

高架橋上に設置されたF型柱道路情報板の交通振動の影響に関して

○中央大学 学生員 齋藤 京介
中央大学 正会員 佐藤 尚次

中央大学 正会員 平野 廣和
中央大学 正会員 連 重俊

1. はじめに

一般的に鉄製橋梁は、概ね3~5Hz程度の間固有振動数を有していることが知られている。また、標識柱などの橋梁付属構造物も、同様の範囲での固有振動数を有している。一方、大型車（総重量25t超車両）等のバネ下振動数（大型車走行による加振）もこの範囲に存在する。この3要素が共振を生じ、結果的に付属構造物等に疲労損傷が生じる¹⁾と推定される。

以上の背景から本研究では、写真-1に示す高架橋上に設置されたF型情報板支柱（以下、F型柱）を現地で振動計測を行う機会を得たので、本報ではこの計測結果を報告するものである。

2. 計測・解析

(1) 計測対象箇所

2014年6月27日及び8月20日に、F型柱の振動応答計測を実施した。ここでの橋梁形式は、上下車線分離型の4主桁3径間連続非合成鋼桁橋である。F型柱が設置されている位置は、図-1に示すように移動支承と固定支承の間であり、橋脚の直上位置でもなく、かつ新設横リブに伝達されている構造となっている。また、F型柱が設置されている支柱架台ブラケットの接合方法は、写真-2に示すように主桁ウェブ仕口に直接取り付けられた構造である。

(2) 応答加速度計測と解析手法

本計測では、無線連動式三軸加速度計（㈱ニチゾウテック社製：以下、加速度計）²⁾を計3台用いて、応答加速度の計測を行う。また、データのサンプリング数は100Hzであり、一回の計測あたり80秒間計測する。

ここで、図-2に加速度計設置箇所を示す。設置箇所は架台ブラケット上、横リブ上、F型柱頂部、F型柱先端部の計四箇所とする。ただし、加速度計保有台数の都合から計測日を二日に分け、それぞれの箇所の計測を行う。具体的にはF型柱先端部を6月27日に、他三箇所については8月20日に応答加速度計測を行った。

計測で得られた応答加速度からスペクトル解析を行い、卓越周波数を特定する。また、応答加速度を二重積分することにより変位を算出し、卓越変位方向を特定する。ここで、解析及び算出の際にはノイズの影響を考慮し、バンドパスフィルターとして1~10Hzの範囲でフィルタリングを行う。

(3) 固有振動数解析

汎用構造解析ソフトADINAを用い、F型柱の固有振動解析を行う。F型柱の寸法に関しては図-3に示す、さらにモデリングの際には図-4に示すように、支柱部、アーム部、情報板部の3部材として解析を行う。ここで、ブラケット断面をモデル化し、また点検架台については重量を情報板重量に加味するという仮定でモデル化を行う。各物性値に関しては表-1に示し、境界条



写真-1 F型柱



図-1 F型柱設置箇所



写真-2 設置場所

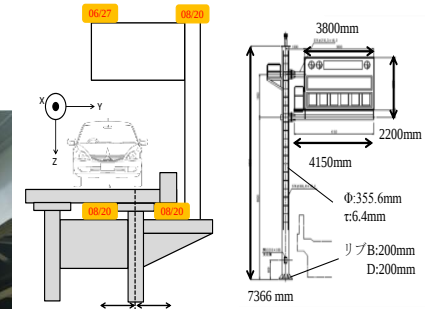


図-2 計測箇所

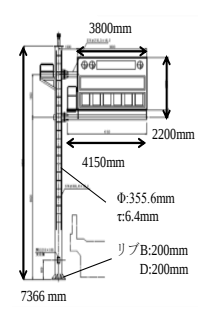


図-3 F型柱寸法

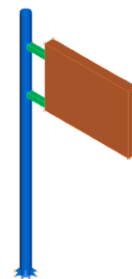


図-4 モデリング図

表-1 物性値

	質量[kg]	体積[m ³]	密度[kg/m ³]
支柱部	5.4×10^2	6.9×10^{-2}	7.8×10^3
アーム部	3.3×10	5.9×10^{-2}	5.8×10^2
情報板部	1.0×10^3	3.2	3.2×10^2

