

舞夢みなと大橋の振動計測による耐震性能検証の試み

舞鶴工業高等専門学校 正会員 ○玉田 和也
舞鶴工業高等専門学校専攻科 学生会員 井尻 秀和

1. はじめに

本研究で対象とする橋梁は、水平反力分散支承および免震支承を使用して耐震性能を確保する形式の橋梁とする。これらの橋梁は3次元骨組みモデルによる時刻歴応答解析によって耐震設計されているが、実橋でその性能を確認することは稀である。そのため、橋梁の設計時の仮定を検証すると同時に維持管理の観点からも耐震性能の検証を行う必要があると考える。

2. 研究目的

本研究では3軸の加速度計を橋面に設置し、常時微動や車両走行時の水平振動を計測する。そして、計測結果と設計時に実施された動的解析による耐震設計とを比較し、耐震性能を検証する方法の可能性・実用性を研究する。

3. 対象橋梁 (写真1, 2)

研究対象とした「舞夢みなと大橋」は京都府が管理する橋梁で舞鶴国際埠頭への唯一のアクセス橋である。竣工は平成21年3月で建造後5年目の新設橋である。橋長は370m、幅員は道路部7.50m、歩道部2.50mである。上部工は6径間連続合成2主桁桁橋(支間長:56.5m+57.5m+80m+80m+47.5m+46.5m)で床版には合成床版が採用されている。下部工は逆T式橋台と張出式橋脚である。支承は水平反力分散支承であり、主桁直下の支承は鉛直反力と水平反力を、横桁部分の支承は水平反力を分担する形式(写真3)となっている。

4. 水平方向振動計測

本研究では、日本航空電子工業(株)製の3軸加速度計JA-M3Sを使用して支間中央部と橋脚上の2パターンのセンサー位置で計測し、サンプリング周波数1000Hzとし30分間連続で2回実施した。センサーは歩道外側の地覆付近に設置した。センサー配置の一例を図1に示す。

計測は、2013年9月25日の10時~13時に実施した。当日の天候は晴れ、気温は23.9℃であった。

5. 計測結果

計測結果の分析では、トレーラー走行による強制加振区間、トレーラーが橋梁を走り抜けた後の減衰振動区間、常時微動の3パターンの加速度波形をフーリエ変換した。橋軸および橋直方向ともに1次の固有振動数は3パターンとも大きな差は無かった。固有振動数の計測結果を表1に示す。

キーワード 維持管理, 弾性支承, 免震支承, 性能検証, 振動計測, 構造同定

連絡先 〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋234 舞鶴高専建設システム工学科 e-mail:tamada@maizuru-ct.ac.jp



