

IV-403

軌道低ばね化による振動低減効果

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 堀池高広

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 安藤勝敏

1. まえがき

軌道における防振対策としては、軌道における不整箇所の平滑化の他、まくらぎ等の重量増加および軌道ばね定数の低下が下部構造への加振力低減に有効と考えられていることから、軌道構造の一部に防振材料を使用する試みが行われてきた。ここでは、鉄道総合技術研究所日野土木実験所の高架橋に敷設した各種直結型防振軌道の試験結果を基に、軌道ばね定数が振動低減効果に与える影響について報告する。

2. 各種防振軌道の概要

近年開発された防振軌道構造としては以下のものがある。

- (1) セン断形レール締結装置
- (2) 圧縮形レール締結装置
- (3) ブロック埋込み式直結軌道
- (4) まくらぎ埋込み式直結軌道

2.1 セン断形レール締結装置

新設線用として開発したセン断形レール締結装置（以下、セン断形と略称）を図1に示す。このレール締結装置は、ゴムブッシュ部を一体化した楕円筒形部分を軌道スラブ内に予め埋設し、内筒コア上にレール締結装置を用いて弾性締結し、上下方向荷重はゴムのセン断変形により柔らかく、水平方向荷重は圧縮変形により硬く受ける構造とした点が特徴である。

2.2 圧縮形レール締結装置

既設および新設線用として開発した圧縮形レール締結装置（以下、圧縮形と略称）を図2に示す。このレール締結装置は、上下タイプレート間に緩衝パッドをサンドイッチ状に加硫接着し、一体化した構造である。防振タイプレートには、上下タイプレート各々の中央部に水平および小返りを抑制する間隔壁を設け、間隔壁相互間にナイロン製の間隔材を介して上下タイプレートを電氣的に絶縁している。

2.3 ブロック埋込み式直結軌道

ブロック埋込み式直結軌道（以下、ブロック埋込み式と略称）は、施工が容易な軌道として開発されたもので、プレキャスト板に弾性材を介して短ブロックを埋込んだ構造でレール締結装置には専用のレール締結装置が使用されている。本軌道の敷設方法は、スラブ軌道と同様である。

2.4 まくらぎ埋込み式直結軌道

まくらぎ埋込み式直結軌道（以下、まくらぎ埋込み式と略称）は、ブロック埋込み式軌道の改良を図ったもので、プレキャスト板に弾性まくらぎを埋込んだ構造で、レール締結装置には直結4形締結装置を用いている（図3）。

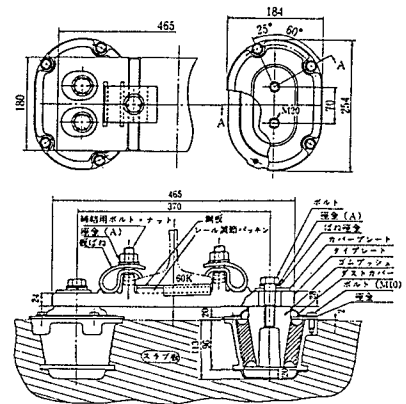


図1 セン断形レール締結装置

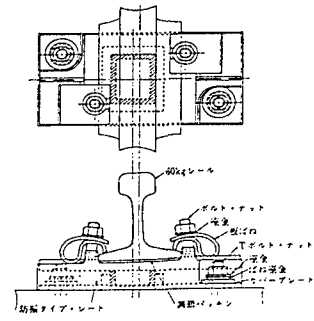


図2 圧縮形レール締結装置

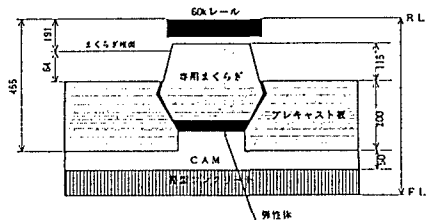


図3 まくらぎ埋込み式直結軌道

3. 軌道ばね定数

静的載荷試験およびモーターカー走行試験（速度40km/hの平均値）の結果得られた、各防振軌道の軌道ばね係数および1レール締結装置当たりの合成ばね係数（以下、合成ばね係数と略称）を設計目標値と併せて表1に示す。表中には、比較対象として普通スラブ軌道の値を併記した。

