

分岐器介在ロングレールの左右動揺削減に関する考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○赤松 秀彦
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 堀 雄一郎

1. 研究の背景と目的

分岐器介在ロングレールは、低温期になると移動防止金具付近でS字に通り変位が生じている。そのため、列車動揺が多発し、軌道整備を行っても再度通り変位が発生してしまうことから繰返し補修箇所となっている。そこで本研究では、列車動揺を引き起こしている北本22号分岐器介在ロングレールを対象に、列車動揺抑制のための管理手法について考察することを目的とする。

2. 着眼点の抽出

当該箇所は、今までに通り変位ならびに列車動揺を防止すべく、さまざまな取り組みを行ってきた。

しかし、いずれも通り変位量ならびに列車動揺の抑制効果はあったものの解消とまでは至らなかった。そこで、今回、H18年8月の設定替時に取り付けた軸力測定器 住友金属テクノロジー(株)から得られた結果を踏まえ、レールの設定温度ならびに移動防止金具の形状から分岐器介在ロングレールの動揺対策について考察していく。



図 - 1 軸力測定器

3. 軸力測定器の原理

軸力測定器のレール軸力管理は中立温度という概念で行う。中立温度とは、内部の軸力が0の時のレール温度のことを指し、以下の計算式で表すことができる。なお、今回は設定温度を27で設定替し、周辺の温度を35に設定した。

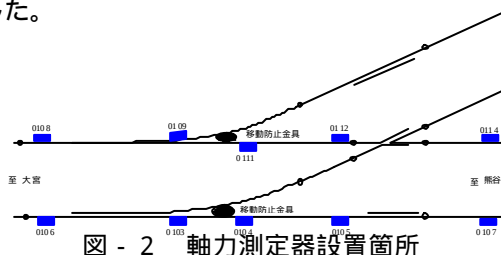


図 - 2 軸力測定器設置箇所

$$N = T + S$$

N:中立温度 T:測定時のレール温度 S:ひずみ値から換算された温度(+が引張り)

なお、以下の箇所(10箇所)に取り付けた。(図-2)

4. 分岐器介在ロングレールの軸力挙動

設定替直後の軸力推移を図-3に示す。図-3より、不動区間における軸力は、一部の区間だけ設定温度を低くしても、レール中立温度は全体的に平準化されるという結果が得られた。これは、周辺の軸力が周辺より低い区間に対して軸力補完するためだと考えられる。すなわち、分岐器介在ロングレール区間のみ設定温度を低くしても、レール中立温度が平準化されてしまうことから効果がないという結果が得られた。



図 - 3 設定替直後の軸力推移

5. 移動防止金具にかかる力学特性

移動防止金具に設定された隙間がなくなると、接触部を支点とする回転モーメントが発生する。これに起因して通り変位が起きていると推定する。図-4より、冬期の回転モーメントは以下の式で表すことができる。(反時計回りを正とした)

$$\text{冬: } M = F_1 \cos \theta * (b + d) + F_2 * a$$

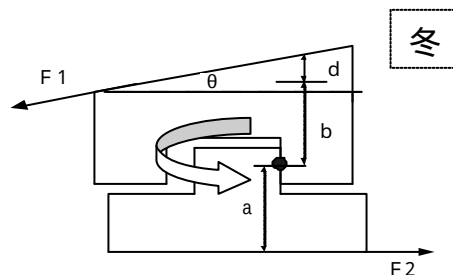


図 - 4 移動防止金具における回転モーメント

キーワード：分岐器介在ロングレール、軸力、軸力測定器、設定温度、移動防止金具

連絡先：〒370-8543 群馬県高崎市栄町6-26 JR東日本(株) 高崎支社 設備部 施設課 TEL027-320-7130

6. 移動防止金具の力学検証

移動防止金具付近の隙間が 0 となる温度は、曲基本レールとトングレールが 2mm ずつ左右に動き、道床縦抵抗力を 0.8 tf/m とすると、

$$t^2 = 2 \times 0.8 \times 2 / 1.86 \times 0.0114 \quad t = 12.3$$

すなわち、中立温度を 33 とすると、冬期では $33 - 12.3 = 20.7$ で移動防止金具の隙間が 0 になる。そのため、レール温度が -5 まで下がると約 25 分の軸力が移動防止金具にかかることになる。そこで、移動防止金具の隙間を $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ にすることによって移動防止金具にかかる回転モーメントを軽減させ、通り変位や列車動揺を抑制できるのではないかと考え、H19.10 に改良した移動防止金具を挿入した。

