

レール偏摩耗を抑制するための軌道管理手法の検討

○ J R 西日本 正会員 宇都宮 崇人

1. はじめに

曲線部の外軌側レールに発生する摩耗には局所的に摩耗量が多い箇所（偏摩耗）があり、摩耗によるレール交換周期が短くなるという問題がある。過去の研究¹⁾から、レールの摩耗と輪重横圧推定式で求めた横圧には高い相関があることが報告されている。そこで本研究では、摩耗量と横圧との関係調査を行い、偏摩耗を抑制する具体的な軌道管理手法を提案することとする。

2. 横圧推定式と摩耗量の関係

本研究で用いた輪重横圧推定式²⁾を以下に示す。(半径R、軌間G、カントCは軌道検測車の検測データを利用する) 推定横圧 Q_0 は内軌側のねじれによる輪軸横圧 ΔQ_{AS} 、軌道狂いによる横圧変動分 ΔQ_{AD} および継目衝撃による横圧変動分 ΔQ_{UNSP} の和として(1)式のように表される。(1)式の各項は表-1に示す定数を用いて(2)～(7)式より算出される。

$$Q_0 = \bar{Q}_i + \Delta Q_{AS} + \Delta Q_{AD} + \Delta Q_{UNSP} \quad \dots (1)$$

$$\bar{Q}_i = \kappa P_i = \kappa (\bar{P}_i + \Delta \bar{P} - F_i \times \frac{\eta}{\tan 65^\circ}) \quad \dots (2)$$

$$\bar{P}_i = \frac{W_0}{2} \left[\left\{ (2-r) + \frac{v^2}{gR} \cdot \frac{C}{G} \right\} - \frac{H_G^*}{G/2} \cdot \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{C}{G} \right) \right] \quad \dots (3)$$

$$\Delta \bar{P} = \frac{1}{8b^2} \left(\frac{\Delta t_c}{2} \cdot K_\phi + \Delta t_a \cdot K_{\phi 1}' \right) \quad \dots (4)$$

$$\Delta Q_{AS} = W_0 \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{C}{G} \right) + F_1 \quad \dots (5)$$

$$\Delta Q_{AD} = 3W_0 k_Q \sigma_z V \quad \dots (6)$$

$$\Delta Q_{UNSP} = \left(\frac{\varepsilon}{100} \right) \cdot \left(\frac{2500}{R} + 4 \right) \cdot \frac{V}{100} \quad \dots (7)$$

上式を用いて算出した推定横圧と現地レール摩耗量の関係を図1に示す。図1より、局所的に摩耗の大きい箇所では横圧も大きく、横圧と摩耗との相関も高いことから、横圧分布から摩耗進みが速い箇所を推測できると考えられる。このような局所的な横圧を抑制するための軌道管理手法について、検討を行う。

3. 横圧推定式と軌道狂いの関係

輪重横圧推定式に用いている検測データは通り狂い、水準狂い、軌間狂いであるが、これらの検測データが横圧に与える影響を検討した。図2は各検測項目である軌道狂いを変化させたときの推定横圧を表したもので、水準狂い、軌間狂いの影響は小さく、通り狂いの影響が大きいことが分かる。

表-1 輪重横圧推定式の定数

車両有効重心高さ (m)	H_G^*
静的輪重 (KN)	W_0
外軌車輪の静止輪重比	γ
走行速度 (m/s)	v
重力加速度 (m/s^2)	g
総合回転ばね定数 ($KN \cdot m/rad$)	K_ϕ
台車の総合回転ばね定数 ($KN \cdot m/rad$)	$k_{\phi 1}$
左右接触点間隔 (m)	$2b$
台車中心間平面性狂い (m)	Δt_c
軸距平面性狂い (m)	Δt_a
通り狂い(mm)	σ
走行速度 (km/h)	V
輪軸横圧変動係数 ($1/mm/(km/h)$)	K_Q
継目衝撃有効分(%)	ε

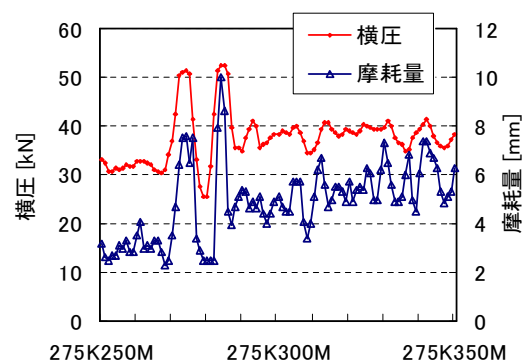


図1. 摩耗量と推定横圧との比較

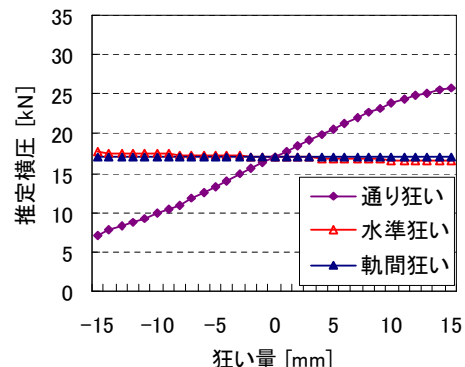


図2. 輪重横圧推定式の感度分析

キーワード 偏摩耗, 横圧推定式, 通り狂い

連絡先 〒 広島市東区二葉の里3丁目8番21号 西日本旅客鉄道株式会社 広島支社 施設課 TEL082-261-2143 FAX082-261-1258

4. 通り狂いと摩耗量の関係

通り狂いが輪重横圧推定式に与える影響が大きいことから本研究では通り狂いに着目することとした。図3は10m弦通り正矢と現地レール摩耗量を比較したものであるが、非常に相関が高いことが分かる。

