

道路橋から発生する振動特性調査と対策効果の解析

オリエンタルコンサルタンツ	正会員	○植田 知孝
高速道路総合技術研究所	正会員	長 船 寿一
高速道路総合技術研究所	正会員	山 本 稔
特許機器	正会員	水野 恵一郎
特許機器	正会員	丸 山 信明

1. 目的

本調査は、橋梁ジョイント部の衝撃振動を低減させる対策工の開発に必要な橋梁の挙動データ収集を目的に橋梁振動調査を行い、有限要素法(FEM)によるシミュレーションから対策の有効性について検討を行った。

2. 事前調査

(1) 調査方法

事前調査は、対象橋梁の振動特性を把握するため、過去の知見より車輛がジョイント部を通過時ジャンプするものと想定し、ジョイント部通過後タイヤが着地すると想定される地点(ジョイント部から10m程度)の第一走行車線の床版下面に振動ピックアップを4点設置した。

調査は大型車の単独走行5台とし、分析はFFT分析及び波形分析を行った。



図1 ピックアップの設置

(2) 調査結果

調査の結果、支間1/4付近で最も振動加速度が大きくなり、そのピーク周波数は、13.3Hzであった。ジョイント付近では30Hz以上にピーク周波数が見られ、波形分析結果からAPと応答が良いのは30~100Hzのフィルターで分析した結果であった。

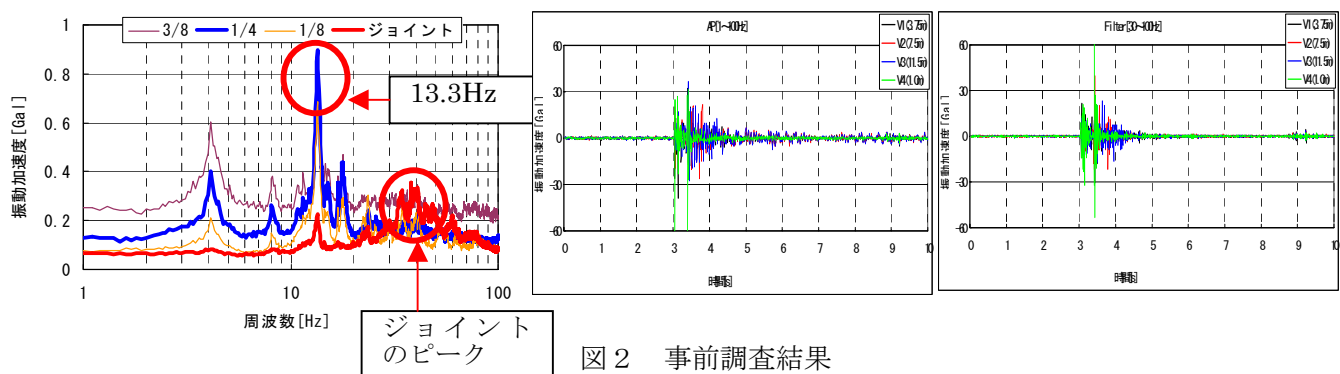


図2 事前調査結果

3. 本調査

(1) 調査方法

本調査は、事前調査結果を基に振動ピックアップを24点配置(図3)し、床版下面の橋梁振動は鉛直方向、主桁フランジの垂直方向を測定した。調査は、各調査地点を同期させ、大型車の単独走行状態及び10分間の平均値を測定した。併せてジョイント直下における低周波音及び橋脚部における地盤振動についても調査を行った。また、分析は、FFT分析及び波形分析を行い、ジョイント通過時の橋梁振動と平均的な橋梁振動について分析を行った。

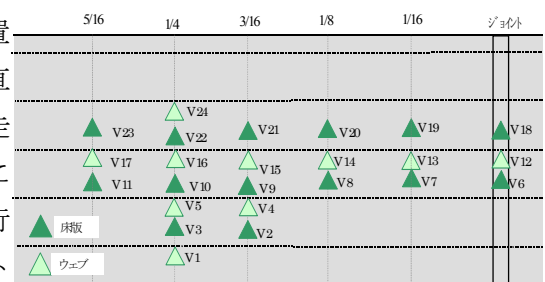


図3 本調査の測定点配置

キーワード ジョイント振動, 振動対策, 有限要素法, 周波数特性, TMD

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL:03-6311-7551

(2) 調査結果

1) 平均的な橋梁振動

10 分間の測定を 8 回実施し、平均的な橋梁振動の特性を把握した。

その結果、ジョイント付近で振動数 30Hz 以上の成分が卓越しているが、支間中央に近づくにつれ振動数 4Hz 及び 13.3Hz が卓越した成分となり、支間位置 1/4 では、特に振動数 13.3Hz の成分が大きく卓越する結果であった。

2) 大型車単独走行における橋梁振動

大型車単独走行による波形・FFT 分析は、車輛走行に伴う橋梁各部位の振動、低周波音を時系列的に捉えることにより、発生部位とその周波数特性を捉えることを目的に行った。その結果、FFT 分析では、振動加速度 (Gal) のレベルに違いは見られるが、支間中央に近づくにつれ振動数 4Hz 及び 13.3Hz が卓越する。一方ウェブでは支間位置に因らず振動数 30Hz～50Hz が卓越する結果であった。また、ジョイント周辺は振動数 30Hz 以上が卓越する結果であった。

