

レール温度とレール軸力の実測値に関する検証

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○中澤 毅基
株式会社グローセル 岡田 亮二

1. はじめに

当社では人手のかかる検査や調査の負担を軽減するため、IoT 技術を活用して線路設備の状況をモニタリングできる装置の開発に取り組んでいる。本稿では、レール軸力を対象としたモニタリング装置の概要と測定結果について報告する。

2. モニタリング装置の概要

線路設備の長期間かつ広範囲にわたる状態監視は、従前の方法による場合、電源の確保やケーブルの敷設といった課題があり、容易に実現することができなかった。しかし、IoT 技術を用いることで、それらの課題が解消されるため、これまでに得られなかった情報を得ることができる。

これまで、レール温度や加速度のモニタリング装置を試作し、その実現可能性を検証できたことから、今回はレール軸力を対象とした装置を試作した。

レール軸力を測定するモニタリング装置は、センサ部と処理部から構成されており、レール軸力を測定するセンサ部には(株)グローセル製半導体ひずみセンサ¹⁾を使用している(図1)。このセンサは、数mmの半導体チップ内にアンプ等の周辺機器を集約したもので、ひずみと温度を高精度かつ低消費電力で測定できる。

処理部は、電池、CPU、起動スイッチ、無線モジュールで構成され、防水性の高いポリカーボネート性のボックス内に収納し、電池は耐久性の高い二酸化マンガリチウム電池を使用した(図2)。レール軸力とレール温度は1時間ごとに測定し、約3ヶ月分保存することが可能である。

3. 測定試験

(1) 目的

ロングレールは乗り心地の向上、騒音の低減等の利点が多いが、レール軸力を適切に管理する必要がある。

レール軸力の挙動は、過去から理論的に検証されているが、経年や道床の弛緩を伴う保守作業がレール軸力におよぼす影響を定量的に評価した例が少ないため、今回は、それらを明確にするために試験を行った。



図1 半導体ひずみセンサ

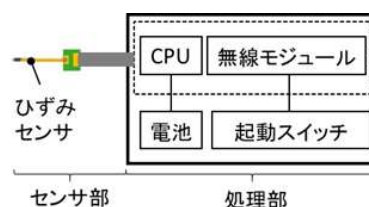


図2 処理部の構成

(2) 試験敷設

営業線での測定に先立ち、実験用の線路でレール軸力、レール温度の測定精度の確認を行うほか、地上装置の耐候性、電池の持続性、データ収録・通信の検証を行った。約9ヶ月間、試験をした結果、いずれの項目も問題が無いことから新幹線の営業線へ設置した。

測定対象としたのは、延長約850mのロングレールである。レール交換直後に計17箇所モニタリング装置を設置した(図3)。図中の数値は、起点方の伸縮継目からの距離を示している。

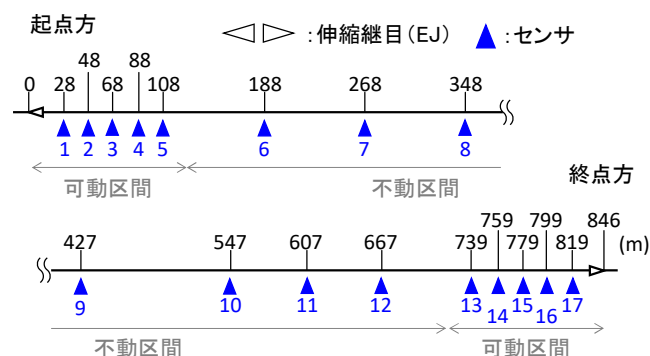


図3 センサの配置

キーワード IoT 技術、モニタリング装置、レール軸力

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 東海旅客鉄道株式会社総合技術本部技術開発部 TEL:0568-47-5380

図4は装置の設置状況である。処理部は列車振動の影響を受けにくい場所へ固定した。



図4 モニタリング装置設置状況

(3) 測定結果

モニタリング装置で収集したレール軸力とレール温度の例を図5に示す。(a)は不動区間(センサNo. 10)、(b)は可動区間でセンサ No. 17 のものを示している。レール軸力はマイナス側が引張応力である。図6は、レール温度と軸力の関係として整理したものであるが、おおむね理論通りの挙動を示している。

