

新方式ガイドウェイの共振に対する概略検討

J R東海 宮本 雅章 鉄道総研 曾我部正道
 J R東海 山崎 幹男 鉄道総研 上野 眞
 J R東海 梶川 徹 鉄道総研 浦部 正男

1. はじめに .

超電導磁気浮上式鉄道では、車両を浮上・案内・推進する設備として地上コイルを設置する。山梨実験線では地上コイルの敷設方法として、タイプの異なる3方式を開発・施工し、各方式とも走行試験により設計の妥当性や走行安全性が確認されている。

本稿では、上記3方式の長所を活かした新たな構造形式(新方式ガイドウェイ)の開発を進めるにあたり実施した車両走行時にガイドウェイに生じる共振に関する検討結果を報告する。新方式ガイドウェイは、取替可能なオールプレキャスト構造で、施工性、保守性の向上を目指し、図-1に示すような逆T断面の概略形状である。また、建設コストの低減を図るため、従来のガイドウェイ方式に対して軽量化を図っている。

2. 数値解析法

共振及び変位量算定に関する数値解析には、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。計算上の仮定は、以下の通りとした。

- (1) ガイドウェイは、シェル要素を用いてモデル化した。
 図-2に解析モデルを示す。各要素の厚さは、地上コイルの寸法に左右されることになるが、安全側の判断として(動的応答が大きくなるように)、比較的薄い値を仮定して検討した。
- (2) 浮上列車は、16両編成・17台車を想定し解析を行った。列車荷重は、水平及び鉛直方向に対する定荷重列としてモデル化した。
- (3) 解析はモード解析法により、10km/h刻みで200~600km/hまで計算を行い、動的な応答を評価した。
 表-1に固有値解析の結果を示す。図-3に固有振動モードを示す。各固有振動数に対する各共振速度は供用速度よりも十分高い位置にあることが分かる。

3. 時系列波形

図-4に速度550km/hで第一台車が通過したときにおける水平変位の動的応答倍率の時系列波形を示す。第1スパンの中央である節点5が最大変位量となるのは、SCMがコイル5枚分を進んだ位置にある時であるが、この場合、節点1, 8にも同程度の変位が生じていることが分かる。またSCMの先端から5コイル分前方の第2スパン中央節点11にも変位が生じており、8コイル分前方の第3支点到当たる節点14にも変位が生じている。これ

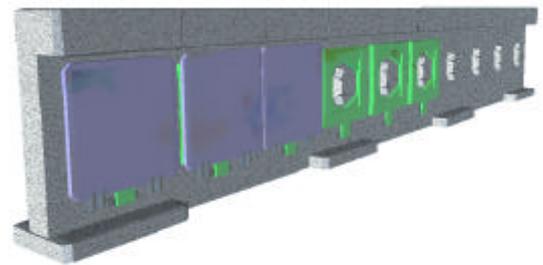


図-1 新型ガイドウェイの概念図

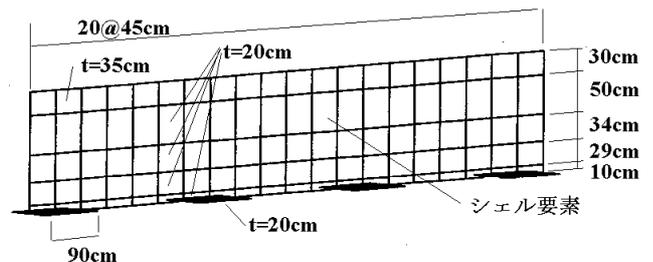


図-2 解析モデル

表-1 固有振動数と共振速度

	固有振動数 (Hz)	共振速度(km/h)			
		1次	2次	3次	4次
1次モード*	27.76	2159	1079	720	540
2次モード*	31.32	2428	1214	809	607
3次モード*	41.61	3236	1618	1079	809
4次モード*	57.43	4466	2233	1489	1116

