

曲線外軌レールにおける損傷箇所の傾向と解析について

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○安達 大将
 東日本旅客鉄道（株） 正会員 深堂 暢之
 東日本旅客鉄道（株） 非会員 渋谷 伸一

1. はじめに

新潟支社ではシェリング傷の発生が多く、レール交換原因もシェリング傷によるものが圧倒的に多い傾向にある。また近年、熱処理レール使用箇所における曲線外軌レールで連続シェリング、きしみ傷などが多く発生し、レール折損の危険性が存在する。しかし曲率ごと、円曲線・緩和曲線別、累積通トン、普通レール・熱処理レール別などの発生傾向が詳細に調べられておらず、レール管理上の悩みとなっている。

本研究は平成20年度から26年度までのJR東日本管内の5支社13線区における蓄積したレール損傷データを活用し、曲線外軌レールにおける損傷箇所の発生傾向についてデータ解析を行うとともに、現場調査によりデータ解析結果の確認を実施することとした。

2. シェリング傷の発生傾向解析

(1) 曲線半径別シェリング傷発生状況

シェリング傷発生件数とレール延長を計算し1kRm当たりの発生率を求めた結果を図1に示す。（以下すべて1kRm当たりの発生率とする）

曲線外軌レールの曲線半径別の発生状況を見ると、直線区間が3.5件に対してR=800mでは約5倍の17.9件と多く発生している。また曲率

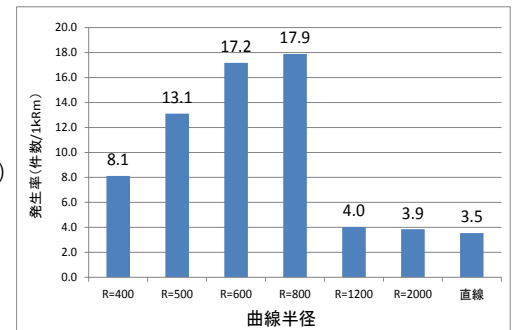


図1 曲線半径別シェリング傷発生率

(2) 曲線領域別シェリング傷発生状況

曲線部の発生箇所を詳細に求めるため、図2に示すように列車進行方向に対し1曲線を11箇所に細分化して曲線領域を設定し解析を行った。図3に示すように出口側緩和曲線の中央部に当たるhエリアで24.8件と突出して発生し、続いてbエリア（14.3件）、iエリア（11.4件）の順で発生している。

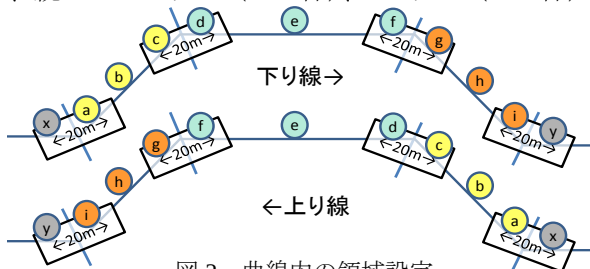


図2 曲線内の領域設定

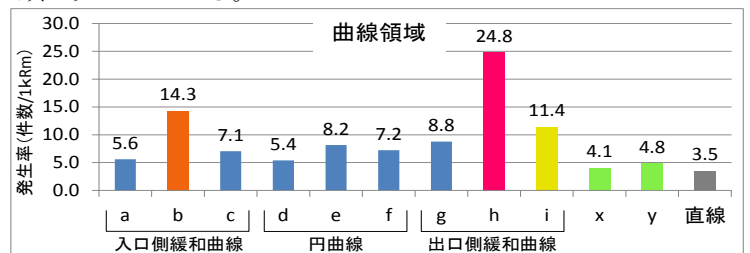


図3 曲線領域別シェリング傷発生率

(3) シェリング傷の累積通トン解析

曲線半径別及び直線の累積通トン解析を行った。過去の文献から直線区間のシェリング傷は累積通トン数が3億トン以上で顕著化するといわれ、図4の直線区間に同様の傾向が示されたが、R=500m～800m区間では累積1.5億トンで顕著化する傾向が示された。

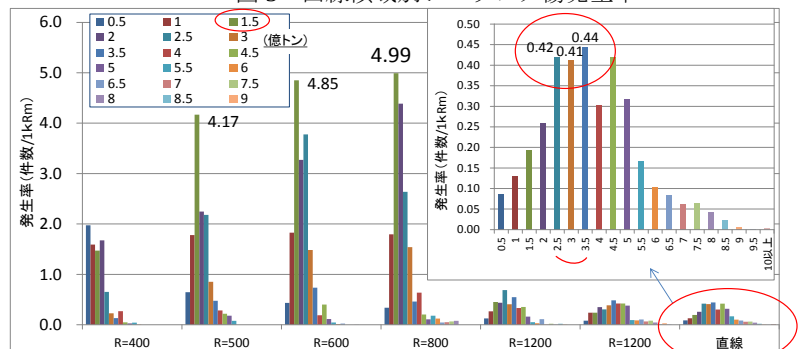


図4 曲線半径別累積通トン別発生率

キーワード レール傷、シェリング傷、ゲージコーナ傷

連絡先 〒950-0086 新潟県新潟市中央区花園1丁目1番2号 TEL: 025-248-5250

曲線領域別に見ると、図5に示すように、hエリアでも1.5～2億トンに達すると顕著化することが分かる。

(4) シェリング傷のレール材質別発生状況

500m<R≤800mの区間で曲線領域別、かつレール材質別で解析を行った。結果としてhエリアの熱処理レールの発生率が41.7件と突出して発生している。また熱処理レールは普通レールと比較すると傷の発生が多く、hエリアでの熱処理レールは普通レールの約10倍の発生率となる。

