

I - B257

模型実験による鉄道振動の基本特性の検討

鉄道総合技術研究所* 正会員 横山秀史
 日本物理探鑑** 鈴木文大
 鉄道総合技術研究所* 吉岡修
 鉄道総合技術研究所* 正会員 芦谷公稔

1. はじめに

鉄道や道路交通等の移動荷重による振動の影響および振動対策手法を検討する上で、模型実験は有用な手段の一つである。模型実験をおこなう場合、実物ないしそれに近いスケールの模型を用いる方法と、比較的小縮尺の模型を用いる方法が考えられる。縮小模型による実験は、モデル化による誤差の問題はあるものの、実験上の制約が比較的小さく、ケーススタディをおこなうのに適していると考えられる。交通振動に関する比較的最近の実験としては、たとえば川谷によるハイブリッド制振に関する模型実験¹⁾などがある。

鉄道振動の場合、車輛の全長が通常の高架橋のスパンと比べ非常に大きい、走行速度が高い、荷重繰り返しの規則性が高い、など、道路交通振動とは異なる特徴がある。そこで、第一段階として1/100スケールの小規模な新幹線の模型を作成し、列車走行時の振動の基本特性を検討した。

2. 実験の概要

模型は、川谷による道路橋の模型¹⁾を参考に、外部モーターによって牽引する形式とした(図1)。縮尺は、長さを1/100、時間を1/5、質量を1/750000とした。列車模型は6両編成で、標準的な新幹線の車軸配置にもとづいて製作した(図2)。本検討では、走行列車荷重による繰り返し加振の影響調査を目的とし、車輛の振動特性については考慮しなかった。列車速度は4.2m/s(300km/h相当)までの試験が可能である。試験区間(図3)の橋梁はスパン8cmの単純支持桁2径間である。また、模型地盤は適当な支持ばねを得ることのみを目的とし、厚さ約20mmのゴム板を用いた。測定項目は、始点側支点から4.5cm点での桁たわみ、中間支点の反力、橋脚近傍での模型地盤の鉛直方向の加速度である。

列車速度は、3.30m/s、3.60m/s、3.75m/s、3.90m/s、4.20m/sの5とおりで、各速度につき3回ずつ実験

した。さらに、始点側の桁に対し、中央部と中間支点側端部のそれぞれに錘を落下させた際の応答を測定した。

3. 列車走行時の振動特性

桁の端部および中央部に錘を落下させたときの模型地盤上の加速度スペクトルを図4に、桁の変位スペクトルを図5に示す。桁端加振時の地盤の加速度スペクトルには、30Hz付近と160Hz付近の2箇所にピークがある。一方、桁中央加振時にはこの2箇所に加え、90Hz付近にもピークがある。桁の応答では、桁中央加振時には90Hz付近にピークがあるのに対し、桁端加振時には30Hz付近、95Hz付近、130Hz付近、160Hz付近の4つのピークがあることから、30Hz付近のピークは試験区間の2径間が一体として振動している状態、90Hz付近は各径間がそれぞれ曲げ振動して

