

IV-403

D型弾直軌道のまくらぎ間隔拡大に関する検討

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 楠田 将之
正会員 堀池 高広
正会員 安藤 勝敏

1. はじめに

鉄道総合技術研究所では、これまでに高架橋上およびトンネル内に敷設する環境対策軌道として図1に示すような「着脱式弾性まくらぎ直結軌道」（以下、D型弾直軌道と略称）を提案し、JR西日本大阪環状線をはじめ民鉄各社に採用されてきたが、建設費の更なる低廉化が求められている。低廉化手法の一つとしてまくらぎ間隔を拡大することが考えられたので、現在の 625 mm 間隔を 700mm に拡大した場合の軌道への影響について検討した。

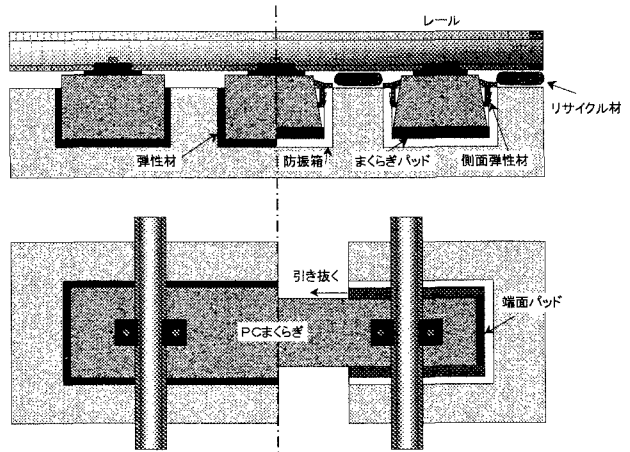


図 1 D型弾直軌道の構造

2. 検討項目および解析方法

検討を行った項目は、①まくらぎ直上とまくらぎ中間の最大レールたわみ量の差¹⁾ ②レール左右変位 ③レール圧力 ④レール応力 ⑤アップリフトによるまくらぎの抜け上がりである。なお、締結装置については別途検討することとした。

解析は図2に示すような FEM モデルを用いて実施した。解析対象の諸元は表1に示すとおりである。モデルはレール長手方向およびレール直角方向に対称な 1/4 サイズとし、荷重は鉛直下向きの重力のほか、通常荷重としてレール締結装置の設計荷重である A 荷重(輪重 97.5kN, 横圧 60.0kN) をまくらぎ直上およびまくらぎ中間部のレール頭頂面に 25mm 偏心させた位置に載荷した。各軌道部材のモデル化の考え方は以下のとおりである。

(1) レールおよびまくらぎ：60kg レールおよび特殊形特殊区間用まくらぎの形状をソリッド要素によ

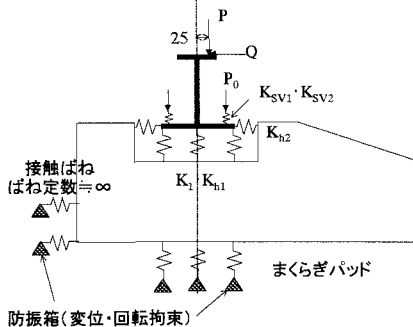


図 2 FEM 解析モデル

表 1 解析モデルに用いた物性値

項目	記号	単位	物性値
60kg レールヤング率	Er	N/mm ²	2.1×10^5
60kg レールポアソン比	Pr	—	0.3
60kg レール単位体積重量		N/mm ³	7.86×10^{-1}
まくらぎヤング率	Es	N/mm ²	3.4×10^4
まくらぎポアソン比	Ps	—	0.16
まくらぎ単位体積重量		N/mm ³	2.38×10^{-1}
板ばね小振り抵抗ばね定数	Ksv1	MN/m	2.70
板ばね先端ばね定数	Ksv2	MN/m	0.55
板ばね初期締結力	P0	kN	3.14
軌道パッド鉛直ばね定数	K1	MN/m	60
軌道パッド横ばね定数	Kh1	MN/m	6.0
横圧受け部ばね定数	Kh2	MN/m	10.1
まくらぎパッドばね定数		MN/m	30.0