5. 軌道狂い整備による摩耗抑制効果について

局所的に大きな通り狂いと摩耗（平均摩耗量の2倍の摩耗）が発生している箇所において軌道整備を実施した。軌間整正及び通り整正の結果として、最大通り狂い値が整備前10mm→整備後5mmへ良化した。図4は軌道整備前後10m弦正矢と整備後の摩耗の推移である。偏摩耗箇所（局所的に摩耗が生じている箇所）の平均摩耗進みが、0.6mm/年、他箇所の平均摩耗進みが0.6mm/年となっており、軌道整備を実施することで摩耗の進行を抑えるという結果を得ることができた。

6. 偏摩耗を抑制するための通り狂い整備

通り狂いと摩耗の対応ならびに通り狂い整備による摩耗抑制効果がみられたことから、偏摩耗を抑制するための通り狂い整備標準を作成した。通り狂いの整備目標値としては、通り狂いの仕上り基準として7mmまで許容している実態と偏摩耗に対応する通り狂いの実態調査から10mmとした。また道整備は本研究の目的であるコスト削減に直結しないためレール交換にて対応することとする。その際の通り狂い整備の判断の目安を表2、また具体的な取扱いとしてのフローチャートを図5に示す。

表-2 通り狂い整備の判断の目安

通トン	摩耗量 [mm]
5百万トン以上	(交換基準 - 5) 以下
5百万トン未満	(交換基準 - 3) 以下

6. まとめ

「輪重横圧推定式と現地摩耗」、「通り狂いと現地摩耗」については、両者とも高い相関を得ることができた。また、検証期間が短く、追跡調査が必要であると考えるが、現時点で通り狂い整備を行うことにより、偏摩耗の抑制が見られた。今後は、摩耗抑制効果の追跡調査を行うことと、現場への水平展開を図り、レール交換周期の延伸によるコスト削減を実現したいと考えている。

参考文献

- 1) 杉ノ上大我：曲線外軌側レール側頭部の偏摩耗について，第60回土木学会年次学術講演会，2005.09
- 2) 内田他：輪重横圧推定式による乗り上がり脱線に対する安全性評価，鉄道総研報告，2001.04

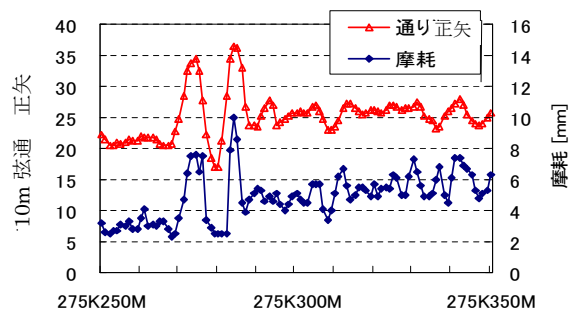


図3. 10m弦通り正矢と摩耗量との関係

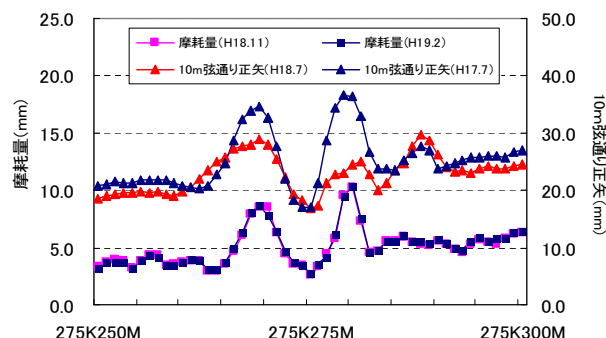


図4. 軌道整備前後の10弦正矢と摩耗量の推移

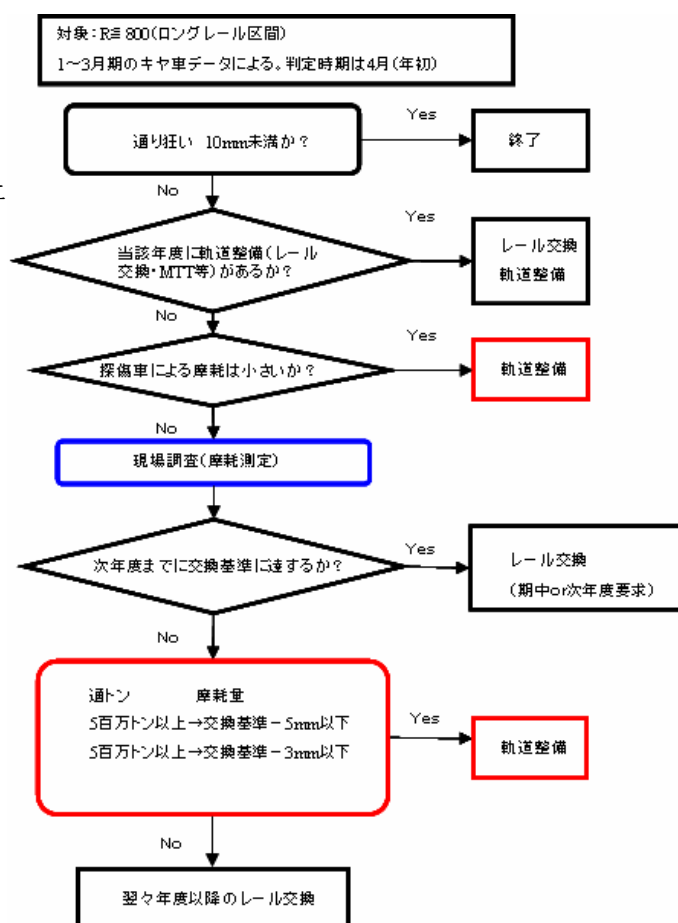


図5. 軌道狂い整備フローチャート