

桁式高架橋周辺における列車振動伝播の振動数特性

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○金田	淳
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	野本	将太
東日本旅客鉄道株式会社	フェロー	高崎	秀明

1. はじめに

高架橋等の構造物上を走行する列車等から発生する振動が、構造物を通じ地盤に伝播し地盤振動の問題を発生させる場合がある。新幹線鉄道に関する地盤振動に関しては、環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について（勧告）¹⁾により、地表面の鉛直方向の補正加速度レベルについての基準値が定められている。列車速度の変化に伴う地表面振動の変化を把握するには、地表面に対し振動源となる橋脚の振動特性の把握と地盤内での振動伝播特性を把握することが重要となる。桁式高架橋に着目した場合、橋脚の振動は鉛直方向と線路方向の水平振動が卓越しており、速度により振動特性が変化することが明らかにされている²⁾。本報告では、橋脚に加え地盤の振動加速度測定結果を用いて、橋脚と周辺地盤間の振動伝播の振動数特性を整理した。

表 1 測定箇所

地区	桁長	下部構造	杭長	測定橋脚	L
A	15.0m	杭基礎	10~11m	P1、P2、P3	6.9m
B	15.0m	直接基礎	—	P1、P3	0m
C	25.0m	杭基礎	24m	P1、P2、P3	0m

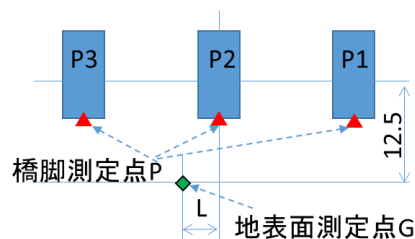


図 1 測定点

2. 測定概要

測定は3地区の桁式高架橋で実施した。表1に各地区の構造物の概要を示す。測定箇所は文献2での測定と同一である。紙面の関係上、形状の詳細は文献2を参照されたい。地表面の振動加速度は図1に示すとおり橋脚と近接側軌道中心から12.5m離れた位置の地表面で計測した。線路方向位置はA地区では橋脚P2と橋脚P3の概ね中間地点で、B地区およびC地区では橋脚P2の近傍としている。橋脚における加速度計の設置高さは地表面から50cmの位置である。測定にはMEMS型の加速度計を用いて直交する3成分の加速度時刻歴波形を計測した。測定軸はX軸を橋軸方向に、Y軸を橋軸直角方向に、Z軸を鉛直方向にそれぞれあわせて設置した。計測地点の地盤のN値と土質区分は図2に示すとおりである。

3. 測定結果、考察

列車走行に起因する振動は、図 3 に示すような一定の振動数間隔で応答が卓越する特徴的なスペクトルを示すことが明らかにされている。

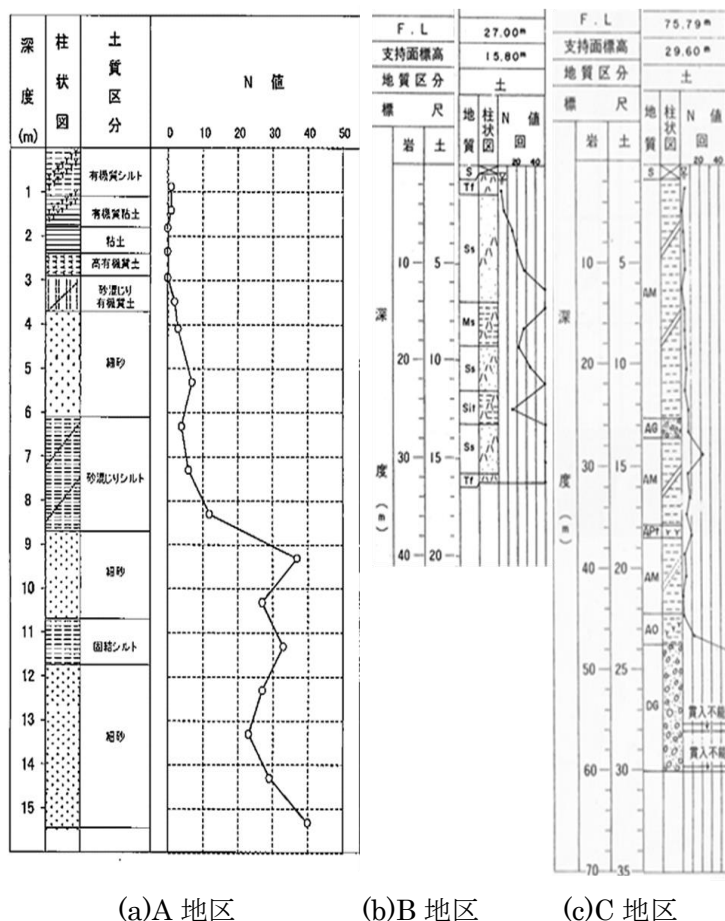


図2 各地区の地質柱状図

キーワード 地盤振動, 交通振動

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 I R 東日本研究開発センター TEL048-651-2552

これは軸配置の影響によるものである。³⁾ 振幅が卓越する振動数（以下卓越振動数と記す）は列車速度と相関があり、速度の増加とともに、高振動数側に遷移する。文献2では速度が異なる列車が走行した場合の橋脚振動の卓越振動数とその振幅の関係を明らかにしている。本報告では、地盤についても同様の整理を行い、卓越振動数毎に橋脚と地盤の振動レベルの差を整理した。図4に低振動数側から15個の卓越振動数について振動レベル差を計算した結果を示す。縦軸は振動レベル差で、地盤の鉛直方向の振動レベルから橋脚の振動レベルを引いた値を示している。ここで、橋脚の振動レベルは直交する3成分の合成振幅から計算した値を用いている。

