

新関門トンネルにおけるレール寿命の延伸について

西日本旅客鉄道株式会社 正会員○白水 健介
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 金岡 裕之
西日本旅客鉄道株式会社 岡戸 直樹

1. はじめに

山陽新幹線の新関門トンネルには、関門海峡の直下を通る区間（以下、海底部）がある。この区間におけるレールは、塩水や高湿度状態に起因した腐食により、レール腹部幅の減少が著しいことから、5年を目安としたレール交換を行なっている。通常のレール交換周期と比較すると、5年という交換周期は極端に短く、海底部における保守コスト高騰の一要因となっている。過去にレールの延命を目指して、耐食合金鋼レール敷設等の対策工を試みてきたが、普通レールとの大差は認められなかった¹⁾。その後、平成6年度に防錆処理レール（以下、防錆レール）を試験的に敷設し、平成11年度にその発生レール用いて防錆処理効果の確認調査を行なった。本研究では、レール防錆処理の効果の検証と、今後の海底部におけるレール寿命の延伸の可能性について述べる。

2. 海底部における現行の交換基準

レールの材料交換基準には、摩耗、断面減少及び波状摩耗等がある。しかし、海底部に敷設されているレールは、腹部幅14mmを交換基準としている。これは、昭和59年に鉄道技術研究所で、腹部幅の減少によるレールの水平折損に対する安全性を検討した結果²⁾に基づいた交換基準である。この調査に用いたレールが敷設後5年経過のもので、すでに腹部幅が14mmであったことから、当時の新幹線総局の指導の下、5年周期を目安としたレール交換を行なってきた。

3. 防錆処理効果の確認調査とその効果

今回の発生レールを用いた防錆処理効果の確認調査では、表面外観、レール底面の凹凸形状、レール端部の断面形状及び頭頂面摩耗について調査を行なった。なかでも、レール端部の断面形状調査は、腹部幅及び底部幅を測定しており、交換基準である腹部幅14mmに対する防錆処理効果を確認するには、最も適している。よってレール端部の形状調査結果を中心に、以下に防錆処理効果の検証を行なうこととする。

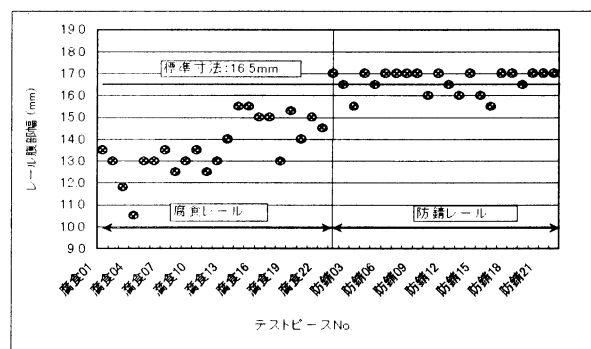


図 3.1 レール端部の腹部幅測定の結果

3.1 調査結果

レール端部の断面形状調査では、レールの頭部幅、腹部幅、底部幅及び高さについて測定した。その中でも、腐食の影響を最も受け、交換基準に直結している腹部幅の測定結果を図3.1、底部幅の測定結果を図3.2に示す。

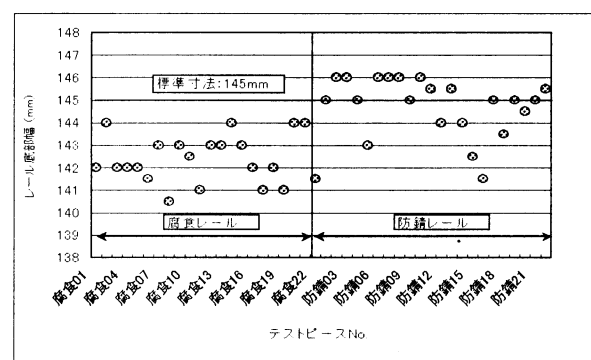


図 3.2 レール端部の底部幅測定の結果

図3.1より、腐食したレール（以下、腐食レール）はすべての供試体で標準寸法の16.5mmを下回っており、現行の交換基準となる14mm以下の箇所も存在している。また、局所的に10.5mmの箇所が存在しており、好ましくない。しかし、全供試体の平均値は13.6mmであり、5年以内という交換周期の目安にある程度の妥当性が確認できた。局所的な10.5mmの箇所についても、連続的に存在するわけではなく、レールの水平折損に結びつくものではない。

