

IV-274

車輪フラットによる軌道の動特性

鉄道総合技術研究所 正会員 石田 誠

鉄道総合技術研究所 正会員 三浦 重

鉄道総合技術研究所 正会員 松尾浩一郎

1. はじめに

軌道の保守コスト低減と効率的な保守方法およびトータルコストを低減する省力化軌道等を検討する上で、レール／車輪間に作用する動的輪重とそれによる軌道構成部材の動特性を把握することは極めて重要である。ここでは、レール頭頂面凹凸ではなく、車輪フラットによって励起される動的輪重と軌道の動特性について、これまで必ずしも十分に検討されていない^{1,2,3)}高速域までの結果を報告する。

2. 解析モデル

(1) 車輪フラットモデル

車両モデルとしては図1に示すばね下質量の簡単なモデルを用いた。車輪フラットのモデルは、過去の解析にも用いられてきた図2に示すものを用いた。また、レール／車輪の接触ばねは、車輪とレールの接近量の1.5乗に比例するヘルツの接触ばねとしたが、フラットがレールに接触する場合も比例係数は変わらないものとした。

(2) 軌道モデル

軌道モデルとしては、せん断力と回転慣性を無視したベルヌーイ・オイラー梁をまくらぎにより有限間隔支持し、道床を3層とした図1に示す連続梁モデルを用いた⁴⁾。

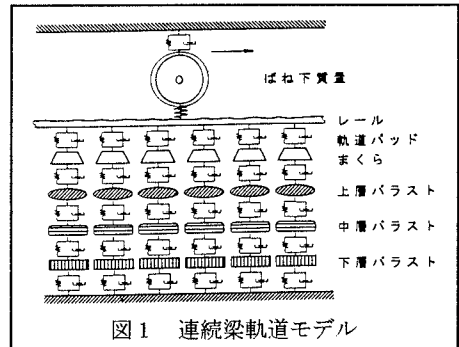


図1 連続梁軌道モデル

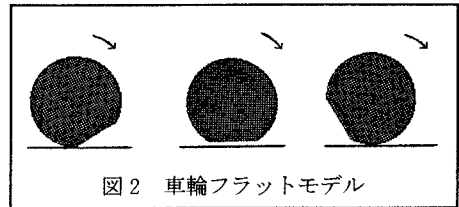


図2 車輪フラットモデル

3. 解析結果および考察

解析には681系車両と50Nレール有道床軌道の諸元を用いた。フラットの長さは10、30、50および75mmとし、フラットの作用位置としてまくらぎとまくらぎの間（以下、「まくらぎ中間」）を基本とし、75mmの場合についてのみまくらぎ直上の場合を検討した。以下、解析結果について考察する。

(1) 輪重変動

図3に輪重変動（静止輪重からの変動分）と列車速度の関係を示す。図より、この解析条件において、フラット長30mm程度まで同50mm以上の場合に見られる列車速度15～20km/hの低速域のピークは明確には現れず、フラット長50mm以上では、上記の低速域において明確なピークが現れるものの、特に10mm以上のフラット長の場合にはその速度効果が顕著であり、過去の測定結果^{2,3)}とも一致する。ただし、高速域においても輪重変動のピークが存在しその後は漸減するが、これは解析モデルの系の固有振動等によるものと考えられるものの、今後更なる高速域を含めて検討したい。

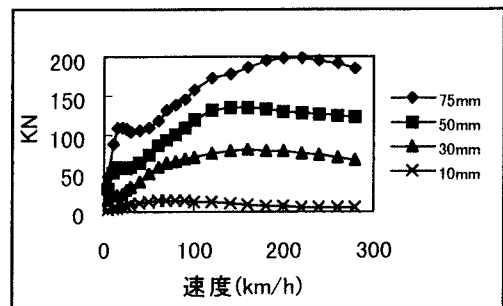


図3 輪重変動と列車速度の関係

(2) レール底部曲げ応力(以下、「曲げ応力」)

図4に曲げ応力と列車速度の関係を示す。図より、曲げ応力は列車速度15~20km/hの低速域でピークが明確に現れ、その大きさもフラット長が大きくなると低速域の値が相対的に大きくなり、フラット長75mmの場合には低速域のピーク値が高速域のものより大きくなっており、過去の測定結果¹⁾とよく一致している。

