「波状摩耗除去による軌道整備効果について」

○　ＪＲ西日本　正会員　宇都宮　崇人

１．はじめに

在来線の保守多投入箇所として波状摩耗を有する急曲線定尺区間が挙げられる。波状摩耗区間はレール頭面の凹凸により、列車通過時に大きな騒音が発生するとともに発生する振動により軌道沈下が促進されることはすでに知られている。そこで波状摩耗の軌道狂いに対する影響を実態から整理し、波状摩耗除去対策と軌道狂い整備を行ったのでその結果を報告する。

２．管内の概況（山陽本線）

山陽本線総延長：１５９,０００M（ロング：５１%）
　Ｒ＝６００以下：６２,２３３M（３９%）
Ｒ＝６００以下のロング・定尺の割合
ロング　：１５,９２７M（２６%）
定尺　　：４６,３０６M（７４%）
Ｒ＝６００以下が全体の約４割を占めており、そのうち７４%（４６.３Km）が現在定尺区間となっている。なお年間通トンは２１００万トンの貨物列車走行線区である。

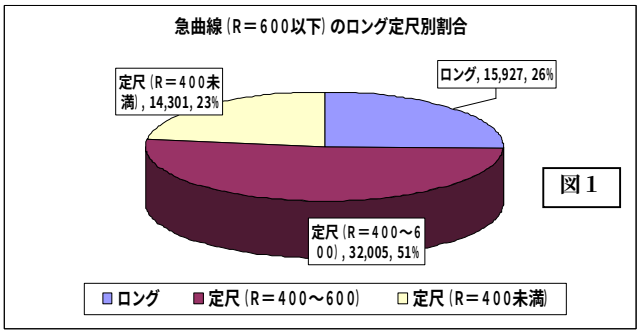


図１

３．波状摩耗の軌道狂いに対する影響

Ｈ１５年度～Ｈ１６年度に波状摩耗除去を目的に実施した９曲線、軌道延長Ｌ＝２,５００Mを対象とし、波状摩耗除去前後の軌道狂いの分析を行った。
・レール削正車（５曲線：１,５００M）
　R=３００・・・３ロット
　R=４００・・・８ロット
　R=４２０・・・４ロット
・内外軌側振り替え・・・（４曲線：１,０００M）
　R=３００・・・１０ロット

（１）波状摩耗除去後のＰ値の推移

図２は波状摩耗の除去を実施した箇所の 100M ロット別の P 値の推移を示したものである。波状摩耗除去後は P 値の悪化を抑えていることが分かる。

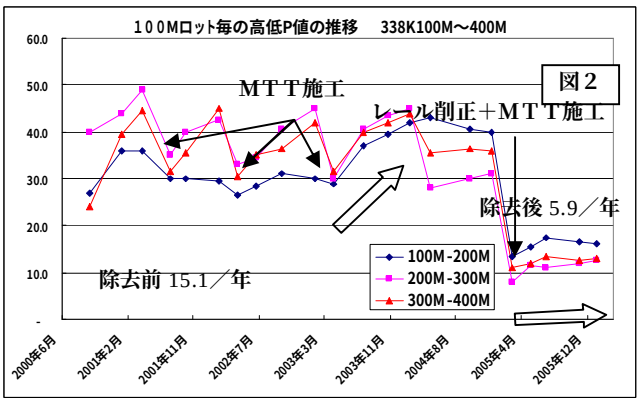


図２

（２）波状摩耗除去前後のＰ値悪化速度

１００mロット毎のＰ値悪化速度として（Ｐ値変化）／（年）で表した。
　波状摩耗除去前・・・１５．１／年
　波状摩耗除去後・・・　５．９／年
全２５ロットの P 値悪化速度を平均すると上記となり、波状摩耗を除去することでＰ値悪化速度が１／３程度に抑えられていることが分かった。また全２５ロットの分布図（図３）より、波状摩耗除去前はＰ値悪化速度が概ね１０を超えており、波状摩耗除去後の P 値悪化速度の 2 倍となっている。

