

S8-4-1. レールきしみ割れの発生傾向分析

正 [土] ○瀧川 光伸 (東日本旅客鉄道株)

正 [土] 小野寺 孝行 (東日本旅客鉄道株)

Analysis of track conditions under which Head Checks are occurring

Mitsunobu TAKIKAWA, Member (East Japan Railway Co.)

Takayuki ONODERA, Member (East Japan Railway Co.)

In recent years, Head checks or Spalling have occurred at gauge corner of high rail in mild curved track, and rail renewals for removing the defects have increased. Therefore data of Track inspection car (East-i) and Rail defect detecting car were analyzed for finding track conditions which the defects appear easily. Besides wheel load and lateral force etc. were measured at mild curved track which the defects appearing.

From the measuring results, Track conditions which the many defects are occurring are as follows: head hardened rail, lateral force of about 10 kN at head hardened rail section and Lateral force of about 5kN at normal rail. Besides Bolsterless bogies caused bigger lateral force for high rail than bolster bogies.

キーワード：レール損傷、きしみ割れ、曲線区間、横圧、転がり接触疲労

Keyword: rail defect, head checks, curved track, lateral force, rolling contact fatigue

1. はじめに

最近、緩曲線区間における外軌ゲージコーナ部で図 1 に示すような傷の発生が顕著であり、レール交換等のメンテナンスに苦慮している。そこで、レールきしみ割れの発生しやすい軌道条件を探るために、レール探傷車の損傷データと軌道検測車 (East-i) の PQ データを用いて分析を行った。さらに、きしみ割れの発生している箇所を輪重・横圧等の地上測定を行い、走行車両がレールに与える影響も分析した。その分析結果を元にその発生要因と今後の取り組み対策を検討する。



Fig.1 Head Checks on high rail

2. 探傷車と検測車のデータ分析

2.1 データ分析の方法

きしみ割れ区間の選定は、現場からの聞き取り調査を元に、きしみ割れが多く発生していると予想される 5 線区 (表 1 を参照) を代表とし、レール探傷車 2 年分のデータからきしみ割れ傷と考えられる損傷データを抽出した。次にそのきしみ割れが存在する曲線と曲線半径が同様な別な曲線を選定し、それぞれについて検測車 (East-i) の輪重・横圧データを読み取り分析を行った。対象とした曲線数は、各線の上下線を合わせて約 1100 である。

Table 1. Selected lines

| 線名 | 区間 |
|----------|----------|
| 総武快速線 | 東京～千葉 |
| 総武緩行線 | 千葉～三鷹 |
| 京葉線 | 東京～蘇我 |
| 総武本線・空港線 | 千葉～成田空港 |
| 武蔵野線 | 府中本町～南船橋 |

2.2 データの分析結果

きしみ割れの発生していた箇所を曲線半径別に整理したものを図 2 に示す。図より、R800 以下の曲線にきしみ割れが多く発生していることが確認された。これは、R800 以下の曲線に熱処理レールを投入しているため、レール硬度が大きく、傷が発生しやすいためと推定できる。

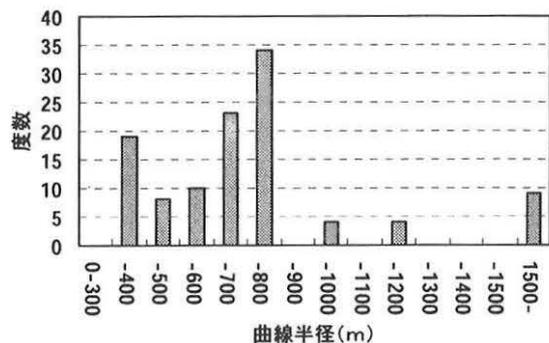


Fig. 2 The radius of curved track with Head Checks

次にきしみ割れの発生している区間の外軌横圧の平均値について、熱処理レールと普通レールに分けたものを図 3 に示す。図より、最もきしみ割れの発生しやすい横圧の大きさは、熱処理レールで 9~12kN、普通レールで 3~6kN である。

したがってこれまでの結果から、きしみ割れが発生しや

すい区間は、R800 以下の熱処理レール敷設区間で横圧が 10kN 前後の場合であるという傾向が確認できた。さらに別の分析から、傷のない曲線で発生している横圧は 10kN 未満に集中している傾向が見られ、きしみ割れの発生しやすい曲線は横圧が大きめであるということもわかった。

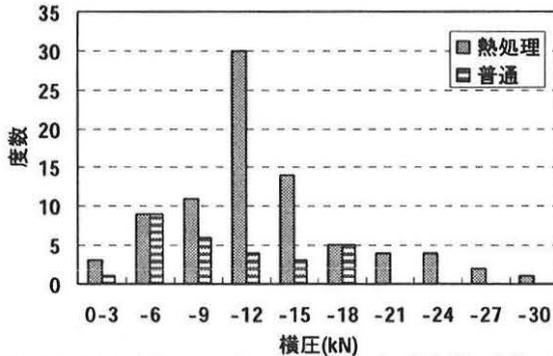


Fig. 3 Lateral force at curved track with Head Checks

3. 地上測定の実験

3.1 測定概要

きしみ割れの発生している曲線において軌道の動的測定を行った。測定項目は、輪重、横圧、アタック角、レール頭部・底部変位等である。測定箇所は表 2 に示すとおりであり、通過する車両はボルスタ台車の旧型車(普通、特急)とボルスタレス台車の新型車(普通、特急)であり、車輪踏面形状は全て修正円弧踏面である。