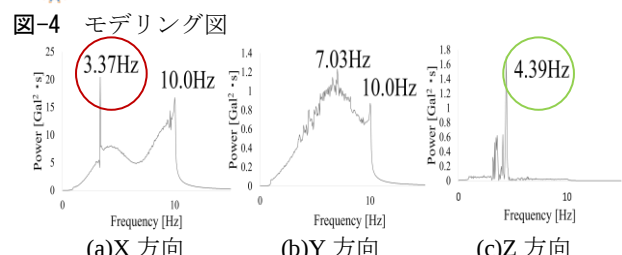


図-5 架台ブラケット パワースペクトル

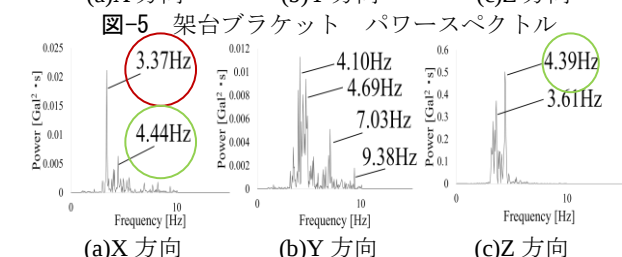


図-6 横リブ パワースペクトル

件はリブ及び支柱底部を完全固定とする。

(4) 通過車両調査

応答加速度計測時に路面上にビデオカメラを設置し、通過車両を記録することで通行台数や反対車線の影響を観察する。車両がF型柱を通過する時刻と、その際のZ方向の応答加速度を比較し車両の影響を確認する。

キーワード : 交通振動, F型情報板支柱, 固有振動解析

連絡先 : 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

3. 解析結果

(1) 固有振動数

F 型柱のパワースペクトル解析結果を、図-5～図-8 に示す。ここで、各 X 方向において 3.3Hz 付近の値が共通して卓越している。また、Z 方向においては 4.4Hz 付近の値が卓越していることが分かる。加えて、F 型柱頂部及び先端部を計測した図-7、図-8 については各方向とも 1.2Hz 付近の値が確認できた。

以上より、3.3Hz 付近の値は橋軸方向の橋梁全体系固有振動数であると考えられる。また、4.4Hz 付近の値は大型車のバネ下振動数および、Z 方向の橋梁全体系固有振動数の可能性がある。加えて、F 型柱頂部及び先端部にのみ 1.2Hz 付近の値が共通していることから、この値は F 型柱の固有振動数であると考えられる。

(2) 変位

表-2 に各方向成分の相対変位を示す。ただし計測開始時及び終了時の際に、手動操作による衝撃が混入してしまうため、10～70 秒間で最大値の判断を行う。各箇所の最大値を比較すると、F 型柱頂部及び F 型柱先端部では X 方向の変位が大きく、架台ブラケット上及び横リブでは Z 方向の変位が大きいことが分かる。ここで、F 型柱と橋梁主構造において、卓越変位方向が異なることから、F 型柱が接合されている架台ブラケット接合部主桁ウェブ付近の剛性が低く、局部的に応力集中発生の可能性が考えられる。

(3) 通過車両調査

図-9 に架台ブラケットと横リブの Z 方向の応答加速度を、時間軸で重ね合わせたものを示す。また、図-10 に計測時の交通量を示す。図-9 では 25～35 秒間に大きなピークが二つ存在しており、図-10 を見ると、その間に対象車線一台及び反対車線一台と、計二台の大型車が通過していることが分かる。しかし、通行台数の多い 60～70 秒間では大きな変化は見受けられない。以上より応答加速度では、通行台数よりも反対車線を含めた大型車通行が主な加振要因であると考えられる。

(4) F 型柱の固有振動数解析

図-11 に、ADINA を用いた F 型柱の固有振動解析結果を示す。固有振動数は 1 次モードが 1.137Hz、2 次モードが 1.448Hz、3 次モードが 3.668Hz となった。ここで、本研究で行った ADINA の解析結果と加速度計による計測値を比較すると、1 次及び 2 次モードでは加速度計で計測された 1.2Hz 付近の値に近い値が示され、この値が 3(1)で示した F 型柱の固有振動数であるという考えと一致する。しかし、3 次モードでは計測値と大きく異なる結果となった。これは、モデリングや重量の違いが原因であると考えられる。また、1 次モード及び 2 次モードの値が近値であることから、実際には双方のモードが混在し、加速度計に計測された可能性が考えられる。

