

## ワイヤーロープを用いた付属構造物の制振効果に関する基礎実験的研究

大阪市立大学大学院工学研究科（那須電機鉄工） 正会員 石橋知彦

大阪市立大学工学部 学生員 田中邦治

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 北田俊行

**1. はじめに** 近年、交通量および車両重量の増加により、照明柱などの橋梁上の付属構造物では走行車両が引き起こした橋梁の振動により付属構造物が揺れる交通振動の問題が無視できなくなってきた。中には繰り返し荷重による疲労損傷を起こした事例もある<sup>1)</sup>。このような問題を防止するためには、共振現象を避けるために付属構造物の固有振動数を橋梁の卓越振動数からできるだけ離して設計することが有効である。しかし、付属構造物の設置場所によって状況は様々に異なるので、外すべき振動数帯域は非常に広いものとなる。一方、構造物に減衰を付加するために制振装置などを搭載する場合もある。

本研究では振動実験装置上に配置した実験柱にワイヤーロープを非対称に張ることにより、構造系を動的に変化させ、共振現象を避けると共に減衰効果も向上できる方法を模索している。

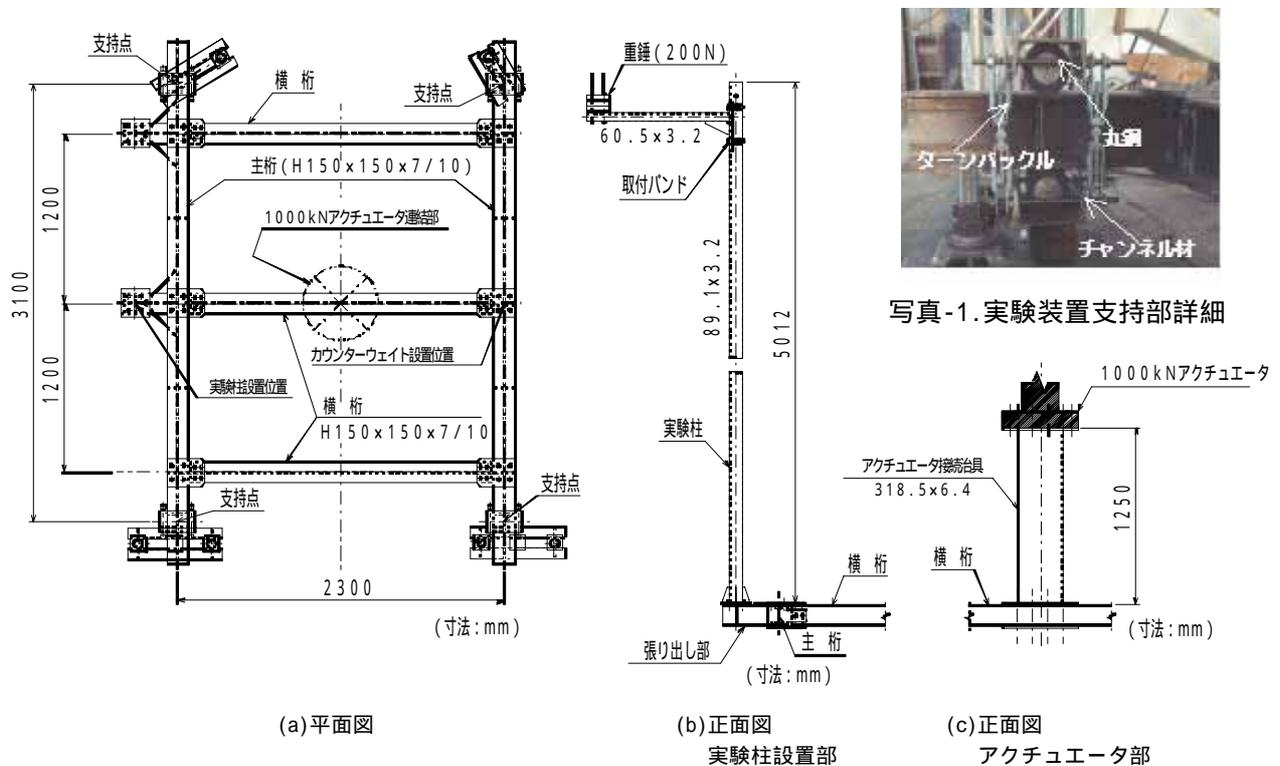


図-1. 実験装置概略図

**2. 実験装置の概要** 振動実験装置の概略を図-1に示す。装置は中央に設置したアクチュエータにより強制振動変位を与える構造となっている。アクチュエータの諸元は最大出力 1000kN、最大振幅 150mm、最大加振周波数 50Hz であり、変位・荷重または外部変位により制御することができる。桁はできる限り対称性を保つために、二本の主桁を三本の横桁で連結した格子桁とし、実験柱設置位置と対称となる位置にはカウンターウェイトを置いている。四隅の支持点では、写真-1に示すように、ピン支持となるように桁の上下に丸鋼を設置し、さらに桁の浮き上がり防止のために上下部分をターンバックルで繋いでいる。また衝撃的な力が作用するのを防ぐために、丸鋼の周囲にはゴムを巻いている。

キーワード：付属構造物，制振，振動

大阪市立大学大学院工学研究科 〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3-3-138 TEL:06-6605-2735

