

関門トンネルにおける防食レールの試験敷設

九州旅客鉄道株式会社 正会員○溝田敏夫
九州旅客鉄道株式会社 正会員 田代 充
新日本製鐵株式会社 浦島親行
新日本製鐵株式会社 溝口 茂

1.はじめに

関門トンネル内のレールは、絶えず、漏洩海水による湿潤状態（湿度90%以上）に置かれている上、列車通過時には巻き上げられた霧状の海水にさらされる。そのため、腐食の進行が非常に早く、レール更換が約5年毎に行われている。一方、トンネル内のレールはその地形的条件に加え、1本の長さが100mなので更換作業が困難である。しかも、現状の更換周期では経済的でない。そこでJR九州はレールの寿命延長を図るため、新日鐵が開発した金属溶射および塗装による防食法を試験的に実施することにし、現在まで調査、確認を行ってきた。今回一定の成果を得たのでその概要について紹介することにする。

2.防食原理

今回採用した防食法は①亜鉛アルミ合金溶射、②ジンクリッチプライマー+タールエポキシ塗装の2種類で、いずれもレール鋼よりも卑な金属を被膜とするカソード防食法である。つまり、亜鉛アルミ合金あるいはジンクリッチプライマーが、レール鋼に対してアノードとして働き、犠牲防食作用によりレールの腐食寿命を延長させる原理である。

3.試験敷設方法

全長25mの60kgレールに表1に示す3種類の表面処理を施した。長さ方向の処理区分、各処理区分の断面を図1に示す。なお、No.1とNo.2の処理は工場で行ったが、信号ケーブル取付部であるNo.3の処理は野外のレール基地でケーブル取付後、手塗りで行った。その後、上記の表面処理レール2本を、関門トンネル海底部の山陽本線・上り線（直線、上り勾配22/1000）に左右平行に敷設した。

4.試験結果

敷設後、1.7年、3.2年および4.5年経過時に防食性能の定性評価を行った。

亜鉛アルミ合金溶射レールは1.7年経過時に、溶射皮膜に小さな膨れが多数見られたが、その後の進展は認められなかった。また、エポキシクリアーを通して亜鉛アルミ合金の錆が白く浮き出していたが、レール素地の腐食を示す赤錆の発生は認められなかった（写真1）。

ジンクリッチプライマー+タールエポキシ塗装レールも1.7年経過時に、塗装境界の塗膜に小さな膨れが見られたが、その後の進展は認められなかった。また、レール締結金具下で一部軽微な

No.	表面処理	備考
1	亜鉛アルミ合金(200 μ m) エポキシクリアー(100 μ m)	溶射
2	ジンクリッチプライマー(70 μ m) タールエポキシ(200 μ m)	スプレー塗装
3	ジンクリッチプライマー(100 μ m) タールエポキシ(200 μ m)	刷毛塗

表1 供試体の表面処理法

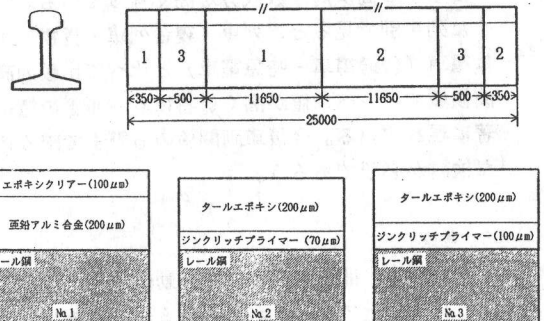


図1 レール処理区分とその断面



写真1 亜鉛アルミ合金溶射レール

発錆が認められたが、その他は良好な防食性能を発揮していた（写真2）。一方、現地で補修塗装した信号ケーブル取付部の塗膜は4.5年経過時も問題がなく、仮に敷設途中で溶射皮膜や塗膜に欠陥が生じて、その補修が今回の方法で十分可能であることが確認された（写真3）。



写真2 シクリチプライマー+カーボハイト塗装レール



写真3 補修塗装部

5. 考察

関門トンネル内のレールは、底腹部に腐食による断面積の減少や孔食の発生による疲労強度の低下を被る。現在、耐久寿命が5年に決定されているのは、約5年で平均孔食深さが3mmに達し、レール底部の必要曲げ強度が不足するからである（図2の①）。しかし、今回のようにレール底腹部を被覆する場合、条件が変わるため、新たな耐久寿命の検討が必要となる。関門トンネルでは急勾配による磨耗と漏洩海水による腐食が同時に進行する腐食磨耗状態にあるため、通常の直線区間に比べ頭部磨耗量がかかなり大きい。実際、現地に5年間敷設しているレールの頭部磨耗量は、通常直線区間の約2倍の3mmに達している（写真4）。そこで、レール頭部磨耗限度を考慮した耐久寿命を検討してみた。

関門トンネルが属する2級線の60kgレールの頭部磨耗限度は15mmである。実際のレール磨耗速度は累積通トンの増加にともない次第に遅くなり、ある程度で定常磨耗状態になるが、今後とも同じ速度で腐食磨耗が進行すると仮定すると、耐久寿命は25年と推定できる（図2の②）。つまり、損傷、腐食等の問題がない場合、現状の5倍まではレール耐久寿命を延伸できるわけである。従って、被覆の損傷部での腐食が従来と同じ速度で進行するなら被覆の耐久年数が20年までであれば、その分だけレール耐久寿命を延伸できることが明らかになった（図2の③）。

今回、4.5年経過時の調査結果ではレール腐食は認められず、現時点で従来レールの約2倍の耐久寿命を有することが確認された（図2の④）。

6. おわりに

今回の試験敷設の結果、各表面処理はいずれも十分な防食性能を発揮し、レール寿命が少なくとも2倍まで延長できることが確認された。さらに、現地にて補修可能なことも確認された。

近年の労働嗜好に乗っ取り、21世紀の保線作業を考えると、施工、保守作業を軽減することは非常に重要で、今回の結果は大きな意味があるといえる。今後は更に追跡調査を行うとともに、経済面を考慮した上で導入を検討していきたい。



写真4 敷設5年のレール断面

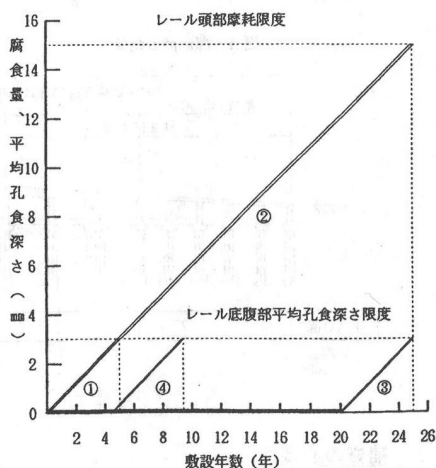


図2 レール耐久寿命と被覆効果