

高減衰スラブ軌道供試体の加振試験による振動特性の評価

鉄道総合技術研究所

正会員 ○ 淵上 翔太

正会員 高橋 貴蔵

正会員 小滝 康陽

正会員 桃谷 尚嗣

正会員 渡辺 勉

1. はじめに

現在の新幹線の営業最高速度は 320km/h であり、将来的に走行速度がさらに高速化した場合、周辺へ伝播する騒音や振動が増加する可能性がある。鉄道車両の走行に伴う地盤振動の発生については、車両、軌道、構造物および地盤における種々の要素に起因しており、地盤の振動レベルを低減するためには総合的な対策が求められる。これまでに筆者らは、鉄道車両のさらなる高速化に対応した防振軌道として、コイルばね防振装置を用いた高減衰スラブ軌道(図 1)を対象とし、周辺構造物への振動伝播特性に関する解析的・実験的な検討を行っている¹⁾²⁾。本研究では、高減衰スラブ軌道および現行の普通スラブ軌道の実物大供試体を作製し、大型起振機を用いた加振試験により、実列車荷重相当の加振力作用時における周辺地盤への振動伝播特性を評価した。

2. 試験内容

試験供試体は現行の普通スラブ軌道と高減衰スラブ軌道であり、各供試体の構成部材の諸元を表 1 に示す。普通スラブ軌道はてん充層である CA モルタル(セメントアスファルトモルタル)により軌道スラブが全面支持される構造である。一方、高減衰スラブ軌道はレール締結装置間に設置したコイルばね防振装置(8 基)により支持されるフローティング構造である。図 2 に試験状況、図 3 に試験平面図を示す。各供試体は切土路盤(関東ローム:N 値は 0.5~1.5m で 10~20, 1.5m 以深で 50 以上)に敷設された基礎コンクリート上に構築し、軌道スラブの中心位置に起振機(自重 9t)を固定した。

表 2 に試験ケースを示す。加振力は 2 ケースとし、加振周波数については起振機の性能線図から定まる最低周波数~30Hz とした。なお、高減衰スラブ軌道の固有振動数である 7Hz 付近においては共振現象により試験を行うことができなかった。よって、加振力 $\pm 30\text{kN}$ の場合は 4.4Hz 以降(整数値で)2Hz 刻み、加振力 $\pm 80\text{kN}$ の場合は、普通スラブ軌道については 7.1, 15, 30Hz、高減衰スラブ軌道については 10, 15, 30Hz で加振および測定を行

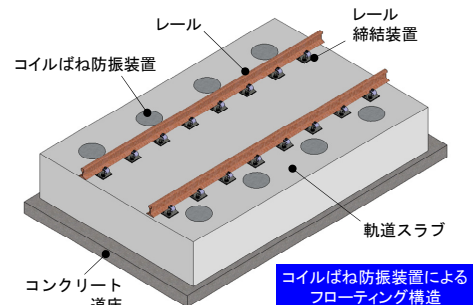


図 1 高減衰スラブ軌道の概要

表 1 各供試体の構成部材の諸元

構成部材	項目	普通スラブ軌道	高減衰スラブ軌道
レール	種別	60kgレール	
レール締結装置	種別	直結8形レール締結装置	
軌道パッド	ばね定数 (MN/m)	30	
軌道スラブ	寸法	2340×4930×190mm	2340×4930×400mm
	設計基準強度 (N/mm ²)	40	
CAモルタル	種別	A配合	—
	設計基準強度 (N/mm ²)	1.8	
コイルばね防振装置	ばね定数 (MN/m)	—	5.3 (1基あたり)
基礎コンクリート	設計基準強度 (N/mm ²)	21	

