

鉄道振動に高架橋振動特性が及ぼす影響の模型実験

(財)鉄道総合技術研究所* 正会員 日向 哲
(株)日本物理探鑑** 鈴木文大
(財)鉄道総合技術研究所* 正会員 芦谷公稔
(財)鉄道総合技術研究所* 吉岡修

1 はじめに

走行列車による地盤振動は、構造物や地盤の振動特性に依存する。とくに新幹線列車による地盤振動値の大小は、列車の軸配置・速度によって決まる成分と各測点固有の振動増幅特性によってほぼ説明できる¹⁾。従って、構造物および地盤において適切に振動特性を変更させることができれば、地盤振動は低減できると考えられる。そこで、模型実験により構造物における各種振動対策の特性および効果について調べた。

2 模型実験の概要

実験のために、外部モータの牽引により8両編成の模型列車を走行させる走行試験装置を製作した。試験装置は山陽新幹線を想定したもので、長さの縮尺は1/40、時間の縮尺は1/4である。このうち、振動測定を実施する区間については、図1に示す樹脂製の模型ラーメン高架橋、および地盤置換により整備した模型地盤とした。模型ラーメン高架橋には、振動特性を現実近くするために鉛製のおもりを付加した。

今回は、ラーメン高架橋橋脚部に図2に示す3通りの振動対策を実施した場合の列車振動値の変化を調べた。これらの振動対策は、構造物の剛性の強化や列車荷重の分散のほか、卓越振動数や増幅倍率を変化させて走行列車固有の振動特性と同調しないようにすることを目的としたものである。なお、「内巻」とは各橋脚の内側に部材を追加し橋脚の太さを1.5倍にしたものである。また、「ブレース」とは橋脚と桁をブレースで剛結したもので、このような構造では地震時の安全性に問題があるとされているが、今回の実験では列車荷重の分散効果を最優先するものとした。



図1 走行試験装置

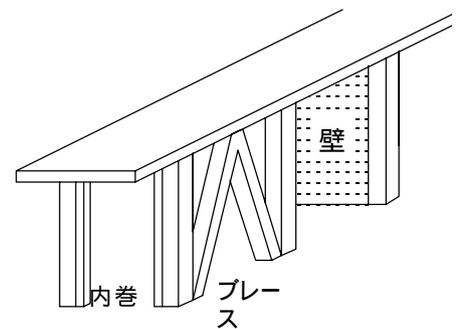


図2 対策内容

この試験装置を使用し、模型列車の速度を約16~29km/hの範囲で変化させて、地盤振動値を測定した。地盤振動値は、実測波形から直接読みとらず、V Lフィルタで処理したフーリエスペクトルからパワー和を計算しレベル値として求めた。

キーワード：鉄道振動、地盤振動対策、模型実験

連絡先：* 〒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

3 模型実験の結果

図3に、柱直上測点における振動値と列車速度との関係を示す。振動値は基本的に列車速度の向上に依存して増加するが、ある列車速度のときに振動値が著大になる場合があるといえる。また、通常状態・「内巻」の場合より「ブレース」・「壁」の場合に振動値が低くなっている。このことは、桁にかかる荷重が分散されたため柱そのものの上下動が低減されたことを示していると考えられる。従って、この模型のような条件では、「ブレース」や「壁」を設置することにより構造物や車両の上下振動を低減できる可能性があると考えられる。

次に、図4に柱近傍の地盤上測点における振動値と列車速度との関係を示す。「壁」の場合に振動値がやや低くなっている。従って、この模型のような条件では、「壁」を設置することにより沿線での地盤振動を低減できる可能性があると考えられる。

次に、低振動数帯域を強調した振動値と列車速度との関係を調べる。振動値は、V/Lフィルタで3回処理したフーリエスペクトルからパワー和を計算しレベル値として求めた。図5に、図4と同じ測点におけるこの振動値と列車速度との関係を示す。図4と異なり「内巻」の場合に振動値がやや低くなっている。従って、この条件では、「内巻」を設置することにより沿線での地盤振動を低減できる可能性があると考えられる。また、通常状態の振動値は、列車速度が増加するにつれむしろ低減されている。

振動対策の効果の差異、また振動値と列車速度との関係の差異については、今後詳細な検討が必要である。なお、列車速度が増加するにつれ振動値がむしろ低減される現象は、新幹線における振動測定において実際に発生することもある。

4 まとめ

1/40スケールの新幹線の模型を製作し、振動対策の効果調べた。その結果、測点・対策・地盤毎に異なった振動低減効果があることを確認した。今後は結果の一般化を図り、ほかの振動対策工も含めて適用性を検討したい。

参考文献

- 1) 日向・芦谷：列車走行時の地盤振動の解釈と予測のための簡易計算手法について，第35回地盤工学研究発表会

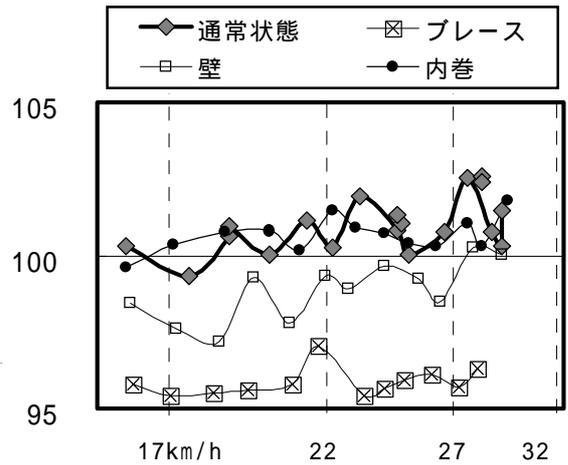


図3 柱直上測点 振動値と列車速度

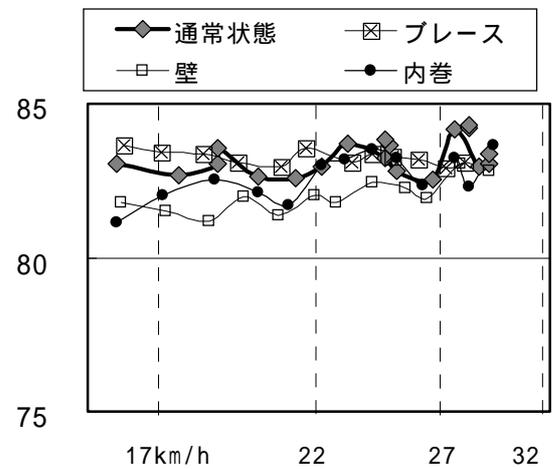


図4 地盤測点 振動値と列車速度

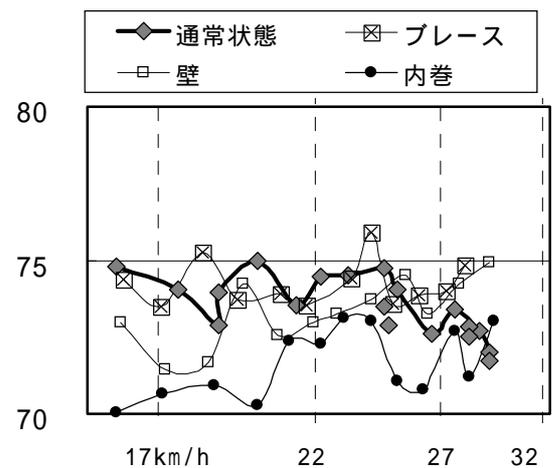


図5 地盤測点 低域強調振動値と列車速度