

第 部門

橋梁上の柱状附属構造物の振動特性を調べる模型実験装置の開発

大阪市立大学工学部	学生員	○田中 邦治
那須電機鉄工（株）	正会員	石橋 智彦
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	松村 政秀
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	山口 隆司
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	北田 俊行

1. 研究背景と目的

近年、交通量の増加と車両の大型化によって、車両の走行が橋梁に及ぼす動的な影響は無視できないものとなってきている。なかでも、照明柱や標識柱に代表される橋梁上の付属構造物は、橋梁との共振現象を避けるように設計しなければ、地上部と異なり交通荷重による振動の影響を大きく受けるため、疲労損傷を生じる可能性が高い。なかには照明柱の開口部に発生した疲労亀裂が原因となり倒壊するといった事例も報告されている¹⁾。また、従来の付属構造物の設計では死荷重や設計用風荷重などの静的な荷重しか考慮されておらず、交通振動など構造物の動的な荷重に対する検討がなされていないことが道路付属構造物の損傷原因の1つとして挙げられる²⁾。そこで、これらの問題を防止するには道路附属物の動的な荷重に対する振動特性を知る必要がある。しかし実地での照明柱の振動計測は、交通規制が必要であること、計測器取り付け位置が高所であることなどにより困難である。そこで本研究では、動的な荷重に対する照明柱の振動特性を調べるための模型実験装置の開発と装置の有効性の検討を目的とする。

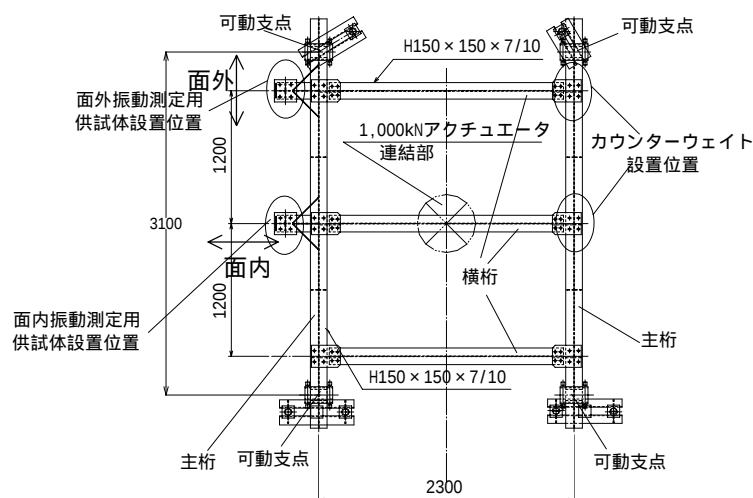


図-1 実験装置設計図(mm)

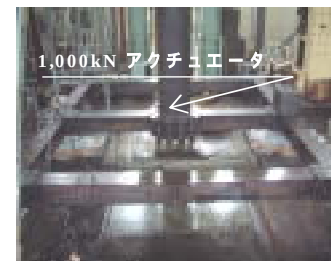


写真-1 実験装置概要

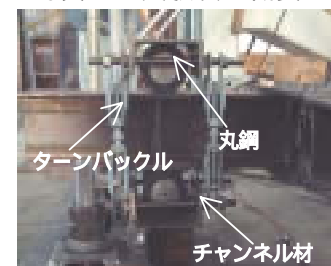


写真-2 可動支持部

2. 実験装置の概要

実験装置の概要を写真-1および図-1に示す。照明柱の面内・面外各方向は図中に示すとおりである。実験装置は面内方向の剛性を高くするため、二本の主桁を三本の横桁で連結した格子桁とした。実験装置の支点部は丸鋼による可動支持とし、ターンバックルで挟み込むことにより主桁の浮き上がりを抑えている。また、丸鋼がチャンネル材に衝突した際の衝撃を和らげるために丸鋼にゴムを巻きつけている。可動支持部を写真-2に示す。実験装置の中央の横桁を鉄板で挟み込み、アクチュエータに連結し、橋梁の振動を再現する。アクチュエータは最大出力1,000kN、最大振幅150mm、最大周波数50Hzであり、アクチュエータの変位・荷重およびその他の外部変位を制御することができる。また、橋梁上の照明柱はスパン中央付近で面内方向、支点付近で面外方向の振動が発生しやすい。そこで本実験装置にはスパン中央と支点部近くに供試体設置用の張り出しを設けている。張り出し部は面外方向の剛性を高めるため、補強リブを設けている。

3. 実験供試体の概要

本研究で製作した供試体の概要を図-2に示す。供試体は実照明柱のおよそ 1/2 スケールとし、材質は実照明柱と同じ STK400 とした。実験柱アーム部はバンドにより支柱に固定することで上下に可動である。また、アームに 80 mm ピッチでボルト孔を開け、重錘をボルト締めすることにより重錘設置位置および重錘の重量を可変にした。また供試体を取り囲むように足場を二体組み、アームおよび重錘の取り外しを行った。