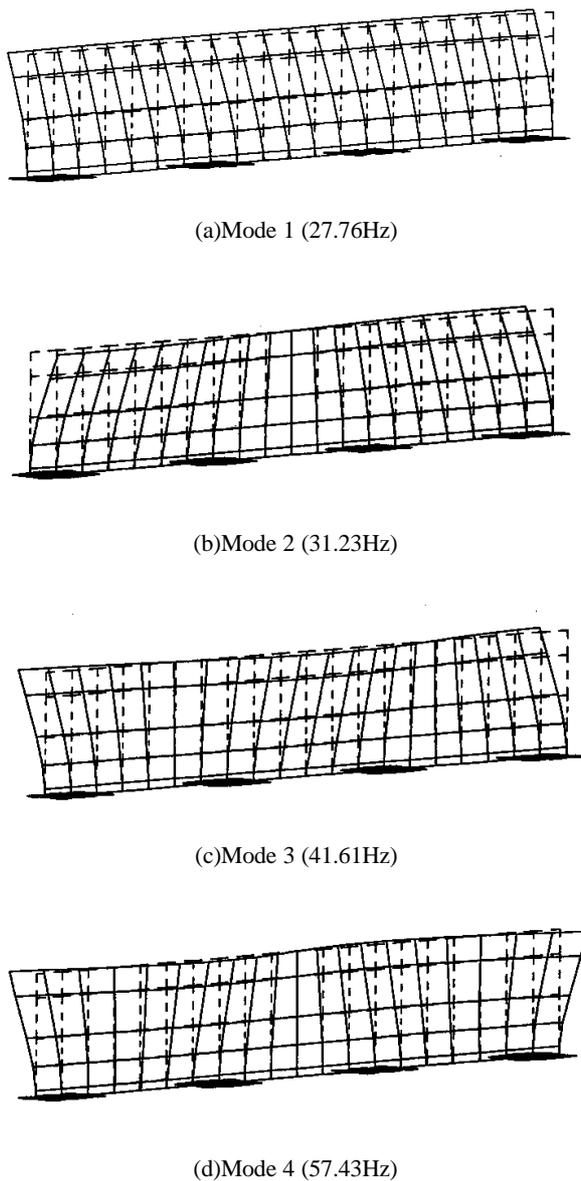


図-3 新型ガイドウェイの固有振動モード

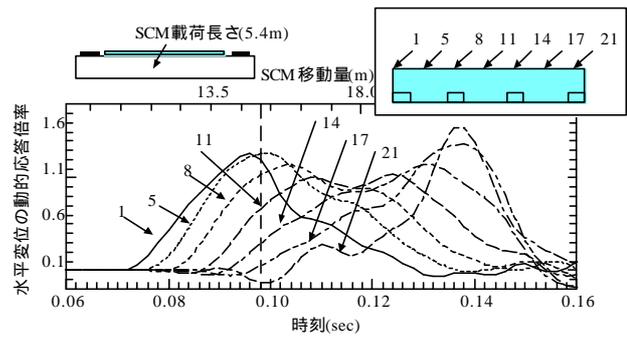


図-4 水平変位の動的応答倍率

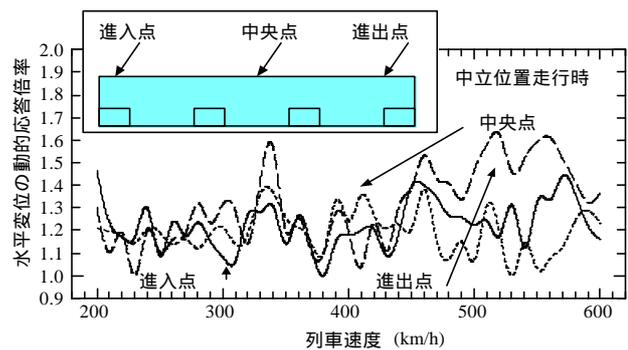


図-5 列車速度がガイドウェイに及ぼす影響

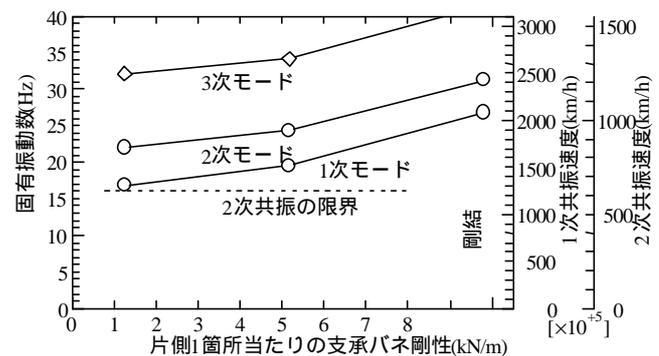


図-6 支承構造と固有振動数の関係

より全体として微少な壁の倒れが生じていることが分かる。鉛直変位は、倒れの鉛直成分，弾性変形分を含めても非常に微少となった。

4. 列車速度と共振の影響

図-5 に列車速度がガイドウェイに及ぼす影響を示す。水平方向の動的応答倍率が 1.65 程度であること，水平方向の衝撃係数は入口側よりも出口側で大きくなる傾向にあることが分かる。鉛直方向の動的応答倍率は 1.0 となった。以上より，本構造形式は共振に関して，十分な安全性を有していることが分かる。

5. 支承構造と固有振動数，共振の関係

図-6 に支承構造と固有振動数，共振の関係を示す。2次共振防止の観点から，支承剛性は最低 1E5kN/m は必要であることが分かる。

6. おわりに

本検討から，新方式ガイドウェイは車両走行に伴う共振に対して十分な安全性を有していると考えられる。今後，定置試験および山梨実験線への試験施工を進め，本ガイドウェイの設計の妥当性，走行安全性を確認していく計画である。なお，本検討は一部国庫補助を受けて実施したものである。