

緩衝レール敷設に関する一考察

JR 東日本 正会員 ○鈴木 健生

JR 東日本 正会員 佐伯 和浩

1. はじめに

乗り心地の向上、保守費の低減、振動や騒音の抑制対策としてロングレール化を進めてきました。その結果、現在では、分岐器前後や急曲線、長大橋りょうを除くほとんどの箇所がロングレールとなっております。

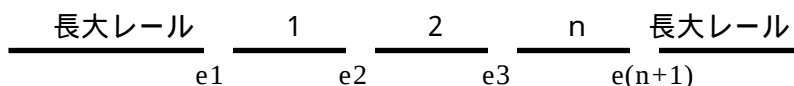
しかし、最近大規模駅構内改良工事や、老朽化した橋りょうの桁の架け替え、列車動揺対策による曲線整正などが実施され、ロングレール箇所では施工性や経済性から工事施工区間だけ、ロングレールを定尺化し、緩衝レールを敷設する工事を実施しなくてはならなくなりました。

伸縮継目がまだ普及していない頃、ロングレールの両端には緩衝レールを設けて管理していたため、ロングレールを敷設した時の緩衝レールの考え方や、ロングレールが折損して仮復旧する場合の緩衝レールの考え方はありましたが、現在のように今あるロングレールを切断して緩衝レールを敷設する考え方を示すこととしました。

2. 伸縮継目が無い頃の緩衝レール遊間設定

伸縮継目がまだ普及していない頃のロングレール端には緩衝レールが敷設されていました。当時の緩衝レールの敷設はロングレールを敷設する時と同時だったこと、ロングレールの設定が加熱方法だったことから、設定温度が決定すれば緩衝レールの遊間量を設定できました。すなわち、設定温度から最低温度に達した温度差と継目抵抗相当分の温度差を考慮に入れたロングレール端の伸縮量とそれぞれ緩衝レールの伸縮量の合計を、緩衝レールの継目にそれぞれ分配すれば1継目の遊間量を求めることができました。

しかし、前述のようにロングレールを切断して定尺レールにする場合は、施行当日のレール温度によって大きく遊間設定が左右します。また、施行当日のレール温度によっては緩衝レールを設置できない場合も考えられ、伸縮継目が無い頃の緩衝レールの考え方と、ロングレールを切断して緩衝レールを敷設する場合の考え方では相違がありました。



図— 1

3. ロングレールを切断した場合の緩衝レール遊間設定

ロングレールを切断した場合の緩衝レールの場合は、設定温度を持ったロングレールを設定温度と異なる温度で切断したため、設定温度を中心にロングレールの伸び量を計算しなくてはなりません。ここでは、図— 1のとおり n 継目を設置することにします。

(1) ロングレールの伸縮量（破断側）

設定温度から遊間が動き出して最大遊間（最低レール温度）となるまでの温度差 $t_0 = T - T_0 - t_t$

この時の伸縮量 $y_0 = \frac{EA\beta^2(T - T_0 - t_t)^2}{\gamma}$ E : ヤング係数 β : 線膨張係数 T : ロングレールの設定温度 t_t : 継目板拘束力温度換算
 A : レール断面積 γ : 道床縦抵抗力 T_0 : 最低レール温度

設定温度から施行時レール温度となった時の温度差 $t_\ell = T - t - t_t$

この時のロングレール伸縮量 $y_\ell = \frac{EA\beta^2(T - t - t_t)^2}{\gamma}$ t : 施工時のレール温度

キーワード ロングレール、緩衝レール、設定温度、遊間

連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端 2-20-68 東日本旅客鉄道(株) 東京支社 TEL03-5692-6136

施行時レール温度から最低レール温度になった時の伸縮量 $y_1 = y_0 - y_\ell$ $y_1 = \frac{EA\beta^2((T-T_0-t_t)^2 - (T-t-t_t)^2)}{\gamma}$

(2) 緩衝レールの伸縮量（破断側）

施行時レール温度から最低レール温度になった時の伸縮量 $y_t = n\beta L(t - T_0 - t_t)$ L : 緩衝レール長

(3) 遊間設定量

ロングレールと緩衝レールの伸縮量の合計は $y = \frac{EA\beta^2((T-T_0-t_t)^2 - (T-t-t_t)^2)}{\gamma} + n\beta L(t - T_0 - t_t)$