4. 自由振動実験

供試体を手動で面内・面外の各モードで自由振動させ、各ケースにおける供試体の固有振動数および対数減衰率を求めた。結果を表-1に示す。高架橋に設置された照明柱の一次固有振動数は、面内・面外ともに近い値をとり、測定値も同様に面内・面外が近い。また、対数減衰率は実照明柱が 0.01~0.03 であり、供試体の対数減衰率は 0.01~0.015 であった。これらより実験供試体を用いて得た検討成果は、十分実照明柱にも適用できることがわかった。

5. 強制振動実験

主桁中央の面内振動測定用張り出し部に供試体を設置し、装置中央部の横桁に振幅 0.5 mm の正弦波を与え強制振動実験を行った。自由振動実験で得た固有振動数付近で加振した。自由振動実験で得た一次・二次固有振動数で加振すると、各モードの振動を確認することができた。面外方向の固有振動数を入力したとき、図-3に示した一例からわかるように、面内方向の加速度が面外方向の加速度を上回った。これにより装置の非対称性は小さいと考えられる。また、強制振動実験で得られたデータにより描いた共振曲線の一部を図-4に示す。 β には自由振動実験で得られた固有振動数に対する加振した振動数の比を、 δ_T/δ_B には支柱上端の変位 δ_T を柱基部の変位 δ_B で除した値を用いた。これにより強制振動により得られた固有振動数は自由振動実験で得られたものよりいずれも 0.2%~0.5% 小さいものとなった。これは、アクチュエータの変位と供試体の振動により主桁がねじれた影響によるものと考えられる。

6. まとめ

本実験装置において面内一次・二次モードの振動を得ることができたが、主桁の剛性が低い場合強制振動実験の際にねじれが発生し、実験供試体に回転力が生じた。今後は主桁の剛性を考慮していく必要がある。また、本実験装置および供試体を用いて、例えば重錘設置位置と制振装置設置位置との関係でどのように抑振効果が現れるかということや、質量や剛性を変化させることにより共振域を避けるための検討を行うことができる。なお、この研究は、平成 16 年度科学研究費・基盤研究 B・研究(1)「過積載を伴う交通荷重計測と社会資本の劣化予測・環境影響モニタリング手法の開発」の研究の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) (財)道路保全技術センター、道路附属物の安全性に関する調査委員会：道路附属物の損傷・対策事例集，平成 13 年 1 月
- 2) 阪神高速道路公団・都市高速道路研究会：都市高速道路附属構造物の設計，平成 10 年 6 月

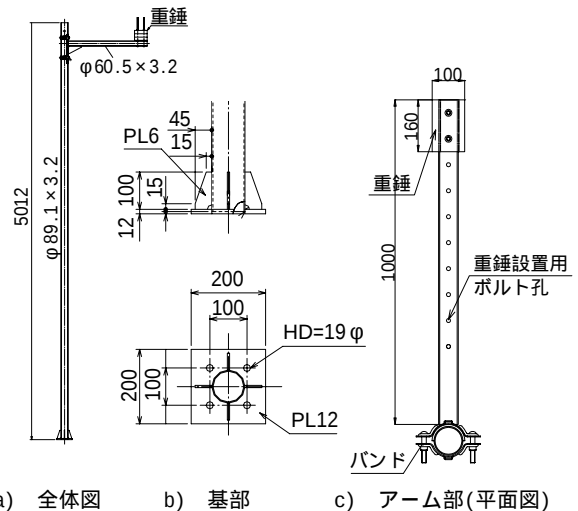


図-2 供試体詳細(mm)

表-1 固有振動数および対数減衰率

名称	一次固有振動数(Hz)		対数減衰率	
	面外	面内	面外	面内
00-00	2.368	2.368	0.0149	0.0153
970-99	1.807	1.847	0.0148	0.0102
650-99	1.831	1.855	0.0143	0.0144
330-99	1.831	1.855	0.0138	0.0103
330-197	1.563	1.575	0.0112	0.0135
650-197	1.538	1.563	0.0131	0.0148
970-197	1.501	1.550	0.0141	0.0152

*名称…支柱から重錘の距離(mm)―重錘重量(N)

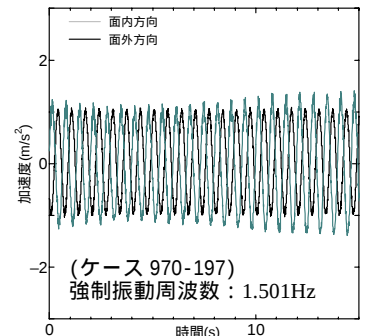


図-3 支柱上端の加速度一例

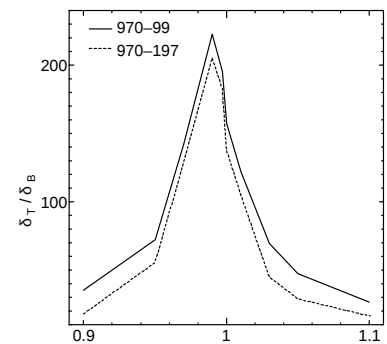


図-4 共振曲線の一部