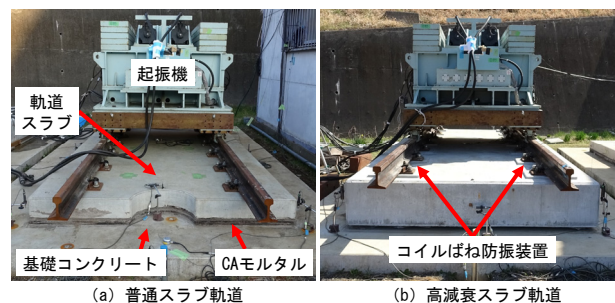


図 2 試験状況

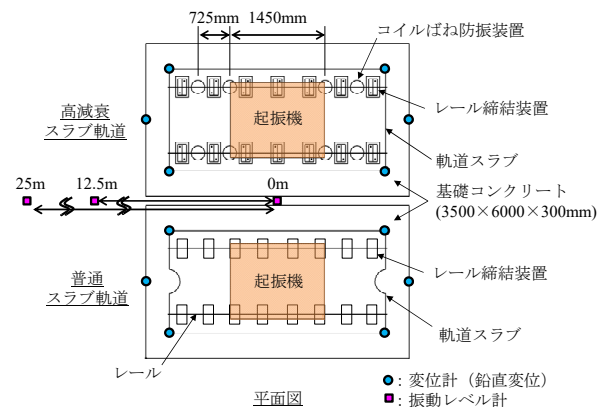


図 3 試験平面図

キーワード スラブ軌道、高減衰スラブ軌道、加振試験、地盤振動、振動レベル

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

った。測定項目は軌道スラブおよび基礎コンクリートの鉛直変位、地盤 0m,12.5m,25m 地点の振動レベルとした。

3. 試験結果

図 4 に振動レベルと加振周波数の関係を示す。普通スラブ軌道の場合は 20Hz 付近までは加振周波数の増加に伴い振動レベルも増加しており、20～25Hz 付近でピーク値を示した。一方、高減衰スラブ軌道については、固有振動数付近である 7Hz で振動レベルがピーク値を示し、それ以降は 20Hz 付近まで緩やかに低下する結果となった。また、両軌道ともに、加振力の増加に伴い地盤振動レベルは増加する傾向であった。図 5 に加振力±30kN の場合における、普通スラブ軌道に対する高減衰スラブ軌道の振動レベルの低減量と加振周波数の関係を示す。いずれの測定点においても 7Hz 付近では高減衰スラブ軌道の共振により振動レベルが増加するが、10Hz 以上の周波数帯においては振動低減効果が見られ、20～25Hz 付近において最も低減量が大きかった。低減量は最大で 20～30dB であった。なお、各評価点における振動レベルの低減量を比較すると、全体的に 12.5m 地点よりも 25m 地点の方がやや低減量が大きく、その差は加振周波数の増加に伴い大きくなる傾向であった。次に、図 6 に基礎コンクリートの鉛直変位と加振周波数の関係を示す。普通スラブ軌道における加振力±30kN の場合について整理すると、加振周波数が 22Hz までは加振周波数の増加に伴い基礎コンクリートの変位振幅も増加し、その後低下する結果となり、図 4 に示す地盤の振動レベルと同様の傾向であった。一方、高減衰スラブ軌道については、10Hz 以下の周波数帯では軌道の共振の影響により基礎コンクリートの変位振幅も大きくなるが、加振周波数が 15Hz 以上では加振力が±80kN の場合でも変位振幅は 0.1mm 以下となり、同軌道の下部構造物に対する高い振動低減効果を確認した。

4. まとめ

実物大軌道供試体の加振試験により、実列車荷重相当の加振力作用時における、高減衰スラブ軌道の周辺地盤に対する高い振動低減効果を確認した。

参考文献

- 1) 渡辺勉, 湊上翔太, 高橋貴蔵, 横山秀史, 野寄真徳, 三橋祐太: 三次元数値解析モデルに基づく鉄道高架橋沿線の地盤振動評価法, 第 24 回鉄道技術・政策連合シンポジウム(J-rail2017), 2017.12
- 2) 湊上翔太, 高橋貴蔵, 渡辺勉, 桃谷尚嗣: 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, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2017.9

表 2 試験ケース

試験ケース	軌道構造	加振力 (kN)	加振周波数 (Hz)
CASE N-1	普通スラブ軌道	±30	4.4～30
CASE N-2	普通スラブ軌道	±80	7.1,15,30
CASE H-1	高減衰スラブ軌道	±30	4.4～30
CASE H-2	高減衰スラブ軌道	±80	10,15,30

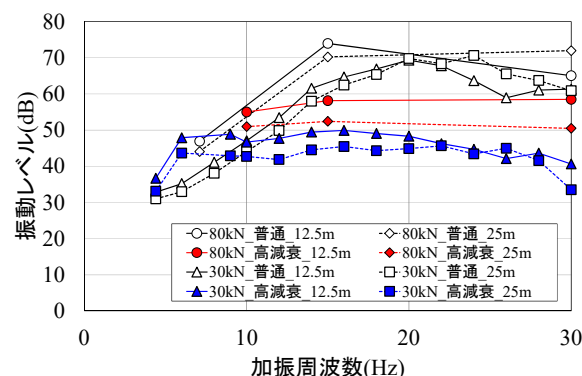


図 4 振動レベルの比較

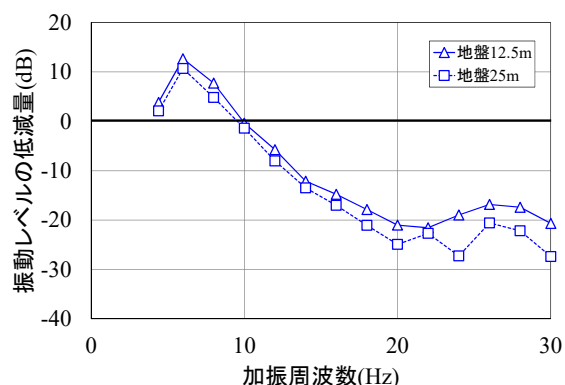


図 5 普通スラブ軌道に対する振動レベルの低減量(加振力±30kN)

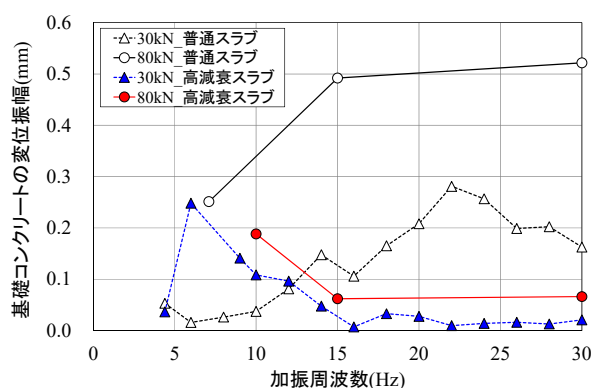


図 6 基礎コンクリートの鉛直変位