Table 2. Track condition

| 曲線半径 | 種別 | 種類 | カント | スラック | 通トン |
|------|-----|-----|------|------|---------|
| 800m | 50N | 熱処理 | 69mm | 0mm | 1.1 億 t |

3.2 測定結果

(1) 外軌横圧

外軌横圧の測定結果を図 4 に示す。外軌横圧は各台車の前軸平均値で整理している。図より、新型車の横圧が大きい傾向があり、特にその普通列車は、East-i の調査結果からきしみ割れ発生しやすいと確認された 10kN に近い横圧が発生している。

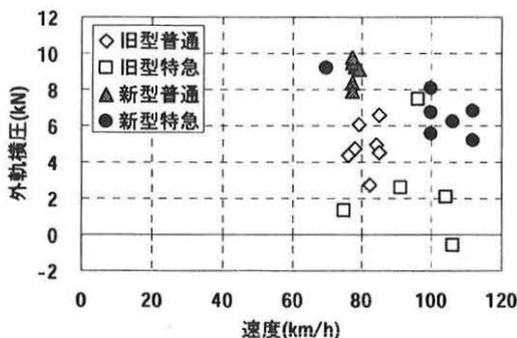


Fig. 4 Lateral force at high rail

(2) 外軌の小返り角

レール頭部と底部の変位からレール小返り角を計算し、各台車の前軸の平均値で整理した。その結果を図 5 に示す。図より、小返り角は 0.1~0.1° の間にあり、車種による違

いは見られなかった。そして、まくらぎに設定されている傾き (1.4°) と比較して十分小さいことが確認された。レール底部に対する頭部の変位量としては、0.2mm 以下となる。

また、現地のカントは 69mm であり、均衡速度は約 80km/h となる。グラフから均衡速度より速い速度の場合は軌間外側に傾く傾向が見られた。

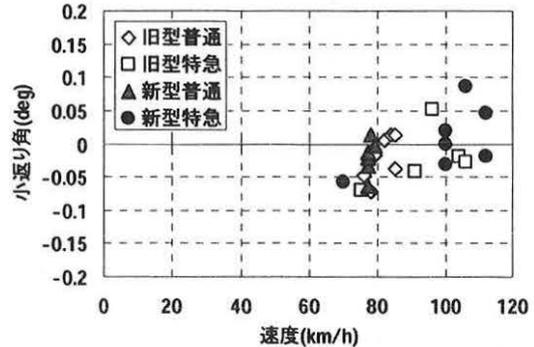


Fig. 5 Rail inclination angle at high rail

(3) アタック角

アタック角の測定結果を図 6 に示す。アタック角は、各台車の前軸の平均値で整理してある。図より、アタック角のほとんどが 0.1° ~ -0.1° の間にあり、車種による違いは見られなかった。

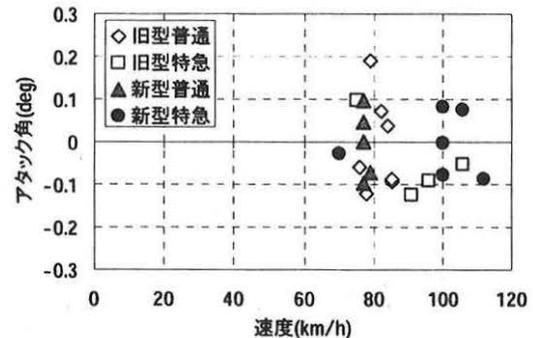


Fig. 6 Attack angle

4. まとめ

以上の結果から、在来線の外軌にきしみ割れが発生しやすい条件をまとめると以下のようになる。

- ✓ 熱処理レールの区間
- ✓ 熱処理レールでは、横圧が 10kN 前後発生している箇所
- ✓ 普通レールでは、横圧が 5kN 前後発生している箇所
- ✓ R800 の曲線では、横圧の発生状況から考えてボルスタレス台車が走行している線区

したがって現状での対策としては、「横圧が 10kN 程度になる曲線では熱処理レールの投入を控える」もしくは「R700~R800 程度の曲線では旧型車と同程度の横圧になる台車構造の車両を設計する」という 2 点が考えられる。

また、このようなきしみ割れが増えてきたのはここ数年の現象であり、新しい車両の導入や車輪踏面形状の変更が影響している可能性も大きい。今後は、これらの現場データをもとに、2 円筒式の転動試験装置を用いてレール材質や車輪・レール形状の影響を実験的に調査し、レールきしみ割れに対する最適な対策法を評価する予定である。