

照明柱の振動応答に及ぼすチェーンダンパーの 制振効果に関する 2, 3 の解析検討

住友金属建材(株) 正会員○立石一真
住友金属建材(株) 正会員 飯田 毅
鹿児島大学工学部 正会員 河野健二

1. 緒言

海峡部や沿岸部等に設置される照明柱等の柱状構造物が風による影響で大きく振動し、構造物が疲労破壊を起こす可能性があり、特に渦励振により大きな振動が発生する場合があることが報告されている¹⁾。振動対策がいろいろと検討されており、そのうちの 1 つとしてチェーンダンパーを用いる方法が提案・実用化され²⁾、実験等によって得られた制振効果を解析モデルを用いて評価した研究が飯田・河野によって報告されている³⁾。また、柱状構造物が疲労破壊を起こす要因は風だけでなく高架橋等の走行荷重による振動による影響も大いにあるといわれている。ここでは照明柱の実大実験結果を用いて多自由度系振動モデルで解析の妥当性を比較検証するとともに、高架橋等に設置される照明柱の橋梁振動に対するチェーンダンパーの制振の可能性を解析的に検討したので報告する。

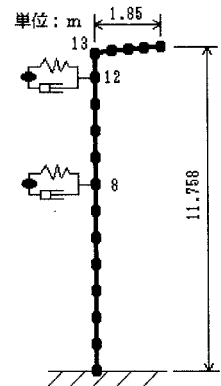


図 1 照明柱の解析モデル

2. 多自由度系振動モデルの解析的検討と実大実験結果との比較

多自由度系構造物にチェーンダンパーを付加した場合の制振効果は、構造物の質量 m_1 とチェーンの質量 m_2 との質量比(m_1/m_2)、チェーンとそれを取り付ける外装管との間隔、構造物の固有振動数等のパラメータによって表される。チェーンダンパーによる減衰定数は構造物の応答の関数となり、非線形となるため繰返し応答解析によって求められる。

図 1 に示すように照明柱を多自由度系で表し、チェーンダンパーによる制振効果について解析的に検討する。図 1 の解析モデルは明石海峡大橋に設置された丸テーパー型照明柱をもとにチェーンダンパーを節点 8 と節点 12 に取り付けのように設定した。この位置に取付けたのは渦励振の影響が特に大きい 3 次振動を制振することを主とするためである。表 1 は実大の自由振動実験ならびにここでの解析で得られた固有振動数、減衰定数をとりまとめたものである。図 2 は質量比 38 においてチェーンダンパーの有無について 1 次～3 次振動に対する周波数応答関数を示したものである。図 3 はストローハル数 0.18、揚力係数 0.3 とした際、風速変化に対する渦励振による変位応答を照明柱頂部の節点 13 について示したものである。図 3 より渦励振の影響が特に大きい 3 次振動に相当する風速約 13 m のときの応答がチェーンダンパー付与により大きく低減されており約 1/5 程度になってい

表 1 実験値と解析値

		1 次	2 次	3 次
振動数 (Hz)	実測値	1.10	4.90	8.75
	解析値	1.004	5.605	10.480
減衰定数	実験値	0.00497	0.01358	0.01735
	解析値	0.00392	0.00462	0.01862

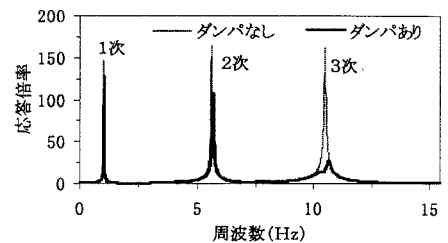


図 2 照明柱の周波数応答解析

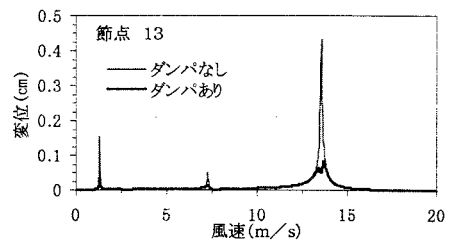


図 3 渦励振による変位応答

ることがわかる。また図2より3次振動の応答倍率が約 1/6 と極めて低減することがわかる。表1より、1～3次の減衰定数において解析値は2次を除き実験値と妥当な一致を示しており本解析が実用に供し得ると考えられる。とくに図2、3より3次振動に対しチェーンダンパーが有効に機能していることがわかる。