### 3. 実験柱および実験の概要

実験柱の概略図を図-2に示す。実験柱は照明柱を対象としており、実物の約1/2のスケールとした。材質はSTK400およびSS400、脚部は4本のボルトにより実験装置に取り付け、アームはバンド2個により柱に取り付け、アーム先端には灯具に当たる重錘を載せている。ワイヤーロープはステンレス製の5.56のものを使用し、アーム先端の重錘部に一方を固定し、柱頂部に支持したのち、他端は柱脚リブ上部に留めたものと（図-2(b)）、柱からアームの反対方向に470mm離れた実験装置治具上に固定したものと（図-2(c)）との2とおりのケースについて実験を行った。また、それぞれについて静止時のワイヤーロープの張力を表-1に示すようにターンバックルによって3とおりに変化させた。なお、計測項目はアーム先端の鉛直方向加速度、柱頂部の面内方向加速度、柱脚リブ上部の面内および面外方向ひずみ、ワイヤーロープ張力ならびに治具鉛直方向変位（3ヶ所）とした。

**4. 自由振動実験および強制振動実験** 実験柱を人力で加振して自由振動実験を行い、固有振動数および構造減衰を計測した。実験結果を表-1に示す。表-1よりワイヤーロープを張ることにより、付加的な減衰が得られることがわかる。減衰はワイヤーロープを取り付けていないときに比べて、柱脚部に取り付けた場合で約1.5倍、治具に取り付けた場合で5～7倍となった。また、アクチュエータにより実験装置中央部の横桁の鉛直方向に振幅0.5mmの正弦波による強制振動を与えた。加振振動数は自由振動実験で得られた一次の面内固有振動数の $\pm 10\%$ 程度の範囲とした。ワイヤーロープなしの場合と治具にワイヤーロープを取り付けた場合との実験柱頂部での加速度の比較を図-3に示す。図-3より、ワイヤーロープを張ることにより、共振付近での応答を大幅に緩和できることを確認した。

また、張力が小さいほど制振効果が高いのは、以下

理由による。すなわち張力が小さいときは振動の片側でのみワイヤーロープが機能し、反対側ではワイヤーロープが弛んで柱のみの剛性に近くなる。しかし、張力が大きくなるに従い、振動の両側でワイヤーロープが機能することになり、剛性の動的な変化が小さくなるためだと考えられる。

**5. まとめ** 照明柱を理想化した実験柱にワイヤーロープを張り、ワイヤーロープの減衰効果を強制加振することによって調べた。その結果、ワイヤーロープを張ることにより、共振付近での応答は大幅に緩和できることがわかった。また、ワイヤーロープの張力は強く張りすぎない方が制振効果が高いことがわかった。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

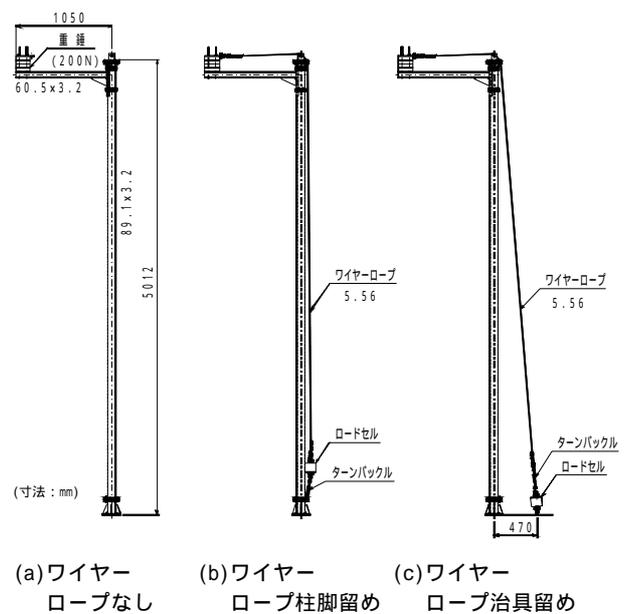


図-2. 実験柱概略図

表-1. 自由振動実験の結果

ワイヤーロープ	静止時張力(N)	面内一次固有振動数(Hz)	対数減衰率
なし	- - -	1.465	0.019
あり (柱脚留め)	685	1.489	0.032
	1370	1.514	0.028
	2740	1.514	0.030
あり (治具留め)	685	1.758	0.149
	1370	1.904	0.120
	2740	2.124	0.100

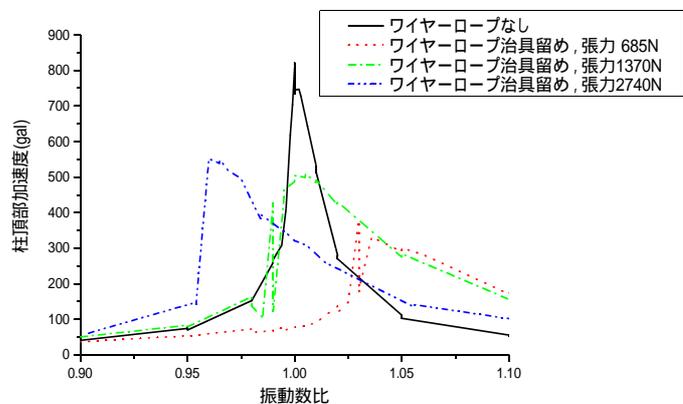


図-3. 実験柱頂部加速度の比較