

# 山梨リニア実験線側壁ビームの高速共振試験

鉄道総研 正 上野 眞      鉄道総研 正 曾我部正道  
 鉄道総研 正 四十九勇治      鉄道総研 正 涌井 一  
 鉄道総研 正 松本 信之

1. はじめに 山梨リニア実験線のガイドウェイには側壁ビーム方式、側壁パネル方式、直付け方式の3種類が存在する。ここでは特に、図1に示す側壁ビーム方式を取り上げ論ずることとする。本方式では、現地ヤードで生産されたPC製中空はり（長さ12.6m、高さ1.3m、幅0.65m）の表面に、地上コイルを精度良く埋め込み、これを架設機械を用いて「両端支持のはり」として敷設していく。本方式のメリットは、両端支承部の微調整により、超高速鉄道の乗心地を支配する軌道の長波長精度を容易に確保・維持できる点にある。両端支承部の間隔は9.9mで、スパン中央には水平方向の剛性を補う中間支承が設けられている（鉛直には自由に移動）。本研究では、この中間支承を取り外し、高速列車走行による共振試験を実施したので報告する。

2. 検討方法 側壁ビームの動的応答を検討するために、図2に示す浮上車両（MLX01型第1編成）を用いて36回の走行試験を実施した。中間支承有りの状態で18回、中間支承無し状態で18回の走行試験をそれぞれ実施した。できるだけ荷重（台車）繰返し回数が多くなるよう、5両編成6台車で試験を実施した。図3に測定位置図を示す。南北両側壁ビームのたわみ、南側側壁ビームの応力を測定した。

検証解析には、線路構造物の汎用構造解析プログラムDIARIST（Dynamic and Impact Analysis for Railway Structure）を用いた。側壁ビームは、図4に示すように、側壁ビーム本体を3次元梁要素で、両端の支承部と中間支承部を3次元スカラーバネ要素でそれぞれモデル化した。列車荷重は動的相互作用を考慮しない荷重列として考慮した（図2）。列車風圧荷重についても、測定値に基づき荷重列を用いてモデル化した。

### 3. 検討結果

3.1 固有振動数及び減衰定数 水平方向の固有振動数測定結果を表1に示す。南と北のビームでは1Hzの個体差があること、水平方向の剛性を補う中間支承を解除すると剛性が30%低下すること等が分かる。設計では、中間支承の無い場合の水平

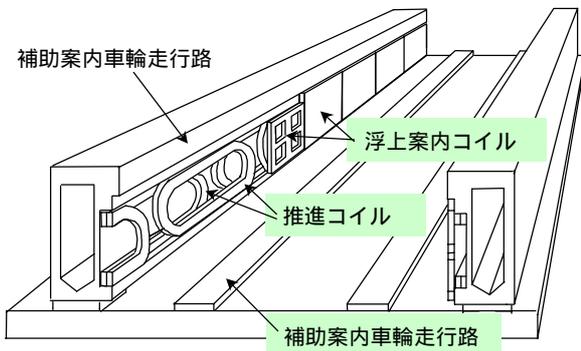


図-1 側壁ビーム方式の概念図

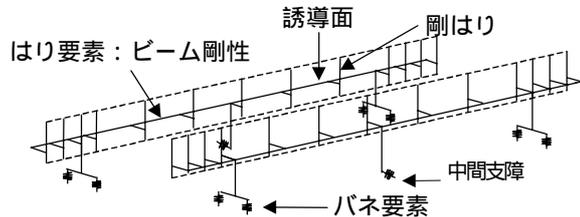


図-4 側壁ビームの解析モデル

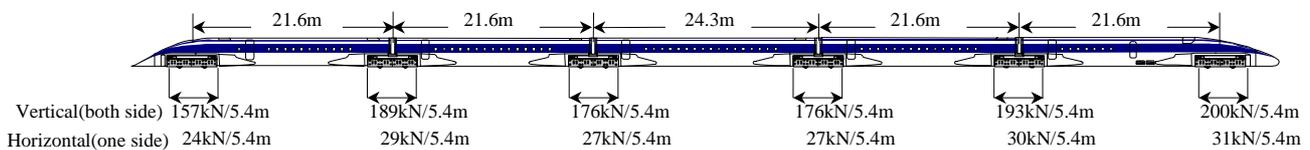


図-2 山梨実験線浮上列車第1編成(MLX001)

