

バックステイケーブルから発生した振動音とその対策

川田工業 正会員 ○小笠原 照夫, 向笠 正洋, 田中 寛泰
近畿大学 フェロー 米田 昌弘

1. はじめに 無補剛人道吊橋のバックステイケーブルから振動音が発生した。ケーブルから風切音以外の音が発生する現象は、筆者らが調査した限りでは見つからず、過去に例がないと思われる。ただし、類似の音は、架設現場で張られたワイヤーや電車の架線などから稀に発生しているのを耳にしたことがあり、鳥のチューン（キュン）という甲高い鳴き声が弾性波のようにケーブルを伝播しているように聞き取れるものであった。振動音発生時の状況と、原因を特定することはできなかったが、振動音の発生を抑制することには成功したので、本稿でその対策事例を紹介する。

2. 振動音発生時の状況と原因推定 バックステイケーブルの諸元を図-1、表-1に示す。無補剛人道吊橋としてはバックステイケーブルが152.8mと長く、風道となる谷筋を跨いで張られていることが特徴である。

本橋は山の中腹に建設されており、海側からの吹き上げの風が吹いた時には振動音は発生しなかったが、山側からの吹き下ろしの風が吹いた時には、風速が2～3m/sでも発生することがあった。また、風速が高い方が発生確率は高くなるが、風速が低い場合でも発生することはあった。なお、ここに記した風速は、アンカレッジ位置で手持ち式のデジタル風速計を用いて計測した値である。

ケーブルは、中央に一本とその周りに六角形状に6本の、計7本のロープで構成されている（図-2参照）。ロープの振動は、中央1本の振幅が大きく上下方向に振動しており、周囲6本の振幅は小さかった。そして、振動音発生時における中央ロープの振動は、一般的な吊橋のバックステイケーブルの振動と比較してかなりの高次モードであった。また、振動音の発生に規則性はなく、ロープの振動とは一致していなかった。しかしながら、振動音発生時、ケーブル定着部のヒンジ構造（図-2参照）を支点として調整ロッドが激しく揺れていた。

振動音発生時のロープの振動計測を目的に、当該ロープの定着部調整ロッドに人が乗ったところ振動音が収まり、振動も低次モードに変化した。振動音が収まるタイミングで人が乗った可能性もあるが、質量付加はケーブル定着部のヒンジ構造の揺れを抑制した可能性もあった。

ため、固有値解析を実施した。その結果を図-3に示すが、この図から、ケーブル端に質量を付加すると、高次モードになるにしたがって（とりわけ、人間の可聴周波数の下限値である20Hzに相当する31次モード以上になると）当該部位のモード振幅が大幅に減少することがわかった。参考まで、振動時のスペクトル解析結

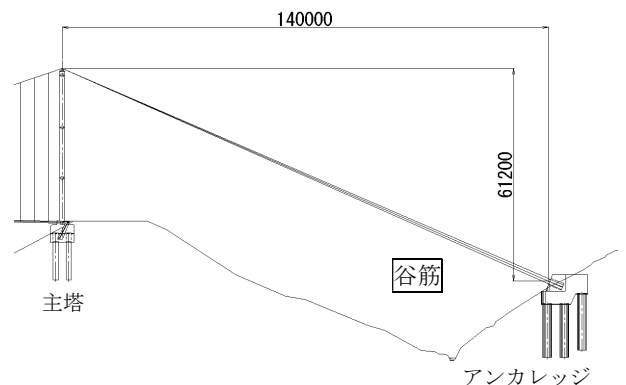


図-1 バックステイケーブル

表-1 ケーブル諸元

項目	仕様
種類	スパイラルロープ 1×91(φ47.5)×7本/片側
バックステイケーブル長	152.8m
バックステイケーブル間隔	塔頂: 2.4m、アンカレッジ: 4.0m
死荷重張力	3,100kN/片側
ロープ間隔	塔頂: 0.048m、アンカレッジ: 0.7m
断面積	1,360mm ² ×7本/片側
ヤング係数	1.57×10 ⁶ N/mm ²
重量	0.110kN/m×7本/片側

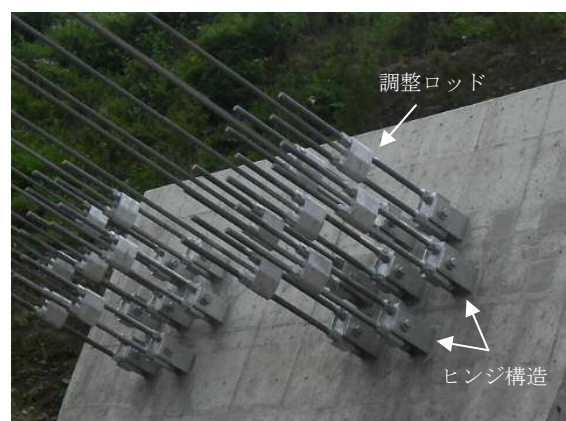


図-2 ケーブル定着構造

キーワード バックステイケーブル, 振動音, 付加質量, 振動音抑制方法

連絡先 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業（株）鋼構造事業部 技術部 TEL 03-3915-3411

