

多方向制振装置を用いた標識柱の制振対策

中央大学 ○学生会員 高橋 多佳子
(株)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

阪神・淡路大震災後の道路橋では、大規模地震への対策として支承に積層ゴムが多く適用された。これにより、橋自身が揺れ易くなり図-1 のような標識柱・照明柱などの付属物が繰り返し振動を受けるようになった。その結果、基部の破損や折損といった現象が見られるに至っている。しかし、コスト面の問題などから、特別な補強などの対策がとられていないのが現状である。そこで、本研究では新しい制振装置を開発し、低コストでかつ簡単な制振対策を行うことにより橋梁付属物の延命策の一つを提案することを目的とする。



図-1 標識柱



図-2 制振装置

2. 装置の設計

島崎¹⁾らが提案した TRMD は、簡単でかつ小スペースであり、照明柱などの制振に関する実績を有している。しかし、これは制振方向が一方方向²⁾のみであることから、標識柱や照明柱などの平面方向に複雑な円運動をする場合には制振効果が十分に発揮できないことも考えられる。そこで、本研究ではこのことを考慮した多方向用の制振装置を検討した。制振装置は、図-2 に示す様に球状の転動子と半球状の外殻から構成されている。

パッシブタイプの制振装置は構造物の振動エネルギーを消散させることが基本である。消散エネルギーを

大きくするためには、構造物の振動に伴う制振装置の振動応答を大きくすることが必要であり、それには構造物の振動と共振するように制振装置の固有振動数を設計する。装置の固有振動数は次式²⁾で求める。

$$f_t = \frac{1}{2p} \sqrt{\frac{2g}{3l}}$$
$$l = \frac{D - d_0}{2}$$

f_t , g , D , d_0 はそれぞれ固有振動数, 重力加速度, 外殻の直径, 転動子の直径にあたる。この式より, 装置の緒元を求めるものとする。

3. 標識柱の固有振動数

標識柱の高さ, 重さは統一されているわけではなく, 標識の種類によって柱固有の振動は変わってくる。一般道に取り付けられている標識柱の固有振動数を測定したところ, 表-1 のような結果が得られた。

表-1 一般道の標識の固有振動数

	標識	標識	標識	標識
高さ[mm]	2410	3190	2770	2590
付属物	標識 1個	標識2個	鏡1個	標識1個
固有振動数[Hz]	7.47	3.83	5.42	6.12

これより, ばらつきはあるものの, 3~8Hz 内に収まるものと考察できる。よって, 本研究ではまず固有振動数が 5Hz 付近の標識柱を対象として進める。

4. 数値解析

標識柱の固有振動数をボールの固有振動数の式から導き, 6.25Hz として数値解析を行った。この値より装置の外殻と転動子(図-2 参照)の直径は 60mm, 50.8mm とした。解析には 4 次のルンゲ・クッタ法を用いた。解析結果を図-3 に示す。

図-3 より, 制振装置設置することにより, 振動を短時間で減衰させることができた。このことにより, 理論的にはこの制振装置での制振は有効なものであることがわかった。

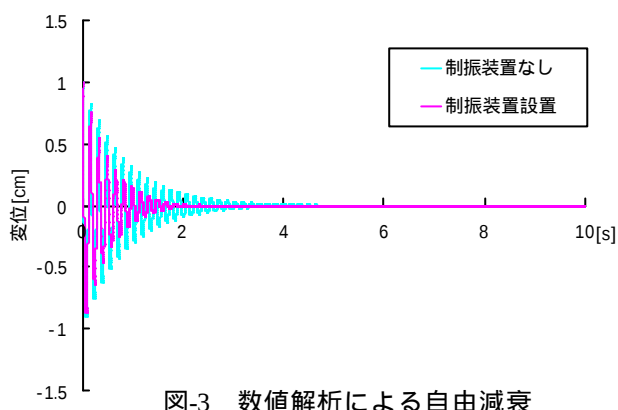


図-3 数値解析による自由減衰

5. 実験

数値解析結果を踏まえ、実際にポールに制振装置を取り付けて、制振効果を確認する実験を行う。

制振の対象物としたポールは、一般的な標識柱に用いられている直径であるφ48.6の鋼管パイプである。固有振動数は、鋼管長さ調節して約6Hzとした。また、制振装置の外殻・転動子の直径は数値解析に用いた値と同じφ60、φ50.8とした。

