学会第 68 回年次学術講演会，2013
- 2) 馬込：溶射のおはなし，日本規格協会，1997