振動レベル差の概形は、A地区とC地区では2つのピークを持つ略M字型の形状を示す。A地区では8Hzおよび13Hz、C地区では10.5Hzおよび14Hzで振動レベル差が大きい。B地区では3つのピークを有しており、7Hz、13Hzおよび35Hzでの振動レベル差が大きい。振動レベル差の大きい振動数では地盤内での減衰が小さく、振動が伝播しやすいことを示している。振動レベル差の第一のピーク振動数に着目すると、杭基礎であるA地区とC地区で低く、直接基礎であるB地区で高い。このことより、振動レベル差の第一ピークの振動数と軟弱層の厚さには相関があると考えられる。同一地区内の橋脚の違いに着目した場合、ピーク振動数での振動レベル差の値には差が見られるものの、ピーク振動数自体ほぼ同一となっている。

4. まとめ

橋脚と地盤の振動の同時振動計測結果に基づき、地盤内の振動伝播の振動数特性を整理した。その結果、振動が伝播しやすい振動数は複数あり、地盤物性により異なることが明らかになった。

参考文献

- 1) 環境省：環境保全上緊急を要する新幹線鉄道振動対策について（勧告），環大特 32 号，<http://www.env.go.jp/hourei/08/000001.html>, 2017.
- 2) 金田淳，石井武司，斎藤邦夫：列車走行時の桁式高架橋橋脚の振動特性，鉄道工学シンポジウム論文集，No. 21，pp. 51-58，2017
- 3) 吉岡修：新幹線鉄道振動の発生・伝播モデルとその防振対策法への応用，鉄道総研報告，特別第 30 号，pp. 105-108，1999

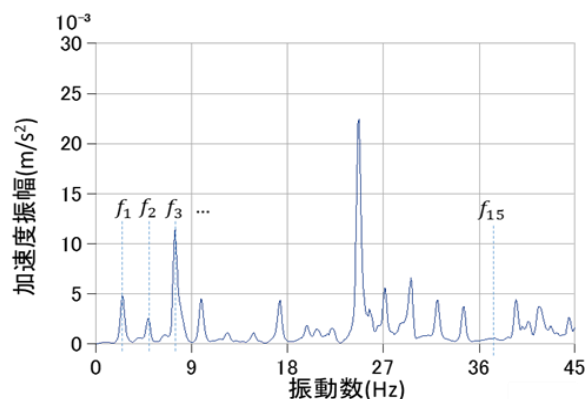


図3 列車走行時の橋脚振動の加速度スペクトル

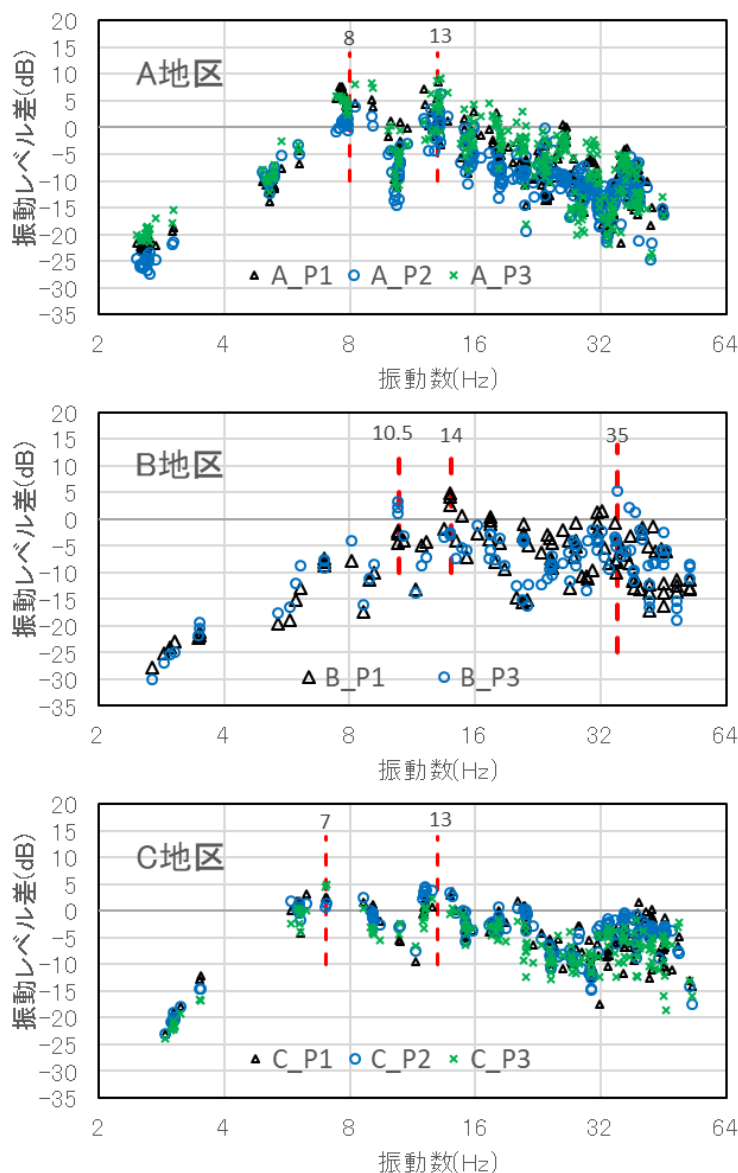


図4 橋脚振動と地表面振動の振動レベル差