

I-308

照明柱の風による振動とチェーンダンパの制振効果

（その2．実大振動実験）

住友金属工業 正会員 和泉 有祐
本四公団 正会員 山田 勝彦
住友金属工業 正会員 渡辺 奉昭

1. はじめに

大鳴門橋の照明設備として八角テーパー型照明柱（スミタール）が採用されたが、設置に先だち実大の試験柱を大鳴門橋上に建込み風による振動応答を調べた結果、強風時に加減速共振の発生が認められた。そこで、制振装置としてチェーンダンパの制振効果を小型模型振動実験により検討したところ有望と判断された¹⁾ので、実大の照明柱にチェーンダンパを装着し、自由振動実験および強制加振実験によりダンパの制振効果について検討した。

2. 実験の概要

2.1 実験の種類と計測位置

実験は、図1に示す照明柱について引綱法による自由振動実験と頂部に取付けた起振器（起振モーメント2kg・cm）による強制加振実験の2種類であり、チェーンダンパの取付位置、チェーンの重量、チェーンと外装管との間隔などが制振効果に与える影響を検討した。加速度の計測位置を図1に示す。

2.2 チェーンダンパの諸元

チェーンダンパは、図2、表1に示すように、チェーン（鋼製のショートリンクチェーン）と外装管（鋼管SGP）とから構成され、外装管を照明柱の外側面にボルトで取付ける形式とした。チェーンは単重を変えたもの3種類、外装管は外径を変えたもの3種類である。

ダンパの本数、取付位置を変えて制振効果を比較検討するにあたり、呼び径16mmのチェーンと外径76.3mmの外装管を標準のダンパとした。

2.3 チェーンダンパの取付位置

チェーンダンパの取付位置は、図1に示すように、現地計測および振動モード解析結果から変位振幅の大きい照明柱上部（位置A）と中央部（位置B）の2箇所とした。なお、照明柱は大鳴門橋に設置される八角テーパー型スミタール（全高約12m、重量約750kg）である。

3. 実験結果および考察

現地計測で発生頻度が高かった面外方向の振動の実験結果について以下に記す。

3.1 チェーンダンパの取付位置の影響

強制加振実験において、標準チェーンダンパ4本を位置A、位置Bに取付けた時の2次、3次振動モードの単位起振力当りの変位振幅を図3に示す。図3より、以下のことが明らかになった。(a)2次振動モードにおいて、変位の低減効果の大きいのはダンパを位置Aに取付けた場合と位置A、Bに分散させた場合であり、ダンパなしに比して照明柱頂部③および7-4①②の変位は1/2以下に低減している。(b)一方、ダンパを位置Bに取付けた場合、変位の低減は他より少ない。(c)上記(a)、(b)は、2次の振動モードよりみて、振動対策一般についていえるように、大きく振動する箇所にダンパを取付けることが効果的であることを示している。(d)3次振動モードにおいて、制振効果の高いのはダンパを位置A、Bに分散して取付けた場合である。

以上、(a)～(d)より、2次、3次振動モード両方について高い制振効果を得るには、チェーンダンパを位置A、Bの2箇所に分散して取付けるとよいこと

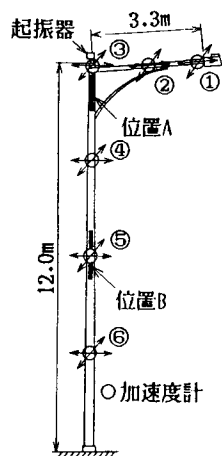


図1 照明柱の概要

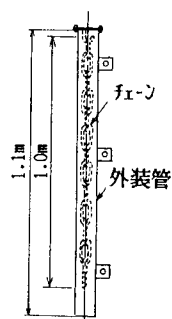


図2 チェーンダンパの概要

表1 チェーンダンパの諸元

チェーン	呼び径(mm)	11	16	19
	単重(kg/m)	2.6	5.6	7.8
外装管	長さ(m)	1.0		
	外径(mm)	76.3	89.1	101.6
外装管	肉厚(mm)	4.2	4.2	4.2
	長さ(m)	1.1		

が確認された。

3.2 フェン重量および外装管との間隔の影響

強制加振実験での3次振動モードにおいてフェン重量と測定位置③のフェンなしに対する変位振幅比との関係を図4に示す。図4より、フェン重量が大きいほど変位振幅比が小さくなり、制振効果が高くなること、フェン重量30kg（照明柱との重量比1/25）を位置Aないしは位置AとBに分散させることにより変位振幅比は約1/2に減少していることがわかる。また、図4中にプロットしたように、外装管の径を89.1mm、101.6mmと変えフェンと外装管との間隔を変化させても振幅比に大きな差は認められなかった。

