

全可動ロングレール区間における TPC まくらぎ化の検討 (前編)

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○猿木 雄三
九州旅客鉄道株式会社 正会員 竹井 遼

1. はじめに

レールの継目部では、車輪の通過時に大きな衝撃が生じるため、継目板ボルトの折損やレール破綻につながる亀裂が発生するなど、軌道の保守・管理に苦慮している部分である。この継目部を無くす効果的な方法はロングレール化であるが、ロングレールを敷設するには、PC まくらぎの敷設や曲線半径の制約などの条件を満たさなければならない。

そこで、当社のローカル線区である豊肥本線にて、上記の制約を受けないロングレール化(以下、「全可動ロング」という。)について検討し敷設してきた。また、近年では、木まくらぎの同種交換に替わり TPC まくらぎへの交換が主流となってきたため、基本理論について再検討を行った。

2. 全可動ロング

全可動ロングとは、図 1 に示すように不動区間を持たないロングレールである。不動区間を持たないため軸力増加を抑制することができ、設定替等のロングレール特有の保守・管理を省略することができる。

また、全可動ロングは全長に制約があるものの、通常ロングレールの敷設条件である PC まくらぎ使用等の制約を受けることなく敷設することが可能である。レールの伸縮は伸縮継目で吸収するため、敷設時のレール加熱等も不要であり、通常のロングレール敷設より比較的簡易的な施工が可能である。

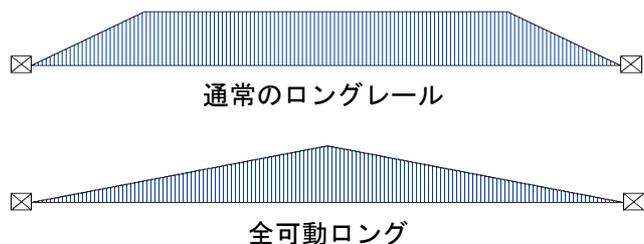


図 1 軸力モデル図

3. 全可動ロング長の検討

全可動ロングの長さは、次の二つの条件を同時に満たす必要がある。

3. 1 最低座屈強度

最低座屈強度から定められる条件としては、レールに作用する最大発生軸力が最低座屈強度以下とならなければならない。つまり、最低座屈強度から求められる全可動ロングの長さ L_1 は次式より求められる。

$$L_1 \leq \frac{Pt_{\min}}{\gamma} \times 2$$

ここで、 Pt_{\min} : 最低座屈強度 [kN]

γ : 道床縦抵抗力 [kN/m] とする。

最低座屈強度 Pt_{\min} の査定に用いる条件は、安全率を 1.2、道床横抵抗力を査定値の 70% として考えている。しかし、ふく進抵抗力は締結装置の締結力により異なり、木まくらぎ・犬くぎ締結の条件では、道床縦抵抗力よりも小さいと考えられる。今回は上記の条件における摩擦抵抗力を 1.5kN と仮定し検討した。

3. 2 伸縮継目の許容ストローク

伸縮継目の許容ストロークから定められる条件としては、レールの最大伸縮量が伸縮継目の許容ストローク内に収まらなければならない。つまり、伸縮継目の許容ストロークから求められる全可動ロングの長さ L_2 は次式より求められる。

$$L_2 \leq \frac{S}{\beta \times (t_{\max} - t_0)}$$

ここで、 S : 許容ストローク [mm]

β : 膨張係数

t_{\max} : 最高レール温度 [°C]

t_0 : 中位温度 [°C] とする。

キーワード：全可動ロング、犬くぎ、木まくらぎ、TPC まくらぎ

連絡先：〒860-0047 熊本市西区春日 3 丁目 15-1 九州旅客(株)熊本鉄道事業部 TEL 096-326-6965

伸縮継目の許容ストロークは、レールが最大に伸縮することを加味して道床縦抵抗力を 0 と仮定して検討した。

4. 敷設条件

前述した検討項目により敷設延長を求め、以下に示す点を考慮し試験的に敷設した。

4. 1 敷設延長

最低座屈強度から求まる敷設延長は、軌道構造が 50N レール、木まくらぎ、直線区間の条件であれば、最低座屈強度は 403kN となり、これから求まる敷設延長は最大 537m となる。また、伸縮継目の許容ストロークから求まる敷設延長は、許容ストロークが 62.5mm、最高レール温度が 60℃の条件であれば、敷設延長は最大 313m となる。この二つの条件と当社規程により、敷設延長は 150m～200m 未満とした。

