分岐器における継目溶接の構造標準に向けた研究

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　橋本　雄也

1　研究の背景と目的

分岐器は軌道の弱点である普通継目を多く有しており、一般区間と同様に普通継目を取り除くことを目的とし、分岐器介在ロングレール化が進められている。しかしながら、分岐器介在ロングレール化は本線敷設分岐器の約３％となっており、敷設が進んでいない現状がある。そこで、本研究では、分岐器介在ロングレールの課題を明らかにし、その解決策について提言を行う。

2　分岐器介在ロングレールの概要と課題

分岐器介在ロングレールとは、分岐器の普通継目をすべて溶接継目とし、前後の伸縮継目も撤去することで分岐器をロングレール化した構造である。また、ロングレール化することで増加する軸力に耐えられるよう構造強化も図っている（**図 1**）。一般分岐器に対する分岐器介在ロングレール管理上のメリットデメリット比較表は**表 1** のとおりである。

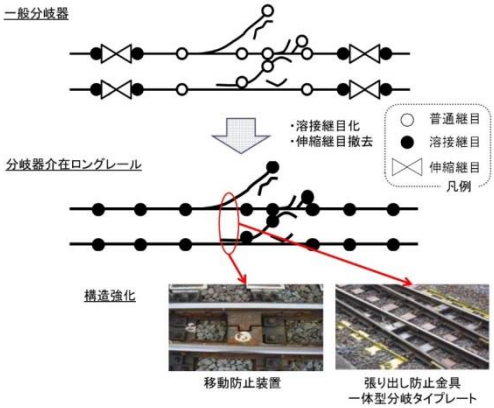

図 1　分岐器介在ロングレールの構造

表 1　分岐器介在ロングレールのメリット・デメリット

メリット	デメリット	導入可能条件	対象台数
遊間がなくなる	1）ロングレールの管理が必要 2）部材交換時に 設定替えが必要 3）移動防止装置近辺で通り 変位が発生しやすい	1）50N、60kgレール 2）弾性分岐器 3）片開、両開、 振分分岐器	2,572台

3　普通継目の無い分岐器構造

分岐器介在ロングレール化の課題について、それぞれ原因と解決策を分析しロングレールの不動区間にあるが故の課題が多いことが分かった。そこで、ロングレール検査や設定替えが不要で、通り変位が発生しづらいと考えられる可動区間に分岐器を設置することで、分岐器介在ロングレールの課題は解決できるのではないかと考えた。このような構造を実現できれば、分岐器部分交換の頻度が多く分岐器介在ロングレール化を施工していない分岐器や、現在分岐器介在ロングレール化ができない曲線分岐器などにも適用できる可能性があり、分岐器の普通継目数減少が期待できる。

3.1 分岐器区間継目溶接

伸縮継目を残したまま分岐器を含む普通継目を溶接継目化する構造（図 2）であれば普通継目はすべて無くなり、ロングレール化と同様の効果を得ることができる。ただし、伸縮継目間をすべて溶接継目とすることで、ロングレールとならない（不動区間が発生しない）延長にレール長を抑える必要がある。

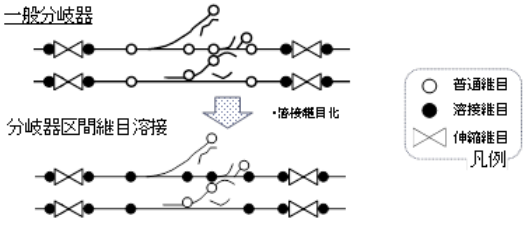

図 2　分岐器区間継目溶接の構造

3.2 不動区間がないロングレール

不動区間がないロングレールとは、道床縦抵抗力をレールの温度変化により発生する軸力よりも小さくすることで、レールが伸縮する（可動する）ロングレールのことである。不動区間が無く、レール伸縮を伸縮継目のストローク量で管理が可能であるため、設定替えなどのロングレール化に伴う作業や管理が不要になるメリットがある。しかし、今回考えた分岐器区間継目溶接構造は、分岐器が含まれているので、温度変化によるレール伸縮が分岐器の転換に影響を及ぼさないレール長を検証する必要がある。

キーワード　分岐器、ロングレール、溶接

連絡先　〒220-0023　神奈川県横浜市西区平沼 1-40-26　JR 東日本　横浜支社　設備部保線課　TEL　045-320-2716

4　分岐器区間継目溶接構造の最大レール長の検討

分岐器継目溶接構造の最大レール長は以下の 3 点を考慮し、一番短いレール長以下にする必要があると考える。

1）不動区間がないロングレールの最大レール長（L1）

その軌道が持っている座屈に対する強さ（最低座屈強度）から、不動区間が発生しない軸力変化延長を求めることで、不動区間がないロングレールの最大レール長（L1）を求める。

2）伸縮継目のストローク量より求める最大レール長（L2）

伸縮継目の許容ストローク量と、最大レール温度差より求められるレール　伸縮量より、伸縮継目のストローク範囲で伸縮量が収まる最大レール長 L2 を求める。

3）レール伸縮による分岐器不転換のリスクがない最大レール長(L3)

