

分岐器介在ロングレールの軸力挙動に関する考察

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 本 卓也
 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

ロングレール化は、軌道保守の省力化、乗り心地の向上など幅広いメリットがある。しかし、ロングレールに介在した分岐器では、低温期において移動防止金具付近を中心としてレールが S 字型に通り変位を引き起こす事象が発生している。そのため列車動揺が多発し、分岐器介在ロングレールの保守管理が課題となっている。その要因のひとつに分岐器介在ロングレールの軸力挙動が複雑になっていることが挙げられる。

そこで本研究は、分岐器介在ロングレールの軸力挙動を測定したので、その状況について報告する。

2. 調査概要

今回調査を行った対象箇所は、高崎線内の分岐器 (T60K10 - 351) である。当該箇所は、平成 18 年 8 月 20 日ならびに 8 月 27 日に設定替を実施した。設定替時に図 - 1 のように軸力測定器 (住友金属テクノロジー (株)) をレール (分岐器前端部・ヒール部・移動防止金具・クロッシング部・一般部) に 10 台 (左レール 5 台、右レール 5 台) 装着した。なお、低温期において移動防止金具付近にかかる軸力を抑えるために、設定替時の分岐器内の設定温度は 27、まわりの設定温度は 35 であり、分岐側は定尺レールである。

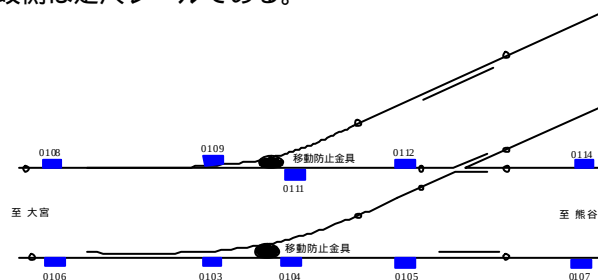


図 - 1 軸力測定器の設置箇所

3. 軸力測定器の原理

軸力測定器は、レール中立軸の歪みを測定し、直接歪み測定法で軸力を算出する。レール軸力の算出方法は下記の式で表すことができる。

$$P = E A \cdot \varepsilon$$

P : 軸力、E : ヤング率、A : 断面積、 ε : ひずみ

軸力測定は 10 分毎に測定することができ、測定時間は自由に定めることができる。また、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。

$$N = T + S$$

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

なお、軸力測定器はレール締結装置を緊締する直前に 0 設定する必要がある。軸力測定器の敷設状況を図 - 2 に示す。



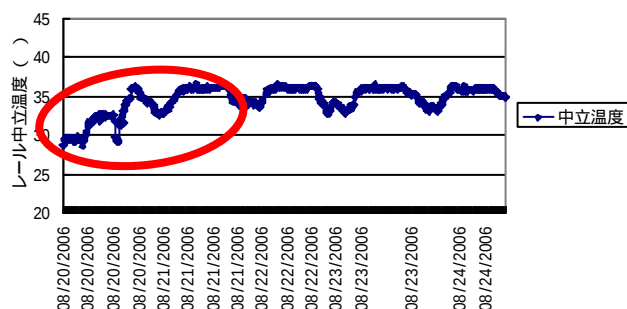
図 - 2 軸力測定器

4. 分岐器介在ロングレールの軸力挙動

4 - 1 設定替直後の軸力推移

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。

設定替直後の軸力分布 (I03)



キーワード：分岐器介在ロングレール、軸力、軸力測定器、軸力分布

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

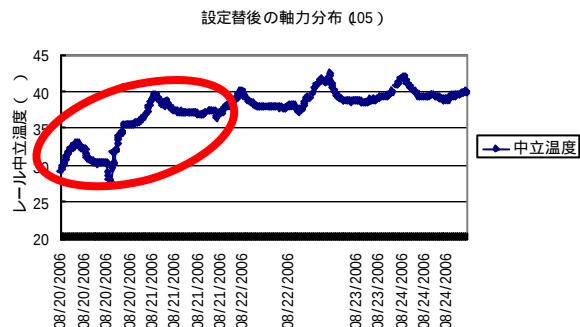


図-3 設定替後の軸力分布図

この理由として、図-4のように周辺の軸力が周辺より低い区間に対して軸力(エネルギー)補完するためだと考えられる。そのため、軸力の均等範囲が広がれば補完する軸力 $\Delta P(x)$ の値は微小な値となることが推測できる。