写真1 舞夢みなと大橋全景



写真2 舞夢みなと大橋下面



写真3 水平反力分散支承



写真4 計測状況

6. 比較結果

本橋の設計計算書(動的解析)の値と実測値の他に簡易的な橋軸方向の橋梁全体弾性モデル(図2)を考え1自由度系の振動モデルとしても固有振動数を求めた。

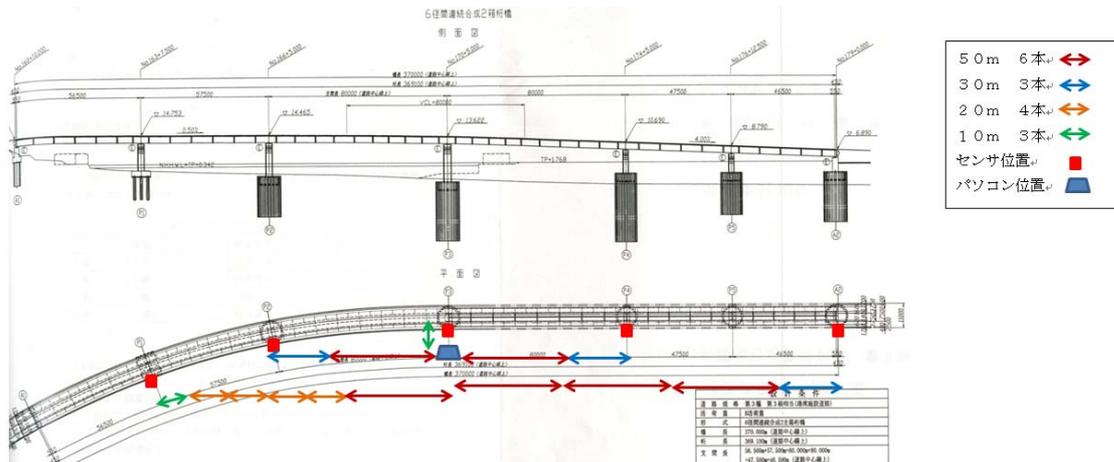


図1 センサー配置図

表1に示す橋軸方向の固有振動数を比較すると、地盤や橋脚の地震時のバネ乗数をモデル化している動的解析結果に対し、微小な振動を計測している実測値の方が大きくなる傾向は妥当と言える。ただし、その差34%は大きいので、地盤や橋脚のバネ乗数を無限大とし、支承の水平バネ乗数だけを考慮した1自由度系の計算を実施した。その結果、実測値は計算値より19%大きい結果となった。

表1 計測結果

		固有振動数 (Hz)
実測値	橋軸方向	1.241
	橋直方向	1.240
動的解析	橋軸方向	0.9261
	橋直方向	0.8627
振動方程式	橋軸方向	1.0446

7. まとめ

ゴム支承のバネ定数はゴム体の平面寸法と厚さ、ゴムのせん断弾性係数で算出され、設計上のせん断剛性は地震時の最大変位時と原点を結ぶ直線の傾きと定義されている(図3)。振動計測では微小な変位状態であるため、計測では、その領域での挙動を計測したことになる。以上より今回のように常時微動やトレーラーの運行による水平振動の計測によって弾性固定方式の橋梁の耐震性能を直接検証することは困難であることが分かった。

一方、維持管理を考えた場合、やはり検証は必要である。検証の方法として、①振動計測による検証を可能とするため、支承の製品検査の際、変形の初期領域のせん断弾性係数の計測を行い、最大変形時のせん断弾性係数との相関関係を明らかにする。②ジャッキで橋梁全体を変位(伸縮装置等の可動範囲内)させバネ乗数を直接確認する方法が考えられる。

維持管理における支承の性能確認の具体的手法の確立は、耐震性能の検証も含めた道路管理者の説明責任の一環として必要である。

謝辞

本研究は(財)国土技術研究センターの研究開発助成(平成24年度)を受けて実施したものである。また、計測は京都府港湾事務所の協力を得て実施することができました。本研究で使用した加速度センサーは、日本航空電子工業株式会社に提供いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 梶川靖男, 深田宰史, 林秀侃, 吉川実, 薄井玉尚: 支承特性差に着目した橋梁振動特性に関する研究, 構造工学論文集, 1997年3月
- 2) 山田均, 沢田繁樹, 篠原修二, 風間浩二: 弾性支承と桁連結構造を用いた既設高架橋の振動特性, 土木学会論文集, 1999年6月
- 3) 道路橋支承便覧, 社団法人日本道路協会, 平成16年4月

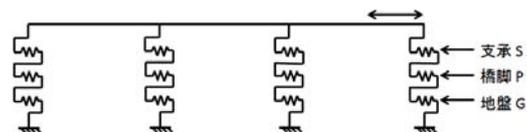


図2 弾性モデル

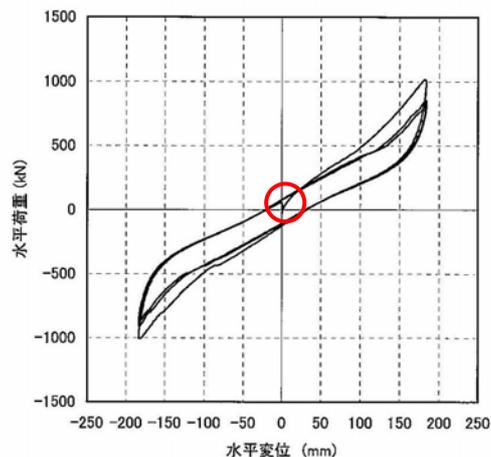


図3 ゴム支承の履歴曲線の一例