

IV-265

短波長長波凹凸低減を目的とした削正作業と効果確認手法

西日本旅客鉄道 正員 金岡裕之
鉄道総合技術研究所 正員 須永陽一

1. はじめに

新幹線の高速化に伴って、著大輪重ばかりでなく連続的に発生する輪重変動も、安定した走行を確保する上での重要な問題点として採り上げられるようになった。スラブ区間での輪重変動箇所の現場実態の調査結果¹⁾から、軌道支持パネの不均一・硬化とともにレール頭頂面上の連続的な凹凸、特に波長1.2~1.5m(=短波長長波、以下長波)の凹凸が輪重変動の発生に関係していることがわかった。また、従来のレール波状摩耗削正車(=以下SPENO)による削正は、長波低減対策として不十分であることもわかった。

本研究ではSPENOでの長波削正能力を確認するとともに、SPENOチャートを改良して長波削正作業効果の確認を容易にすることが出来たので報告する。

2. SPENOでの長波削正能力の確認

従来のSPENOによる削正作業は環境対策を主たる目的としており、輪重変動を主眼においた作業が行われなかった。そのため、過去の事例からは作業前後での長波チャートの波形変化が殆ど認められなかった。

本来SPENOにはブロッ、7ブロッという2通りの削正方法があり、ブロッは長波削正の為に機能とされていた。そこでSPENO社の指導の下、適正なブロッ削正について検討し削正試験を実施したところ、次の結果を得た。

(1) 基地線での16頭式による削正

JR西日本のSPENO(16頭)には図1のようにレール方向の並んだ4つの砥石を水平に固定できるシンクロブロッ機能がある。4つの砥石並びの延長が4m程度であることを考慮して、基地線レールに故意に波長3mの凹凸を作り、シンクロブロッでの削正状況を検証した。

その結果図2に示すとおり、波長3m深さ1mmの凹凸が12pass相当のシンクロブロッ削正で深さ0.6mm程度まで改善された。

(2) 本線での32頭式による削正

JR西日本のSPENO(32頭)には片側レール当たり16砥石中の14砥石に、隣り合った2つずつを水平に固定できるブロッ機能がある。固定できる砥石並びが1.5mと先のシンクロブロッより短い、輪重変動対策の対象のレール頭頂面凹凸波長には十分対応できる。そこで、本線上の輪重変動が激しい区間で20passの削正実験を行った。

実験作業の結果図3のとおり、波長1.2~1.5m、深さ0.5mm程度の凹凸が深さ0.2mm以下になるなど十分な凹凸低減が認められた。輪重変動の状態も、軸箱上下加速度の標準偏差を用いて評価すると、作業前の19.5m/s²から9.5m/s²へと大きく改良した。

3. SPENOチャートでの作業効果の確認手法

適正なブロッ削正により、長波低減すなわち輪重変動対策としてのレール削正が可能と確認できたが、従来のSPENO長波チャートから長波低減削正作業の効果や凹凸量・削正量を把握することが困難であった。

現状のSPENO長波チャートは図4のような機構で検測され、出力値Yは式1のように求められる。

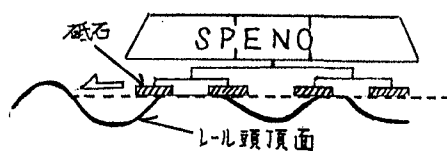


図1 シンクロブロッの機構

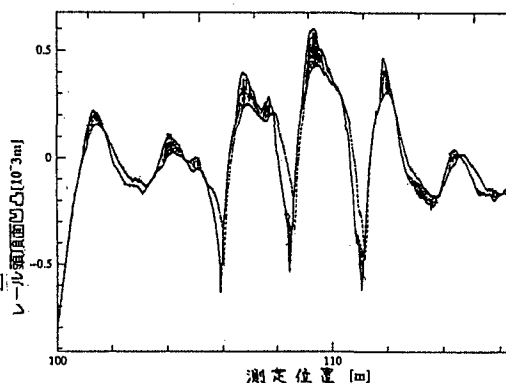


図2 シンクロブロッ削正前後でのレール頭頂面凹凸変化

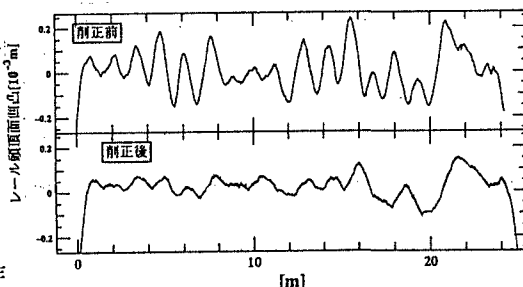


図3 ブロッ削正前後でのレール頭頂面凹凸変化

$$Y=(Y_2+Y_3)/2-(Y_1+Y_4)/2 \quad \cdots (1)$$

軌道狂い原波形をFとすると、YとFの関係は軌道狂いの波長 λ を用いて、

$$Y=\{\cos(2\pi \times 0.015/\lambda)-\cos(2\pi \times 0.85/\lambda)\}F \quad \cdots (2)$$

