

軸力センサーを活用したロングレール管理に関する研究

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○鈴木 智紀
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 元好 茂
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 三村 大輔

1. 研究背景と目的

ロングレールは、継目が溶接された長さ 200m以上のレールと定義され、軌道上では締結装置により拘束されているため自由伸縮ができず軸力が発生する。この軸力が一定以上になるとレール張り出しを引き起こす可能性があることからロングレール管理を行っている。現行のロングレール管理は、軸力の測定方法がないため、人力によるふく進検査や曲線半径などから間接的に軸力を求めていること、人力測定のため誤差が生じる可能性などの課題があった。そのため、テクニカルセンターにて、軸力が測定できる軸力センサー（ひずみゲージ・レール温度計一体型のセンサー）を試験的に 2 線区の営業線に 30 箇所設置し、長期的なデータの取得を行っている。軸力センサーによるロングレール管理では中立温度（軸力が 0 になる温度）を用いることとなる。その中立温度は、今まで一定として考えられてきたが、軸力センサーによる測定データから変化する特性があることがわかった。しかし、そのメカニズムは不明である。本研究ではその特性を把握し、特性を踏まえたロングレール管理手法を提案する。

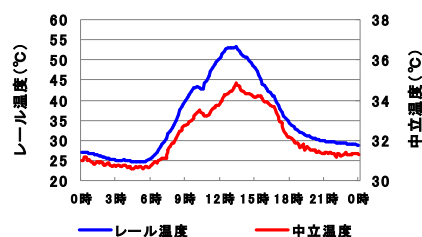


図1 レール温度と中立温度

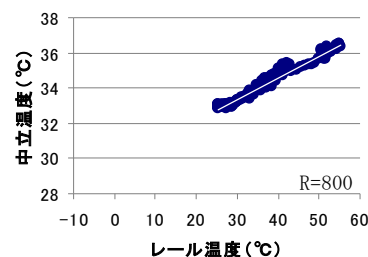


図2 1日の変化

2. 研究内容

2-1. 中立温度の変化

レール温度と中立温度は経時変化により同じような変化をしている（図1）。そこで、レール温度と中立温度の関係を検証した結果、レール温度と中立温度に相関が認められた（図2）。この相関は傾きに違いがあるが、どの設置箇所でも同様の結果であった。

次に年間を通してレール温度と中立温度の関係を検証すると、1日と同様にレール温度と中立温度には相関があり、年間を通して一定の傾きであった。その傾きは設置箇所ごとに異なっていた。測定箇所の一例を図3に示す。これより、レール温度から中立温度を予測できること及び管理にあたってはレール温度と中立温度の相関を箇所ごとに把握する必要があることがわかった。

レール温度により中立温度が変化する原因は、軸力が均一でないことが考えられる。軸力が均一とならないのは中立温度が均一でないことやレールの温度差が影響している。そこで、レールの温度差がある日向と日陰の箇所において中立温度の変化を検証することとした。検証は、日向と日陰が隣り合

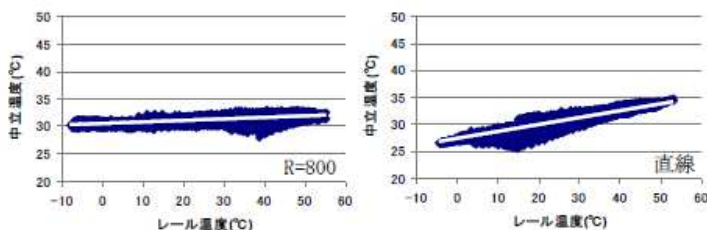


図3 年間の変化

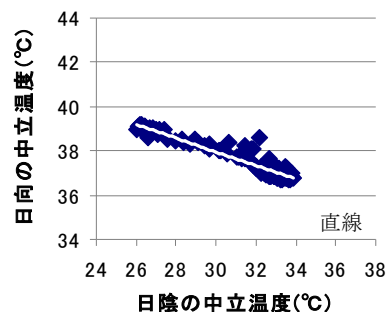


図4 日向と日陰の中立温度

キーワード ロングレール, 軸力

連絡先 〒260-8551 千葉県千葉市中央区弁天2丁目23番3号

う箇所を選定した。その結果、日向の温度が上昇すると日陰の温度が下降し、日向と日陰には一定の相関があることがわかった(図4)。これより、レール温度による中立温度の変化は軸力が均一でない箇所で発生すると考えられる。