論文²⁾での検討から、この装置の効率には装置自体の減衰が大きくかわってくるということがわかっている。そのため、本実験では転動子と外殻との摩擦抵抗を大きくする工夫を施した。具体的には外殻にゴムライジングを使用することにした。なお、転動子にも加工を施すことを試みたが、球形状の物体への加工は難しいため、製作過程の簡易性を考慮してここでは特に何も施さない鋼鉄にメッキを施したものとした。

本実験では、加振機を用いて約 1.4m/s^2 の衝撃波を与え、そのときの自由減衰を計測し、制振装置の有無で結果を比較した。ところで、計測データにノイズが混入することもあるので、得られた波形データから自己相関係数を取ることによって、不規則成分を除去した後に結果の比較検討を行った。自由減衰状態の結果を図-4に示す。

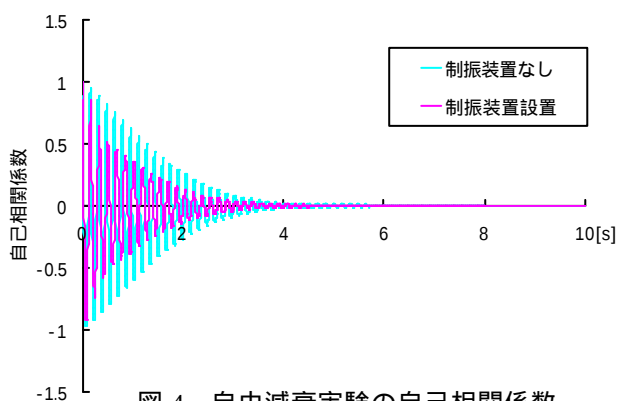


図-4 自由減衰実験の自己相関係数

6. 実験結果

図-4の制振装置の有無による違いより、制振効果を確認することができる。

次にポールに重りを付加することによってポールの固有振動数を変化させて装置の有無の違いを計測した。計測はそれぞれの振動数で4回ずつとした。その結果を図-5示す。なお、固有振動数が制振装置設置時に低くなっているのは、制振装置を設置することによって、転動子の質量が上乘せされ、固有振動数が低くなったと考えられる。

この実験より周波数が6.25Hzの時に制振装置を設置した場合（設置後5.88Hz）の対数減衰率が最大になった。からにかけての変化率が小さいことから、6~7Hzの間で対数減衰率は最大になると考えられる。ところで、転動子の固有振動数は約6Hzになるように調整しているので、ポールと制振装置の固有振動数が近くなれば、減衰効果が認められると予想できる。これは従来のTMDと同様なことである。

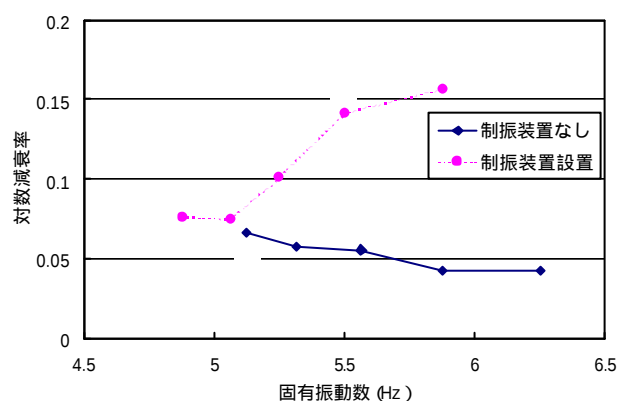


図-5 ポールの固有振動数と減衰の関係

7. おわりに

両者の固有振動数が一致すれば、大きな減衰が得られることがわかった。ところで、本研究は簡易かつ低コストを目的としているので、使用する部品は広く一般に流通している規格製品を用いた。しかし規格品を用いるには、反面制約が大きくなることであり、いかに両者の固有振動数を調節するかが今後の課題である。

参考文献

- 1) 尾畑守夫, 森尻歩, 島崎洋治: 転動型制振装置の自由振動における制振効果, 構造工学論文集 Vol.47A, 2001/3
- 2) 高橋多佳子, 平野廣和, 佐藤尚次: 中規模独立塔状構造物の制振対策, 第57回年次学術講演会講演概要集 2002/9