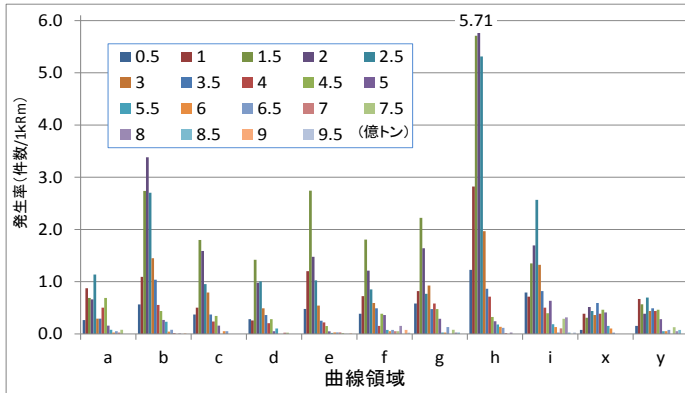


図5 曲線領域別累積トン別発生率

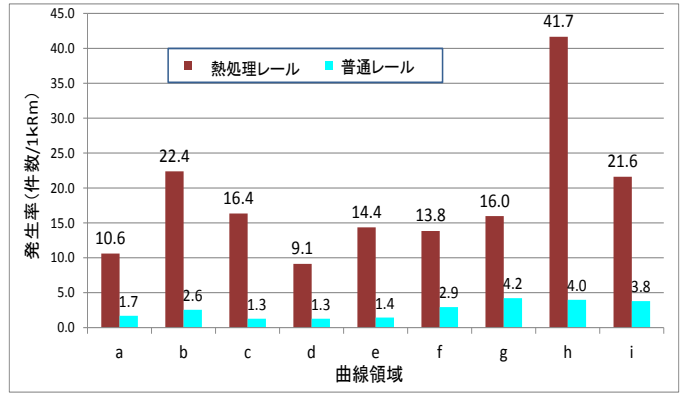


図6 500m<R≤800m 曲線領域別、レール材質別発生率

3. 現場調査結果

シェリング傷の発生が多い箇所を抽出し現場調査を行った。調査を行った区間はR=600mで熱処理レールが敷設されている箇所である。現場についてもデータの通り、曲線外軌レールで出口側緩和曲線でのシェリング傷が顕著であることを確認できた。また摩耗量は累積トンが2.1億トンに関わらず摩耗量は少なく、最大で2mmの摩耗量であった。さらにミニプロフを用いて入口・出口側緩和曲線、円曲線内で断面の測定を行い、各地点で断面形状の違いを確認できたが、サンプル数が少ないため、断面形状の特徴を断定することはできなかった。

4. 曲線領域における発生率の違いについての考察

曲線領域別のシェリング傷の発生傾向について考察した。

注目したのは先頭軸外軌側車輪の輪重である。列車が進行すると、図7に示すように輪重が変化し、出口側緩和曲線では輪重抜けが発生することが分かる。また緩和曲線内ではアタック角の変化が大きいことと、出口側緩和曲線では車輪の三点支持によるフランジとレールゲージコーナ部との接触面の変化など複雑であり、さらには車輪からレールに伝達する時にすべりが発生し、転がり接触疲労によりシェリング傷が発生しやすくなったものと考えられる。

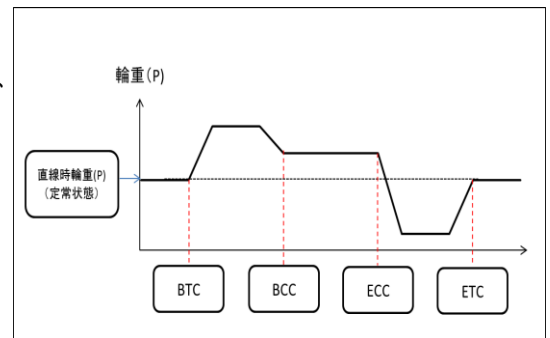


図7 先頭軸外軌側車輪の輪重の変化の概念図

5. まとめ

今回の曲線外軌レールにおける損傷箇所の傾向と解析について得た知見を以下に述べる。

- ・曲線半径別でR=800mでシェリング傷の発生が多い。
- ・曲線領域設定を行い解析を行った結果、出口側緩和曲線の中央部(hエリア)でのシェリング傷の発生が多い。
- ・累積トンによる解析では、R=500m～800m区間で累積トン1.5～2億トンで多い。
- ・現場調査の結果、熱処理レール敷設区間の摩耗量は少なく、シェリング傷が連続して発生している。

6. 今後の課題

シェリング傷とレール摩耗との関係性をさらに研究するためミニプロフを用いて断面の変化と、入口・出口側緩和曲線の同条件の曲線位置における摩耗データの解析を行い、損傷状態とレール摩耗の進捗状況からレール交換時期と保守工事費および材料費の経済比較を行い、新しいレール材質や熱処理レール使用見直しの提案を行う。