

ロングレール内軸力に関する基礎的研究

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○大宮 孝夫
 東海旅客鉄道株式会社 水上 英也
 東海旅客鉄道株式会社 小野 敏
 東海旅客鉄道株式会社 渡邊 勇
 東海旅客鉄道株式会社 加藤 満

1. はじめに

ロングレールの安全度は、設定温度・杭間の縮み量・換算付加温度等により判定している。しかし、ロングレールが安全か否かに関連が深い実際のレール軸力は、レール敷設時に予め軸力測定ピン等を設置しておかなければ、正確に把握できない状況にある。本研究は、レールの固有振動数を調査し、温度別のレールの振動数とレール軸力との相関関係を明らかにして、ロングレールの安全度を簡易に判定するための基礎的研究である。

2. 測定方法と測定箇所

ロングレール不動区間では伸縮しないのが一般的であるが、温度上昇時または下降時には伸縮しようとする力が軸力となって溜まることとなる。また図-1で示すとおり、弦が張っている状態を考えると、弦を弾いた際に発生する波は高周波であり、緩んでいる場合は低周波である。

そこで、レールを一つの弦であると想定し、レール内に溜まった軸力を振動数による相違から分析するため、振動計をレール頭頂面に取り付け、周波数(振動最大値(dB))における固有振動数が一定になるまくらぎ5本程度の離隔距離を保ち、同一高さから鉄球を落下させて各種条件別に振動数を測定した(図-2、図-3)。

平成16年～17年にかけて、中央線美乃坂本構内(335k881m付近、60kgレール、曲線半径400mのロングレール不動区間)にて調査した結果を紹介する。

3. 測定結果と分析経過

①周波数域の限定

まず、同一箇所、同一条件における数回の衝撃データから、100Hz～200Hzの低周波及び800Hz～1100Hz程度の高周波が軸力に影響を及ぼす傾向が高いことがわかった。一方、100Hz～200Hz及び800Hz～1100Hz以外の周波数帯では、測定の都度データがばらつき、再現性がないと思われる(図-4)。これは、締結装置の配置間隔や構造物等の様々な敷設条件の影響を受けるためであると考えられる。なお、詳細な条件ごとの調査は未だ進行中であるため、今後分析を進める。

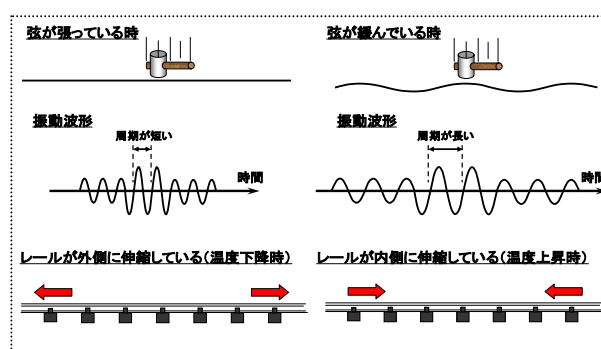


図-1 固有振動数の比較

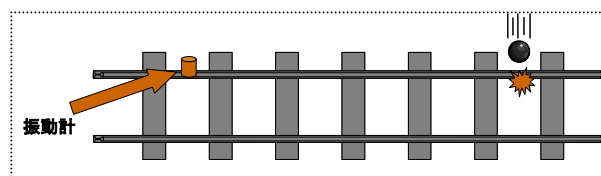


図-2 振動数測定方法

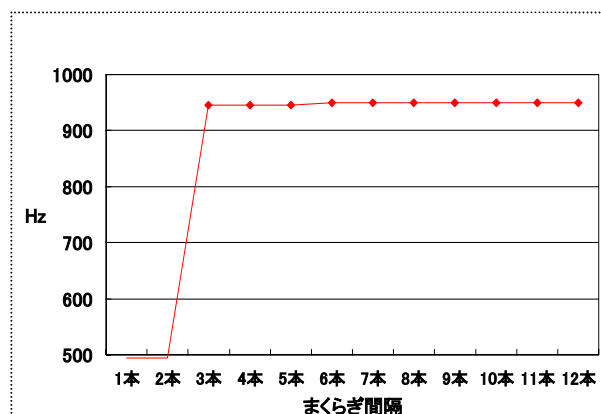


図-3 振動計とまくらぎとの遠隔距離別周波数

キーワード: ロングレール、レール軸力、固有振動数、周波数

連絡先 : 〒508-0033 岐阜県中津川市太田町2-1-3

②周波数域における軸力との相関

敷設されたロングレールに軸力測定器を取り付け、設置時のレール温度27℃を軸力ゼロとみなして軸力がレール温度と比例していることを確認するとともに、レールの固有振動数も測定した。そのレール温度別のスペクトルを図-4に示す。100Hz～200Hzの低周波においては、レールが圧縮されるほど、すなわちプラス側への軸力が溜まっているほど振動の強さ(dB)が大きくなる。また、1000Hz前後の高周波においては、レールが引っ張られ軸力がマイナス側に働くほど振動の強さ(dB)が大きくなる。また、1000Hz前後の高周波においては、レールが引っ張られ軸力がマイナス側に働くほど振動の強さ(dB)が大きくなる。