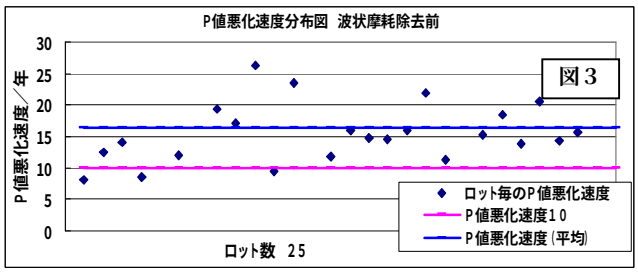


図３

４．波状摩耗の波高と軌道の P 値悪化速度

図４は現地で測定した波状摩耗の波高と対応するロットの P 値悪化速度の分布図である。また P 値悪化速度が波状摩耗の無い状態の２倍以上となる範囲（波高 0.15mm以上、Ｐ値悪化速度 10 以上）を領域Ｉとし、P 値悪化速度の小さい範囲（波高 0.15mm 以下、P 値悪化速度 10 以下）を領域IIとした。各領域の平均 P 値悪化速度は領域Ｉ＝15.7、領域II＝8.1 となった。

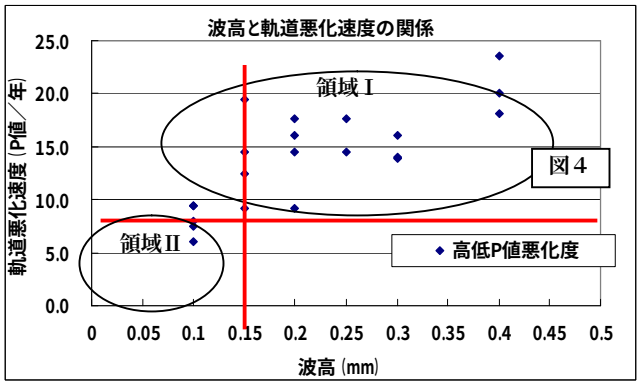


図４

キーワード　波状摩耗，Ｐ値悪化速度，波高進み，コスト分析，
連絡先　〒732-0056　広島市東区上大須賀町 16-1　西日本旅客鉄道株式会社 広島保線区　TEL082-261-0516

５．波状摩耗の波高とレール敷設経過年数

通トンと波高の相関関係を以下に示す波高進み推定式によって示す。なおコスト分析を行うため山陽本線の年間通トンを2100万トンとしてグラフの横軸は敷設年数で表すこととした。

波高進み推定式

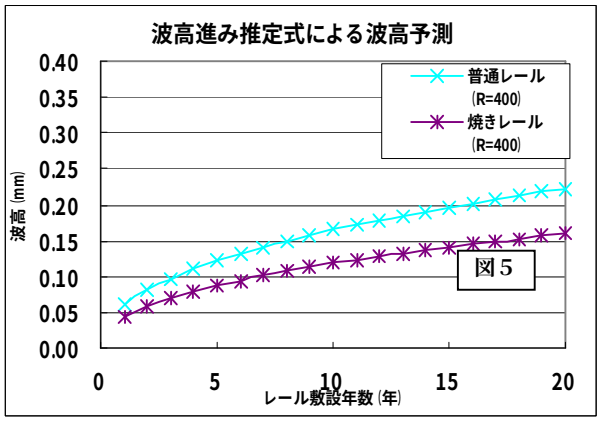
$$y = \left(2.73^{-0.00688R-0.00801C_d-0.33013DHH-3.0448}\right) \cdot T^{0.436282}$$

Ｔ＝累積通トン（2100万トン）ｙ＝波高　Ｒ＝400

Ｃｄ＝カント不足量（40mm）

DHH：DHHの時１、普通レールの時０

図４より普通レールでは敷設後８年を経過すると軌道に悪影響を及ぼすとされる波高0.15mmに達する。またDHHレールでは１６年を経過すると波高0.15mmに達することとなり、普通レールと比較して２倍ほど波状摩耗の生成が遅いという結果となった。



