

急曲線ロングレール管理における一考察

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○松丸 和貴
西日本旅客鉄道株式会社 正会員 山口 義信

1. はじめに

当社は、現在のロングレール管理の一つとして、レール長手方向の移動量を測定し、ロングレールの安全度を算出する「ふく進管理」を行っているが、急曲線ロングレール($R < 600$)におけるより詳細な軸力状態の調査を目的としてひずみゲージ式軸力測定装置(以下、「装置」と称す。)を敷設し、調査を行っている。本稿では、装置の測定結果を用いて、レール長手方向と直角方向(まくらぎ方向)の移動量がレール軸力に与える影響と、装置間の挙動のばらつきについての考察を行った。

2. 試験内容

$R=300$ の急曲線ロングレール区間において、50m 間隔に装置を取り付け、装置をはさむように 50m 間隔で杭を建植し、H23 年 5 月～H24 年 3 月まで、約 1 ヶ月ごとにふく進測定と、10m 間隔に設置した杭からレーザー距離計を用いてレールの絶対位置測定を行った。このレール絶対位置測定によってまくらぎ方向の移動量を捉えられる。設置箇所を図 1、装置を写真 1、レール絶対位置測定の方法を図 2 に示す。

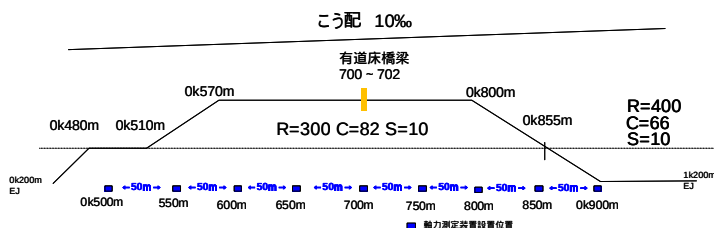


図 1 軸力測定装置設置箇所



写真 1 ひずみゲージ式軸力測定装置

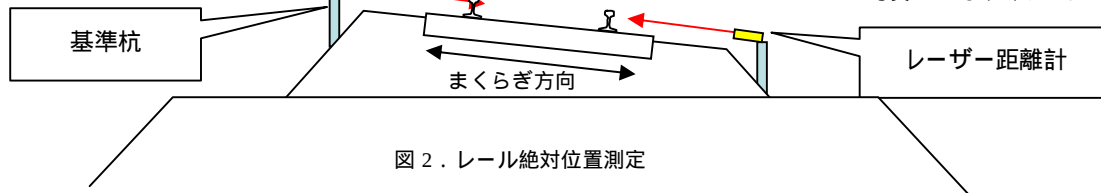


図 2 レール絶対位置測定

< 軸力測定装置の原理 >

装置の軸力管理は中立温度という概念で行う。中立温度とは、内部の軸力が 0 の時のレール温度のことを指し、次に示す計算式で表される。

$$N = T + S \quad (N: \text{中立温度} \quad T: \text{測定時のレール温度} \quad S: \text{ひずみ値から換算された温度} (+ \text{が引張}))$$

3. 理論的考察

まくらぎ方向の移動量について

まくらぎ方向の移動量の換算温度は、 $\Delta T = \Delta R / (\beta * R)$ (ΔR : 曲線半径のまくらぎ方向の変化量、 β : レールの線膨張係数、 ΔT 温度変化量、 R 曲線半径) 表され、 $R=300$ の曲線区間においては、約 3.4mm のまくらぎ方向の移動量で 1 の温度変化が起こる。

ふく進測定間隔について

ふく進量の換算温度は、 $\Delta T = S / (\beta * L)$ (ΔT : 温度変化量、 β : レールの線膨張係数、 S : ふく進量(レール長手方向移動量)、 L : 杭間距離) で表され、杭間距離 L が短くなると、ふく進測定による誤差の影響が大きくなる。しかし、杭間を大きくすると細かい温度変化が捉えにくくなると考えられる。

キーワード 急曲線ロングレール 軸力測定

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目 4 番 24 号 西日本旅客鉄道(株)鉄道本部 技術部 TEL 06-6376-8136

4．測定結果

< MTT 施工による軸力変化について >

H23.3 月に MTT 施工を行った際の中立温度の変化を図 3 に示す。図 3 に示すように、MTT 施工により中立温度の低下が確認された。また、施工前後で、レール絶対位置測定を行った結果、曲線内方側への変位が確認された。レール絶対位置測定の結果から算出したまくらぎ方向移動量とその温度換算値、装置による中立温度の変化量を表 1 に示す。表 1 に示すように、まくらぎ方向移動量の温度換算値と装置の中立温度の変化量はほぼ一致しており、まくらぎ方向の移動による軸力の変化が理論通り確認された。

