

分岐器区間における弾性化の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○清水 紗希
 鉄道総合技術研究所 正会員 及川 祐也
 鉄道総合技術研究所 正会員 西宮 裕騎

1. はじめに

レールやまくらぎを弾性支持し荷重を分散することは、軌道保守の省力化に有効である。一方、分岐器区間は一般的に弾性支持されていないため、車両走行時のレール上下変位が一般区間より小さくなる。また分岐器区間内においても、レール断面やまくらぎ長さ等が変化するなど構造的に一定ではないことから、レール上下変位も一定ではないと考えられる。そのような一般区間と分岐器区間のレール上下変位の変動が小さくなるような分岐器の支持条件について、分岐器走行シミュレーションを用いて検討する。

2. 分岐器走行シミュレーションについて

図1のように、レール、まくらぎはFEM 梁要素でモデル化する。車輪との接触面に関しては、図2のようにレール表面をシェル要素でモデル化し、断面重心でレール梁要素と接点を剛体結合している。また、クロッシングは剛性が非常に大きいことから剛体としてモデル化した。なお、本研究では新幹線用18番分岐器をモデル化している。分岐まくらぎについては、新幹線用PCまくらぎを想定しモデル化した。

車両は輪重変動を適切に模擬するため、図3のように30自由度を有する1車体モデルとし、諸元は新幹線を想定している。走行速度は275km/hである。

3. 分岐器内の剛性

分岐器内の剛性を把握するため、シミュレーションモデルに輪重を想定した静荷重を与えたときの変位を調べた。まくらぎ支持ばね係数は一般区間、分岐器区間ともにまくらぎ1mあたり $k=30\text{kN/mm}$ である。

結果を図4に示す。図から、一般区間と比べ分岐器区間の変位は半分程度であり、クロッシング区間ではさらに変位が小さくなることを把握した。

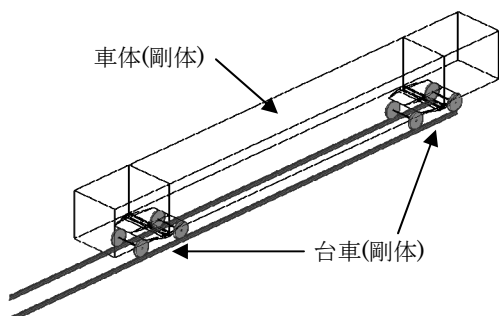


図3 解析モデル(車両)

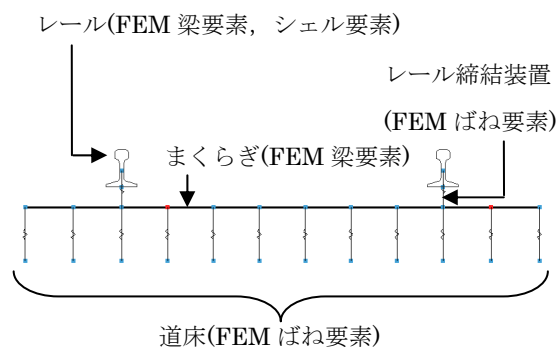


図1 解析モデル(軌道)

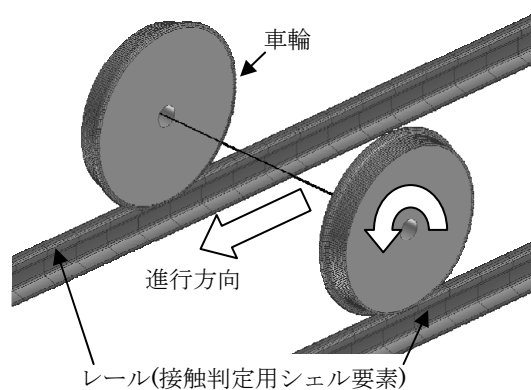


図2 解析モデル(走行部)

キーワード 分岐器 輪重変動 低減 走行シミュレーションモデル

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道構造 TEL042-573-7275

4. 走行シミュレーションによる分岐まくらぎ弾性化の検討

分岐まくらぎの弾性まくらぎ化を想定してまくらぎ支持ばね係数を変更し、分岐器区間が一般区間と同程度の剛性となるように、分岐器区間のまくらぎ支持ばね係数をまくらぎ 1m あたり $k_b=15\text{kN/mm}$ とした(図 4 参照). この条件で行った走行シミュレーションのレール上下変位と輪重の結果を図 5, 6 に示す. 図 5 から, まくらぎ支持ばね係数の低下によって, 分岐器進入時のレール上下変位の変動が約 0.4mm から約 0.2mm に減少した. 一方, 図 6 から分岐器内の輪重変動については, 最大輪重は小さくなるものの, 他はわずかだが増加する傾向にあることがわかる.