7. 移動防止金具の改良による検証

7-1 軌道状態

四半期毎、2005 年度より過去 2 年間分の列車動揺ならびに通り変位の状態を図 - 5 に示す。H17 においては列車動揺が発生していたものの H18 年では一体型タイプレートの導入、さらに H19 の改良型移動防止金具の導入によって、H19 年では冬季において列車動揺の目標値超過 0.20 g を発生することなく、快適な乗り心地サービスを提供している。また、通り変位についても -12.8mm から -8.8mm に解消でき、一体型タイプレートの導入や移動防止金具を改良したことで軽減されていることがわかる。

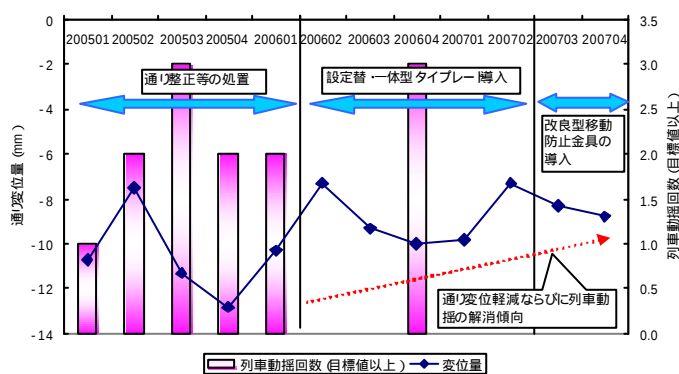


図 - 5 軌道状態の推移

7-2 移動防止金具付近の軸力に関する考察

通り変位を軽減できた理由に、移動防止金具を支点とする回転モーメントを軽減できたことが挙げられる。現行では、18 で移動防止金具の隙間がなくなったが、今回改良した移動防止金具では 8 で隙間がなくなった。このことから移動防止金具にかかる回転モーメントは以下のように推定できる。

・ 現行の移動防止金具

$$M = 1.86 \times [18 - (-5.0)] \times 0.997 \times (206 + 6) + 1.86 \times [18 - (-5.0)]$$

$$] \times 0.11 \times 175 = 9866 \text{ tf} \cdot \text{mm} (98.7 \text{ kN} \cdot \text{m})$$

・ 改良した移動防止金具

$$M = 1.86 \times [8 - (-5.0)] \times 0.997 \times (206 + 6) + 1.86 \times [8 - (-5.0)] \times 0.11 \times 175 = 5576 (55.8 \text{ kN} \cdot \text{m})$$

しかし、通り変位の解消には至らなかった。そこで、移動防止金具付近のふく進を調査(直トン側)すると、図 - 6 のようにふく進していることがわかる。また、軸力測定器の結果からも中立温度の幅が変動していることからレールがフリーな状態であることがわかる。

このことから、分岐器内ではふく進に対する抵抗力が低いことがわかる。ふく進を軽減するため、トン先端からクロッシング方向にむけて、パンドロールの導入や重点的にふく進防止対策を行うことで通り変位の軽減がさらに期待できると考えられる。

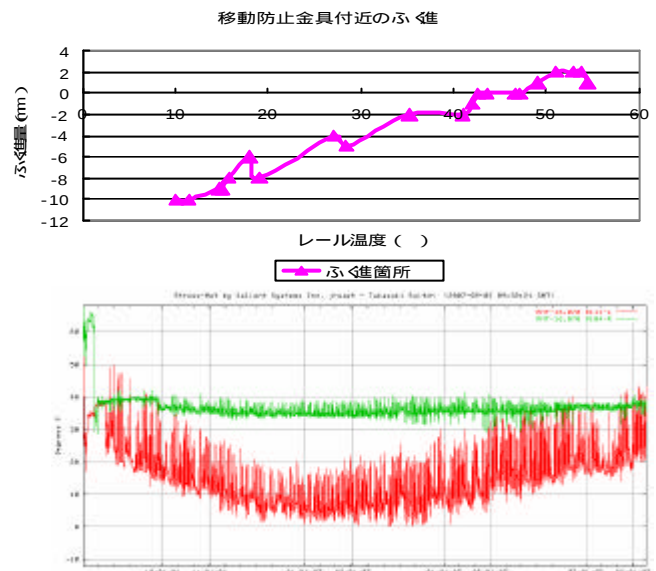


図 - 6 移動防止金具付近のふく進ならびに軸力図

なお今回、改良した移動防止金具を導入する場合、施工時に食違い量を 5mm 以内にしておく。食違い量が 5mm を超える場合については、あらかじめ食違いを整備した上で、施工する必要がある。

8. まとめ

本研究により、得られた結果は以下の通りである。

一部の区間のみ軸力を低下させても、レール中立温度は平準化し、効果がない。

移動防止金具の隙間を拡大したことにより、回転モーメントの大きさを減少することができ、通り変位を軽減することができる。

今回の取り組みで、分岐器介入ロングレールの管理手法について一つの手法を導き出すことができた。最後に本研究を進めるにあたり、住友金属テクノロジー(株)にご協力いただいた。感謝の意を表したい。