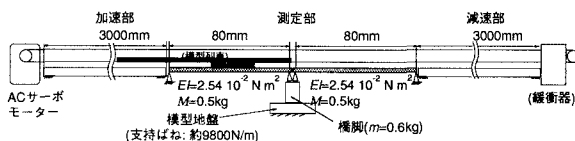


図1 模型の概要

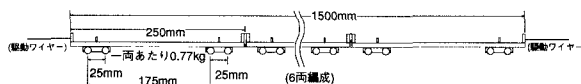


図2 模型列車

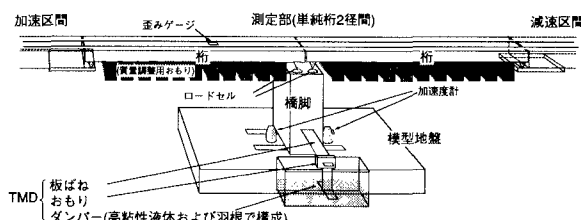


図3 試験区間

キーワード: 鉄道振動、地盤振動対策、模型実験

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 Tel. (042)573-7265

** 〒143-0027 東京都大田区中馬込2-2-12 Tel. (03)3774-3160

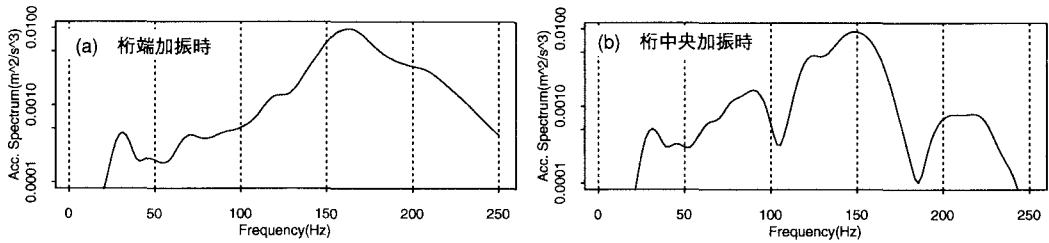


図4 錘落下時の模型地盤の加速度スペクトル

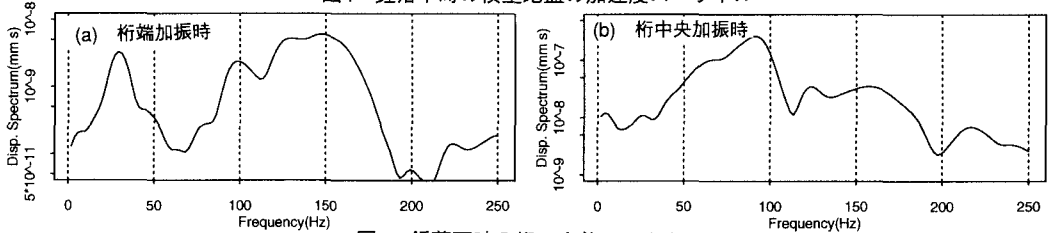


図5 錘落下時の桁の変位スペクトル

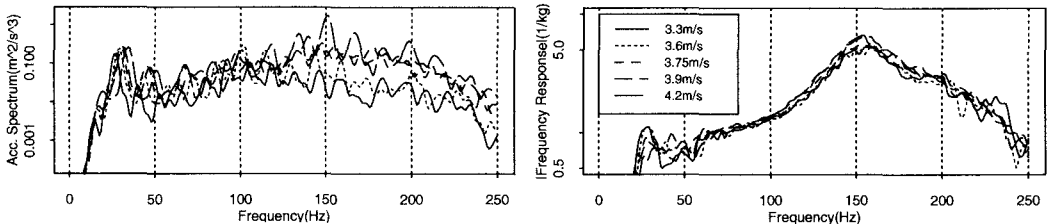


図6 列車走行時の模型地盤の加速度スペクトル

図7 列車走行時の地盤加速度の周波数応答

いる状態に対応していると考えられる。減衰定数は、桁たわみ・地盤加速度ともに0.05~0.06程度である。

列車走行時の振動について、地盤での振動加速度スペクトルを図6に、支点反力の総和を入力とし地盤での振動加速度を出力とする周波数応答を図7に示す。走行時のスペクトルは、3回の走行の平均である。図6、7より、加速度スペクトルは列車速度とともに高周波側が卓越してくるのに対し、周波数応答は列車速度によらずほぼ一定なこと、列車走行時の周波数応答と重錘落下時の加速度スペクトル(図4(a))の形状がよく似ていることがわかる。なお、支点反力と地盤加速度のコヒーレンスについても検討したところ、250Hz(実物換算で50Hz)付近までは0.95以上と高く、振動対策上問題となることの多い、実物換算で20~30Hz付近の帯域の鉛直方向加速度は、今回の模型については支点反力と良く対応していることが確認できた。

5. まとめ

1/100スケールの新幹線の模型を作成し、列車走行時の振動の基本特性を検討した。結果をまとめると、以下のとおりである。

- 1) 今回の模型については、列車走行時の支点反力―地盤加速度の周波数応答は列車速度によらずほぼ一定であり、列車走行時と重錘落下時の応答はほぼ同一である。
- 2) 振動対策上問題となることの多い、実物換算で20~30Hz付近の帯域の鉛直方向加速度は、今回の実験の範囲では支点反力と良く対応していることが確認できた。

本検討では、模型が小規模であるため、防振対策前後での振動値の変化を直接比較できる精度の実験は困難であった。現在縮尺1/40で試験土槽等を備えたやや規模の大きい模型を製作中であり、今後、地中防振壁その他の防振工の検討や、鉄道振動の発生伝播状況の検討などをおこないたいと考えている。

参考文献

- 1) 川谷: 交通振動制御の可能性 III ―アクティブコントロール, その他一、土木学会 第2回振動制御コロキウム PART A 構造物の振動制御(2), pp.203-210, 1993。