

IV-281

レール温度下降時における遊間管理手法

○J R西日本 山口 義信
J R西日本 大西 啓二
J R西日本 黒崎 誠蔵

敷設レールの遊間状態の評価としては、昭和57年から継目板拘束力を1mmとし、レール温度上昇に伴い遊間が縮小しつつある時の1回測定による遊間管理手法を採用している。今回、遊間及びレール温度の測定業務の装置化を図るため、レール温度下降時（遊間が拡大しつつある時）における1回測定の遊間管理手法を考案し、平成5年春から実施した。これを取りまとめるのに際し検討した内容について、以下述べる。

1. 遊間の動き

遊間の温度による変化は、温度上昇時と下降時では同様に推移するものとしており、現行のレール温度上昇時の1回測定による手法（以下，“上昇時”と称する。）が妥当であれば下降時も同様なことが言える。しかし、レール温度下降時の1回測定による手法（以下，“下降時”と称する。）を実現するには、夜間の時間帯で、遊間がスムーズに動いていること、また、その場合の継目板拘束力はどの程度であるか等について明らかにする必要がある。この調査・分析を表-1により行った。

(1) 継目板ボルトの締結力

継目板ボルトの締結力は、バラツキはあるものの現状は総じて2,000kgfcm程度で、また予め3,000kgfcmに調整した締結力は、経時に従い2,000kgfcm程度に漸近する傾向が認められた。

(2) 継目板拘束力

○継目板拘束力は継目板を緩解する方法での調査では、上昇時、下降時で特段の差異は認められないものの大きなバラツキを示し、その値は2.0mm程度となった。

○24時間の遊間の動きを調べループ図に取りまとめた結果では、下降時に限定した特殊な動きは認められなかった。

遊間ループ図から継目板拘束力（遊間量換算）等を求めた結果を図-1, 2に示す。図-1によれば締結力2,000kgfcmで継目板拘束力は1.5mm弱（平均値1.3mm、標準偏差0.4mm）となった。また、図-2中では示された回帰線に理論上の伸縮値を当てはめると、継目板拘束力として1.3mmが得られる。平均的な継目板拘束力は、概して、現行考えられている1.0mmより大きいと推察される。

表-1 継目板拘束力等の調査内容

番号	実施時期	線区	調査数量	調査方法等
①	平成元年4月	全支社	継目173箇所	・事前に塗油・トルク調整を行う。 ・上昇時・下降時に継目板を緩解し、拘束力を測定する。
②	平成3年11月	加古川線	継目84箇所	・予め3000kgfcmにトルク調整する。 ・塗油有無の条件を設定する。 ・上昇時・下降時に継目板を緩解し、拘束力を測定する。
③	平成4年2月	加古川線 山陽本線	4区間	・1区間6継目のレール遊間、温度を自記式に7日間連続測定。 ・予め各種トルク調整を行う。
④	平成4年2～3月	全支社	23区間	・1区間20継目のレール遊間、温度を24時間測定する。 ・予め各種トルク調整を行う。

2. レール温度下降時の管理手法

レール温度下降時の遊間の動きは、上昇時と特段異なる特性を有していないことが前1の分析で明かされた。これを踏まえた下降時の手法について示す。

(1) 座屈側の考え方

○継目板拘束力

継目板拘束力の真の分布が前1.(2)で示したように平均1.3mm、標準偏差0.4mmで正規分布している仮定すると、座屈安全度の計算に上昇時と同様に拘束力1.0mmを採用した場合、図-3に示すように下降時は上昇時に比べリスクが小さく、しかもその上限値も最大1.0mmに収まることになる。

このような考え方及び現行用いている上昇時の継目板拘束力と下降時のそれとを変更することは、理論的にも実務的にもそぐわないことから、継目板拘束力として、1.0mmを採用することとした。

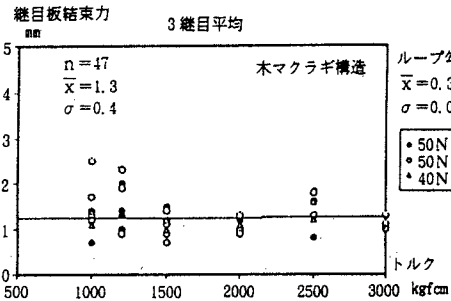


図-1 遊間ループ図から求めた継目板拘束力

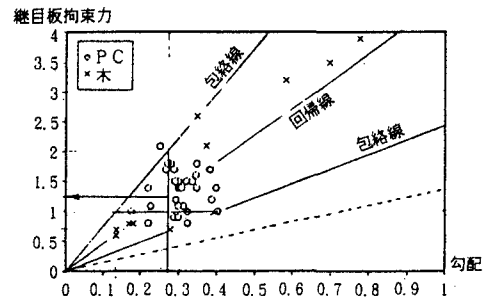


図-2 継目板拘束力と伸縮勾配の関係

○実データによる信頼性検証

下降時の遊間判定を本実施するに先立ち、平成4年春及び秋の遊間検査（上昇時）に併せて下降時のデータ収集あるいは試行を実施した。上昇時と下降時のデータを分析・比較した結果、ランク判定別の数量及び判定箇所個々の対応については、前者はほぼ同数、後者は若干発生位置のずれが生じるものの、概ね対応しており、安全度判定としては下降時も妥当と考えられた。

(2) 破断側の考え方

破断側の遊間の伸縮を表す式は、下降時においては式-1のように表され継目板拘束力を考慮する必要がなくなり、より正確な判定が行えることになる。

$$e = (-t + tB + t_{\min}) \beta L + E_{\max} \quad (\text{式-1})$$

但し、 e ; レール温度の t 時の遊間

tA ; 継目板拘束力換算温度

$t_{\min}$; 最低レール温度

L ; レール長

t ; 遊間測定時のレール温度

tB ; ホール曲げ抵抗力換算温度

β ; レール鋼の線膨張係数

$E_{\max}$; 遊間の開口限度

しかし、上昇時の破断側の評価は、継目板拘束力として1.7mmを採用しており、このことは座屈側に比べ0.7mmの2倍のリスクを認めていることになる。この状態で特に支障が生じていないことから、上昇時と同等のリスクを認めた式-2を採用することとした。

$$e = \{-t + 2(tA - \Delta eR' / \beta L) + tB + t_{\min}\} \beta L + E_{\max} \quad (\text{式-2})$$

但し、 $\Delta eR'$; 継目板拘束力による遊間変化量(1mm)

5. まとめ

レール温度下降時の遊間管理手法は、測定条件等の環境整備を行い平成5年春から実施した。この手法の妥当性は、平成5年及び近年稀な猛暑の平成6年の酷暑期を、手法に起因する張出し事故を皆無の状態で乗り切ったことでも、説明されたと考える。最後に、本手法をまとめるに当たっては、(財)JR総研 前三浦研究室の協力を得たことに感謝の意を表します。

<参考文献>

線路工学（日本鉄道施設協会） 昭和62年2月
"第6章遊間管理" 佐藤・梅原編

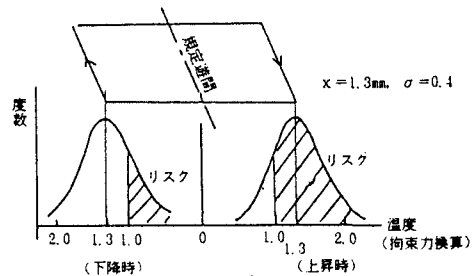


図-3 継目板拘束力の採用値とリスクの関係