

## 在来線トンネル内レールの現状と最適な保守管理の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 瀬川 祥  
 西日本旅客鉄道株式会社 城田 史樹  
 西日本旅客鉄道株式会社 上西 大樹

### 1. はじめに

当社在来線では延長 391km のトンネルを有し、中に敷設されたレールや締結装置は明かり区間と比較して材料劣化の進みが著しく多大なる保守量が必要となっている。そのためより経済的な保守方法の提案が必要とされることである。本研究では、各々トンネル毎の現状把握を行い、特に東山トンネルを例に取って具体的に効率的経済的な保守管理方法を提案する。

### 2. トンネル内環境条件と軌道状況

当社内 887 箇所のある在来線トンネルでは内部の軌道構造や環境条件はトンネルにより大きく異なる。具体例として木まくらぎ構造の紀勢線・袖摺トンネルと PC まくらぎ東海道線・東山トンネルレール状態を写真 1.1 および写真 1.2 に示す。これより以下のことがわかる。



写真 1.1 紀勢線・袖摺トンネルのレール状態

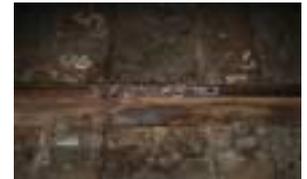


写真 1.2 東海道線・東山トンネルのレール状態

袖摺トンネル内では、トンネル全延長にわたってレール底部から締結装置周りの痩せが著しく電食の進行が早い。これは締結装置から湿潤した木マクラギを通じ電流が大地に漏出し易い状態と思われる。

東山トンネル内レールは、漏水により部分的に腐蝕の著しく進行している箇所が局所的に存在する。

以上のことから、トンネル内レールの管理について一般的には以下のようなことが言える。

木まくらぎ区間については、トンネル全区間でレール電食により締結力の保持を注意する必要があり、タイプレート取付による支持強化などの対策が有効であると思われる。

PC 構造の区間については、バラストの中透かしを行うのと同時に、局所的な漏水腐食によるレール折損に注意する必要がある。特にレール底部腐蝕の管理が重要になるとと思われる。

### 3. トンネル内レール保守管理(東山トンネルの例)

#### 3.1 東山トンネルの概要と従来の管理手法

東海道線山科～京都間、130km/h 走行、約 3.5 千万通トンという高速・高通トン線区に介在する東山トンネルは、開業 80 年以上経過し局所的な漏水が発生しているのが現状である。当該

箇所における具体的な保守管理は表.1 に示すように、通常の年 1 回レール一般検査の他、漏水腐蝕箇所を中心にレール底部の個別検査、トンネル全区間に渡るレール底部腐蝕検知器による探傷検査、さらに定期的なレール交換を実施しており、通常区間と比較して多大な保守量を投入し、管理に苦労していることがわかる。

#### 3.2 レール検査体制の強化（レール底部腐蝕検知器の導入）

前述のように漏水腐蝕の著しい箇所ではレール底部の個別目視検査を実施しているが、目視ですべてのレール底部の状態を把握するのは容易ではない。そのため個別検査と同時に近年開発されたレール底部腐蝕検知器を導入し<sup>1)</sup>、3mm 以上の傷で要監視、5mm 以上の傷でレール交換という一定の基準をもとに、トンネル全延長にわたりレール底部全箇所を把握することを可能とした。東山トンネル内においても、図.1 に示すように 3mm を超える底部傷が 1 箇所発見されレール交換を実施するなど、早期の腐蝕対策を実施している。

表1 東山トンネルにおけるレール保守管理概略

種別	内容	周期頻度等	記事
レール一般検査	主に目視目視による。	徒歩巡回検用	
トンネル内レール個別検査	漏水腐蝕箇所の詳細確認（シマ打撃レールに上りによる腐蝕の確認）	年回トンネルで実施（所要日数 8日/年）	従来は実施
レール底部検査	レール底部腐蝕検知器による探傷検査	年回トンネルで実施（所要日数 1日/年）	H15年度より導入
レール交換	定期交換（12年を目安）		経費削減
締結装置交換	レール交換時同時交換（ボルト・ナット）		経費削減