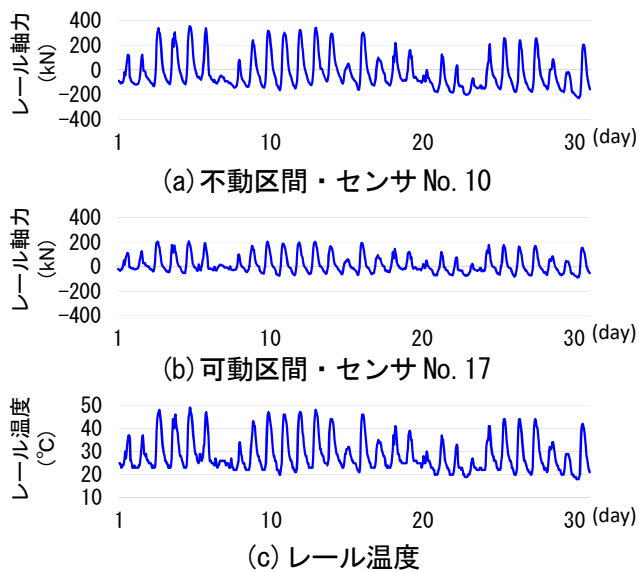


図5 測定結果

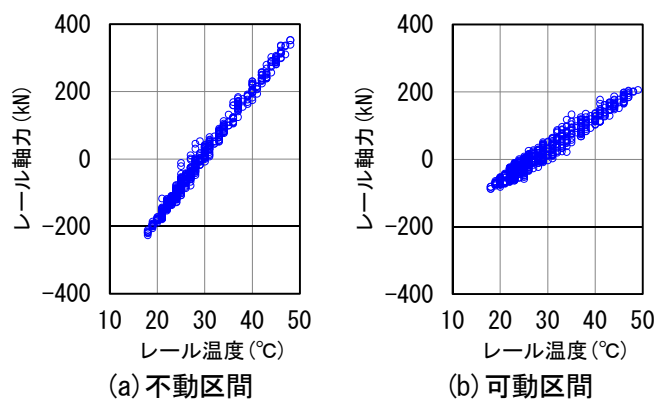


図6 レール温度とレール軸力の関係

次に、ロングレール全体のレール軸力分布を図7に示す。図には、測定期間中の最低・最高レール温度におけるレール軸力の理論値(道床縦抵抗力は10kN/mとして計算)も合わせて示しているが、実測値と大きな乖離は認められない。

図中に↑で示したところのように、一部で隣接する箇所と異なるレール軸力を示す部分がある。これは図8に示すように建屋や防音壁によって日照条件が異なる箇所である。現在のところ、差異は日中の一時的なものであるが、道床やレール締結装置の管理状態によっては、ふく進を生じてレール軸力が不均一になる可能性があるため、状態の変化を監視する予定である。

また、当該区間では、むら直し作業が3回実施されているが、それによるレール軸力の変化は認められていない。

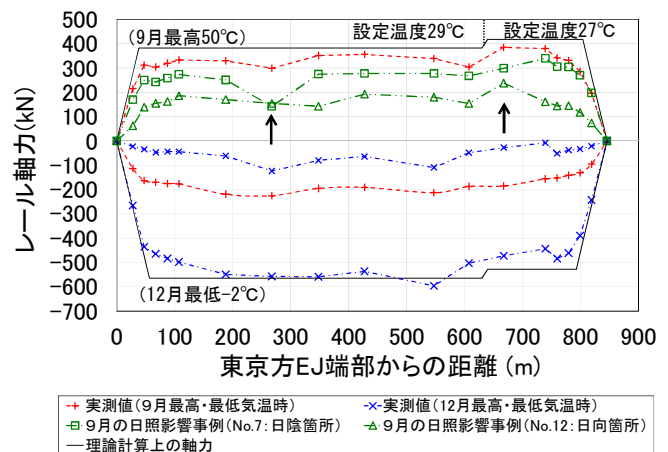
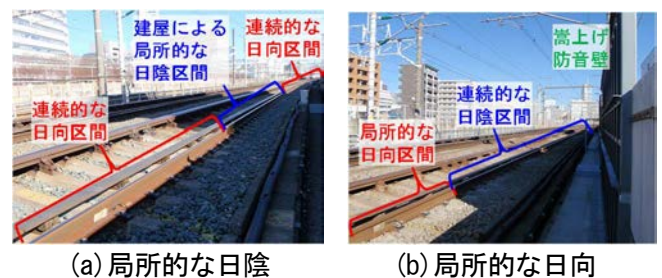


図7 各装置の実測軸力値



(a) 局所的な日陰

(b) 局所的な日向

図8 異なる日照条件の箇所

4. まとめ・今後の取組み

モニタリング装置を設置して7ヶ月経過するが、現時点では問題なく測定ができており、引き続きデータ収集を行い経年や保守作業の影響の検証を進めていく。

参考文献

1) 平尾博樹, 前田昌克: 2方向ひずみによるレール軸力の測定, 土木学会第76回年次学術講演会, 2021.9.