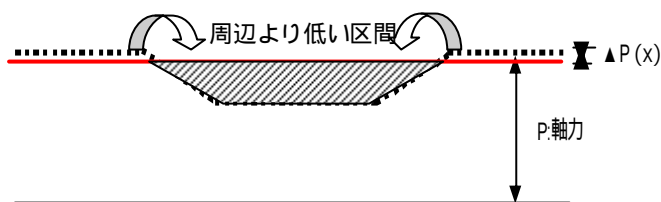


図-4 軸力分布の考え方

これらの結果より、今回の設定替では分岐器介在ロングレール区間のみ設定温度を低くしたが、レール中立温度が平準化されてしまい、効果がないという結果が得られた。

4-2 各測定点における軸力分布

左レールならびに右レールの1日における軸力分布(平成18年11月9日3時)を図-5、図-6にそれぞれ示す。左レールでは曲基本側でレールにかかる引張力は理論軸力(27から換算した軸力)の1.24倍(引張)であった。また、移動防止金具付近の直トングレール(111)にはほとんど軸力がないフリーな状態であった。

一方、右レールでは、基本レールにかかる引張力は、ヒール部(103)からクロッシング部(105)で高くなっていることがわかり、理論軸力と比較し1.50倍(引張)であった。これは中立温度の平準化により理論軸力に対する見かけの倍率が高くなったためと考えられる。また、

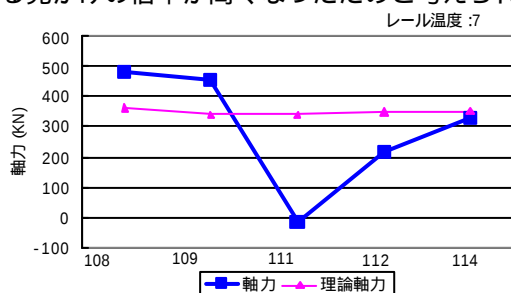


図-5 左レールの軸力分布

図-5、図-6より鉄道総研の解析による軸力分布と傾向が一致している¹⁾。さらに軸力測定器番号104番で軸力が低下している。この理由として、レールが動き移動防止金具の隙間が0になった時に、移動防止金具にかかる軸力に対して反発する軸力が発生するため、軸力が相殺されるためだと推測する。

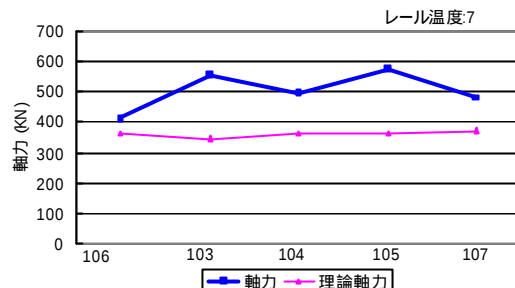


図-6 右レールの軸力分布

4-3 マクラギ交換に伴う軸力の変動

当該箇所の移動防止金具付近(104)で、平成18年9月27日(夜)に連続してマクラギ交換を4本(約2.4m)行った。その結果を図-7に示す。締結装置緩解時にレールの中立温度が下がっていることから、軸力が解放されていることがわかる。また、締結装置を締結し始めてからまたレール中立温度は平準化されることがわかった。

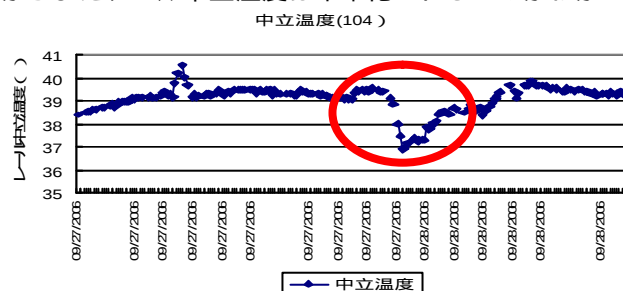


図-7 マクラギ交換時の軸力分布

5. まとめと今後の方向性

本研究により得られた知見は以下の通りである。

- 1) レール中立温度は、前後区間の設定温度に影響されることがわかった。
- 2) ヒール部付近でレール軸力が最大となる。
- 3) 連続したマクラギ交換を行っている時は、軸力変動が生じている。

今後は、今回の軸力挙動より分岐器介在ロングレールにおける通り変位を抑制するための方法について、考察していく考えである。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。ここで感謝の意を表したい。

参考文献) 1) 柳川秀明: 保線の基礎力学(8)-ロングレール(2)-、日本鉄道施設協会誌第33巻、第2号、pp120-123、1995