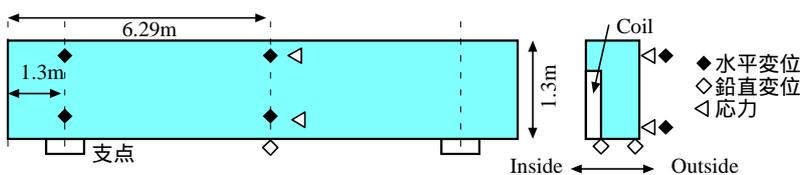


図-3 側壁ビームの測定位置

表1 水平1次固有振動数測定結果

測定速度	南側		北側	
	有り	無し	有り	無し
200km/h	14.9	12.5	13.9	11.8
300km/h	14.9	12.5	13.9	11.9
400km/h	14.9	12.5	13.9	11.8
2次共振速度	579	486	540	459

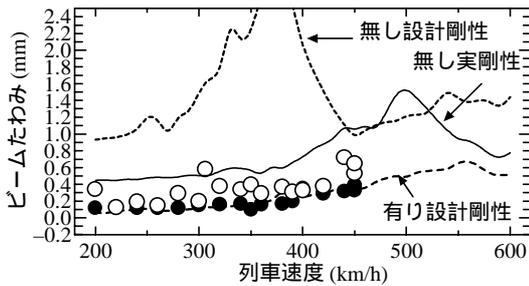


図5 南側側壁ビームの水平方向たわみ（中央上側）

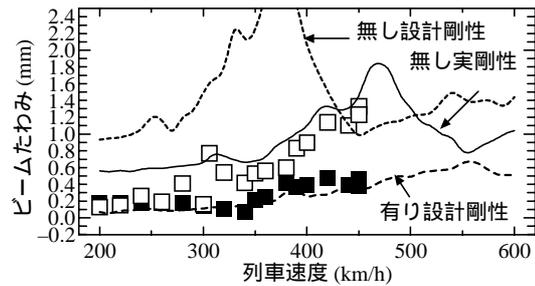


図6 北側側壁ビームの水平方向たわみ（中央上側）

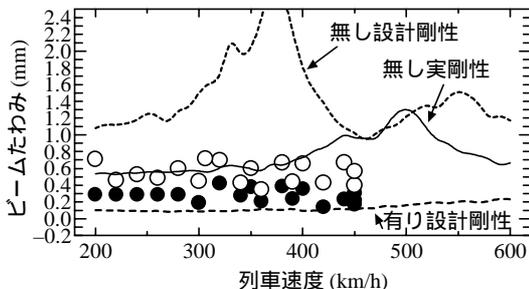


図7 南側側壁ビームの水平方向たわみ（中央下側）

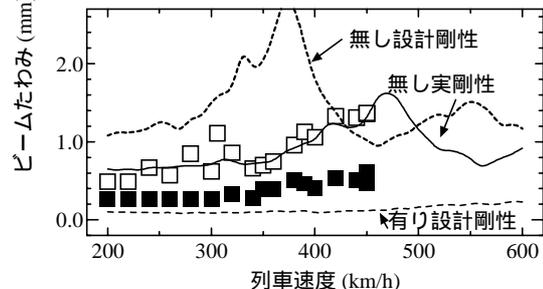


図8 北側側壁ビームの水平方向たわみ（中央下側）

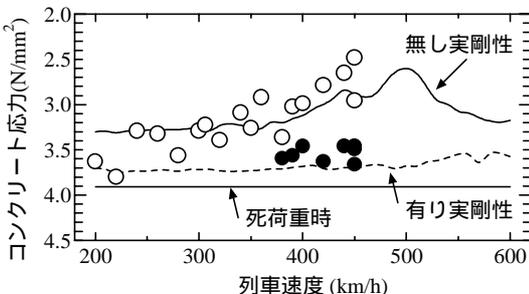


図9 南側側壁ビームのコンクリート応力（中央上側）

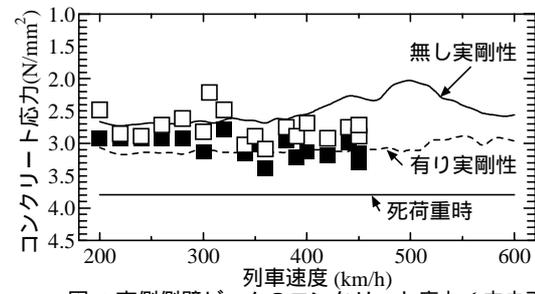


図10 南側側壁ビームのコンクリート応力（中央下側）

固有振動数を9.3Hzと想定しており、実物は1.6～1.8倍の剛性を有していると考えられる。これは、地上コイル等の非構造部材の影響によると思われる。従ってこれに則した検証解析も併せて実施した。減衰定数は、中間支承有りで1%、中間支承無しで2%であった。

3. 2 側壁ビームの動的応答 図5, 6に列車速度と側壁ビーム中央上側の水平方向たわみの関係を示す。北側側壁ビームは、ほぼ検証解析に近い挙動を示したが、南側側壁ビームの共振応答は北側ほど明確ではなかった。ガイドウェイの狂い等の影響とも考えられるが確かな理由は分からない。今後、測定ビーム数を増して確認していきたいと考えている。動的応答倍率は、測定上は南側5倍、北側10倍となったが、解析値を参考とすると実際は4倍程度と推測される。たわみの絶対値自体は、地上コイルの強度から定められた制限値3mmと比較して十分小さく、安全性上問題の無い値であった。