(3) レール圧力(まくらぎ一本に作用する荷重)

図5にフラットをまくらぎ中間に作用させた時の直近のまくらぎのレール圧力と列車速度の関係を示す。図より、これまで検討した輪重変動および曲げ応力と比較すると、低速域のピークはほとんど現れていないが、フラット長の大きさが大きくなると、低速域の勾配が大きい。これまでの成果¹⁾においては、勾配の傾向は同様であるが、低速域に明確なピークが現れており、ここで求めた結果と異なる。この違いについては現時点では明確ではなく今後の課題としたい。

(4) フラットの作用位置による違い

図6および7に曲げ応力およびレール圧力と列車速度との関係を示す。これらの図より、曲げ応力はまくらぎ中間に、レール圧力はまくらぎ直上にフラットが作用する場合にそれぞれのもう一方の場合より最大で5割程度大きく、作用位置による違いが明確である。

4. まとめ

以上、車輪フラットによる軌道の動特性について、過去の解析結果と比較し、ここで用いた解析モデルの妥当性を明らかにし、フラットの作用位置による違い等の新たな知見も得られた。今後は、まくらぎ振動加速度、道床振動加速度等について検討するとともに、せん断力等を考慮するティモシェンコ梁やまくらぎを梁としてモデル化し、さらに推定精度の向上を図りたい。

参考文献

- 1) 佐藤 裕：軌道力学，鉄道現業社，1978年2月
- 2) Esveld, C.: Modern Railway Track, 1989
- 3) Ferner, M. & Nielsen, J.C.O.: Wheel/Rail Contact Forces for Flexible versus Solid Wheels due to Tread Irregularities, Proc of the 13th IAVSD-Symposium, Chengdu, China, pp.16
- 4) 三浦 重：軌道構造の動特性モデルの構築，鉄道総研報告，9-12，1995年12月

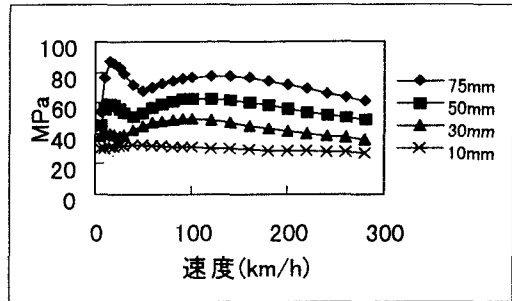


図4 レール底部曲げ応力と列車速度の関係

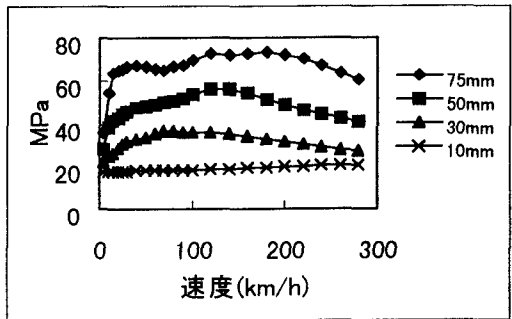
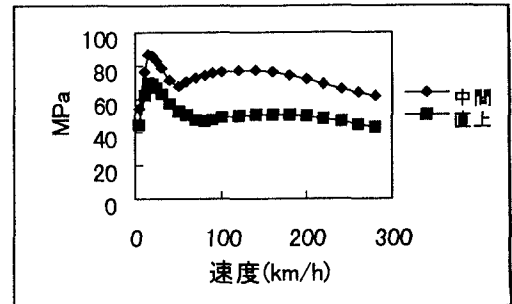
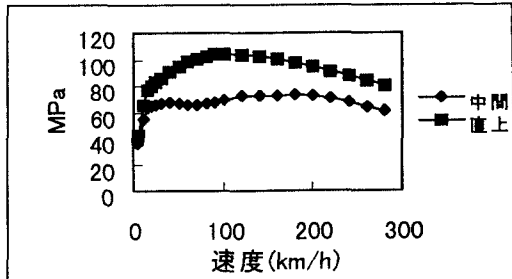


図5 レール圧力と列車速度の関係



(1) レール底部曲げ応力



(2) レール圧力

図6 フラット荷重の作用位置によるレール圧力への影響