

模型供試体の加振試験による高減衰スラブ軌道の振動特性に関する基礎的検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 瀧上 翔太  
 正会員 高橋 貴蔵  
 正会員 渡辺 勉  
 正会員 桃谷 尚嗣

1. はじめに

スラブ軌道は国内の新幹線における基本構造の1つであり(図1参照)、これまでにレール締結装置の低ばね化や軌道スラブ下への防振マットの設置など様々な防振・防音対策がとられている。将来的に鉄道車両の走行速度はさらに高速化することが考えられるが、高速走行を行うと周辺への騒音や地盤振動は増加する可能性がある。そこで本研究では、軌道構造における対策として、従来よりも振動低減効果の高いスラブ軌道の開発を目的として、提案する高減衰スラブ軌道の振動特性に関する基礎的な検討を行った。

2. 高減衰スラブ軌道の概要

鉄道車両の走行により軌道から構造物へ伝播する振動を低減するためには、軌道の固有振動数(普通スラブ軌道の固有振動数は60Hz以上<sup>1)</sup>)を小さくする必要がある。本研究では、特に100Hz以下の周波数帯において高い振動低減効果を得るために、軌道の固有振動数を10Hz以下とする構造を検討した。

図2に高減衰スラブ軌道の概要を示す。同図に示すように、従来よりも厚い軌道スラブに対し、防振装置であるコイルばねユニットを左右のレール近傍に配置する構造とした。なお、コイルばねを適用した防振軌道<sup>2)</sup>は一部の在来線のトンネル区間(100km/h走行区間)や駅構内での敷設実績があるが、本研究では現在の新幹線の最高営業速度以上の速度領域を対象とした。

3. 防振装置の動特性試験

防振装置であるコイルばねユニットはコイルばねと粘性体ダンパーにより構成される。粘性体ダンパーはダッシュポットとして機能するとともに、コイルばねのサージングを防止する。本試験では、供用時に想定される荷重領域におけるコイルばねユニットの減衰特性等を評価した。表1に試験条件、図3に試験状況を示す。なお、コイルばねユニットの静ばね定数は5.3kN/mmであった。

図4に試験結果を示す。コイルばねユニットの減衰係数は

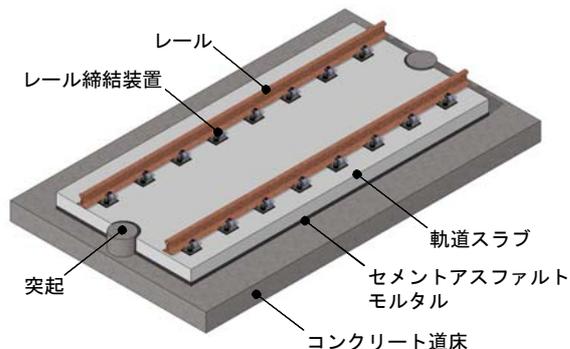


図1 従来のスラブ軌道

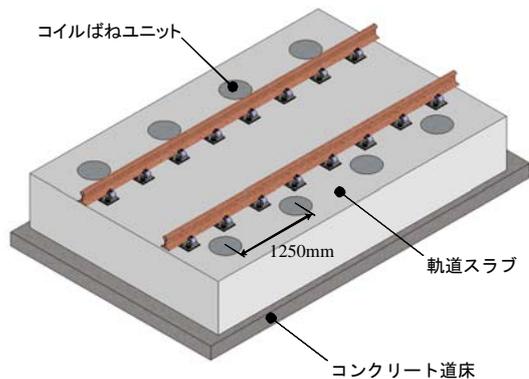


図2 高減衰スラブ軌道

表1 コイルばねユニットの動特性試験

中心荷重(kN)	変位振幅(mm)	周波数(Hz)
40	1	5,10,20,30,40,50
40	4	5,10
40	8	5,8



図3 動特性試験の状況

キーワード スラブ軌道, 高減衰スラブ軌道, 地盤振動, 動特性試験, 加振試験

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・路盤 TEL:042-573-7276

特に 5~30Hz の周波数帯において高い周波数依存性を示すことを確認した。また、供用時に想定される変位振幅 (2mm 以下) に対して 4mm 程度までは低振幅領域と同等の減衰特性を示すが、変位振幅を 8mm とした場合は減衰性能がやや低下することを確認した。なお、高減衰スラブ軌道の固有振動数に近い 5~10Hz 付近における減衰比は 4~8% であり、想定する変位振幅時において高い減衰性能を有することを確認した。

4. 模型供試体の加振試験

普通スラブ軌道および高減衰スラブ軌道の模型供試体を作製し、小型起振機およびインパルスハンマーによる加振試験を行い、両者の振動伝播特性を比較した。図 5 に試験状況を示す。各供試体は、レール片側の 4 締結分を模擬した寸法とした。加振点は軌道スラブの中心部とし、軌道スラブ、試験ピットおよび試験ピット外 (軌道スラブ中心から 3m 離れ、地盤 (関東ローム) +アスファルト層) に加速度計を設置した。