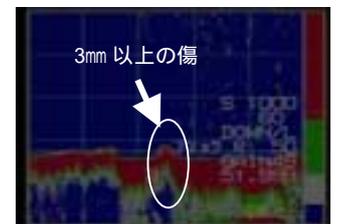


図.1 レール底部腐蝕検知器による底部傷の検出結果例

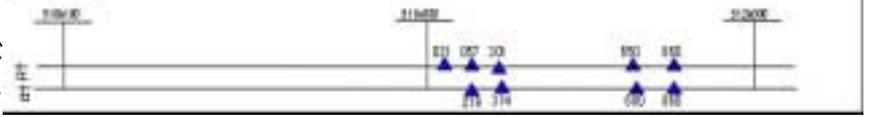
キーワード：トンネル内レール、電食、腐蝕、防食加工

連絡先：京都支社 京都保線区 〒601-8411 京都市南区西九条北ノ内町 5-5 TEL 075-682-8030 FAX8033

### 3.3 弱点箇所の把握とレール交換周期の考え方

前項で述べたように、レール一般検査・個別検査・底部腐蝕検知器による検査の他、トンネルの漏水状況および過去の損傷レール交換履歴を調査して

図.2 要注箇所一覧の例（損傷レール交換箇所・下内線）



弱点箇所を抽出し、図.2のような一覧を作成している。この図を見ればわかるように、漏水腐食による要注箇所はごく一部であり他の区間については通常区間と状態については大差がないと考えられる一方、レール交換については

トンネル内全体を要注箇所として捉えているため、定期的に実施している（12年周期）。そのため、前述に示す管理・検査手法の強化および過去のレール交換履歴等を正確に把握して安全の担保を取り、これまでの定期的なレール交換をトンネル全延長から要注箇所のみ限定し大幅な経費節減を見込むことが出来る。表.2に東山トンネル全4本にこの考え方を適用した場合に見込めるコスト削減額を試算した結果を示す。

表.2 東山トンネルレール寿命延伸による経費節減効果試算額

	作業内容	施工延長	経費	合計
従来	ロングレール交換	621M/年	12,422千円/年	13,994千円/年
	損傷レール交換	66M/年	1,572千円/年	
今回の新しい考え方	ロングレール交換	248M/年	4,966千円/年	6,207千円/年
	損傷レール交換	47M/年	1,116千円/年	
	レール防食加工	63M/年	125千円/年	

想定される経費節減効果：7,787千円/年

表.3 現地施工に適したレール防食加工の検討

	材料費	施工性 (硬化時間等)	特徴・効果
エポキシ系樹脂	やや高価	△	硬い(もろい)
ポリエステル系樹脂	安価	○	やや強い
ビニルエステル系樹脂	安価	◎(硬化20分)	適度な伸び率
ウレタン樹脂	安価	△	軟らかく弱い
フェノール樹脂	安価	△	軟らかく弱い

今回施工したビニルエステル系樹脂については、約1,000円/M（工事費700円/M、材料費300円/M）で施工可能と考えられる。

### 3.4 漏水腐食箇所の対策（レール防食の現地加工）

漏水腐食の著しい要注箇所はレール延命対策を実施することが望ましく、レール防食加工の効率化の検討も必要と考える<sup>2)</sup>。今回の防食加工は、在来線ロングレール取卸箇所でも施工可能にすること、漏水箇所が年月を経て若干変動しても対応可能にすることという2点から、トンネル内での現地施工の可能性およびコストの低減化を検討し試験施工を行った。現地防食施工が低コストで実現可能になれば、レール寿命延伸に大きな効果があると期待できる。

検討結果を表.3に示す。防食加工材料は表に示す多種類の樹脂があるが、今回は伸び率が大きく施工性が良いこと、また硬化時間が約20分と格段に短いというメリットに着目し、ビニルエステル系樹脂を用いた防食加工を現場で実施した(写真.2)。現在施工後約3ヶ月経過後、防食被覆の状態や電気絶縁性については問題なく良好に推移している。また連続250時間にわたる塩水噴霧試験による劣化試験についても防食の機能を保持しているという結果も得られている。今後も長期にわたり防食加工の効果の推移を調査していくことを考えている。



写真.2 レール防食加工の現地施工例（ロングレール取卸箇所）

## 4. おわりに

トンネル内レール管理についてはトンネル毎の個別把握が重要であり、その実態に応じた保守管理および対策を実施することが重要であると考えられる。特に東山トンネルのような高速度・高通トン線区については、局所的な漏水腐蝕によるレール折損を防止し、なおかつ効率的な保守管理が重要であると考え、検査管理の強化・レール交換周期見直し・最適な防食加工といった提案を行った。

最後に、今回防食加工を実施時に御世話になりました(株)アレン営業部長 岸田和比古氏に厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 高尾・江後・坂本 底部腐蝕検知装置の開発 日本鉄道施設協会誌 No.5 2001/5
- 2) 坂・楠田・前田 レール寿命延伸について 日本鉄道施設協会誌 No.3 2002/3