フィルター波形分析から、床版の振動数 13～14Hz はジョイントを通過してから 3 秒程度遅れて発生する結果であった。これは車輛走行による移動加振もしくは路面凹凸による車輛加振が主な要因と考えられる。また、ジョイント付近では、ジョイントを踏んだ直後に発生する振動数 30Hz 以上の成分が卓越するが、その揺れの継続時間は 1 秒未満であった。

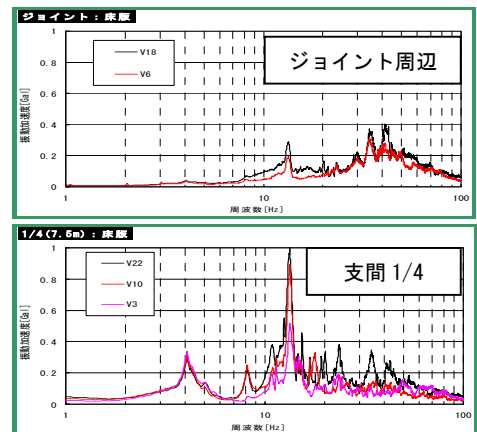


図4 10分間平均FFT分析結果

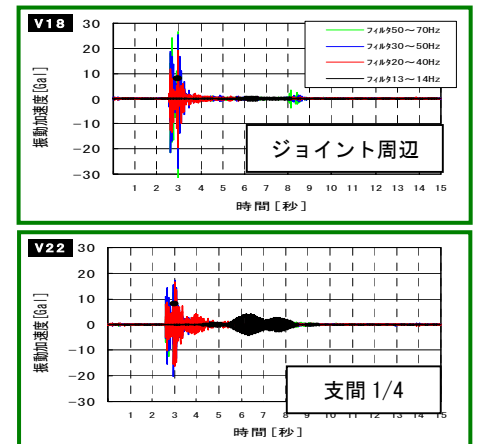


図5 大型車単独走行時のフィルター波形分析結果

4. シミュレーションによる検討

実測結果から、車両の走行に伴い 13Hz 付近にピークが見られることから、振動対策についてシミュレーションによる検討を行った。振動対策としては、通常 3～5Hz など比較的低い周波数に用いられている TMD に着目し、10 数 Hz 帯を対象に TMD がどの程度効果を発揮するか検討を行った。シミュレーションは、有限要素法により、固有値解析結果のモード形状と周波数が実測値とほぼ同じになるように各部材をモデル化した。(TMD は、重量 1.0t と 1.5t を併用)

解析の結果、19 基の TMD を設置することで、支間 1/4 付近の 10 数 Hz で最大 8dB の低減効果を得る結果となった。

5. まとめと今後の課題

本稿は、橋梁ジョイント部の衝撃振動を低減させる対策工の開発に必要な橋梁の挙動データ収集を目的に分析・解析を行い以下の知見を得た。

- ・ 10 分間平均、単独車データより、本橋梁の卓越周波数 (振動及び低周波音) は 4.0Hz と 13.3Hz であった。
- ・ 振動数 4.0Hz の振動や低周波音は、車輛がジョイントを通過したタイミングと異なっている。振動数 30Hz 以上の振動や低周波音は、車輛がジョイントを通過したタイミングで大きくなっている。
- ・ シミュレーションにより、10 数 Hz を対象に TMD を設置することで最大 8dB 程度の効果が得られた。しかし、解析結果は、あくまでシミュレーションであり、実際の設置や詳細な調査が必要である。

今後はこれらの振動特性を把握し、橋梁ジョイント部の振動及び支間部における 10 数 Hz の橋梁振動・低周波音を抑制する対策工の検討を行っていく。

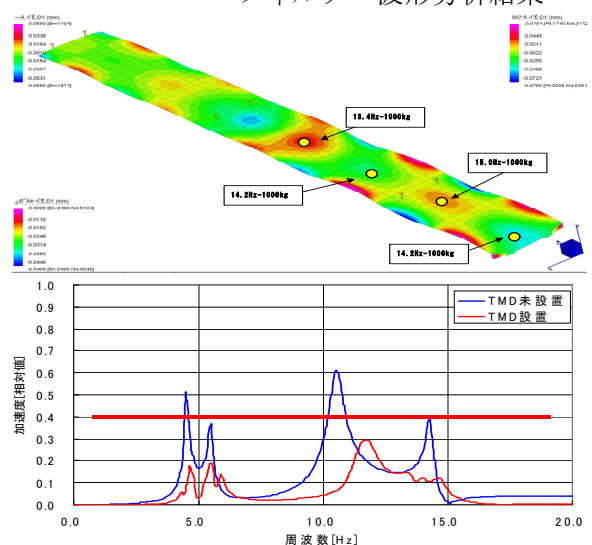


図6 シミュレーションによるTMD設置の効果検討