

IV-318

波状摩耗発生原因に対する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 瀧川 光伸

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 塙 光雄

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 伊藤 謙一

まえがき

ここ数年通勤電車区間の急曲線内軌レールにおいて、波状摩耗の発生が問題となっている。特に山手線の曲線区間では半径500m以下で多く発生しており、車両の故障や騒音増大という事象が起きている。軌道側としてはレール交換及びレール削正で対応している。今回、波状摩耗のレール削正にあわせ軌道の各種測定を実施し、レール削正の効果と波状摩耗の発生原因を検討することとした。以下にその検討結果を紹介する。

1. 調査内容

表1の5区間（すべて山手線内回り）でレール削正を施工し、削正前後で「レール振動加速度」「マクラギ振動加速度」「輪重」「横圧」「締結装置応力」「ボルト軸力」の測定を行った。

表1 各レール削正区間の軌道諸元（静的）と削正方法

区 間	曲線半径	レール	カント	軌間	削正方法	削正車
①東北山手（下） 4k320m	300m	60kg	85mm	+17mm	60kg断面	八頭式
②東北山手（下） 4k515m	280m	60kg	90mm	+12mm	非対称	八頭式
③東北電車（下） 4k515m	310m	50N	70mm	+18mm	—	六頭式
④山手電車（上） 19k970m	302m	50N	70mm	+5mm	50N断面	八頭式
⑤山手電車（上） 20k015m	302m	50N	75mm	+5mm	—	六頭式

2. 測定結果

山手線に発生している波状摩耗の凹凸状態を図1、波高の推移を図2に示す。現在多く発生している波状摩耗の波長は5～10cmであり、波高は進みの早い箇所では1年間に0.25～0.30mmまで成長する（山手線の通トン：約4200万t/年）。今まで検出された波高の最大値は0.75mm（波長：15cm）であり、営業車両の軸箱加速度が30gを超えるような状態になる。

例として、①区間の上下レール振動加速度（図3）とマクラギ振動加速度（図4）を紹介する。レール振動加速度は一般的に1,000Hz以上にピークを持った周波数特性となるが、削正前は波状摩耗の影響で160～1,600Hzまでフラットな特性となっている。この区間の主な波状摩耗の波長は7～10cmであり、周波数にすると160～230Hzとなる。

マクラギ振動加速度は削正後においても200Hzをピークとした周波数特性をしており、波状摩耗の波長と非常によく一致する。

図5は測定列車の輪重平均値とカント不足量（各列

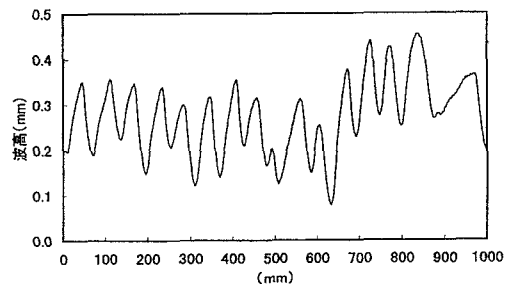


図1 波状摩耗の凹凸状態（②区間、削正前）

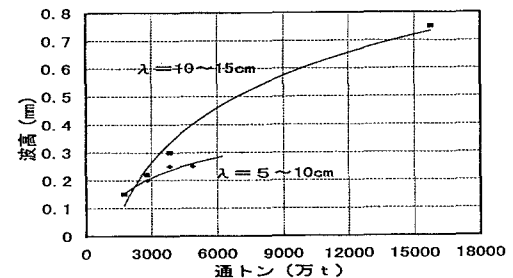


図2 波状摩耗波高の推移（最大値）

車の平均速度）の関係である。カント不足が大きくなると内外軌の輪重差が大きくなっていることが確認できる。

図6は測定列車の横圧平均値とカント不足量（各列車の平均速度）の関係である。横圧の発生状況は各区间で微妙に違うことが確認できる。

3. 考察

マクラギ振動加速度の卓越周波数は、波状摩耗の周波数と一致し、共振している可能性がある。削正後も200Hzをピークとした周波数特性があり、波状摩耗の進行を遅らすにはマクラギに伝わる振動を低減させるか、PCマクラギの周波数特性を変える必要があると考える。⁽¹⁾

