

軸力測定を用いたロングレール挙動に関する一考察

近畿日本鉄道(株) 正会員 ○出井 洋司

1. はじめに

ロングレールを管理する上で注意を要するのは、急曲線部における座屈安定性や破断時の開口量の制御、レール伸縮量の管理等であり、これらの現象はレール内部の軸力により引き起こされる。レール軸力に関してはロングレール伸縮理論が確立されているが、実際の現場ではロングレールが理論どおりに挙動しない場合もあり、今回その挙動を解明することを目的として軸力測定を行った。

2. 軸力測定手法

今回、当社が行ったのは「バルクハウゼン法」を用いた軸力測定である。「バルクハウゼン法」は、強磁性材料に磁場を与えた際に発生するノイズ（バルクハウゼンノイズ）を利用した測定手法であり、鋼構造物の応力を非破壊で測定する手法として知られている。このノイズは磁性体の応力状態に依存して変化することがわかっており、この関係を利用して鋼材等に発生している応力を測定するものである。なお、今回採用した測定装置は、新日本製鐵(株)が開発したもので、製品名をジクライトという。

軸力測定は、まずロングレールの敷設前（無負荷状態）に写真－1に示す応力センサー板をレール腹部に貼り付けておき、ロングレール敷設後、写真－2に示す測定装置を用いて測定するという手順で行う。

なお、事前に行った確認試験では、測定値の誤差は±1tf以内であり、製品仕様の誤差±3tfを十分満足していた。



写真－1 応力センサー板



写真－2 測定装置

3. 軸力測定結果

(1)敷設条件

- ・測定区間 京都線平城～西大寺間 33k880m 付近
- ・ロングレール長 631m（曲線半径 R=600m）
- ・レール種別 50N
- ・締結装置 SAK（板バネ）

(2)ロングレール敷設時の条件

- ・レール加熱器 使用（踏切部除く）
- ・レール締結温度 平均 25.2℃（図－1 参照）

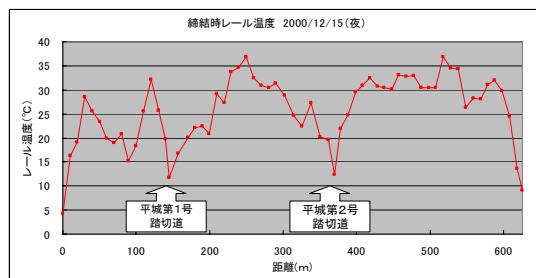
(3)測定結果

①敷設4日後（図－2 参照）

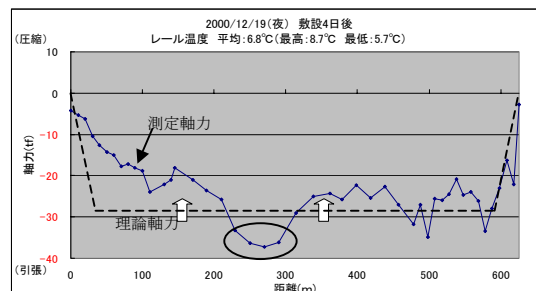
- ・レール温度 平均 6.8℃
- ・レール伸縮量 -26mm

(理論値)	軸力	-28tf（引張軸力）
	可動区間長	35m
	伸縮量	-7mm

※道床縦抵抗力を 800kgf/m/レールとして算出



図－1 レール締結温度



図－2 敷設4日後の軸力分布状況

キーワード ロングレール，軸力測定，軸力分布図，レール伸縮，ふく進抵抗力

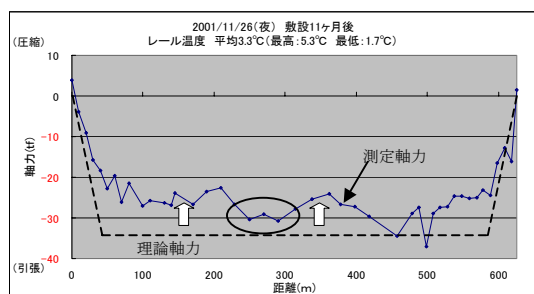
連絡先 〒543-8585 大阪府大阪市天王寺区上本町6丁目1番55号 TEL 06-6775-3384

