

ロングレール軸力測定のコスト化に向けた検討

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 兼子 弘
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 元好 茂
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小西 俊之

1. はじめに

JR東日本における、ロングレール管理では、約200mおきに設置された基準杭間とレールとの相対移動量からレールの伸縮を測定し、レール張り出しに対する安全度を評価している。基準杭とレールの相対移動量の測定は人力測定による糸張で行っており、その労力や測定頻度が限られることにより予兆管理が難しいなどの課題がある(写真1)。JR東日本ではこれらの課題に対して、ひずみ測定によるレール軸力測定の研究を進めており、これまで国内外のレール軸力センサー(ひずみと温度を測定し無線伝送する装置)を現場に敷設し新たなロングレール管理の手法を検討してきた。

その中で使用したレール軸力センサーにおいて、施工性や無線伝送の安定性などで課題があったため、今回、それらの課題に対応するため、そして低コストを目的として新たに装置を開発することとした。



写真1 現在のロングレール検査

2. 開発コンセプト(装置の構成)

今回開発した装置(以下、本装置)の開発コンセプトは以下のようにし、6台試作した。

(1) 電源に振動発電を使用

これまでに、振動発電を活用した軌道状態センシングを検討しており²⁾、本装置に適用することとした。これにより以下のメリットが挙げられる。

① 電源としての役割

列車通過時の振動による発電電力で測定しメモリに記録する。

② 列車通過の影響除外(輪重やノイズ)

列車通過を検知することになるため、輪重や車両通

過時に生じるノイズの影響を除外できる。

③ 振動量(発電量)による軌道状態センシングへ活用²⁾できる。

(2) 施工性・本装置の構成

これまでに使用した軸力センサーのひずみゲージは、溶接によるものであったため、溶接技術がなくても誰でも簡単に設置できるよう接着剤で固定できるものを採用した。

ひずみゲージは有線で制御回路に接続し、制御回路・振動発電デバイス・メモリは一つのケースに納め、そのケースを接着剤でまくらぎに固定することとした。

(3) データ伝送

近年、IoT 向けの無線技術の発展が目覚ましいが、レール付近は無線伝送には厳しい条件となるためその安定性が懸念される。中継器を増設するなど対策があるが、その場合地上設備やコストが増加することとなる。

そこで、今回はデータ・デポシステム³⁾を活用することとした。データ・デポシステムは、JR東日本で近年導入・展開されている営業車に搭載された線路設備モニタリング装置の位置補正等に使用されており、地上子に書き込まれた位置情報を車両に搭載された車上子が読み取る仕組みになっている。

この技術を活用し、測定データを地上子に書き込み、車上子を有する車両が通過する際に車上子を介して書き込まれたデータを回収する仕組みを検討した。車上で回収したデータは携帯回線等により事務所へ伝送することとした。なお、地上子は上述のケースに納め制御回路に接続する。

また、現地でもデータが回収できるようハンディ端末を改良し、ケースにかざすことでデータ回収や簡単な設定をできるようにした。

データの流れを図1に示す。レールのひずみと温度が列車1編成通過ごとに1回測定・記録される。一方で車上子でのデータ回収では、回収できるデータ容量の

制約があり1回測定分のデータに限られるため、今回は直近のデータを回収することとした。

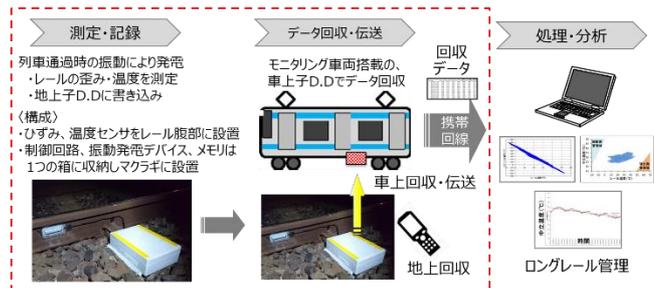


図1 データの流れ

3. フィールド試験

今回試作した6台の装置を営業線に敷設しフィールド試験を行った。なお、事前に加速度測定を行い、今回使用する振動発電デバイスで測定・記録まで十分な発電電力が得られることを確認した。本装置の主な施工手順は以下のとおりである。

- (1) レール腹部の研磨
- (2) 位置だし(レール中立軸)
- (3) ひずみゲージ・温度センサーの設置(接着剤)
- (4) まくらぎ設置面の清掃・プライマー処理
- (5) ケースのマクラギへの設置(接着剤)

敷設状況は写真1, 現場の状況は写真2の通り。



写真1 敷設状況



写真2 現場の状況

4. 試験結果

(1) 測定結果

測定結果の一部を図2・図3に示す。当該区間は設定温度が28°Cのため、レール温度28°Cのひずみを0としてオフセットをかけて整理した。レールひずみと温度の関係は、レールの線膨張係数 $11.4 (\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C})$ に対して6台とも若干小さい結果となったが、その関係(傾き)はばらつきが小さく測定値は安定している。

現在まで3ヶ月程度が経過しており、2台のケース内に水が入りその耐久性に課題があるが、その他は継続して測定できている。また、列車通過ごとに振動発電による電力で測定ができていることを列車通過本数

と測定データ数から確認した。

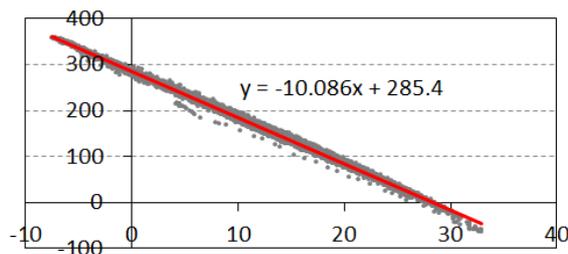


図2 レールひずみ-温度の関係(3ヶ月分)

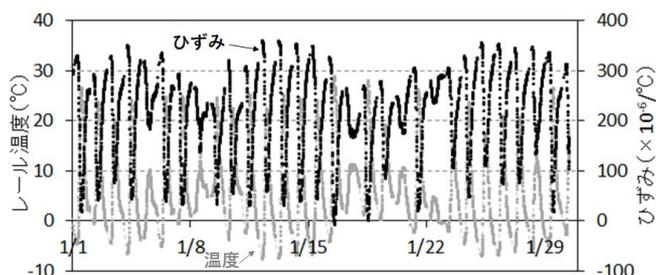


図3 時系列変化(1ヶ月分)

(2) データ回収

ハンディ端末によるデータ回収, および当該区間を通過する車上子を有した車両でのデータ回収・伝送まで, 図1の一連のデータの流を確認できた。

5. まとめ

今回, ひずみ測定によるロングレール軸力測定装置を試作し, フィールド試験で以下のことを確認した。

- (1) 振動発電により測定・記録までできること
- (2) 接着剤を用い, 簡易に設置できること
- (3) 測定したデータを地上・車上で回収できること

今後は本成果をもとに, 以下の項目について更に検討を進め, 実用化に向け取り組んでいきたい。

- ・長期耐久性
- ・ケースの小型化
- ・本装置用いたロングレール管理手法の構築

参考文献

- 1) 小木曾: レール軸力センサーを用いたロングレール管理手法の研究状況, 日本鉄道施設協会誌 2016-7
- 2) 兼子ら: 振動発電を活用した軌道状態センシング等の基礎研究, J-Rail 2017
- 3) データ・デポシステム:
<http://www.tokyo-keiki.co.jp/rail/j/products/datadepo.html>