3ヶ月経過した各区間のレール頭頂面を観察すると波状摩耗の成長が著しいのは②区間、以下④区間、⑤区間、①区間、成長が一番遅いのは③区間である。

輪径差を得るために非対称削正を行ったにもかかわらず、②区間は波状摩耗の成長が著しい。波状摩耗の周波数特性から後軸が問題となっていると思われる。

⁽²⁾ ⁽³⁾ 今回の原因としては次の2点が考えられる。

- 輪重バランスがよく、内軌側の車輪が滑りにくい。
- 横圧状況から後軸が内軌側によって走行している。

波状摩耗の発生しにくい③区間は、横圧の発生状況から前後軸とも外軌側によって走行しており、輪径差が生じやすくなっていると思われる。さらに、外軌側と比較して内軌側の輪重が小さいため、内軌車輪が滑りやすい状況にあると考えられる。

4. まとめ

波状摩耗の種類にはいくつかあるが、山手線のような線区の波状摩耗を発生しにくくするには、

- マクラギの振動を抑える。
- 内軌側を滑りやすくする。
- 輪径差を確保する。

ことが必要である。そのためには、低弾性軌道パットを導入したり、カントの設定条件を考えなければならない。

今後の検討としては、削正断面の形状により輪重・横圧が変化することもわかったため、輪径差の確保も含め波状摩耗の発生しにくい削正方法を考えていく必要がある。

<参考文献>

1. Rail corrugation; characteristics, causes and treatments : S L Grassie, J Kalousek
2. 急曲線におけるレール波状摩耗の発生メカニズムに関する研究：松本他、交通安全公害研究所発表会、1995.11
3. 急曲線通過時における台車・軌道の特性と波状摩耗発生への影響：松本他、J-RAIL'95

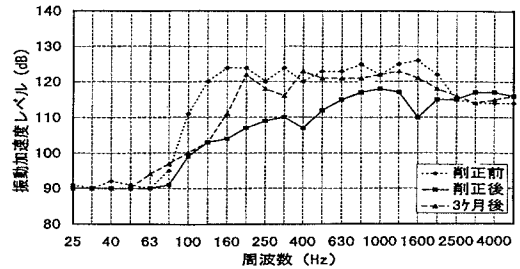


図3 上下レール振動加速度（①区間）

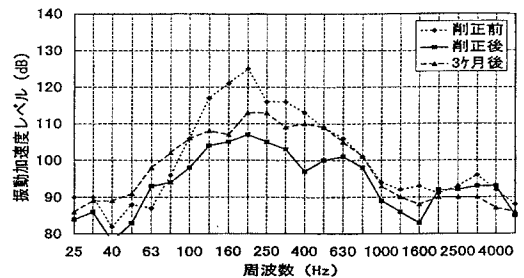


図4 マクラギ振動加速度（①区間）

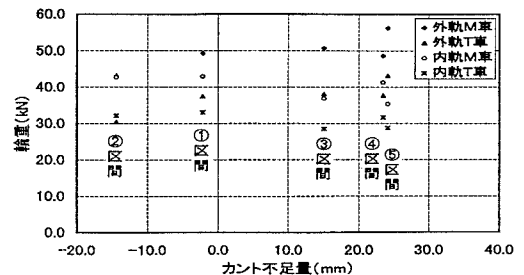


図5 輪重とカント不足量の関係

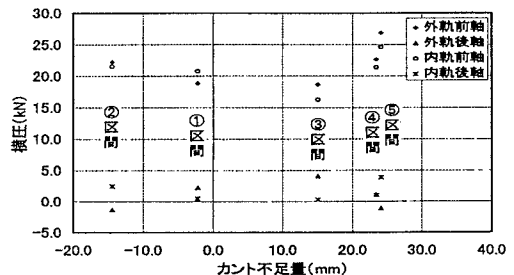


図6 横圧とカント不足量の関係