2-2. 最高レール温度の変化

安全度を判定するためには中立温度と最高レール温度が必要である。現行では想定される最高レール温度を一律に 60℃または 65℃としているが、軸力センサーでは設置箇所ごとのレール温度を測定することができるため、設置箇所ごとの最高レール温度を決定することができる。また、月ごとの最高レール温度を決定することで補修の優先順位が決定できる。

2-3. 軌道整備による中立温度の変化

2-3-1. MTT施工

中立温度よりレール温度が低い時期にMTT施工を行うと中立温度が低下することが指摘されており、これを捉えることができるかMTT施工(レール温度: 1回目 10℃、2回目 15℃)を実施し、中立温度の変化を検証した(図5)。その結果、可動区間に隣接した不動区間の中立温度に低下が見られたが、それを除く不動区間は変化がなかった。MTT施工に伴って低下した中立温度は、1ヵ月経過後に安定していた。これより、MTT施工後による中立温度への影響を詳細に捉えることができた。

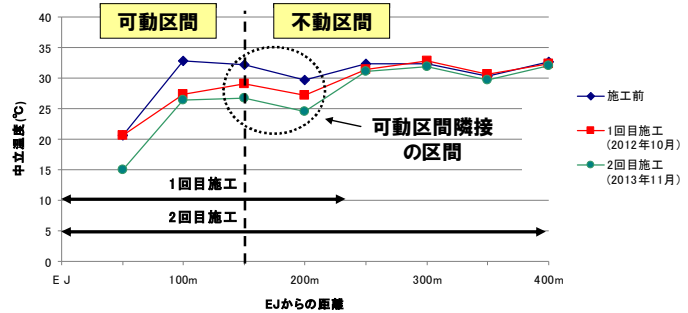


図5 MTT施工による変化

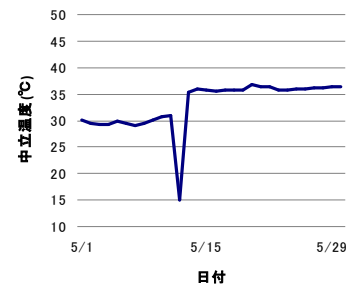


図6 レール設定替による変化

2-3-2. レール設定替

レール設定替による中立温度の変化を捉えることができるか検証した。その結果、中立温度はレール切断後に作業時のレール温度まで低下(軸力は0)したが、レール緊張することで中立温度は設定する温度まで上昇した(図6)。これより、レール切断、レール緊張後も中立温度を捉えることができた。

3. 新しいロングレール管理手法の提案

軸力センサーによるロングレール管理手法を提案する。はじめに、最高レール温度を設置箇所の実績より決定する。次に、年間のレール温度と中立温度の傾きから、最高レール温度のときの中立温度を予測する。最高レール温度よりの限度値から安全度判定ラインを引き、予測した中立温度と比較することで安全度判定を行う(図7)。

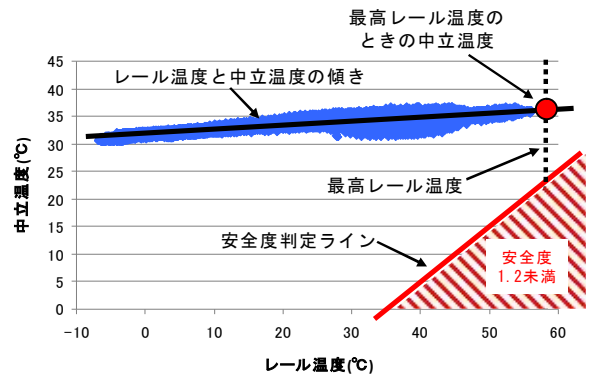


図7 ロングレール管理手法の提案

4. 新しいロングレール管理手法による効果

- ・ 年一回の検査から常時モニタリングとなるため、安全性が向上する。
- ・ ふく進検査が不要となる。
- ・ 軸力をよりの確に捉えることができるため、ロングレール検査の精度がより向上する。
- ・ 常に安全度が把握できるため、施工時期が集中していた設定替を平準化できる。

5. まとめ

軸力センサーによって、レール温度の変化により中立温度が変化すること及び保線作業時の中立温度の変化を捉えることができる特性を把握することができ、軸力センサーを活用した新しいロングレール管理手法を提案することができた。今後は更なる検証を重ねて、提案した管理手法を確立したものとしていきたい。