

地盤条件の違いによる列車速度と地盤振動の挙動

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○坂本 なつみ
東日本旅客鉄道(株) 正会員 加藤 精亮
中央大学 正会員 石井 武司

1. はじめに

高架橋を走行する列車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。特に、新幹線走行に伴う地盤振動に対しては、「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⁾に基づき、必要な対策を施している。新幹線の高速化に伴い、環境問題として地盤振動問題が生じることが懸念される。これについては列車速度の増加に伴う地盤振動の変化をあらかじめ予測することが重要である。

本報では地盤条件の異なる箇所で測定した、列車速度増加に伴う地盤振動の挙動について報告する。

2. 測定概要

図1, 2は計測対象となった2箇所の高架橋の構造とN値を示している。図1のA高架橋（以下A）はN値30～50程度の硬質地盤上で直接基礎構造の桁式高架橋となっており、図2のB高架橋（以下B）は表層から約6mの範囲は、N値5程度の軟弱地盤、それ以深は、N値40程度の支持層でRC杭を打設した杭基礎構造の桁式高架橋となっている。地盤振動の計測について、振動レベル計は2基の橋脚間で、下り線軌道中心から12.5m離れた地点に設置し、計測を行うことを基本としたが（図3）、Bにおいては下り線側に構造物等があり、周辺状況から上り線から12.5mの地点に設置した（図4）。測定距離に差異はあるものの、今回は地盤条件および速度増加に伴う振動レベルの挙動を相対的に確認することを目的としているため、相対振動レベルとして比較、考察を行った。A及びBに10両編成（車両長25m）の新幹線を下り線に約317～370km/hの速度で走行させ、地盤振動の計測を行った。

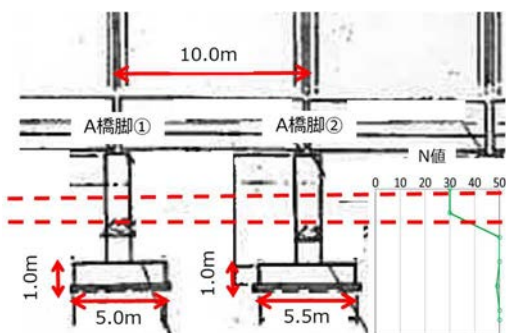


図1 A高架橋の構造とN値

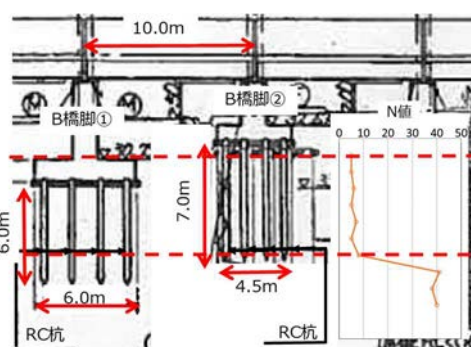


図2 B高架橋の構造とN値

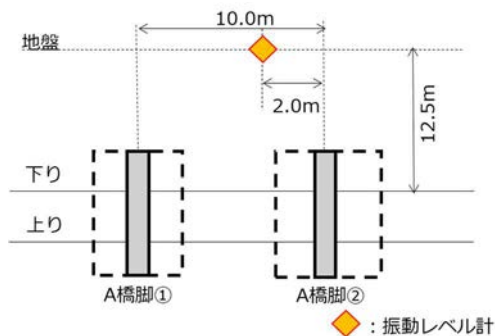


図3 地盤振動測定点 (A)

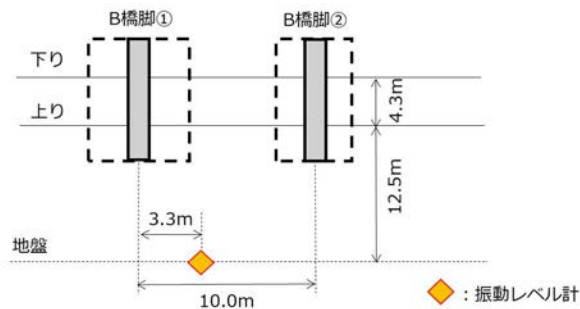


図4 地盤振動測定点 (B)

キーワード 地盤振動, 桁式高架橋
連絡先 〒331-0823 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479
JR 東日本研究開発センター TEL048-651-2349

3. 測定結果

図5はAにおける列車速度317km/h, 370km/hの1/3オクターブバンドスペクトル, 図6はBにおける列車速度317km/h, 370km/hの1/3オクターブバンドスペクトルである。A, Bとも317km/hでは10Hz付近で振動のピークが表れているが, 370km/hではピーク周波数が8Hz, 12.5Hz付近に移行している。8Hz, 10Hz, 12.5Hzは, ほぼ「列車速度/車両長(1両)×整数倍」に近い値となっていることから, 地盤振動の周波数特性は列車速度に影響を受けていることがわかる。Aでは, 高周波数側の振動レベルが高くなっており, 地盤が固いことから低周波数側は伝わり難く, 高周波側が伝わりやすいためと考えられる。Bでは, 10Hz以上の高周波数側はピーク周波数の振動レベルよりも低くなっており, 地盤が柔らかいことから高周波数側が伝わり難くなったためと考えられる。

