

都市高架橋上での振動を考慮した片持ち式柱の振動特性の検討

○中央大学 学生員 有田新平 積水樹脂㈱ 正会員 安部和隆
中央大学 正会員 平野廣和 中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

阪神淡路大震災以後設計基準が改訂され耐震性を高めるために橋梁の免震化が促進されてきた。その影響で上部構造物は揺れ易くなり、従来の風だけではなく橋梁上を通過する走行車両により生じる加振作用を受けることとなっている。特に橋梁上に設置されている付属構造物である標識柱・照明柱などの片持ち式柱構造物は、これらの影響を直接受けることになり、柱の取付部などの応力集中部において疲労損傷を生じる可能性が高くなって来ている¹⁾。原因として考えられることは、付属構造物のほとんどが標準設計としての基準があり、製造段階で設置場所との照査が義務付けされていないこと、さらに交通量の増大および金属沓からゴム沓等への移行に伴い以前より交通振動の影響を受けやすい環境下に置かれていることにある²⁾。

本報では、この片持ち式柱の振動耐久性評価の基礎データ作りを目的として、都市高架橋上に設置されている構造物である監視カメラを備え付けるための ITV 柱の現地計測を行う。標識柱等と若干形状は異なるが、振動特性を調べるには有効である。なお、一般的にはこの構造物には制振装置が付いているが、この装置の交換時に計測することができたので、制振装置無しの状態に関して報告する。

2. 計測概要

現地の状況を図-1 に示す。計測は事前現地交通量調査結果から深夜においても大型車の交通量が極端に減少しないポイントにおいて、夜間交通規制実施時間内に行った。計測箇所及び計測項目については図-2 に示すように、ITV 柱頂部及び路面の加速度をそれぞれ三軸加速度計を用いて水平 2 方向成分、鉛直 1 方向成分を計測した。計測データはデータロガーを介して直接パーソナルコンピュータに取り込み記録した。データのサンプリング周波数は 100Hz として一回の計測につき 5 分間の連続計測を行った。

3. 計測結果

計測より得られた 320 秒間の ITV 柱頂部の橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直方向の応答加速度とそのパワースペクトルを図-3 に、同路面上を図-4 にそれぞれ示す。

図-3 より、ITV 柱の橋軸直角方向では応答加速度が

500Gal を数回超えており、最大で 1000Gal 程度の応答加速度が生じている。これは、橋軸方向、鉛直方向と比べても非常に応答が大きい。また、パワースペクトルより縦軸の目盛りを同一にすると橋軸直角方向が最も卓越していることがわかる。これらのことから ITV 柱の応答のモードは、橋軸直角方向が主であるといえる。また、

その橋軸直角方向の卓越した周波数は 3.32Hz である。一般的に橋梁付属物の固有周波数は 2~4Hz にあり、これと合致している。

次に桁に関しては、図-4 に示す通り、路面の鉛直方向の加速度は最大のもので 60Gal 程度であるのに対して、橋軸直角方向では最大で 20Gal 程度であり、鉛直方向が 2~3 倍程度である。このことから路面の振動の主たるものが鉛直方向であることがわかり、これが橋梁付属物にとっての起振源となっている。またその卓越周波数は 2.24Hz である。橋軸方向、橋軸直角方向のパワースペクトルでは、多くの周波数成分が存在しており、鉛直方向のものに比べると微小である。

ところで、ITV 柱頂部橋軸直角方向で特に大きな加速度が生じている 74.48 s、295.86 s での 777.67Gal、1004.69Gal に対応する路面の鉛直方向の加速度は、58.67Gal、58.21Gal であり路面における最大の時間の加速度と一致している。これらから ITV 柱の振動に路面の鉛直加速度が大きく寄与していることがわかる。