4. おわりに

F 型柱のスペクトル解析により、1.2Hz 付近の値は F 型柱の固有振動数、3.3Hz 付近の値は橋軸方向の橋梁全体系固有振動数、4.4Hz 付近の値は大型車のバネ下振動数および Z 方向の橋梁全体系固有振動数であると考えられる。加えて、ADINA による固有振動数解析により、F 型柱の 1 次及び 2 次モードの固有振動数も同様に

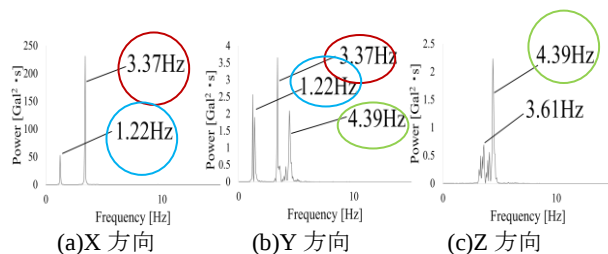


図-7 F 型柱頂部 パワースペクトル

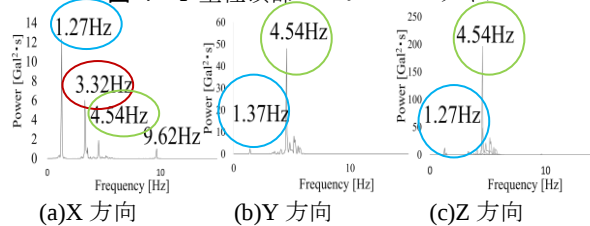


図-8 F 型柱先端部 パワースペクトル

表-2 相対変位最大値

架台ブラケット	横リブ	F型柱頂部	F型柱先端部
X. 0.20mm	X. 0.02mm	X. 2.13mm	X. 1.49mm
Y. 0.10mm	Y. 0.03mm	Y. 0.65mm	Y. 0.54mm
Z. 0.34mm	Z. 0.31mm	Z. 0.42mm	Z. 0.89mm

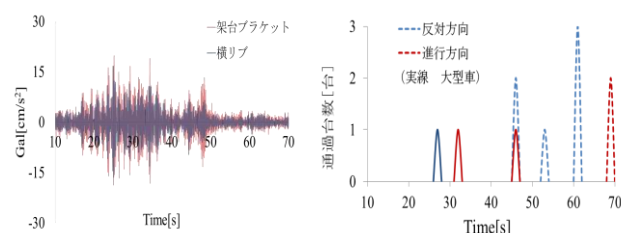


図-9 応答加速度

図-10 実交通量

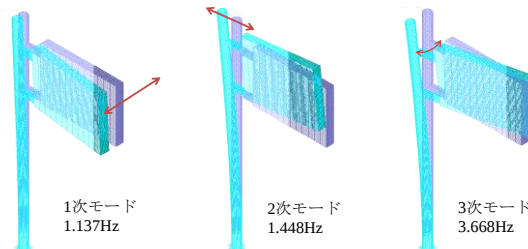


図-11 ADINA 解析結果

1.2Hz 付近の値となった。また、各方向固有振動数が 3～5Hz 付近に集中する傾向が見受けられる。加えて実交通量との比較より、通行台数よりも反対車線を含めた大型車の影響が大きいことから、各方向振動数が大型車振動と共振する可能性も考えられる。

変位解析では、F 型柱と架台ブラケットおよび横リブで卓越変位方向が異なり、局部的に応力集中の可能性が考えられる結果となった。

今後の展望として、桁構造や支承形式など、構造形式の違う箇所の計測を進め、データプロファイリングを行い、今後の対策指針を示したいと思う。

謝辞：本研究を行うに際し、中日本高速道路(株) 東京支社及び中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)の協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 金子勇佑:独立柱状構造物における制振対策に関する研究, 土木学会関東支部技術研究発表, 2010.
- 嶋澤隆介:片持ち式標識柱における非接触計測を用いた振動時発生応力推定方法の検討, 土木学会関東支部技術研究発表, 2005.