

新幹線急曲線への新型熱処理レールの使用検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○溝口 佳哉
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 谷地 慶之
 東日本旅客鉄道株式会社 非会員 村上 桜

1. 要旨

(1) 研究の背景

仙台新幹線保線技術センター(以下：仙台幹保技セ)はレール傷が年間平均約 500 箇所発生し、計画外の緊急交換が多く、コストの増加や作業調整に苦慮してきた(図-1)。そこで、レール傷発生箇所の傾向を調査したところ、全体の 71%が仙台駅の前後 5km 程度の東北新幹線 320km 台で発生していることがわかった(図-2)。

(2) 320k 台のレール傷の発生傾向

320k 台には急曲線があり、その外軌側でのレール傷発生が多い。急曲線の中でも、特に R1000 での発生が多い(全体の 44%)。加えて、キシミ傷・ハクリの進行も早く(図-3)、敷設後、最短 4 年(累積通過トン数 1 億 t 程度)でレール交換を実施している状況である。以上のことから、仙台駅前後 320k 台の急曲線外軌におけるレール傷の抑制ができれば、レール交換周期の延伸や作業調整の改善となると考えた。

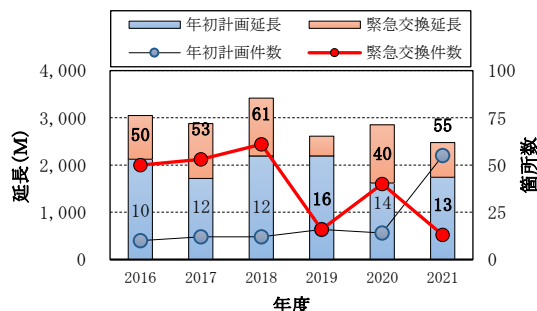


図-1 年度別レール交換延長

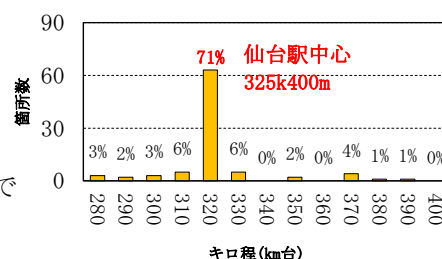


図-2 レール傷検出割合の分布

2. 研究目的

本研究はレール交換周期の延伸、レール交換工事の調整業務削減による効率化を目的に、JR 東日本の在来線で近年導入された新型頭部熱処理レール HH320 (低炭素鋼) を曲線外軌にエンクローズアーク溶接 (以下、EA 溶接) を用いて敷設し、レールの摩耗と傷、溶接部硬さと凹凸の傾向を調査・分析することである。なお、HH320 レールとは高炭素鋼の HH340 レールよりも頭部硬さを抑え、摩耗を促進させることで疲労層を除去することを目的に開発されたレールであり、レールの単価もほぼ同等である。



図-3 HH340 のキシミ傷の発生状況

3. 取り組み内容

具体的な調査方法は、仙台幹保管内の 320k 台の R1000 の曲線外軌に三種のレール (普通、HH340、HH320) を敷設(図-4)して、硬度や凹凸等の下記の各種①～④のデータを調査、比較、検討した。

- | | |
|------------|-------------|
| ①敷設後の摩耗状態 | ②キシミ傷の監視 |
| ③溶接部の落込み測定 | ④溶接部の表面硬さ測定 |
| (2m ストレッチ) | |

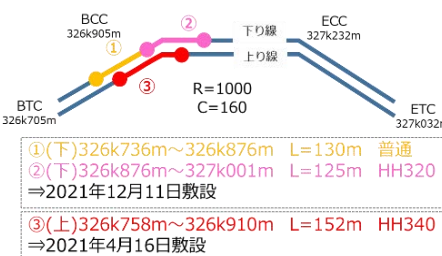


図-4 検証レール敷設計画図

なお、HH320 に関しては EA 溶接の知見が少ないため、ガス溶接 (以下、GP 溶接) と EA 溶接を併用して検証を行うこととした。

キーワード 新幹線、レール傷、HH320 レール、急曲線

連絡先 仙台新幹線保線技術センター〒985-0851 宮城県多賀城市南宮字二津井 18 番地 TEL 022-356-5125

4. 調査結果

各種レールを敷設以降 400 万 t 経過した時点での各調査項目の検証結果について下記に示す。

(1) 敷設後の摩耗状況

すべての種類のレールで、若干の摩耗の進行が確認できた(図-5)。定できた摩耗量は、普通:2.1 mm、HH320:1.9 mm、HH340:0.4 mmであり、線形近似の結果から、概ね在来線での既往の研究^{※1}と同程度の摩耗速度であることが確認された。

(2) キシミの監視

各レールにわずかにキシミが発生していた。キシミ傷の大きさと密度は「HH340>HH320>普通」の順であった。(図-6)

