

IV-254

軌道パッドの低ばね係数化に関する一考察

鉄道総合技術研究所

正会員 阿部 則次

正会員 長藤 敬晴

1. はじめに

鉄道の安全かつ高速輸送は社会の要請であり、各鉄道会社はそれぞれの地域に応じ、列車速度の向上に取り組んでいる。高速化においては、列車の騒音・振動を抑制することが目的を達成するための条件となっている。その対策として、車両の軽量化や防振軌道構造が検討され一部実用化されている。また、省力化軌道構造として、直結軌道がメンテナンスの面で極めて有利なため、今後とも推進されるものと考えられる。直結軌道の騒音・振動対策の一つとして、コスト面で有利なレール締結装置の軌道パッドの低ばね係数化による方法がある。しかし、軌道パッドを更に低ばね化することは、レールの小返りが増加する懸念がある。ここでは、列車の走行安全性を確保するため、レールの小返りによる軌間拡と締結ばねの強度に関する軌道パッドの低ばね係数化の限度について検討した結果を報告する。

2. 解析方法

現在、直結8形レール締結装置を基本とした軌道パッドのばね定数を25 MN/mとした低ばね係レール締結装置1)が開発されている。そこで、レール締結装置のモデルとして、直結8形レール締結装置の軌道パッドのばね定数をより小さくした場合について解析する。

有限要素法（FEM）により、軌道パッドを低ばね係数化した場合のレール締結装置の挙動としてレール小返り角およびレール変位の解析を行った。

FEMの解析モデルを図1に、その詳細図を図2に示す。FEM解析において、レール小返りによりレールが軌道パッドから浮き上がる現象を解析するため、軌道パッドは非線形のギャップ要素を用いた。解析モデルの諸定数を表1に示す。また、解析条件を表2に示す。

表1 解析モデルの諸定数

物 性 項 目	記号	単位	物性値
レールのヤング率	E_r	MPa	20.6×10^8
レールのポアソン比	ν_r		0.30
まくらぎのヤング率	E_s	MPa	14.0×10^8
まくらぎのポアソン比	ν_s		0.25
軌道パッドばね定数（ギャップは）	K_{pg}	MN/m	0.1
スラブ上下方向ばね定数	K_{bv}	MN/m	300.0

3. 解析結果

解析結果から得られた軌道パッドばね定数とレール小返り角、レール浮き上がり距離、動的軌間変化および板ばねの応力振幅の関係を図3～6に示す。

ここで、レール浮き上がり距離とは、レールの小返

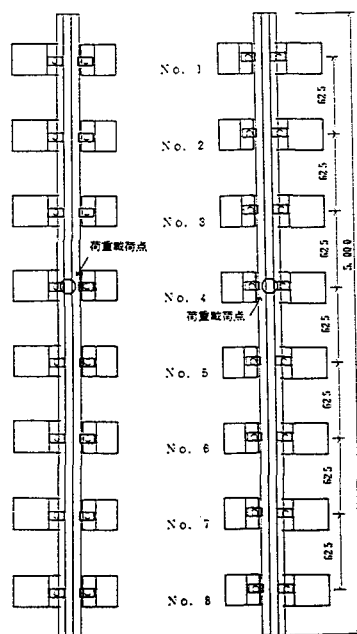


図1 FEMの解析モデル

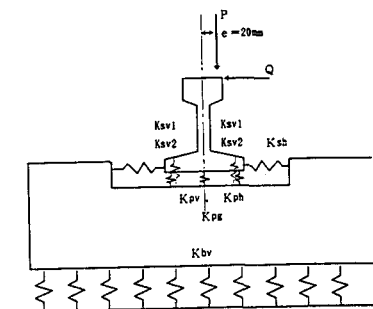


図2 解析モデルの詳細

りによりレールの端部が軌道パッドから浮き上がるとき、の浮き上がっている距離を言う。

表2 解析条件

ケース	ばね定数 (MN/m)			
	k_{pv}	k_{ph}	k_{svs}	k_{svs}
1	5	0.5	0.5	8
2	10	1.0	0.5	8
3	20	2.0	0.5	8
4	40	4.0	0.5	8
5	5	0.5	0.5	16
6	10	1.0	0.5	16
7	20	2.0	0.5	16
8	40	4.0	0.5	16

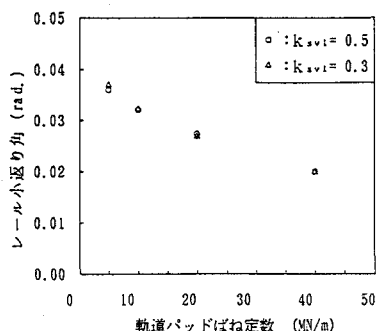


図3 軌道パッドばね定数と小返り角

4. 考察

直結8形レール締結装置を基本とした軌道パッドのばね定数の低ばね係数化の限度についてFEM解析を行った結果、レール小返り角は軌道パッドのばね定数の影響が大きく板ばねの先端ばね定数の影響は小さく、レールがパッドから浮く距離は軌道パッドおよび板ばねの先端ばね定数の双方の影響が大きいのことがわかる列った。列車の走行安全を確保するための動的軌間変化量は軌道パッドのばね定数を20MN/m以下にすると、10mm以上となり、限度値を超過する。また、板ばねの耐久限度から検討すると、所期締付け応力約410MPaに図5に示した応力振幅が発生すると軌道パッドのばね定数を10MN/m以下にすると、現行の板ばねは第一破壊限度を超える。

5. まとめ

現行の直結8形レール締結装置を基本とした軌道パッドの低ばね係数化について検討した結果、新幹線において、極くまれに発生する横圧と常時輪重が作用した場合を考えると、板ばねの強度よりは、レール小返り変位の限度の方が厳しく軌道パッドのばね定数は20MN/m以上であることが望ましい。

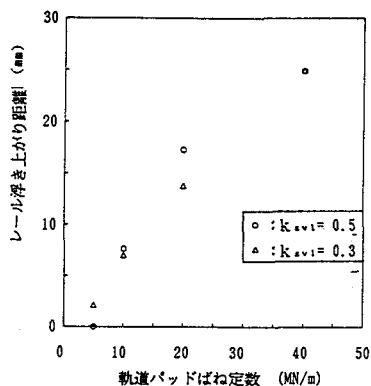


図4 軌道パッドばね定数と浮き上がり距離

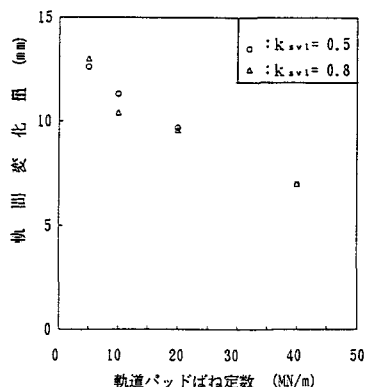


図5 軌道パッドばね定数と軌間変化量

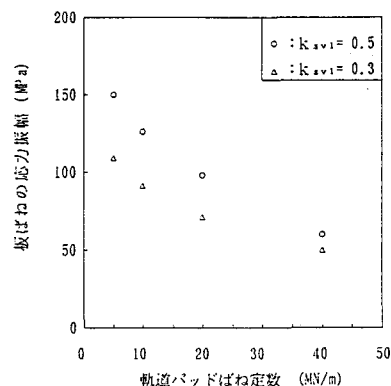


図5 軌道パッドばね定数と板ばね応力振幅