

多方向転動型同調質量ダンパーによる長柱構造物の制振対策と実橋実験

トーニチコンサルタント 正会員 三木孝則*） 十川ゴム 正会員 井田剛史
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

近年橋梁の振動により、標識柱・照明柱等橋梁付属物の基部が破損や折損を起こすといった現象が問題視され始めている。その原因としては、阪神淡路大震災以後の橋梁において支承に積層ゴムを用いたため、橋自体が揺れやすくなったという背景がある。また、既往の研究によると、高架橋の桁自身の固有振動数と、橋梁付属物の固有振動数が両者とも2～4Hz程度であり、桁の振動により橋梁付属物が共振を起こす可能性も指摘されている。

そこで、本研究ではコスト面の事も視野に入れた上で、既存の標識柱・照明柱等の揺れを抑えて延命することのできる、簡単かつ低コストの制振装置を開発してきた。本報告では橋梁付属構造物の一つである都市部の高架橋に設置された監視用 ITV 柱に転動型同調質量ダンパー（TRMD）を設置することにより、監視用 ITV 柱を制振させることを目的として現地計測を行った。



図-1 転動型同調質量ダンパー

2. 計測概要

多方向転動型同調質量ダンパーとは、図-1 に示す様に、転動する球とそれを受ける減衰効果を高めるために粘弾性体である合成ゴムで構成された半球状の容器でなっている。計測を行った ITV 柱は、既存の水平方向に効果のある TMD タイプの制振装置が内蔵されているものの、大型車両の増大にともない鉛直振動も含めて支柱の振幅が大きくなり必要な映像を得ることが困難な状況が発生している。そこで転動型同調質量ダンパーを設置することにより監視用 ITV 柱を制振させ構造の疲労寿命を延ばすとともに、カメラの視認性を向上させることが重要な要求性能となった。

転動型同調質量ダンパーを設置した位置は監視用 ITV カメラ直下の鋼管内に内蔵させる形で取り付けた。計測は10分間の計測を1時間毎に2週間に渡って行った。また制振装置取り付け時に無制振時のデータを計測した。

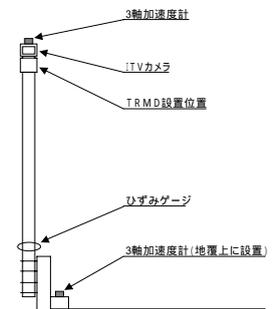


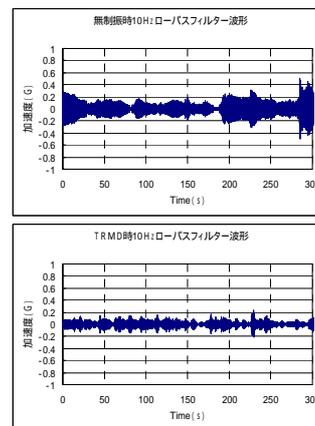
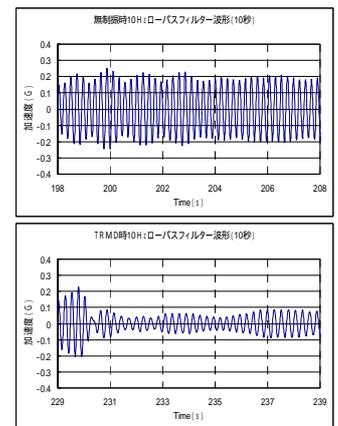
図-2 計測概要

計測箇所及び計測事項については図-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。また ITV 柱基部にひずみゲージを貼り付けた。

3. 水平方向計測結果

3.1 水平方向計測波形

図-3 に無制振時、及び TRMD 時の計測により得られた水平方向加速度元波形に10Hzのローパスフィルターをかけた波形を示す。ITV 柱の固有振動数は後に示すパワースペクトルからわかるように4Hz付近にあり、元波形にローパスフィルターをかけることにより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。これらのデータは同一の ITV 柱を用い上記の2通りに

図-3 柱頂部橋軸直角方向
10Hzローパスフィルター加
速度波形図-4 柱頂部橋軸直角方向
10Hzローパスフィルター加
速度波形(10秒抜き出しデータ)

Key Words : 制振装置、振動、橋梁付属構造物、ITV 柱

*) 研究当時 中央大学大学院 〒122-8551 東京都文京区春日 1-13-27 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

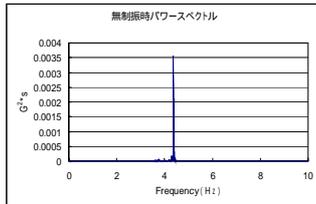


図-5 柱頂部橋軸直角方向パ
ワースペクトル(データ全体)