レール伸縮が分岐器に及ぼす影響として、左右トングレールのくい違いが原因で発生する分岐器不転換のリスクがある。設計上 20 ㎜の左右トングレールくい違いでスイッチアジャスタロッドと転てつ棒が接触するため、安全率を考慮し分岐器機能検査では 15 ㎜未満で管理を行っている（**図 4**）。したがって、分岐器不転換のリスクがないレール長は、分岐器内でのレール伸縮を 15 ㎜以内に抑えれば良いと考えることができる。また、L3 の計算モデルを図 3 と図 4 に示す。

表 2　分岐器区間継目溶接構造の最大レール長

レール延長	50N	60K
最低座屈強度より求められるレール長L1	155m	208m
伸縮継目ストローク量より求められるレール長L2	156m	156m
分岐器のレール伸縮量より求められるレール長L3	144m	170m
敷設可能最大レール長	144m	156m
安全率1.2を考慮した最大レール長　計算値	115m	124m
端数処理	100m	

※直線、PC、レール温度変化量70℃(60℃～-10℃)の条件で計算

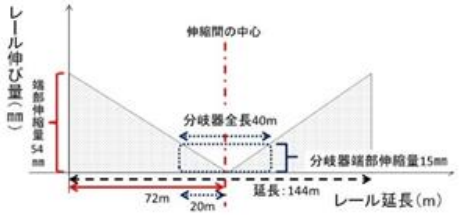

図 3　50N レールでの計算モデル

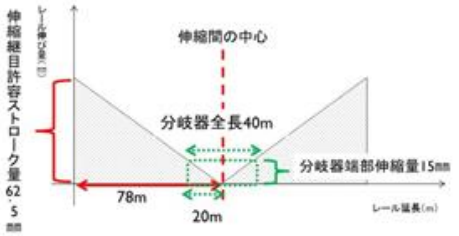

図 4　60K レールでの計算モデル

5　理論値と現場でのレール挙動比較

理論が正しいかを検証するため、現場でのレール伸縮量と理論でのレール伸縮量を実際に比較することとした。検証現場として南武線（上）宿河原駅構内 P31 とした（図 5）。これは昼間帯で検測できること、分岐器内レールが溶接されていること、技術センターに近いという条件で選出したものである。レール伸縮量を検測する方法は、レール中央、両端部の 3 か所を事前に建植した基準杭からの移動量にて記録し理論値と比較した。期間は 9 月末から 12 月末までの 3 か月間で約 2 週間毎に検測し、結果及び理論値については表 3 のとおりとなった。理論値（計算モデル）からは概ね 4 割程度レール伸縮が多く計算されている。これは、分岐器区間の道床縦抵抗力は一般区間と比較し 3 割程度大きい値になるという既往の研究があり、縦抵抗力割増しを考慮に入れれば概ね理論どおりのレール伸縮が起こっていると考えられる。また、トングレールのくい違いについても検測した結果、最大 4 ㎜と管理値の 15 ㎜以内に収まっており、良好な状態となっている。

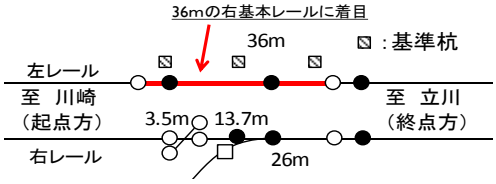

図 5　宿河原駅構内

表 3　宿河原駅構内 P31 レール伸縮量の計算値と実測値一覧

検測日	T_{max}-T(Δ T)	温度変化	実測値	レール伸縮量(理論値)		乖離		乖離		トングレール
				計算モデル	分岐器区間考慮	(計算値/実測値)		(分岐器区間考慮/実測値)		くい違い量(実測値)
10/14⇒10/28	26℃⇒17℃	9℃(26℃⇒17℃)	3.0mm	3.5mm	2.5mm		117%		83%	2.0mm
10/14⇒11/11	26℃⇒6.3℃	19.7℃(26℃⇒6.3℃)	5.0mm	7.5mm	5.3mm		150%		106%	2.0mm
10/14⇒11/21	26℃⇒17℃	9℃(26℃⇒17℃)	2.0mm	3.5mm	2.5mm	平均140%	175%	平均100%	125%	2.0mm
10/14⇒12/27	26℃⇒12.5℃	13.5℃(26℃⇒12.5℃)	4.0mm	4.8mm	3.4mm		120%		85%	4.0mm

6　まとめと課題

（1）今回の 3 ヶ月間の検証では理論値と実測値との整合性が確認できた。

（2）サンプル数が少ないのでこれからも現場検証を進め、理論の精度を高めていく

（3）夏季のレール伸縮量を調査し、1 年を通してのレール伸縮量を検証していく

（4）限られた条件での検討であったため、今後は曲線区間や木まくらぎ区間など条件検討を進めていく