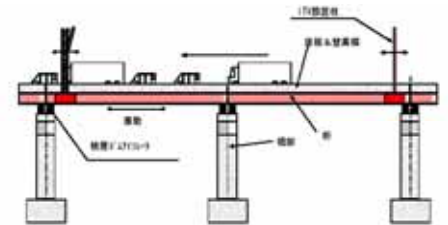


図-1 現地の状況

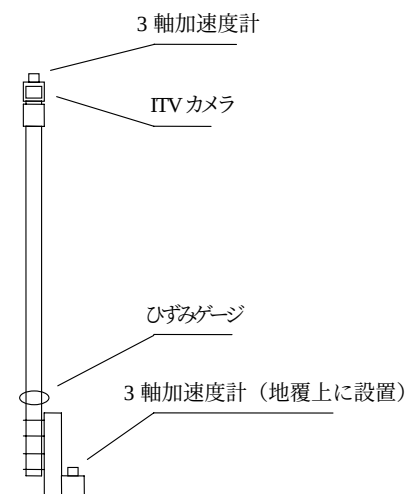


図-2 計測概要

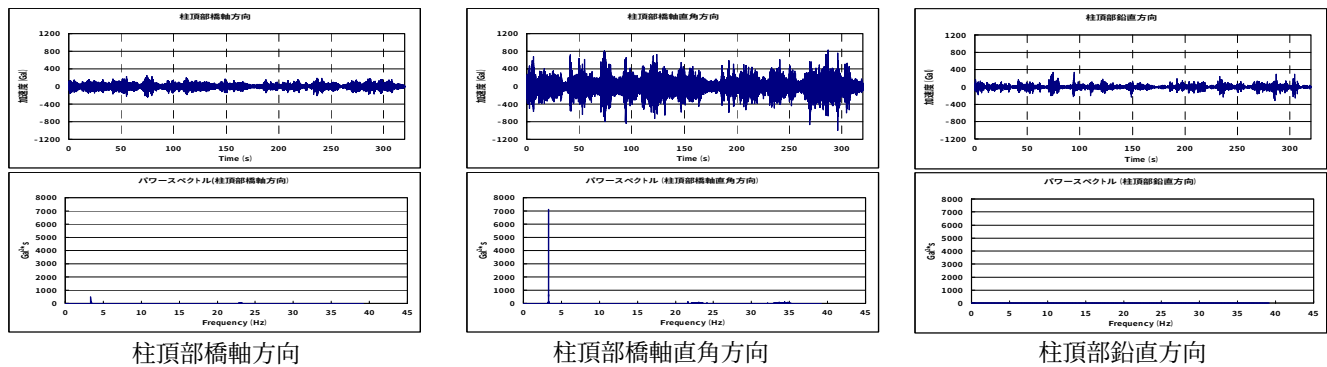


図-3 柱応答加速度、パワースペクトル

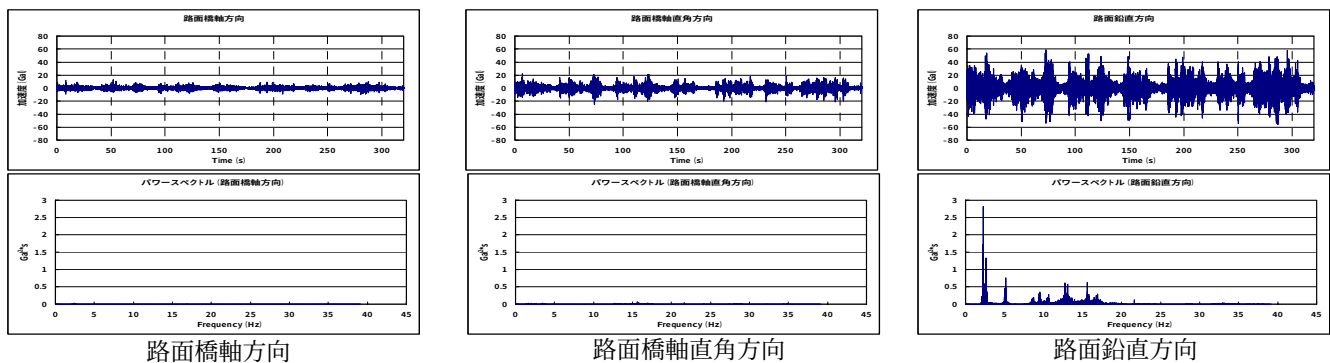


図-4 路面応答加速度、パワースペクトル

図-5 に柱頂部橋軸直角方向の元波形に 10Hz のローパスフィルターをかけた波形を示す。ITV 柱の固有振動数は図-4 のパワースペクトルからわかるように 3Hz 付近にあり、元波形にローパスフィルターをかけて高周波成分をカットして固有振動波形を取り出すことができる。固有振動の最大値は 300Gal 程である。次に図-6 に ITV 柱基部に取り付けたひずみゲージのデータから算出した橋軸直角方向の発生応力の波形を示す。両者の比較より、柱基部の発生応力の波形は柱頂部の固有振動波形と同様の傾向を示していることがわかる。このことから、柱基部の発生応力は高周波成分によるのではなく柱の固有振動に寄与していることがわかる。

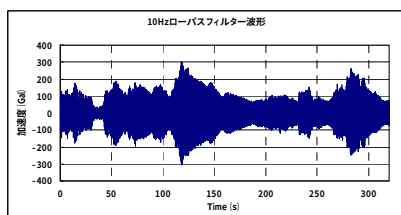


図-5 10Hz ローパスフィルター加速度波形
(柱橋軸直角方向)

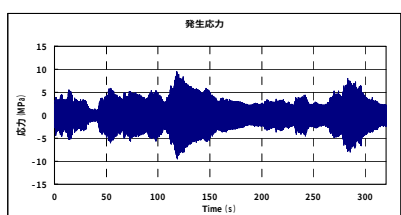


図-6 基部発生応力

4. まとめ

片持ち式柱構造の ITV 柱無制振時の現地実測データから以下のことがわかった。

- ① 車両通過時の衝撃による桁の振動は、鉛直方向が主であり、橋梁付属物に影響を与える周波数はこの鉛直方向の卓越周波数である。
- ② ITV 柱の振動は橋軸直角方向の面内 1 次のモードが支配的である。
- ③ 橋梁付属物に発生する応力は、それ自身の固有振動に寄与している。

また、橋梁付属物である ITV 柱の卓越周波数は橋軸直角方向の 3.32Hz であり、桁の鉛直方向の卓越周波数 2.24Hz と近いものとなっているとわかる。橋梁付属物が 2~4Hz の間に全て入っている可能性がある。そして、大型車両通過時の交通振動で、ITV 柱が共振振動を起こしていることは十分に考えられる。

本報では、ITV 柱を対象に計測を行ったが、他にも橋梁付属構造物である標識柱などでも、同様な現象が起きていると推測できる。交通振動による繰返し荷重によって疲労破壊する懸念もあり、今後その照査方法も考えていかなければならない。

参考文献

- 1) 小塩達也, 李相勲, 山田健太郎, 森成顕, 森下宣明: 交通荷重による標識柱の振動と疲労耐久性, 構造工学論文集, Vol.47A, pp.1009-1071, 2001.3.
- 2) 山田健太郎, 近藤明雅, 小林且典, 宮本信治, 荒木準一: 鋼管柱基部の疲労強度, 構造工学論文集, Vol.38A, pp.1045-1054, 1992.3.