③振動最大値(dB)における固有振動数と軸力との比較

最後に、同箇所において、振動最大値(dB)における固有振動数についてはどのような傾向を表すかを図-5に示す。固有振動数は、軸力が引っ張り側(マイナス側)に働くほど増加し、圧縮側(プラス側)に働くほど減少傾向にあることがわかる。

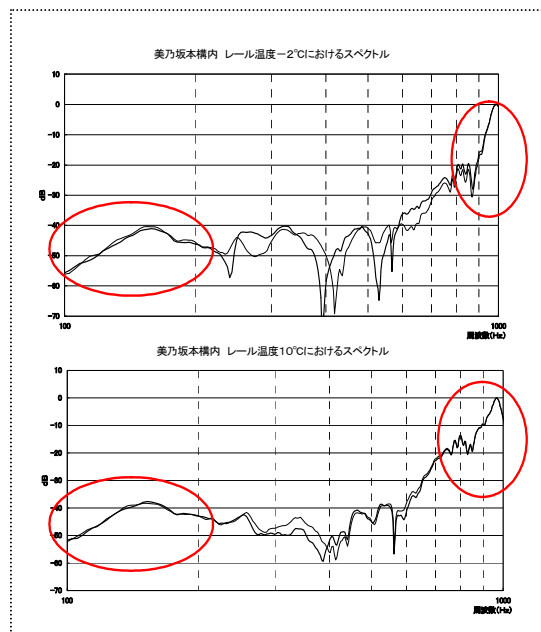


図-4 レール温度におけるスペクトル

4. まとめ

以上のように、不動区間において軸力とレールの固有振動数にはレール温度と軸力の関係同様に相関があることがわかった(図-6)。いわゆる夏の最高レール温度における張り出し防止には、振動低周波を管理し、冬の最低レール温度におけるレール破断防止には、振動高周波を管理すれば軸力の傾向が把握できることが想定できる。また、振動最大値では軸力の強弱と相関傾向にあることも掴めてきた。

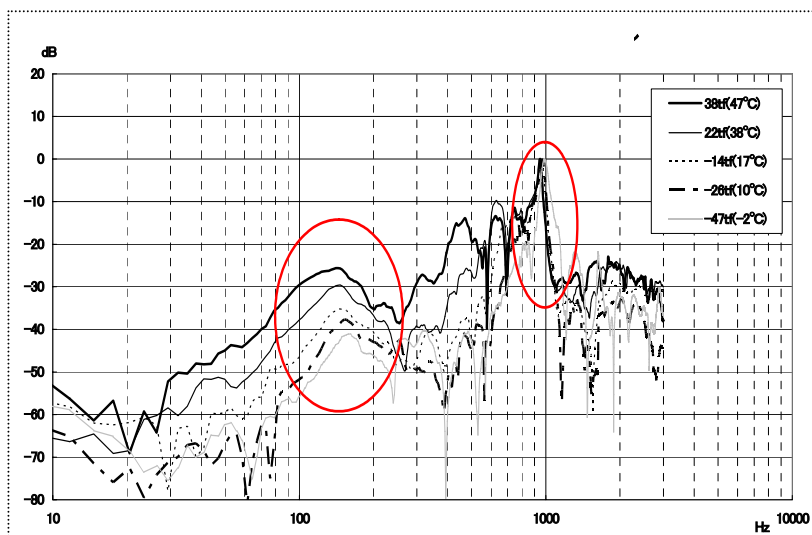


図-5 美濃坂本構内レール軸力別スペクトル

5. 今後の課題

本文では、一箇所のみを選定して記載したが、他のロングレール箇所でも同様の傾向が見られることが分かってきている。ただし、踏切や下水きよなどの構造物箇所、50N と 60kgレール等のレール種類、ロングレールにおける可動区間と不動区間ではデータの傾向が異なるなど、各条件に大きく左右されることも分かっており、今後更に詳細の調査が必要である。ロングレールを管理するためにレール温度を把握し、定期的にレールのふく進量を測定する手法は、ロングレールが敷設され始めた頃から根本的には変わっていない。本手法が確立されれば、ロングレールの軸力状況をレールの固有振動数により把握することが可能となり、より正確でより質の高いロングレール管理も夢ではない。今後、固有振動数による軸力の評価を定量化、定型化出来るように調査・分析していく所存である。

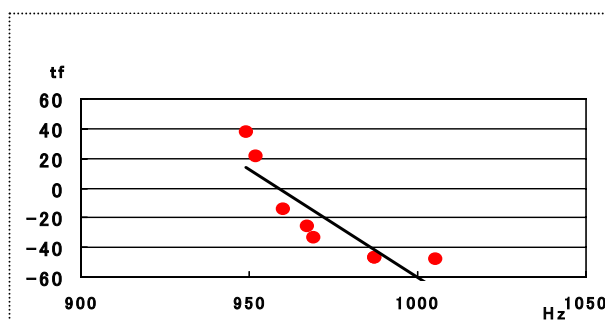


図-6 軸力と固有振動数の相関関係