キーワード：D型弾直軌道、まくらぎ間隔、FEM 解析

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7276 FAX 042-573-7432

りモデル化を行った。

- (2) レール締結装置：鉛直方向およびレール直角方向ともばね要素を用いてモデル化を行った。なお、板ばねは2段線形のばね定数を持つ非線形ばね要素（ギャップ要素）とし、初期締結力を初期荷重として作用させた。軌道パッドについては圧縮時のみ作用する非線形ばねとし、レール直角方向については軌道パッド・横圧受け部材それぞれの横ばね定数をもつばね要素とした。
- (3) まくらぎパッド：圧縮変形時のみ作用する複数の非線形ばねとし、それぞれのばね係数はメッシュの線分比により面積換算した。
- (4) 防振箱：防振箱は路盤コンクリートに埋設されていることから、まくらぎパッド下面で6自由度拘束し、まくらぎ側面も十分に硬い接触ばねを介して縁端部で6自由度（変位・回転）を拘束した。

3. 解析結果

解析結果を表2に示す。

表2 解析結果一覧

- (1) 最大レールたわみ量の差：D型弾直軌道のまくらぎ間隔を700mmとした場合の最大レールたわみ量の差は、普通スラブ軌道（締結間隔625mm）と同等であった。

項 目	単 位	まくらぎ間隔		備 考
		625mm	700mm	
最大レールたわみ量の差	mm	0.014	0.020	普通スラブの場合 0.020mm
レール左右変位	mm	3.95	4.29	
レール圧力	kN	34.5	37.4	
レール応力	N/mm ²	131	139	
アップリフト	kN	1.11	1.13	1レールあたりまくらぎ 自重1.20kN

- (2) レール左右変位：まくらぎ中間

部のレールにA荷重を載荷した場合、まくらぎ間隔700mmに対するレール左右変位は4.29mmで625mmの場合に比べ8%程度増加したが、動的軌間狂い整備値（7mm）²⁾と比較して小さい。

表3 レール許容応力度の算定³⁾

- (3) レール圧力：まくらぎ直上のレールにA荷重を載荷した場合のレール圧力は37.4kNで8%増加した。しかし、荷重分散率は38%にとどまり、まくらぎの設計に用いる荷重分散率50～60%と比較して十分小さい。

項目	応力 (N/mm ²)
軸応力（残留+温度）	236
耐久線図から	110
全振幅（上記の2倍）	220
安全率	0.8
許容応力	220×0.8=176

- (4) レール応力：まくらぎ中間部のレールにA荷重を載荷

した場合のレール応力は139N/mm²で6%程度増加したが、表3に示すレール許容応力度176N/mm²と比較して小さい。

- (5) アップリフト：A荷重載荷時のまくらぎのアップリフトは1.13kNで自重より小さい値であった。

4. まとめ

本稿では、FEM解析によりD型弾直軌道のまくらぎ間隔を625mmから700mmに拡大した場合の最大レールたわみ量の差、レール左右変位、レール圧力、レール応力、アップリフトについて検討を行った。その結果、現行の条件で高速区間への適用を含めて、まくらぎ間隔を700mm程度まで拡大可能と考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤, 細川：レール支持間隔とレール支持長さが列車走行時のレール変形に及ぼす影響に関する検討, 鉄道技術研究所速報, 昭和57年2月
- 2) 阿部, 長藤, 船田, 松川, 熊崎：防振形レール締結装置の開発, 鉄道総研報告, 第9巻, 第12号, 1995年12月
- 3) 須田, 長門, 徳岡, 三浦：新しい線路, 社団法人 日本鉄道施設協会