# 分岐器介在ロングレールの適用範囲の拡大

（財）鉄道総合技術研究所　　正会員　○岩佐　裕一
（財）鉄道総合技術研究所　　正会員　　柳川　秀明
（財）鉄道総合技術研究所　　正会員　　片岡　宏夫

## １．はじめに

分岐器が連続して介在する場合のロングレール化については、その照査方法と敷設条件が明確になっていないため、具体的な実施例がほとんどない。そこで、分岐器が連続して介在する場合のロングレール軸力を評価するための有限要素法を活用した解析手法を提案した。また、有道床軌道のロングレール区間で現地試験を実施し（図１）、解析手法の検証を行った。以下にその概要を報告する。

## ２．現地測定試験

現地試験は、２組の分岐器が介在するロングレールの設定替えの作業終了直後の夏季と秋季および冬季に行い、各時期毎に２日間にわたりレール軸力、レールふく進量およびレール温度を測定した。なお、現地は基準線側のみのロングレールである。測定項目と測点数を表１に示す。測定結果について、レール温度を各測点の平均とし、夏季の最高レール温度到達時の８月４日 15 時 40 分、温度変化量+26.7℃の場合の軸力分布図を図２に、また、同日の 14 時のレールふく進量の分布図を図３に示す。なお、レールふく進量の正負は、終点方への動きを正（＋）とした。図中のレール軸力およびふく進量は、現地試験箇所全体を構成するレール毎に分割し、そのうち２本のレールについて示した。また、図中の解析値については、４節で述べることとする。

図１　現地試験実施箇所

表１　測定項目と測点数

| 測定項目 | 記　号 | 測点数 | 測定位置 |
|---|---|---|---|
| レール軸力 | P | 16 | 分岐器内および一般区間の 16 箇所 |
| レール温度 | T | 3 | 分岐器内の 3 箇所 |
| レールふく進量 | Y | 18 | 分岐器内および一般区間の 18 箇所 |

夏季の最高レール温度到達時の２組の分岐器のヒール部間のレール軸力は、通常のロングレールの不動区間における温度変化量+26.7℃に対するレール軸力 402kN の 1.0～1.2 倍程度となった。レールふく進量は、レール温度に伴い変化し、図３より８番分岐器のヒール部 Y11 と Y12 の測点の結果を比較すると、隣合うレール同士のふく進量に差が生じていることが確認された。

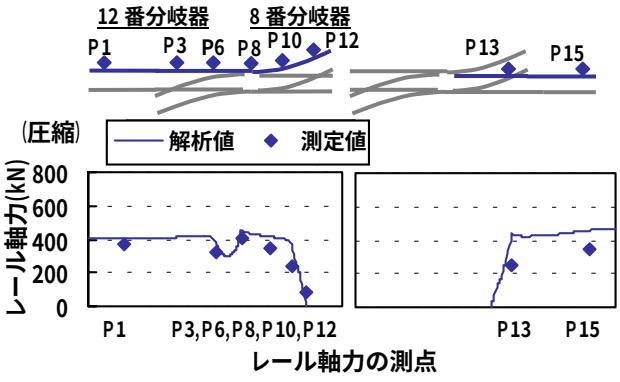



図２　レール軸力の分布図

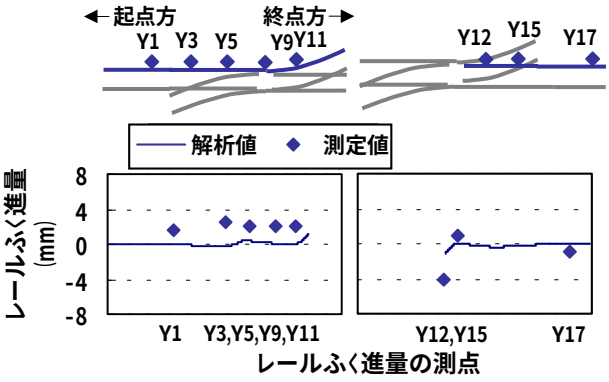


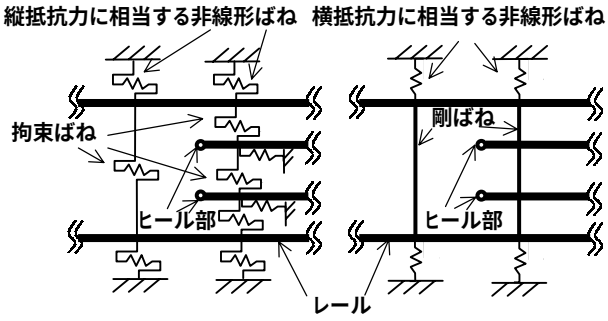

図３　レールふく進量の分布図

## ３．有限要素解析（FEM）モデルの構築

有限要素法（FEM）を用いた分岐器介在ロングレールの解析手法は、分岐器の種別や敷設位置、一般区間の

キーワード　ロングレール、分岐器、レール軸力、道床横抵抗力、有限要素法
連絡先　　〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　TEL042-573-7275　FAX042-573-7432