図7, 8列車速度と側壁ビーム中央下側の水平方向たわみの関係を示す。北側側壁ビームは、ほぼ検証解析に近い挙動を示したが、南側側壁ビームの応答は北側ほど明確ではなかった。これは、上側測定点と同様の傾向である。動的応答倍率は、測定上は南側1.5倍、北側3倍となったが、解析値を参考とすると実際は2.倍程度と推測される。同じく、たわみの絶対値自体は、制限値3mmと比較して十分小さく、安全性上問題の無い値であった。

図9, 10に南側側壁ビームのコンクリート応力を示す。上側では共振現象が明確に区別できるが、下側は鉛直方向の列車荷重が支配的となる為、共振の影響を識別することが難しい。応力の絶対値は非常に小さく、プレストレス+死荷重時の圧縮4.0N/mm<sup>2</sup>の応力状態から、最大でも2.5N/mm<sup>2</sup>程度しか変動しない。従って側壁ビーム本体の安全性も十分であると考えられる。

4. まとめ 側壁ビームの中間支承を外した共振試験を実施した。これにより推定2～5倍程度の動的応答倍率を測定することができた。共振応答は、超高速鉄道構造物の設計には欠かせない要素であり、本研究において、実証的に共振応答を明らかにできたことは、非常に意義深いことであると考えられる。今後、さらに測定箇所を増し、現象解明を行いたいと考えている。

謝辞 リニアPT、山梨実験センターの皆様には試験の計画、実施に当たり多くのご助言、ご指導を頂きました。また現地測定にあたり、(株)テス 熊崎弘氏には多大なるご助力を頂きました。ここに深甚に謝意を表します。なお、本件は国庫補助を受けて実施されました。

文献 1) 涌井一, 鳥取誠一, 松本信之, 奥田広之, 渡辺忠朋: 側壁ビーム方式ガイドウェイの構造と動的応答特性, 鉄道総研報告, vol.5, No.1, pp.25-33, 1991.1