3. 橋の振動に対する制振の可能性検討

図4に示すように照明柱を多自由度系で表し、チェーンダンパーによる制振の可能性について検討する。本解析モデルは高架橋に設置される丸テーパー直線型照明柱を想定して、チェーンダンパーを節点10に取付けた場合である。一般橋梁の1次の固有振動数は2～6Hz領域にある場合が多いので、ここでの検討では照明柱の2次振動までを対象とした。ダンパー無の1次、2次の振動モードを図5に示す。図6は質量比15のときのチェーンダンパーがある場合とない場合について1次振動モードと2次振動モードに対する周波数応答関数を示したものである。図6より1次、2次振動ともチェーンダンパー付与により応答倍率が極めて低減することがわかり、取付方法等の変更で走行荷重による橋の振動に対してもチェーンダンパーが有効に機能することが期待できる。

4. 結言

チェーンダンパーの制振効果に関し照明柱を多自由度系振動モデルで解析した結果、以下のことが言える。

- 1) 本解析モデルにより得られる減衰定数は実大照明柱の自由振動実験から得られる値と妥当な一致を示し、本解析が実用に供しうると考えられる。また、渦励振による振動の3次振動に対しチェーンダンパーが有効に機能することがわかる。
- 2) 一般橋梁の走行荷重による振動に対しても1次振動の振動数領域において照明柱が共振する可能性があるが、チェーンダンパーを照明柱頂部に取り付けることにより制振効果が顕著に発揮されることが確認できた。
- 3) 上記1)、2)より構造物の振動特性を考慮し、チェーンダンパーの取付方法等を検討することにより、照明柱等の柱状構造物を効果的に制振できることがわかった。

参考文献

- 1) 例えば 山田勝彦, 飯田毅, 和泉有祐, 多田仁志: 照明柱の風による振動とチェーンダンパーの制振効果 (その1, 現地計測と小型模型振動実験), 土木学会第43回年次学術講演会, 1988.10
- 2) 山田勝彦, 秋本茂男: 大鳴門橋照明用柱の耐風検討, 本四技報, No.36, 1985, pp.26-29
- 3) 飯田毅, 河野健二: 風による渦励振を受ける照明用柱の振動応答に及ぼすチェーンダンパーの制振効果について, 土木学会論文集 第I部門 (投稿中)

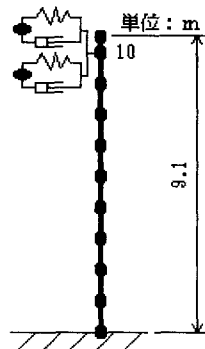


図4 照明柱の解析モデル

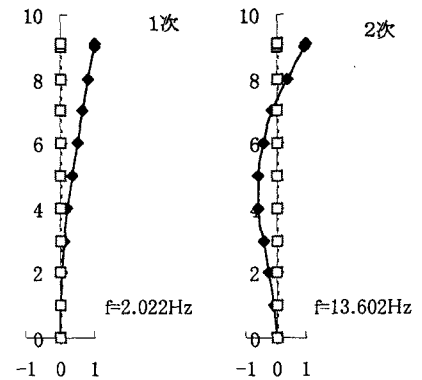


図5 振動モード

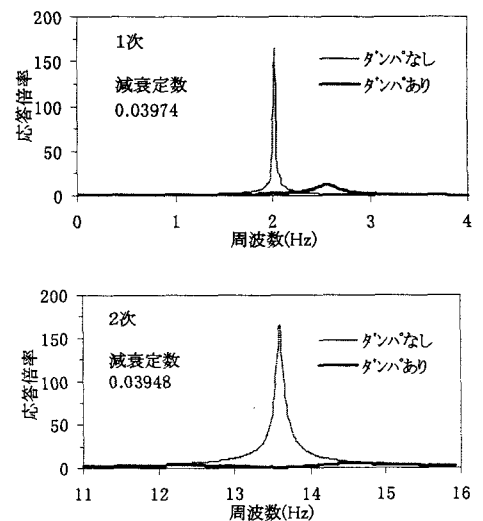


図6 照明柱の周波数応答解析