

温度上昇時のレールの挙動を踏まえたロングレール仮置き方法に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○武山 和生
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 森山 陽介
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 高橋 亮一
 財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 西宮 裕騎

1. はじめに

ロングレール（以下、LR という。）更換を行う場合には、あらかじめレールを軌道際に配置しておく必要がある。山陽新幹線においては、緩衝式低ローラー（以下、低ローラーという。）を7m 間隔に配置し、緩衝式低ローラー支持装置（以下、支持装置という。）により固定して、その上にレールを置いているが、これらの配置作業に多大な労力がかかっていることから、今回その配置間隔拡大の可能性について検討した。そのうち本稿では、温度上昇時の仮置きレールの挙動の検討およびレールのたわみによる影響の検討などについて述べる。

2. 温度上昇時における仮置きレールの挙動の検討

2.1 現在の LR 仮置き標準

現在の LR 仮置き標準を図1に示す。A 型支持装置はバラストにアンカーを打込むタイプであり横方向の抵抗力を期待できないもの、B 型支持装置はマクラギに固定するタイプであり横方向の抵抗力を有するものである。

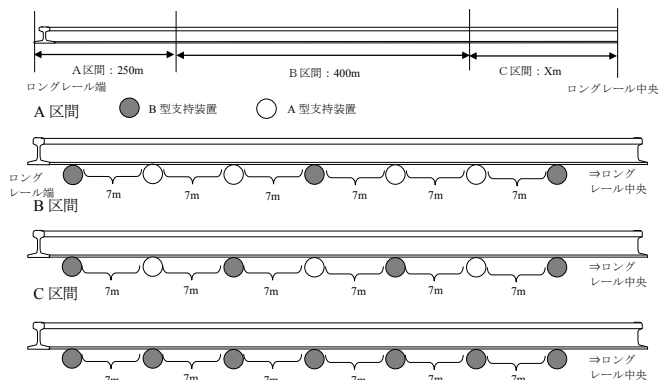
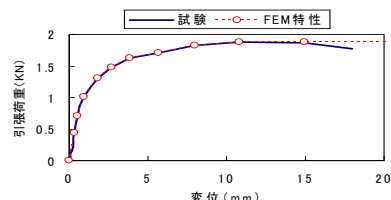


図1 現在の LR 仮置き標準（バラスト）

2.2 低ローラーの縦抵抗ばね特性算出試験

低ローラーは微小ながら回転抵抗を有しており、仮置きレールの温度が上昇すると軸力を蓄積する。そこで、保守基地において100mにわたり低ローラーを配列し、その上にレールを配置して引くことにより、縦抵抗ばね特性を測定した。低ローラー配置間隔は、7m、10m、13mの3ケースとした。その結果の一例は図2の通りであり、

1個当たりの低ローラーの縦抵抗力は最大値として、7m 間隔では170N/個、10m 間隔では219N/個、13m



間隔では267N/個程度を見積もればよいことが判った。

2.3 FEMによるレール張り出し挙動解析

測定した低ローラーの縦抵抗ばね特性を用いて、FEMにより温度上昇時のレール挙動を解析した。解析モデルの一例を図3に示す。また、仮置きレールには通常通り狂いが存在し、この影響により軸力蓄積時にはレール直角方向に張り出し易くなる。これを加味するため、解析モデルに初期不整を与えた。初期不整は現地での実測値を参考に10m 正弦波で振幅量100mmとし、初期不整を設定する位置やA、B、C区間の延長などを変化させ、複数の解析を実施した。なお、曲線半径は本線LRの最小半径の800m、LR長は1,500m、レールは60kgレール、温度上昇量は50℃、支持装置の横抵抗を模擬したレール横方向ばね定数は100MN/mとした。

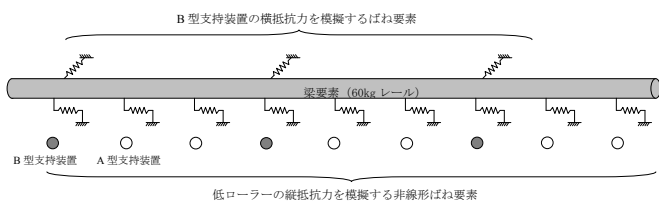


図3 FEMモデルの一例（A区間）

2.4 解析結果

(1)温度上昇によるレールの横変位の最大値は、いずれのケースにおいてもA区間とB区間の境で発生し、低ローラー配置間隔が大きくなるほど、また、A区間延長が長くなるほど、

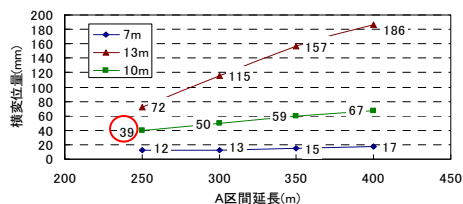


図4 A区間延長毎のA-B境における横変位量

キーワード ロングレール、緩衝式低ローラー、仮置き、張り出し、たわみ、建築限界

連絡先 〒732-0822 広島市南区松原町1番1号 西日本旅客鉄道株式会社 広島新幹線保線区 TEL(082)263-6230

大きくなる傾向が見られた（図4）。
(2)C 区間においては、いずれのケースにおいても横変位量は 20mm 以下であった。

2.5 建築限界とレール張り出し量の関係

仮置きレールが張り出して建築限界を支障する可能性を検討する。最も厳しい条件として、曲線区間の内軌側での仮置きレールが軌道方向に接近する状況を考える。曲線部の車両内方偏倚を考慮すれば、張り出し余裕量（図5参照）は表1の通りとなる。ここで、確保できる最短距離②は、低ローラー上のレール据付位置を最も線路側に寄せた位置として算出した。バラスト区間では、図4より低ローラー配置間隔を 10m に拡大した場合、A 区間：250m、B 区間：400m、C 区間：100m とすれば最大横変位量は 39mm であり、通り狂いとして 70km/h の運転規制を受ける 14mm を見込んだ場合にも、 $R=3,500\text{m}$ 以上とすれば