クロッシング部のレール上下変位の減少や輪重変動の増加に関しては, クロッシングを剛体としているために, 左右車輪で変位差が生じていることが原因と考えられる. そこでクロッシング下のまくらぎ支持ばね係数を変更することで, 左右車輪の変位差を抑制する. つまりクロッシング下のまくらぎは, 両端部と中央部でまくらぎ支持ばね係数が異なることとなる. 各まくらぎ支持ばね係数はまくらぎ 1m あたり, 一般区間 $k=30\text{kN/mm}$, 分岐器区間 $k_b=30\text{kN/mm}$, ただしクロッシング下 $k_c=5\text{kN/mm}$ とした. この条件で行った走行シミュレーションのレール上下変位と輪重の結果を図 5, 6 に示す. 図 5 から, クロッシング部のレール上下変位が他の区間と同程度になっていることがわかる. 一方, 図 6 からクロッシング部の輪重変動については, 前端部は小さくなるが後端部では大きくなることがわかる. しかし最大輪重は分岐器区間 $k_b=k_c=15\text{kN/mm}$ の場合と同程度である.

5. おわりに

分岐器区間を弾性化した場合の支持条件について検討した. その結果, 分岐まくらぎを一般まくらぎの半分程度のまくらぎ支持ばね係数で支持すると, 一般区間と分岐器区間のレール上下変位の変動を 0.2mm 小さくできることがわかった. またクロッシング部についても, クロッシング下のまくらぎ支持ばね係数を一般まくらぎの 1/6 程度にすると変位変動を 0.2mm 小さくできることがわかった. 輪重に関しては, まくらぎ支持ばね係数の低下による変動分の顕著な増加は見られず, 最大輪重については若干小さくなる効果があった.

今後はレール弾性支持やまくらぎ物性値等も検討し, 最適な分岐器の弾性支持条件を求めていく.

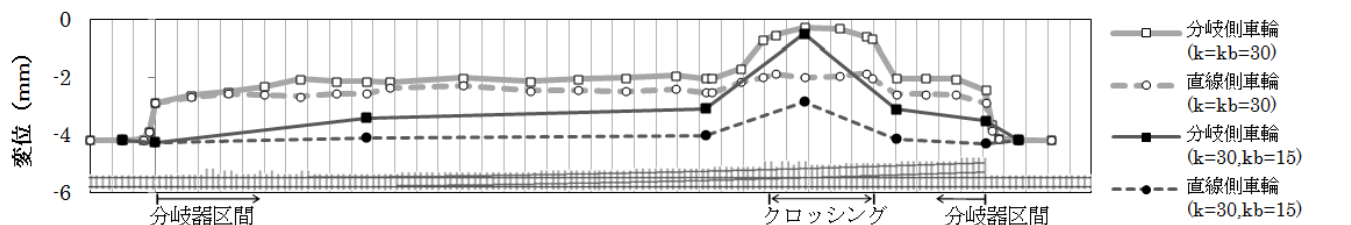


図 4 静荷重を作用させた場合の分岐器内各位置の変位

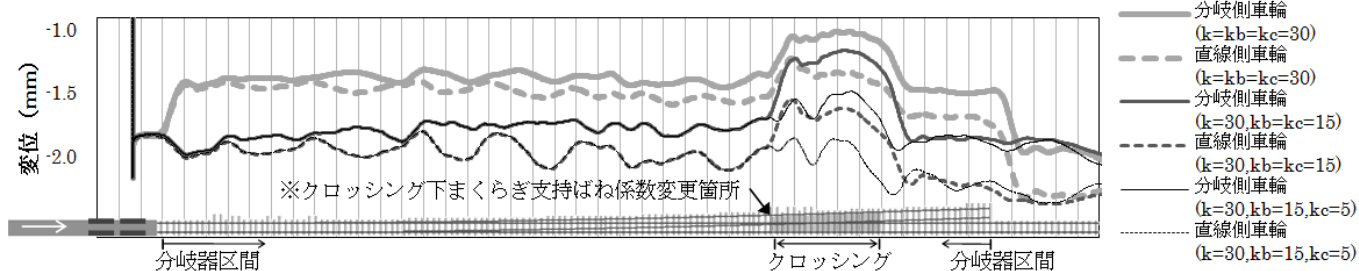


図 5 走行シミュレーションにおける一軸車輪の変位

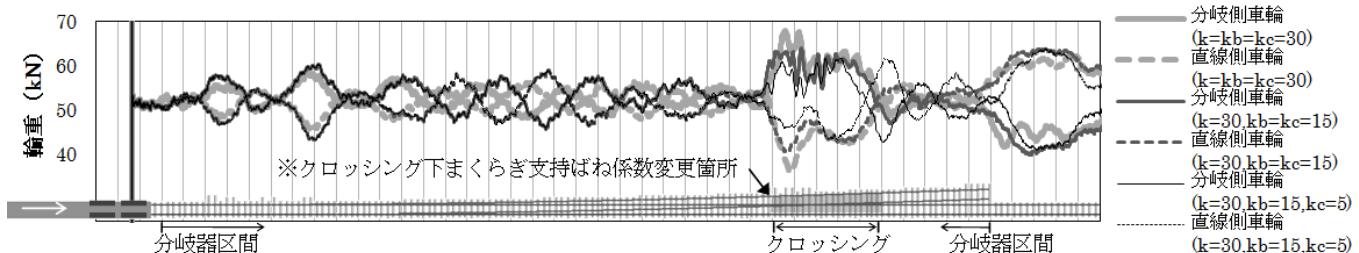


図 6 走行シミュレーションにおける一軸車輪の輪重