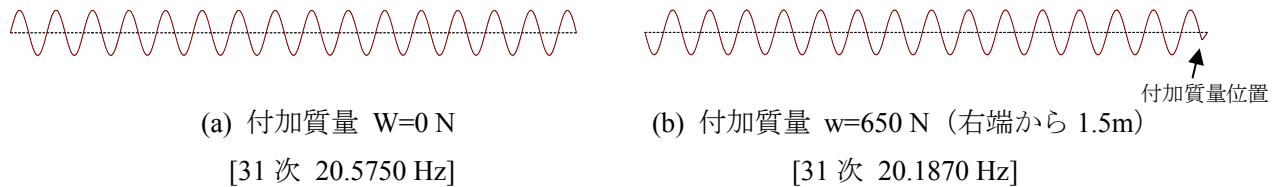


図-3 固有値解析結果の例

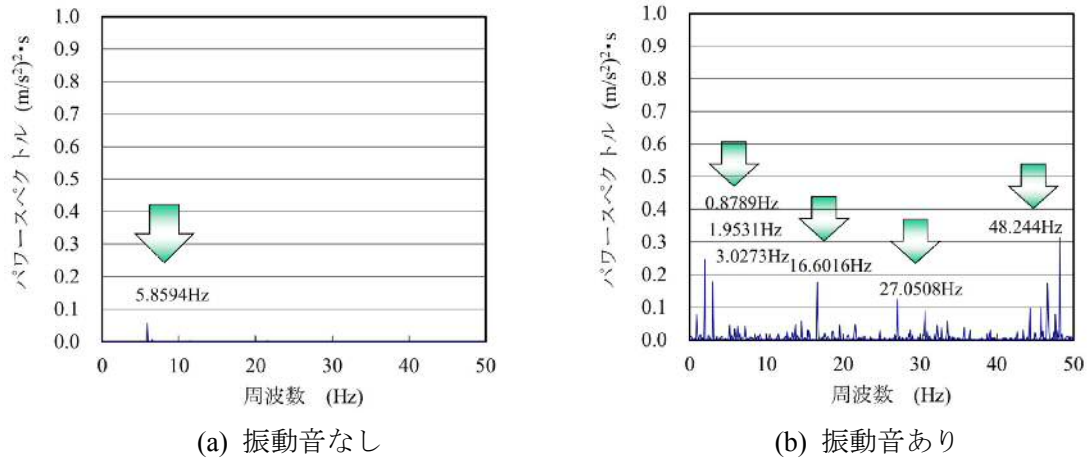


図-4 振動時のスペクトル解析結果

果を図-4 に示す．音の発生がない時は，単一モードで振動しているが，振動音発生時は複数モードの振動が混在していることがわかる．

3. 対策 まず，付加質量の効果を確認するために，振幅の大きい中央のロープに水を入れたポリタンクを吊り下げた．質量は乗った人と同程度（650N）とし，平成27年8月末～10月末の2ヶ月間観察した．その結果，振動音の発生はなく，付加質量の効果を確認できたため，恒久対策としてめっき鋼板を調整ロッドのねじ部に取り付けることとした．しかし，また振動音が発生した．そこで，効果のあったポリタンク方式に戻したが振動音は止まらなかった．原因として，風向きが変わり山側からの吹き下ろしの風が増えたためと考えられた．そこで，中央のロープとその他のロープをナイロンスリングで繋ぎ，そのナイロンスリングに重りを吊り下げることとした（図-5 参照）．これは，重りによる振幅の抑制効果に加え，振動を周囲のケーブルに分散させて空力減衰の増加を図るなどの効果を期待したものである．ちなみに，付加質量は1,600N/ケーブルである．

対策後，10m/s 以上の強風時にケーブルの振動およびケーブル定着部の揺れを観察したところ，低次モードの振動であり，振動音の発生もなかった．その後1年3ヶ月経過するが，振動音は発生していない．

4. おわりに バックステイケーブルからの振動音発生時の状況と，アンカレッジ定着部調整ロッドへの付加質量による振動音抑制方法を報告した．本稿が，同種の問題発生時の解決に参考となれば幸いである．



(a) 付加質量



(b) ナイロンスリング配置

図-5 付加質量設置状況