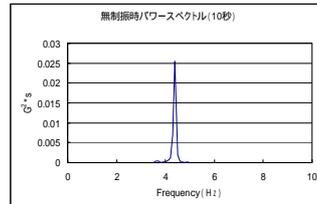


図-6 柱頂部橋軸直角方向
パワースペクトル(10秒)

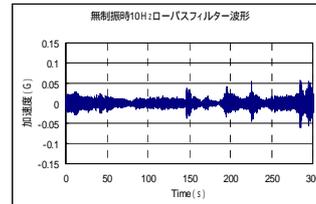


図-7 柱頂部鉛直方向10Hzロ
ーパスフィルター加速度波形

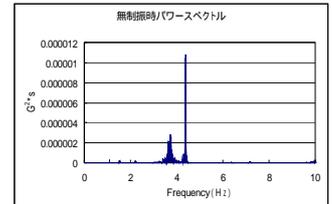


図-8 柱頂部鉛直方向パワ
ースペクトル(データ全体)

条件を変え交通振動により計測しているため、交通振動条件としては全く同一のものにはなり得ないが、できる限り計測時間帯を合わせる等により計測条件を揃えている。これらの波形は計測の中で最も大きい加速度が発生していた ITV 柱頂部の橋軸直角方向のデータである。図-3 より、無制振時は交通振動により生じた ITV 柱の振動が時間が経過してもなかなか減衰しない状況が確認できるのに対して、TRMD 時は振動の減衰作用が確認できる。特に起振力が作用してからの減衰の早さ及び最大加速度を低減させる効果ともに優れていることが波形からわかる。

3.2 水平方向加速度同加速度時抜き出し検討

図-4 に図-3 に示した柱頂部橋軸直角方向 10Hz ローパスフィルター加速度波形のそれぞれの 2 ケースから 0.2G 相当の加速度が生じた前後 10 秒を抜き出した波形を示す。図-4 から無制振時、及び TRMD 時の 0.2G 相当の加速度が生じてからの減衰の様子がわかる。図-4 から無制振時と比べ TRMD 時は ITV 柱の固有振動成分を減衰させていることがわかる。

3.3 水平方向のパワースペクトル

元波形に含まれる ITV 柱の固有振動数と、固有振動数の卓越状況を見るために、2 ケースの元波形におけるパワースペクトルを算出した。図-5 に 10 分間の計測 1 回分の元波形計測データから算出したパワースペクトルを、図-6 に前章で抜き出した 10 秒間の元波形から算出したパワースペクトルをそれぞれ示す。図-5、図-6 から無制振時と比べ TRMD 時はパワースペクトルの低減がみられる。また、図-6 のスペクトルの形には特徴的な違いがみられ、TRMD 時にはスペクトルの形が複数のピークに分かれるようになっていることがわかる、こ

のことから TRMD が ITV 柱の固有振動成分を効率よく低減させ、分散させていることがわかる。

4. 鉛直方向計測結果

4.1 鉛直方向計測波形

図-7 に柱頂部鉛直方向加速度元波形に 10Hz のローパスフィルターをかけた波形を示す。無制振時、TRMD 時 2 ケースを比較すると、無制振時に比べ TRMD 時は水平方向同様に減衰の早さ及び最大加速度の低減効果が波形から確認できる。

4.2 鉛直方向のパワースペクトル

図-8 に 1 回分の元波形計測データから算出した鉛直方向のパワースペクトルを示す。図-8 より無制振時に比べ TRMD 時にはパワースペクトルの低減がみられる。水平方向の結果と同様に TRMD 時は高い低減効果を示している。このことから TRMD は鉛直方向の高加速度に対しては、転動子の球が受け皿の合成ゴムに衝突することによる衝撃ダンパーの効果が効率的に働いていることがわかる。

5. まとめ

本研究で提案した多方向転動型同調質量ダンパーが長柱構造物の制振に有効であることが、都市部の高架橋での現地計測から確認できた。特に今回の監視用 ITV 柱での長期計測により、本ダンパーには、水平方向及び鉛直方向の多方向に対して高い制振性能を有していることが得られた。

参考文献

- 1) 山田健太郎他：鋼管柱基部の疲労強度、構造工学論文集、Vol.38A、pp.1045-1054、1992.3.
- 2) 高橋他：転動型同調質量ダンパーを用いた標識柱の制振対策、土木学会第 58 回年次学術講演会、2003