一方、防錆レールの供試体については、ほぼ標準寸法付近に分布している。また、標準寸法を上回っているもの

キーワード：新関門トンネル海底部、腐食レール、防錆レール、腹部幅14mm、頭頂面摩耗、交換周期

連絡先：〒802-0002 福岡県北九州市小倉北区京町4-7 電話 093(541)6915 FAX 093(541)6915

も多いが、防錆塗装厚分を含んでいるためと思われる。標準寸法以下であっても基準となる 14mm は確保されており、防錆処理効果は十分にあるといえ、腹部幅の減少を防止することができた。

図 3.2 に示す底部幅の測定結果ではばらつきがあるものの、腹部と同様に防錆効果はあるといえる。しかし、締結装置部では底部幅が減少している箇所もみられることから、締結装置部については確実に腐食による底部幅減少を抑制できているとはいえない。

4. レール防錆処理の効果の考察

今回の調査結果から、防錆処理による効果は、締結装置部及び軌道パッド部を除けば確実であるといえる。また、交換周期を数年延伸した場合でも、現行の海底部における交換基準である腹部幅 14mm は十分に確保できると推定される。一方、防錆レールにおける締結装置部及び軌道パッド部については、レール底部の凹凸形状測定の結果から、多少の腐食はみられたものの、腐食レールほどの状態には達していなかった。過去に海底部において、レール底部損傷を事由とした損傷レール交換が 1 件しか発生していないことを踏まえると、1～2 年程度の交換周期の延伸であれば、損傷による局所的な交換の発生増に結びつくおそれはないと推測される。

5. 最適なレール交換周期の検討

今回の調査から、防錆処理によって腹部幅減少が抑制され、交換周期を延伸することが可能となった。そこで、ほかの交換基準のうち海底部全体に均等に影響し、交換基準到達が最も早いと見込まれる頭頂面摩耗について検証した。

頭頂面摩耗の測定結果を見ると、腐食、防錆にかかわらず全ての供試体で大きな摩耗があり、5 年経過時点では、最大摩耗 9.5mm にまで達しており、8.0mm を超える箇所が数多く存在していることがわかった。

5.1 頭頂面の摩耗推移と可能な交換周期

この結果とこれまでの摩耗検査のデータを用いて、敷設 6 年目以降の頭頂面摩耗量を推定した。手法としては、交換基準の 13mm を超えない範囲を推定するために、平均摩耗量に 2σ を加えた値を基に可能となる交換周期を検討した。その結果、交換基準に到達しない経過年数は、図 5.1 のように 6 年目までである。平均摩耗量に 2σ を加えた値をみると、実際の調査における、5 年目の最大摩耗量 9.5mm も発生が予想される事象として確実に網羅していることから、妥当性はあるものとする。以上の検討から、頭頂面摩耗による交換周期 6 年が可能となることがわかった。

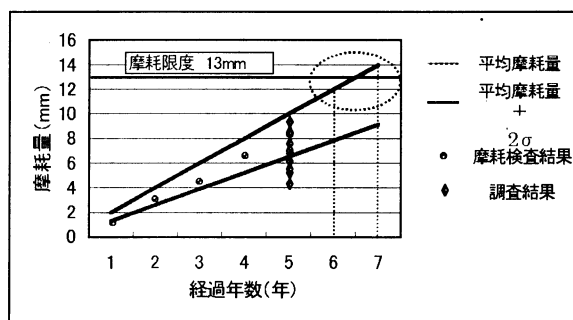


図 5.1 頭頂面摩耗の推移

6. まとめ

以下に、レール防錆処理効果の検証からわかったことと、今後の海底部におけるレール寿命の延伸を提案する。

- ① レール防錆処理は、腹部、底部の殆どの箇所確保されており、効果は十分にあるといえる。
- ② 防錆処理を施した場合であっても、底部と底面では、締結装置部や軌道パッド部で腐食の進行が認められる。
- ③ 頭頂面摩耗の交換基準をもとに検討すると、レール交換周期は 6 年となる。

7. 今後の課題

今後の課題として以下に示す 4 点が挙げられる。

- ① 締結装置部の防錆処理効果の確保を目的に、埋込栓強化等による締結装置補修量削減の検討
- ② 締結装置の確実な防錆処理による、締結装置の交換周期 3 年から 6 年への延伸の検討
- ③ 頭頂面摩耗抑制のためのレール材質変更等の検討
- ④ これらの達成による巡回等検査周期の延伸

<参考文献>

- 1) 新日本製鉄株式会社：「第 12 回 レール研究会議事要約」 S58.12
- 2) 鉄道技術研究所 金属材料：「新開門トンネルのレール腐食について～腹部曲げ応力の検討～」 S59.12.17