②敷設 11 ヶ月後（図－3 参照）

- ・ レール温度 平均 3.3℃
- ・ レール伸縮量 -24mm

(理論値)	軸力	-34tf (引張軸力)
	可動区間長	42m
	伸縮量	-10mm

※道床縦抵抗力を 800kgf/m/レールとして算出



図－3 敷設 11 ヶ月後の軸力分布状況

(4)測定結果について

ロングレール敷設時には加熱器を使用したが生、施工の都合により踏切内では使用できなかったため、締結時のレール温度は一部で不均一となった（図－1 参照）。敷設後 4 日が経過した時点では、敷設時のレール温度の不均一に伴う軸力分布のばらつきが見られたが（図－2 参照）、敷設後 11 ヶ月が経過した時点では、軸力はほぼ平均化されており、理論軸力に比較的近い軸力分布となった（図－3 参照）。

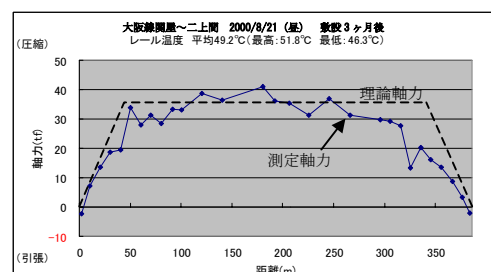
また、レール伸縮量については理論値よりも大きくなり、可動区間長も理論値より長くなる傾向が見られた。

4. 考察

今回の測定結果からロングレールの挙動に関して次のような傾向が見られた。

- ・ 不動区間における軸力のばらつきは時間とともに平均化される
- ・ レール伸縮量は理論値よりも大きい
- ・ 可動区間長は理論値よりも長い

これらの挙動については他の板バネ締結区間においても同様に見られた（図－4 参照）。また、冬期にレール加熱器を使用せずにレールの一部を交換した区間においても時間の経過とともに局所的な軸力集中がなくなることを確認した。



図－4 他区間の軸力分布例

ロングレール伸縮理論によると、有道床のロングレール軌道では一般にまくらぎとレール間の抵抗（締結装置のふく進抵抗力）のほうがまくらぎと道床間の移動抵抗より大きいので、レールの伸縮に対するクリープ抵抗力はまくらぎと道床間の移動抵抗、すなわち道床縦抵抗力に支配されるとされている。しかし、現場においてはレールと締結装置の間に滑った跡が見られることから、実際には道床縦抵抗力と締結装置のふく進抵抗力の大きさは逆転しており、レールと締結装置の間で滑ることにより軸力の解放が行われているものと考えられる。

板バネ形式の締結装置は列車振動等により常に弛緩する傾向にあり、必ずしも設計値通りのふく進抵抗力を有しているとはいえない。また、列車通過時の振動により瞬間的にレールと締結装置間に滑りが発生していることも考えられる。つまり、クリープ抵抗力は設計値（当社の技術基準で道床縦抵抗力 800kgf/m/レール以上）に比べて小さくなっていることが考えられ、それが原因で先に述べた 3 つの挙動が起こったものと考えられる。

5. おわりに

今回、実際のロングレールでは局所的な軸力集中は時間とともに平準化される反面、レール伸縮量は理論値より大きくなることが分かった。当社では冬期にレールの一部を交換する際に加熱器を使用しない場合もあるが、今回の結果から交換箇所では夏場に過度の圧縮軸力は発生していなかったことが確認できた。ただし、冬場のレール交換等を重ねるうちにロングレール全体として設定温度が低くなり、夏場のレール伸縮量が大きくなることも考えられるので伸縮継目部の管理が重要となる。

今後は他の軌道構造においても測定を行いロングレールの挙動をより明らかにするとともに、新たなロングレールの保守管理手法についても提案していきたいと考えている。

参考文献

- ・ 須田征男，他：「新しい線路」，（社）日本鉄道施設協会，1997 年 3 月
- ・ 丹治淳一，他：「レール軸力測定法の開発」，新線路，1997 年 2 月