$n+1$ 箇所の継目を設置することにし、一箇所の最大遊間量は 10mm すると、ロングレール側の継目は無遊間として $n-1$ 継目で割り振るため、1 継目の遊間設定量 $e = \frac{((n+1) \times 10 - y)}{n-1}$ となります。

(4) 座屈側の照査

(3)で計算した遊間量が無遊間となった時の温度は $y_2 = \frac{EA\beta n}{\gamma} + n\beta t_n L$ $y_2 = (n+1) \times 10 - y$ から

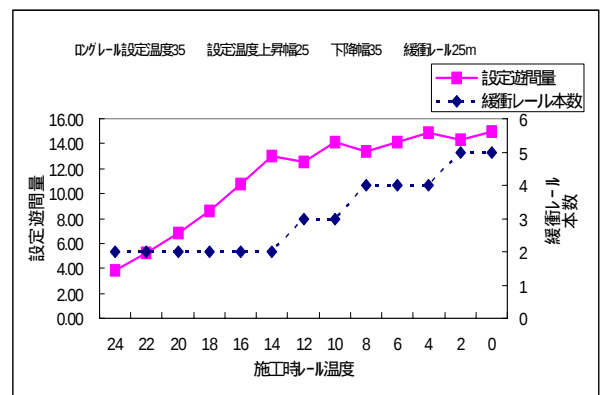
$$t_n = \frac{\gamma(\sqrt{n^2\beta^2\ell^2 + \frac{4EA\beta^2 y_2}{\gamma}} - n\beta\ell)}{2EA\beta^2}$$

最高レール温度になった時のレール軸力は

$$P = EA\beta(t_h - t - t_n - t_t) + P_t$$

t_h = 最高レール温度
 P_t = 継目板拘束力

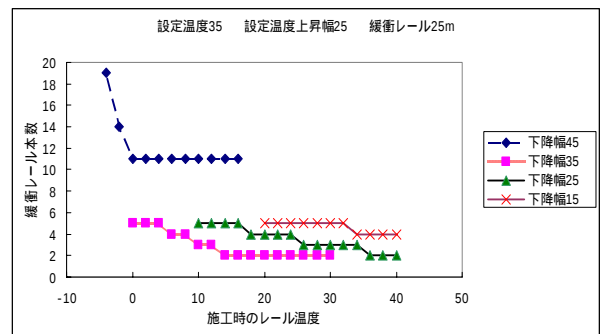
安全率 $\alpha = (P_m - P)/P_m$ 0.2 が成立すればよいこと
になります。 P_m = ロングレール最低座屈圧力



図—2

4．施行時レール温度と遊間量、緩衝レール本数の関係

設定温度 35、緩衝レール 25m、設定温度からの上昇幅 25 の時の下降幅 45 ~ 15 まで各下降幅の緩衝レール本数と施工時のレール温度の関係を図—3 に示します。下降幅 45 の場合は緩衝レール本数が 10 本以上となり敷設できないことがわかりました。また、各下降温度幅によって敷設が現実的でないことがわかりました。上記条件で緩衝レール長が 12.5m のとき場合は図—4 になります。



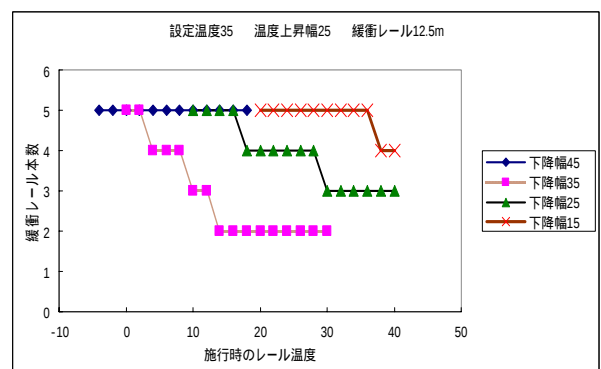
図—3

5．緩衝レール本数と施工時レール温度の関係

ロングレールの設定温度 35、設定温度からの上昇幅 25、下降幅 35、緩衝レール 25m の時の施工時レール温度と遊間量、緩衝レール本数の関係を図—2 に示します。緩衝レール本数は多項式の解を求めることが難しいため、座屈軸圧に対する安全率を満足する最低の本数を探し出し算出しました。

6．まとめ

ロングレール設定温度からの下降上昇幅によって緩衝レールを敷設する温度条件や敷設不可能な場合があることがわかりました。今後も上記の考え方によって敷設時期を限定しながら施工を考えていきたいと思っています。



図—4