表1 軌道ばね定数

軌道種別	軌道ばね係数(MN/m)		1 締結当たりの合成ばね係数(MN/m)			目標値 (MN/m)
	静的	動的	静的	動的	動倍率	
せん断形	25.5	52.9	6.3	16.6	2.63	5
圧縮形	43.5	52.3	12.8	16.4	1.28	10
ブロック埋込式	33.2	32.4	10.4	10.1	0.97	5
まくらぎ埋込式	45.0	68.4	13.4	23.4	1.75	5
普通スラブ	128.5	147.8	54.3	65.5	1.21	

この表より、静的合成ばね係数は、まくらぎ埋込み式で設計目標値の約2.7倍、せん断形で約1.3倍、圧縮形で約1.3倍、ブロック埋込み式で約2.1倍倍と高くなっている。また、動的合成ばね係数は、まくらぎ埋込み式で設計目標値の約4.7倍、せん断形で約3.3倍、圧縮形で約1.6倍、ブロック埋込み式で約2.0倍と高くなっている。この動的合成ばね係数と高架橋裏中央の振動加速度レベルおよび側方2.6m地点の振動レベルの関係を図4および5に示す。

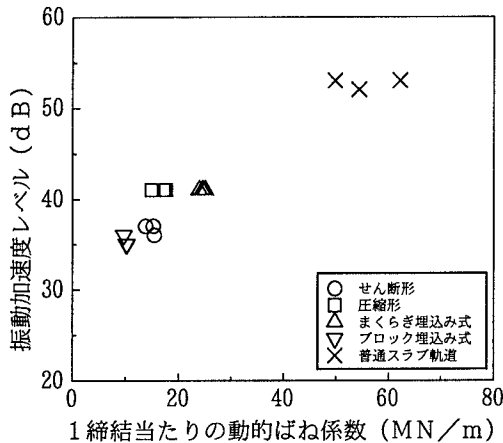


図4 合成ばね係数と高架橋裏振動

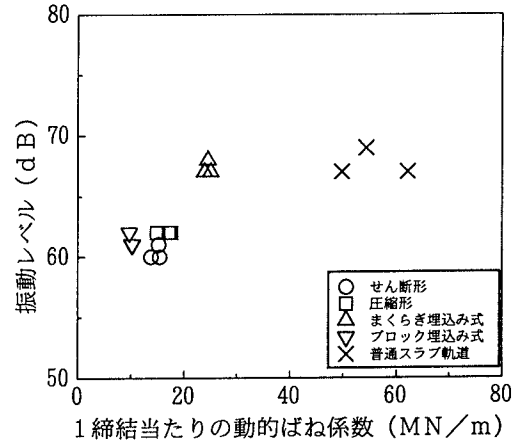


図5 合成ばね係数と側方2.6m地点振動

この図より、高架橋裏中央の振動加速度レベルは合成ばね係数が低いほど低減効果が高く、側方2.6m地点の振動レベルは合成ばね係数が概ね20MN/m以上では低減効果が得られないことがわかる。

4. 結 論

近年開発された各種防振軌道の軌道ばね係数が振動低減効果に与える影響について検討を行った結果、高架橋裏中央の振動加速度レベルについては、動的合成ばね係数が低いほど低減効果が高く、側方2.6m地点の振動レベルについては、概ね20MN/m以上では低減効果が得られないことがわかった。今後、高架橋区間の地盤振動対策として防振軌道の実用化を図るには、動的ばね係数と静的ばね係数の差が少なく、動的合成ばね係数が20MN/m以下となる防振構造とする必要がある。