

# 山梨実験線側壁ビームの固有振動数分布測定

鉄道総合技術研究所 正会員 小林 俊彦, 佐藤 新二  
 鉄道総合技術研究所 正会員 曾我部 正道, 上野 眞

## 1. はじめに

浮上式鉄道構造物では、新幹線構造物と比較してより動的設計が重要となる。浮上式鉄道は列車荷重が小さいため、新幹線等と比較してより経済的な設計が可能となるが、設計技術として動的な影響度を明らかにしておく必要がある。動的設計は、列車の加振振動数と橋梁の固有振動数の一致による共振現象に支配されるが、本研究では、共振の重要なファクターとなる桁の固有振動数について、常時微動測定を用いてばらつきを調査した。

## 2. 共振速度と固有振動数の関係

列車と構造物の共振速度の関係を図 - 1 に示す。1次共振速度は  $v=f \cdot L_v$  で、2次共振速度は  $v=(1/2)f \cdot L_v$  により求めることができる。ここで  $v$  は列車速度、 $f$  は固有振動数、 $L_v$  は列車の長(浮上式鉄道では台車間隔)である。図から、10m 以下の短スパンの橋梁では、2次共振を避ける設計を試みるかどうか微妙な問題となり、1.0Hz 程度の違いが設計に大きな影響を及ぼすことが分かる。

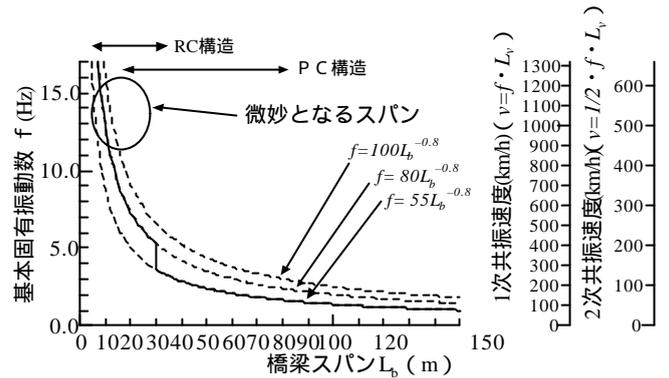


図 - 1 共振速度の関係

## 3. 測定方法

山梨実験線 27km0m ~ 28km0m 付近のトンネル区間、路盤区間および高架橋区間において、速度センサを用いた常時微動測定を行った。図 - 2 に側壁ビームの概要、図 - 3 に測定システム構成、図 - 4 にセンサの設置位置を示した。全ての測定において、サンプリング間隔：10 msec、記録時間：40.96sec (データ数：4096 個)、アンプ：60dB、フィルター：20Hz として測定・記録した。

別途、一部の側壁ビームについては、高速走行試験における残留波形から、強制振動による固有振動数を求めた。

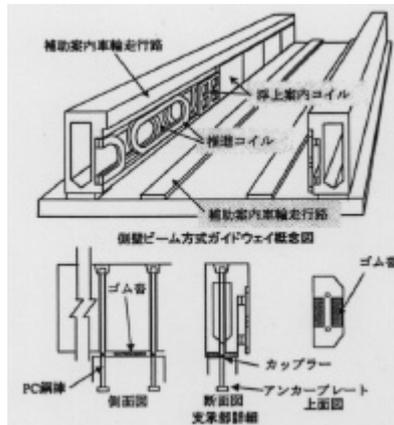


図 - 2 側壁ビームの概要



図 - 3 測定システム構成

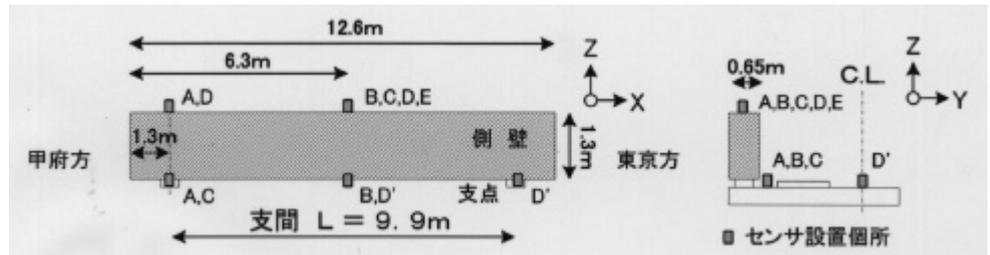


図 - 4 センサの設置位置

#### 4. 測定結果

全てのデータに対して高速フーリエ変換を行い、測定3回分の振幅スペクトルを重ね合わせ、平均値による振幅スペクトル - 振動数のグラフを作成し、平均振幅スペクトルのピーク時における振動数を抽出した。さらに、必要と思われる測定パターンについては、同時に同PICで測定したCパターンのセンサ間の同方向のスペクトル比3回分を重ね合せた平均振幅スペクトル比のピーク時における振動数を抽出した。