図7にA, Bにおける列車速度と振動レベルの最大値を0dbとして正規化した相対振動レベルを示す。A, Bともに速度が増加するにつれ振動レベルが頭打ちとなっていることがわかる。これは感覚補正によって高周波数側の振動レベルが補正されているため, A, Bでは速度ごとにそれぞれピークとなった10Hz, 12.5Hzの振動レベルが大きく影響しているためである。また, Aについてはピークの振動レベルとともに高周波数側の振動レベルも影響しているが, 速度が増加してもほぼ同程度の値で振動レベルが推移していることから, 頭打ちになったと考えられる。330km/hで一部測定の際のばらつきが見られるものの, 今回測定した列車速度の範囲内では, 速度増加に伴う振動レベルの明確な増加はみられなかった。

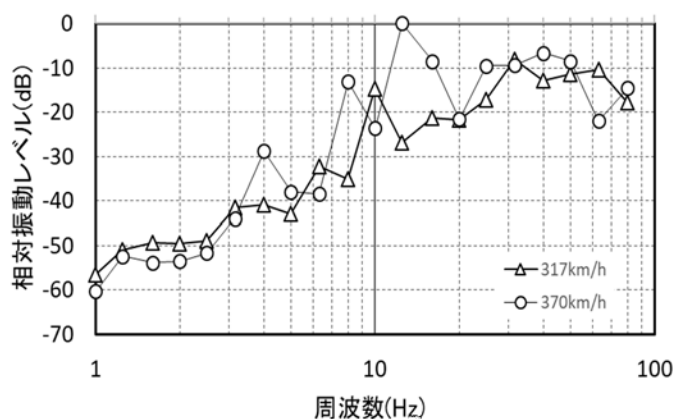


図5 1/3 オクターブバンドスペクトル (A)

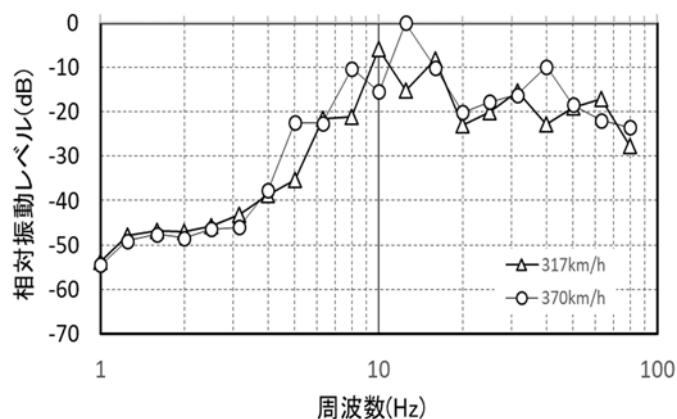


図6 1/3 オクターブバンドスペクトル (B)

4. まとめ

新幹線高速化に伴う地盤振動について, 今回の測定条件の範囲では, 列車速度の増加が地盤振動の周波数特性に大きく影響していることがわかった。また, 速度増加に伴った振動レベルの明確な増加はみられず, 速度が増加するにつれて, 振動レベルが頭打ちとなった。

今回は地盤の特性による地盤振動にのみ着目したが, 今後は橋脚振動との関連性についての評価を行うなど検討を深度化していく必要がある。

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

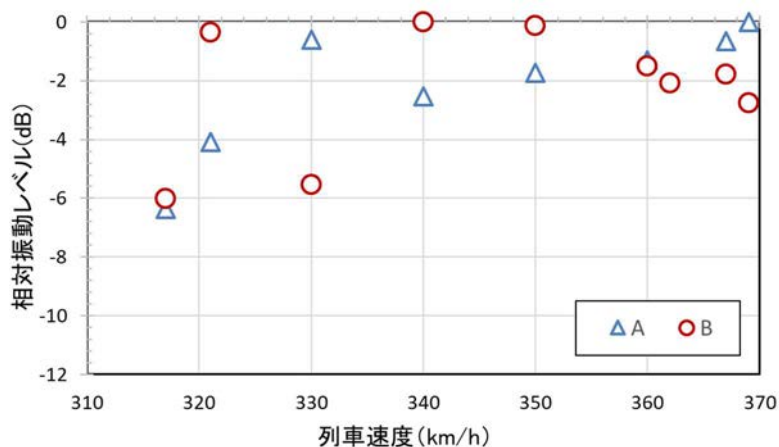


図7 相対振動レベル—列車速度