図 6 に小型起振機によるスイープ試験の結果を示す。各供試体のアクセラランスを比較すると、普通スラブ軌道は 60Hz 付近、高減衰スラブ軌道は 8Hz 付近でピーク値を示し、その値は普通スラブ軌道の方が大きくなった。なお、高減衰スラブ軌道の固有振動数は計算値 (7.2Hz) と概ね一致していた。図 7 にインパルスハンマーによる加振試験の結果として、振動加速度レベルと 1/3 オクターブバンド中心周波数の関係を示す。軌道スラブについては 16Hz 以下で高減衰スラブ軌道の振動加速度レベルが大きくなり、オールパス値も 8.4dB 大きくなった。一方、試験ピットや試験ピット外 (3m 離れ) については、100Hz までの全周波帯において高減衰スラブ軌道の方が振動加速度レベルは小さくなり、オールパス値は 16~18dB 低減した。

5. まとめ

模型供試体の加振試験により普通スラブ軌道と比較して高減衰スラブ軌道は 100Hz 以下の周波数帯において高い振動低減効果を示すことを確認した。

今後は解析的なアプローチを含めて地盤振動レベルの評価を行う予定である。

参考文献

- 1)渡辺勉他:軌道構造の違いが RC 構造物の部材振動に及ぼす影響,鉄道技術連合シンポジウム論文集 J-RAIL,2014.12
- 2)桃谷尚嗣他:コイルばね防振軌道の走行安全性に関する検討, 鉄道技術連合シンポジウム論文集 J-RAIL,2000.12

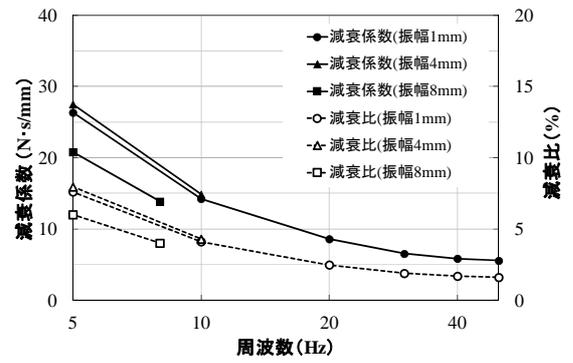


図 4 コイルばねユニットの減衰特性

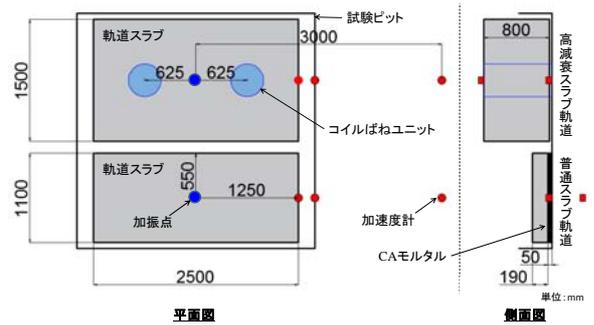


図 5 加振試験の状況

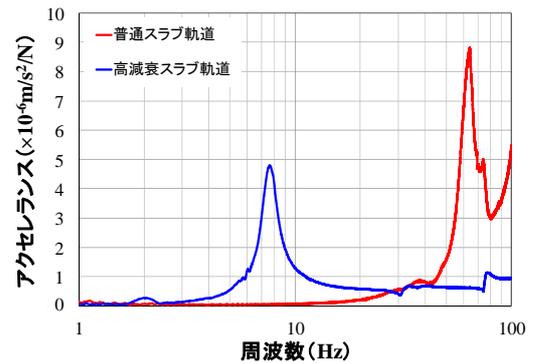


図 6 アクセラランスの比較

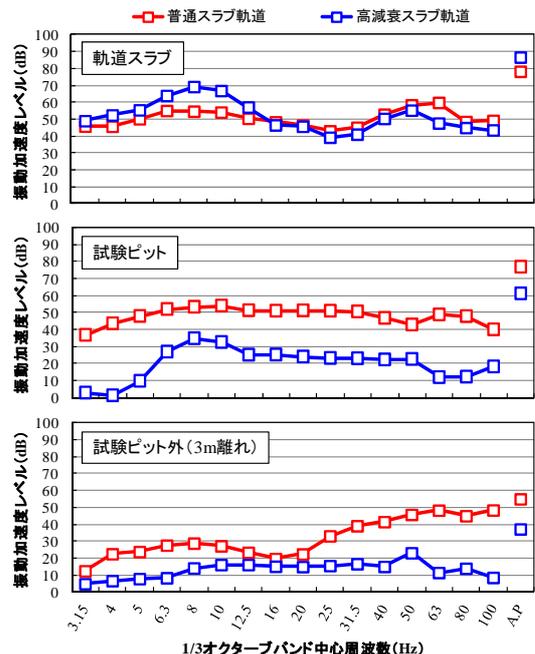


図 7 1/3 オクターブバンド中心周波数の比較