##### 4-1. 測定方法別の影響

図-5に示すように、下部構造物の影響を除くためのY1/Y2（側壁上部/側壁下部床版）の比を取ったA, B, CパターンとEパターンとのピーク時の卓越振動数の最大誤差は左右側壁とも2%未満であり、DパターンとEパターンでの最大誤差は21%である。

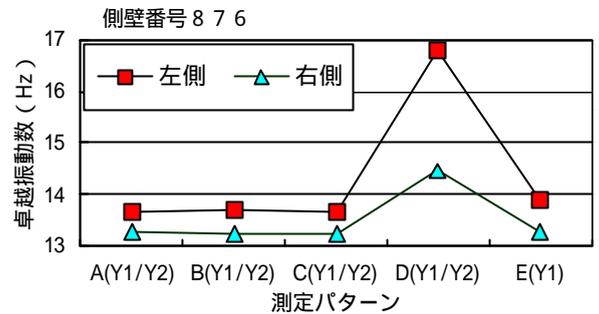


図-5 測定パターンの影響

図-6にはセンサ1個(Eパターン),スペクトル比(Cパターン)での各ピーク時の卓越振動数および強制振動数測定結果による卓越振動数を示した。強制振動と常時

微動測定(Eパターン)による側壁Y方向の卓越振動数(14Hz前後)の差は、最大誤差約6%、平均約3%である。Eパターンとスペクトル比との側壁Y方向の卓越振動数の差は、最大誤差2%、平均約0.6%である。したがって、常時微動測定(Eパターン)からも卓越振動数を推定することが可能である。

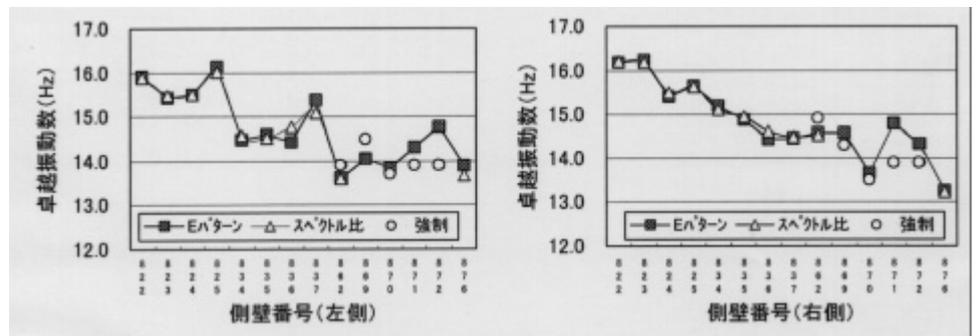


図-6 測定方法の影響

##### 4-2. 線路方向の分布

図-7に常時微動測定でセンサ1個(Eパターン)における左右の側壁ビームの卓越振動数を示すように、左右壁の分布傾向は一致している。むしろ線路方向に卓越振動数のばらつきがみられる。これは側壁ビームを支える下部構造の影響であると考えられる。側壁を支えている下部構造が強固な地盤

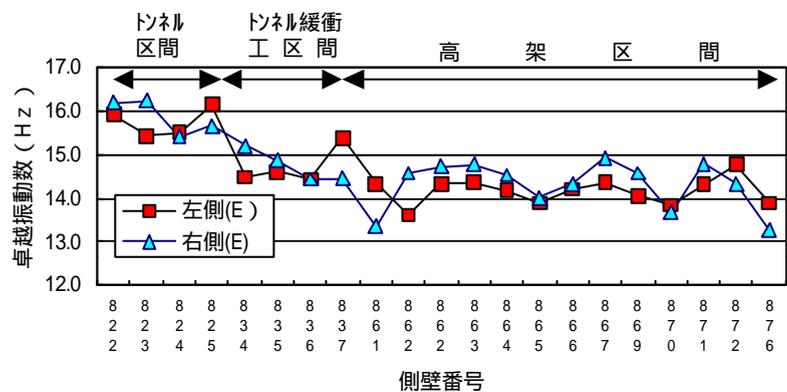


図-7 左右の側壁の比較

上にあるトンネル区間において卓越振動数が高く、張り出しスラブ上等に設置された高架区間において卓越振動数が低い。よって、側壁ビームY方向の卓越振動数は下部構造により10%程度のばらつきがあることがわかる。

#### 5. まとめ

- (1) 強制振動と常時微動測定による側壁Y方向の卓越振動数(14Hz前後)の差は、最大誤差約6%、平均約3%であり、常時微動測定からも卓越振動数を推定することが可能である。
- (2) 側壁ビームのY方向の卓越振動数は下部構造により約10%のばらつきを生じている。2次共振速度に換算すると60km/h程度の幅を持つことになり、同種構造物の標準設計を行う際には留意する必要がある。