レール長などの座標データおよびレール種別や道床抵抗力などの軌道条件に基づき、温度変化に伴う各レール毎のレール軸力や伸縮量の計算を行うものである。レールは道床抵抗力に相当する非線形ばねを介して固定点に接続する。分岐器区間のモデル化は、レール長さ方向についてはまくらぎ自体をモデル化せず、併行するレールの節点間を拘束ばね係数[1)]に相当する線形ばねで接続する。分岐器区間の解析モデルを図４に示す。




(a) レール長さ方向　　(b) レール直角方向

図４　FEM の解析モデル
（分岐器区間のヒール部付近）

## ４．現地測定試験の解析

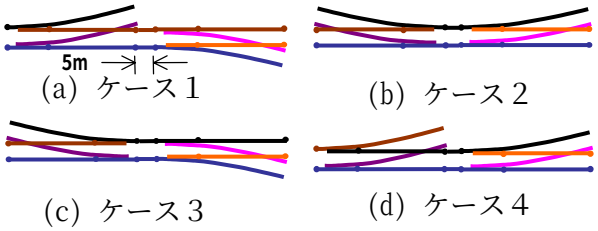
解析条件は現地試験箇所の条件に基づき表２の通りとし、ロングレールの不動区間に分岐器が介在することを想定し、分岐器後端から十分遠方の位置を自由端とした。解析は、夏季の最高レール温度到達時について行った。なお、分岐器区間の道床抵抗力は図面に基づき、50N レール 12 番と８番片開き分岐器の各まくらぎの寸法毎に道床抵抗力[2)]を算出した。解析結果は、図２に示すように、レール軸力の測定結果と多少の差はあるものの概ね合致し、解析手法の妥当性を確認した。レールふく進量の解析値は、測定結果を全体的に下回った。特に８番分岐器のヒール部の測点 Y12 の測定値が大きかった。これは、現地では犬くぎ止めのために分岐タイプレートと分岐まくらぎの間に若干の可動余裕が生じていたことと、締結部でレールが十分に締結されていないために拘束ばね係数が解析条件より小さかったためと考えられる。

表２　解析条件

| 項　目 | 値 |
|---|---|
| レール種別 | 50N レール |
| 解析モデル長さ | 563 m |
| 温度変化量 | +26.7 ℃ |
| 2 組の分岐器間の距離 | 0 m |
| 一般区間のまくらぎ間隔 | 641 mm |
| 分岐器区間のまくらぎ間隔 | 図面に基づく |
| 一般区間の最終縦抵抗力 | 7.8 kN/m/ﾚｰﾙ |
| 一般区間の最終横抵抗力 | 3.9 kN/m/ﾚｰﾙ |
| 抵抗力の初期特性値 | 1 mm |
| 一般区間の回転ばね定数 | 23800 N・m/rad |
| 拘束ばね係数 | $6\times10^4$ kN/m |

## ５．分岐器配置の組合せと解析

有道床軌道で２組の分岐器が介在するロングレールについて、図５に示す４通りの分岐器配置の場合の軸力解析を実施した。ロングレールの敷設条件は、基準線側のみロングレール、基準線および分岐線側ともにロングレールの２ケースとし、分岐器がロングレールの不動区間にある場合を想定した。解析の結果、通常のロングレールの不動区間における温度変化量（Δt=35℃）に対するレール軸力 637kN に対して、基準線側のみロングレールの場合に最大で 1.32 倍、基準線および分岐線側ともにロングレールの場合に最大で 1.39 倍となった（図６）。




(a) ケース１　(b) ケース２

(c) ケース３　(d) ケース４

図５　連続する分岐器の配置

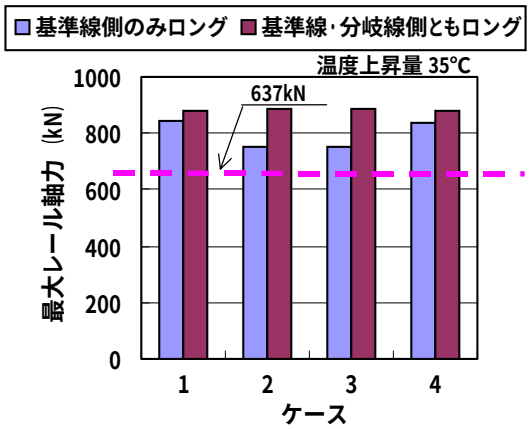



図６　各ケースの最大レール軸力の計算結果

## ６．おわりに

分岐器が連続して介在する場合のロングレール軸力と伸縮量の解析ができ、安全性を評価できることが明らかとなった。今後、個別のケースについて道床横抵抗力の条件や対策工の検討を行う予定である。

## 参考文献

1) 三浦重、柳川秀明：ロングレールと一体化した分岐器のレール軸力特性、鉄道総研報告、Vol.3,No.1、1989.1
2) 佐藤吉彦、宮井徹：各種有道床まくらぎ軌道の道床横抵抗力とその特性、鉄道技術研究所速報、No.76-150、1976.1