６．コスト分析

高低Ｐ値良化に最も寄与できるツールとしてMTTによる総つき固めが挙げられるが、波状摩耗の生成とともにＰ値悪化速度が大きくなり、その投入回数はＰ値悪化速度に比例して多くなると予想される。そこで波状摩耗の生成を考慮し、以下の３パターンの軌道整備についてコスト分析を行った。

① MTTのみ
② レール削正＋MTT
③ 内外軌振替え＋MTT

条件①MTTの投入基準

レール敷設期とＭＴＴ投入後Ｐ値を15と設定し、その後Ｐ値30に達した時にＭＴＴを投入することとする。

Ｐ値悪化速度／１５＝当該年の必要MTT回数

例：Ｐ値悪化速度15／年・・・年に１回ＭＴＴ投入
　　Ｐ値悪化速度7.5／年・・・年0.5回ＭＴＴ投入

条件②P値悪化速度の算出

波高進み推定式によって得られる波高が0.15mm以下（図３領域Ⅱ）の場合はＰ値悪化速度を8.1とし、波高が0.15mm以上（図３領域Ⅰ）の場合はＰ値悪化速度を15.7とする。

条件③レール削正、内外軌振替えの時期と工事費

波高が0.15mmに達すると年悪化速度が10となることから波高0.15mmで投入することとする。（１０年）

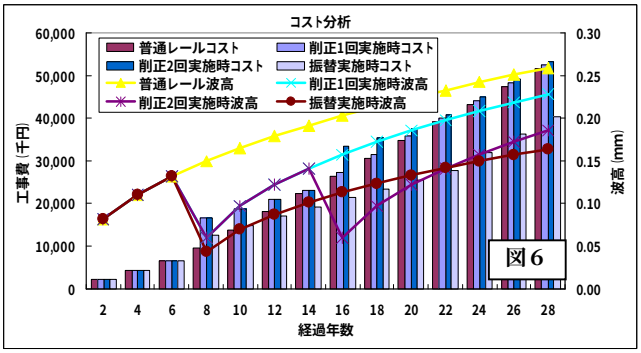
工事費　（１００Ｍ当たり）

MTT　　・・・２００,０００円
レール削正・・・８００,０００円
内外軌振替・・・４００,０００円

コスト分析結果

計算の一部と１ロット（１００Ｍ）当たりのコスト分析結果を図６に示す。

レール削正に関してはコスト削減にはならなかったが、内外軌振替に関しては約120万円のコスト削減となった。しかし、レール削正によってもたらされる軌道整備効果を考慮すればレール削正においても十分に実施する余地はあると考えられる。また今回は軌道整備のみのコスト分析であるが、波状摩耗によって誘発される軌道材料の更換費等を計上すればレール削正、内外軌振替ともに更なるコスト削減が期待できると考えられる。



	R＝400	削減額
MTTのみ	5,152,000	－
レール削正1回	5,242,667	−90,667
レール削正2回	5,333,333	−181,333
内外軌振替	4,032,000	1,210,667

７．まとめ

ＭＴＴについては各区所投入の効率化へ向けて取組んでおり、軌道整備においては十分な成果が上がっているが、今以上に施工延長を伸ばすことはＭＴＴ運用計画から考えて困難であると言える。また今回検証した波状摩耗についても動揺により軌道やその周囲にも影響を与えることは認識しているものの十分な対応は出来ていないのが現状である。今回の取組みにより波状摩耗除去に対する手法毎のコスト分析を整理することができ、一定の成果はまとめることが出来た。今後は継続的にデータの蓄積を行い、現場に適合した管理目標値の検討やレール更換、レール削正の効率的な計画につなげていきたいと考えている。