と表される。 λ が十分に大きいときは、

$$\cos(2\pi \times 0.015/\lambda)=1 \quad \cdots (3)$$

と見なせるので、 $\lambda=1\text{m}$ 付近では検束倍率は1.7m弦正矢と殆ど同じである。従って波長0.85m以下の凹凸は出力値に対して影響は少ないと予想されるが、波長の長い領域は波高が高いために、長波チャートに与える影響が大きいと考えられる。

また、2.(2)項の本線での削正結果を周波数分析して、SPENOによる削正効果が認められる波長領域を調べると、図5のように波長3m以下であることがわかる。

以上の事柄と輪重変動に係わる凹凸波長が1.2~1.5mであることを勘案して、長波チャートの出力に1~2Hz帯域フィルタを介することとした。帯域はSPENOの標準作業速度6km/hを考慮して設定している。

帯域フィルタを介した出力を図6に示す。削正作業の進行に伴って長波凹凸が低減する様子を明確にすることができた。

このチャートを用いて凹凸量と凹凸を1単位量低減するのに必要な頭頂部削正砥石回数を関係づけることも可能である。図7のように凹凸量が小さいほど必要な削正回数は増加するものと考えられる。

4. まとめ

以上より次のことが明らかになった。

- (1) SPENOのレール削正作業では、ブロック機能の活用で輪重変動対策としての削正が可能である。
- (2) SPENO長波チャート出力に1~2Hz帯域フィルタを介すると、長波削正効果を明確にできる。
- (3) 長波凹凸の凹凸量を一定量小さくするには、凹凸量が小さいほど多くの削正回数が必要である。

5. 今後の課題

SPENO長波削正の作業化のためには、今後の検討課題として、以下の事柄が挙げられる。

- (1) SPENO長波改良チャート上での凹凸量と輪重変動状態の関係の定量化
- (2) 凹凸量当たりの必要pass数の定量化

6. 終わりに

輪重変動対策については、軌道パッド更换やここに述べたレール削正等の対策工ばかりでなく、根本的な対策としてレールの品質にも言及する必要があると考えられる。今後も現象の解析を通して、原因や対策手法の研究を進めたい。

【参考文献】

- 1) 金岡、石倉、須永：「新幹線における輪重変動の特性と対策工効果」第49回年次講演会概要集IV、1994,9

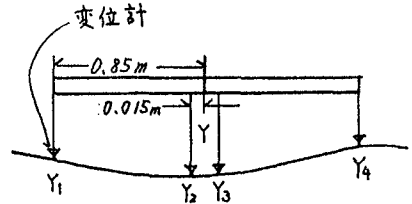


図4 SPENO長波検測機構

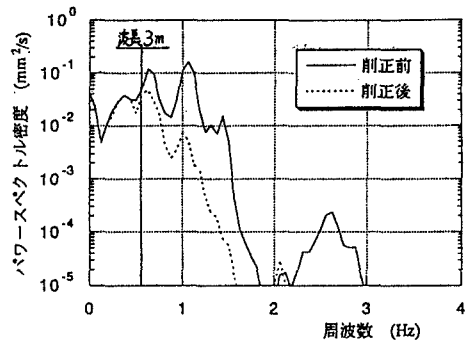


図5 削正前後での長波のパワースペクトル変化

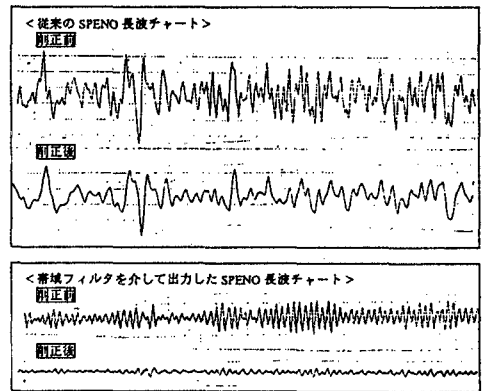


図6 削正前後のSPENO長波チャート

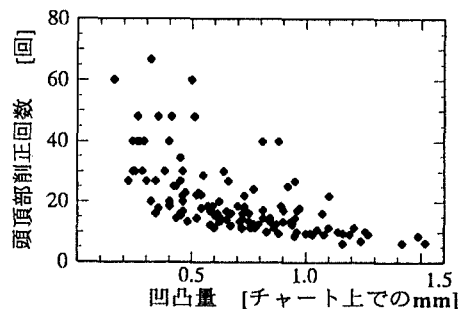


図7 単位凹凸量低減に必要な頭頂部削正回数