(3) 溶接部の落込み測定

凹凸測定結果では、目立った落ち込みもなく測定誤差の範囲で推移しており良好であった(図-7)。

(4) 溶接部の表面硬さ測定

各溶接のブリネル硬さ、概ね JIS 標準ブリネル硬さに適合していた。標準偏差の平均(硬さのむら)は、「HH320GP(7.1)<HH340EA(8.5)<HH320EA(19.3)<普通 EA(31.1)」の順であった(図-8)。HH320 での EA 溶接は初めての試みであったが、普通レール EA 溶接に比べ安定して、JIS 標準ブリネル硬さを満足していることが確認できた。

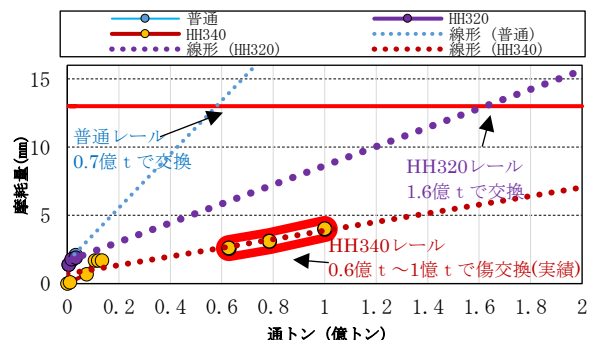


図-5 摩耗推移と予測近似線形

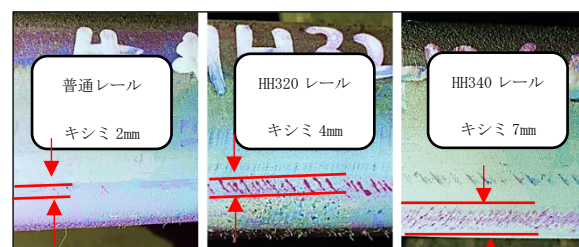


図-6 各種レールのキシミ傷の発生状況

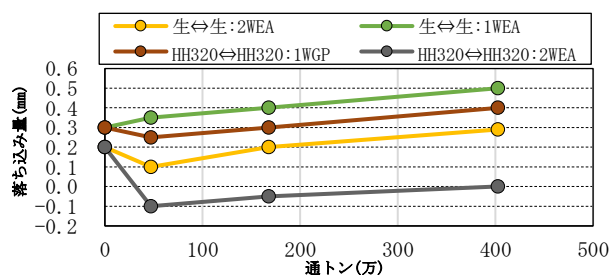
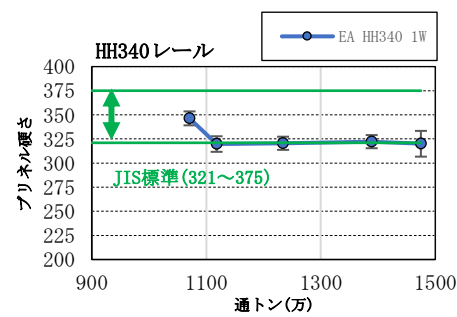
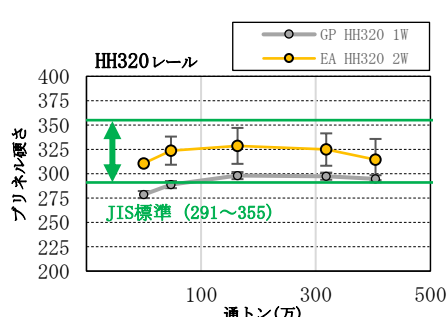
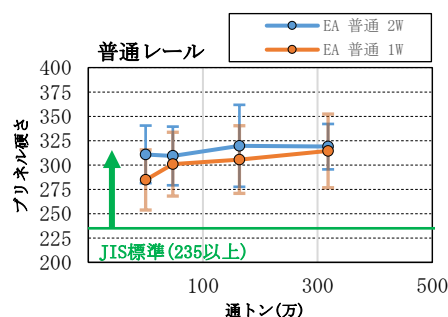


図-7 2mストレッチ凹凸最大値の推移



上記調査結果より、新幹線の急曲線に HH320 レールを敷設しても各種データに問題のないことが確認できた。また、摩耗推移から予測すると、摩耗限度まで使用できた場合の交換周期は、現状の HH340 レールから約 2 倍の 12 年 (1.6 億 t) 周期での交換が見込め、交換周期とコストの半減が期待できる。

※摩耗速度：HH340 約 0.40mm/千万 t<HH320 約 0.85mm/千万 t<普通レール約 1.8mm/千万 t

5. まとめ

以下に本研究での検証結果をまとめる。

- (1) 摩耗・キシミ等の検証の結果、新幹線の急曲線に敷設しても大きな問題がないことを確認した。
- (2) 溶接部の凹凸・硬さの検証の結果、EA 溶接を適用しても大きな問題がないことを確認した。
- (3) 新幹線においても曲線半径 1000m 以下での HH320 レール使用によりコストダウン効果の可能性がある。

[参考文献] ※1 品川ほか；レール傷発生抑制の取組み—新型熱処理レールの導入—、新線路、2020. 12