3.3 フェン重量が減衰定数へ与える影響

自由振動実験での3次振動モードにおけるフェン重量と減衰定数との関係の一例を図5に示す。図5より、フェン重量ありの減衰定数は、フェン重量なしの値(0.36%)に比べ2倍以上増加しており、重量が大きいほど減衰効果の高いことがわかる。

以上、3.1～3.3より、ガリソ渦励振が生じないために必要と推定された減衰定数1%を確保するには、フェン重量30kg（照明柱との重量比1/25）で外装管との間隔を12～36mmにすればよいと考えられる。

4. おわりに

照明柱の実大振動実験によりフェン重量の制振効果を検討した結果、(1)2次、3次振動モード両方について高い制振効果を得るには、重量を変位の大きい照明柱上部と中央部に分散して取付ける方法がよいこと、(2)フェン重量30kg（重量比1/25）での変位はフェンなしの値の1/2程度に減少し、減衰定数も1%を示しており実橋に十分適用しうることなどが明らかになった。

フェン重量については、取付けが容易であるため、効果を確認しつつ段階的に対策を講じることから、大鳴門橋に適用するにあたっては、照明柱としての外観面も考慮し、頂部のみに重量(フェン重量14kg)を取付けた。その結果、現地自然風の乱れとの相乗効果もあり、ガリソ渦による振動防止に極めて効果的で、問題が解消されるとともに、方形灯具の形状に起因すると思われるハフエツィンクに対しても有効であった²⁾。また、実装に際しては、外装管内壁に「ポリウレタンライニング」を施してフェンの衝突音を大幅に低減(-24dB)した。

なお、大鳴門橋において114本の照明柱に、瀬戸大橋において1038本の照明柱にフェン重量が採用された。

最後に、九州産業大学 吉村 健助教授には風洞実験の実施を始め多大の御指導を賜った。ここに、謝意を表します。

参考文献

- 1) 山田、飯田、和泉、多田；照明柱の風による振動とフェン重量の制振効果（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年10月
- 2) 山田、秋元；大鳴門橋照明用柱の耐風検討、本四技報、N0.36、1985年12月

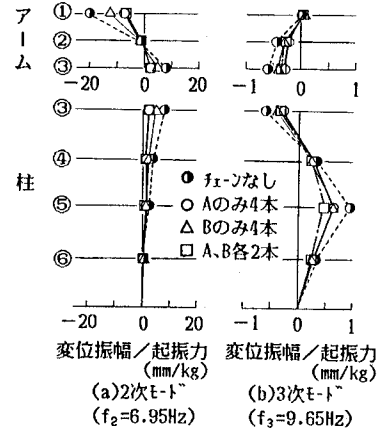


図3 振動モード(強制加振実験)

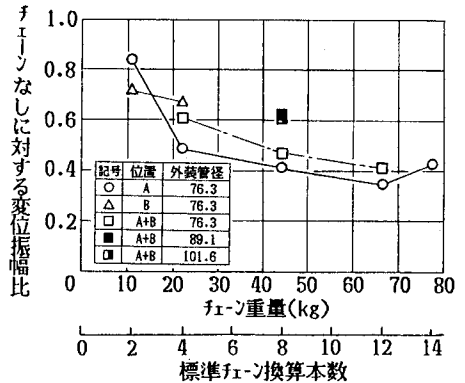


図4 フェン重量と変位振幅との関係 (3次振動モード、測定位置③)

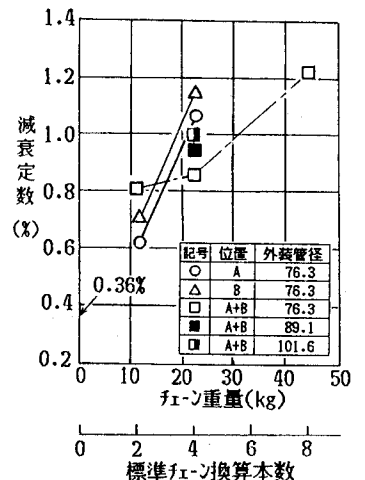


図5 フェン重量と減衰定数との関係 (3次振動モード、測定位置③)