4. 2 線ばね締結

レールのふく進を抑止するために、全可動ロングの中心部の締結装置を線ばね締結とした(図2)。

4. 3 簡易伸縮継目

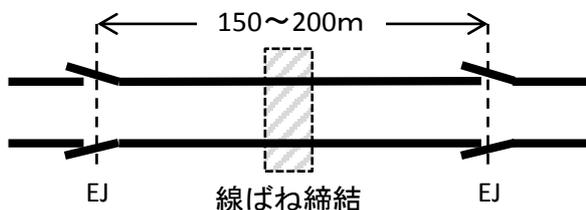


図2 全可動ロングの敷設略図

全可動ロングに用いた伸縮継目は、簡易的な伸縮継目であり、特徴としては、まくらぎ本数が 5 本と通常の伸縮継目の半数であるため、材料費や施工費が抑えられる。また、許容ストローク量は±64.5mmであり、レールの伸縮やある程度のふく進に対応できる設計となっている。

5. 伸縮量の理論値と実測値の比較

全可動ロングの伸縮量について、理論値と実測値を比較した。図3に、全可動ロング敷設箇所の伸縮継目ストローク量の理論値と、各月に測定した実測値の差を示す。同図から、温度上昇期である4月から5月では、その差は10mm程度みられるが、大きな差異はなく、概ね理論通りの伸縮量であることがわかる。

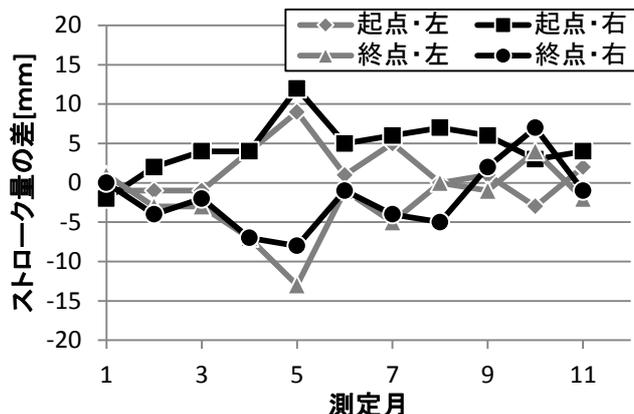


図3 理論と実測のストローク量差

6. 全可動ロングの得失

全可動ロングのメリットおよびデメリットを以下に挙げる。

- (1) 敷設時のレール温度に左右されない。
- (2) ロングレールとしての管理が不要である。
 - ・ふく進管理のみでよい。
 - ・無遊間継目による施工も可能である。
 - ・遊間管理が省略できる。
- (3) 木まくらぎ区間に敷設可能である。
- (4) 最低座屈強度以下に敷設延長を制限することにより、定尺レールと同じ考え方で敷設可能である。
- (5) ローカル線区での継目対策や騒音対策等に通常のロングレール化と同等の効果が期待できる。
- (6) 道床縦抵抗力が大きいと敷設延長に制約を受ける。
- (7) 端部のレール伸縮量が大きくなるため過大なふく進が生じないような処置が必要である。

7. TPCまくらぎ

TPCまくらぎは、木まくらぎと比較すると、耐用寿命の延伸や保守周期の延伸効果が高く、多くのローカル線区に投入されている。今後は、TPCまくらぎ敷設区間における全可動ロングの検討が必要となる。

参考文献

- 1) 新版 軌道材料編集委員会：新版軌道材料，p.268，2011.5