1.6 倍以上
の余裕を有する。

表 1 張り出し余裕量

単位: mm (R 除く)

①	②	③	④=50,000/①	⑤=②-③-④
R(m)	B型支持装置上に置いた場合の新旧レール間最短距離	R.Lから高さ128mm位置でのレール頭側面から建築限界(直線)	曲線部における建築限界の内方変位量 δ	張り出し余裕量
800	900	809	63	28
1,000		809	50	41
1,200		809	42	49
2,500		809	20	71
3,500		809	14	77

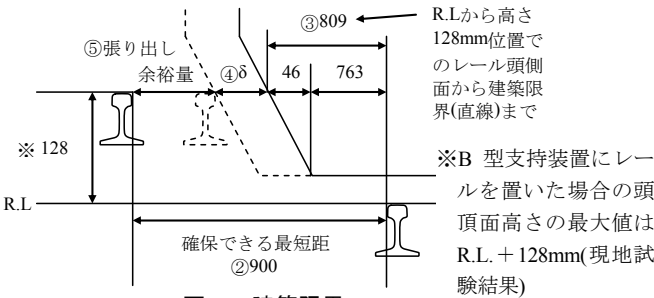


図 5 建築限界

スラブ区間については、スラブ用 D 型支持装置を用いれば、仮置きレールが R.L.よりも低くなることから、建築限界の支障の恐れはない。

3. レールたわみによる影響の検討

3.1 最端部のレールたわみによる影響の検討

5 径間連続梁としてレールのたわみ量を求めた。図6の通り、最大たわみは最端部のスパンで発生する。たわみ角が大きくなれば、図7の通りレールの自重の接線方向成分の力が無視できなくなり、レールの伸縮に影響を与える可能性がある。その力は、中間部の低ローラー両端では相

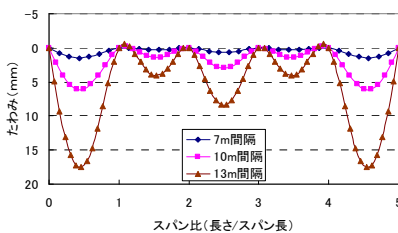


図 6 5 径間連続梁のたわみ

互に打ち消しあうので、最端部についてのみ検討すればよい。計算を容易にするため、単純梁としてたわみ角を算出し、レールの自重の接線方向成分を半スパン分積分して求めた。その結果を図8に示す。最端部においては、この力が低ローラーの縦抵抗に加わるが、低ローラー配置間隔が 13m でも 21N 程度であり、低ローラーの縦抵抗力や温度上昇により蓄積される軸力と比べて十分に小さく、たわみがレールの伸縮に与える影響はほとんどない。

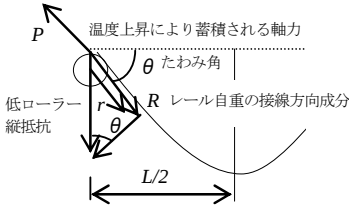


図 7 最端部の低ローラーに作用する力

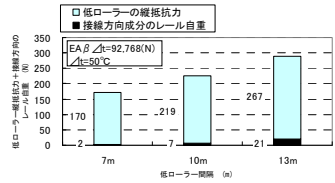


図 8 最端部の低ローラーにかかる縦抵抗力

3.2 中間部のレールたわみによる影響の検討

図6に示すように、最端部を除くスパンでのたわみは、低ローラー配置間隔 10m では 3mm 程度、13m では 8mm 程度となる。バラスト区間では、仮置きレール下のバラスト掻き出し作業に労を要することを考えれば、低ローラー配置間隔 10m 程度が適切と考えられる。なお、スラブ区間では、間隔 13m でも特段の問題は考えられない。

4. 実施場面での低ローラー等の配置パターン

実施場面においては、最端部のたわみ量の大きさ、新旧レールの長さの違い、仮置きレールの溶接作業等を考慮して、図9のように低ローラー等を密に配置することが望ましいと考えている。

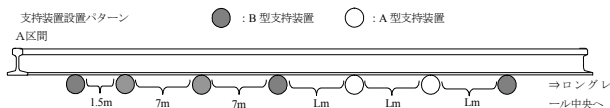


図 9 最端部における支持装置の設置パターン

5. まとめ

- (1)温度上昇による仮置きレールの横変位を検討した結果、バラスト区間では低ローラー配置間隔を 10m に、スラブ区間では 13m に拡大できる可能性がある。ただし、バラスト区間では、曲線半径を 3,500m 以上に制限することが望ましい。
- (2)たわみを考慮すると、バラスト区間では低ローラー配置間隔は 10m 程度までが適当と考えられる。なお、最端部は低ローラー等を密に配置することが望ましい。

6. 今後の課題

今回の検討結果を踏まえ、安全性を評価してレール仮置き標準の見直しを実施することとする。