< 装置間の挙動のばらつきについて >

50m 間隔でのふく進量の温度換算値、まくらぎ方向移動量の温度換算値とその 50m 間にある装置の測定結果との比較(H23.11～H23.12)を図 4 に示す。図 4 に示すように装置の結果とふく進測定の結果にはばらつきがあることが確認された。ふく進測定は手検測による誤差があると推察される。まくらぎ方向移動量の温度換算値はふく進測定結果に比べて小さいことが分かった。また、50m～200m までの各測定間隔で、ふく進量測定結果と装置の測定結果の差をとり、各月ごとに標準偏差を算出した結果を図 5 に示す。50m 間隔でのばらつきは大きい、100m、150m と間隔を広げることでばらつきは改善され、150m 間隔ではおおむねばらつきがおさまっている。また、装置による 50m～200m 間での測定結果の差を月ごとにとり、標準偏差を算出した結果を表 2 に示す。表 2 から 100～150m 間隔でばらつきが一番大きいことが分かった。装置どうしの間隔が大きい方がばらつきが大きくなると予想されたが、200m 間隔のばらつきは小さいものとなった。これは、図 6 に示すように本急曲線ロングレールにおいて、円曲線中心部(0k650、0k700)と反向曲線の緩和曲線部(0k850)で中立温度の変化が大きい箇所があり、その他の区間の変動にそれほどの差がみられなかったため、200m 間隔では変動が小さい装置どうしの差が抽出されたためだと考えられる。

5．まとめ

- 1．曲線内方側へのまくらぎ方向の移動量により、理論通りの軸力の変化を生じることが確認された。
- 2．測定間隔 150m 以上でふく進測定による結果と装置による結果のばらつきが小さくなることが分かった。また、他の箇所比べ、中立温度の変動が大きくなる箇所が存在することが分かった。今後は、このような変動が大きい箇所が生じる原因や、急曲線ロングレールに特有な挙動についての検討を行っていきたい。本研究においてご協力いただいた住友金属テクノロジー（株）殿には謝辞を申し上げる。

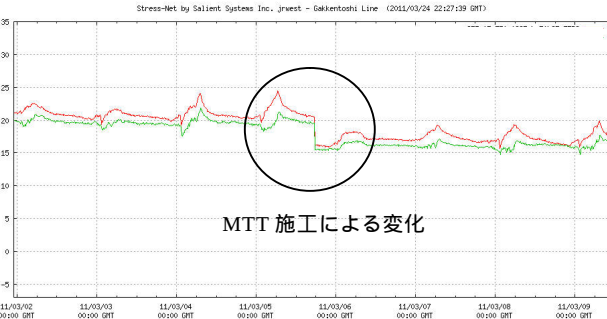


図 3 MTT 施工による中立温度低下

表 1 まくらぎ方向移動による軸力の変化

	まくらぎ方向の移動量(最大値)(mm)	移動量の温度換算値()	装置の測定結果による中立温度変化量()
左	14.8	4.6	4.5
右			4.0

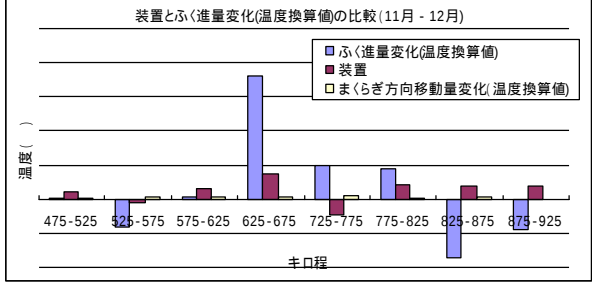


図 4ふく進量、まくらぎ方向移動量(温度換算値)と装置の測定結果

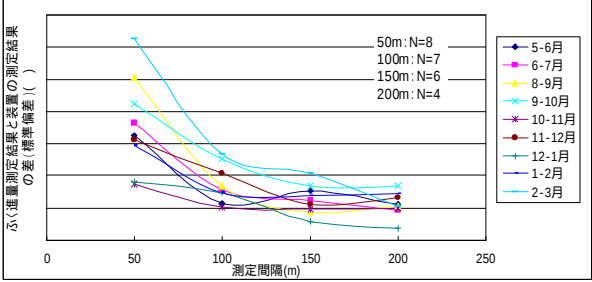


図 5 測定間隔ごとのふく進量測定結果と装置の測定結果

表 2 装置による測定結果 測定間隔ごとの標準偏差

間隔(m)	右レール標準偏差()	左レール標準偏差()
50m(N=64)	0.90	0.98
100m(N=55)	1.08	1.09
150m(N=46)	1.00	1.21
200m(N=37)	0.79	0.88

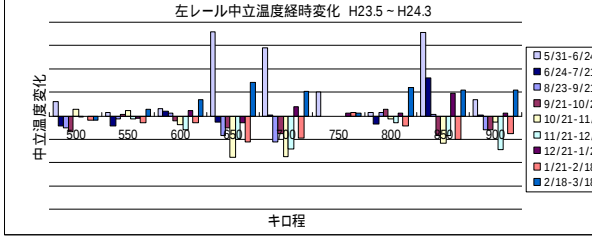


図 6: 中立温度変化