

I-453 ウェイクギャロッピングを制振するための減衰機能付きスぺーサに関する一考察

川田工業(株) 正員 ○望月 秀之 川田工業(株) 正員 米田 昌弘
 オイレス工業(株) 正員 下田 郁夫 オイレス工業(株) 川原壮一郎

1. まえがき

斜張橋の並列ケーブルで発生するウェイクギャロッピングは励振力が非常に強く、それゆえ、従来はケーブル端部付近にダンパーを設置する手法のみでは十分に制振できない場合が多いと考えられてきた。しかしながら、スクルトン数を幾分か大きくした格子乱流中のばね支持実験から、ウェイクギャロッピング特性は気流中の乱れによって変化し、架橋地点の風環境によってはダンパー方式による制振が可能であるとの示唆もなされている¹⁾。そこで、筆者らは、減衰機能付きスぺーサ²⁾に着目し、ウェイクギャロッピング対策として写真-1に示すような方式を採用するにあたっての留意点について考察することとした。

2. 解析モデルと検討ケース

検討の対象としたケーブルは、図-1に示すようにケーブル長さが $l=200\text{m}$ 、ケーブル中心間隔が $S=3D$ (D はケーブル径)の2本並列ケーブルである。ケーブルの構造諸元を表-1に示す。減衰機能付きスぺーサは図-1に示すようにばねとダッシュボットから構成されるものとし、ケーブル端部から25mの位置に設置するものとした。複素固有値解析を実施するにあたっては、ケーブルを200部材に分割し、ケーブル張力やケーブルの曲げ剛性(ケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒の断面2次モーメント値の15%を考慮)のみならず、ケーブルのねじり剛性も考慮することとした。解析ケースを表-2に示す。ここに、case-15J, case-45Jおよびcase-90Jはケーブルのねじり定数としてケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒を仮定し、その鋼棒が有するねじり定数の15%、45%および90%の値を J_c として用いた場合にそれぞれ対応する。なお、解析にあたっては、減衰機能付きスぺーサのばね定数としては 1.0tf/m なる値を仮定し、粘性減衰係数を $0.1\sim 0.5\text{tf}\cdot\text{s/m}$ なる範囲で変化させるものとした。

3. 複素固有値解析結果と考察

複素固有値解析によって得られた、逆位相の1次～3次モードの構造対数減衰率を図-2に示す。図-2からわかるように、ケーブルのねじり定数 J_c としてケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒の90%を仮定したcase-90Jなる場合には、非常に大きな構造減衰を期待できることがわかる。しかしながら、ケーブルのねじり定数としてケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒の45%および15%を仮定したcase-45J, case-15Jなるそれぞれの場合では、ケーブルのねじり剛性が小さくなるにしたがって減衰付加効果も低減する結果となっている。すなわち、減衰機能付きスぺーサによる減衰付加効果は、ケーブルのねじり剛性によって大きく変化し、本解析モデルではケーブルのねじり定数としてケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒が有する値の少なくとも15%程度が必要であると推察された。

4. まとめ

以上の検討結果から、ウェイクギャロッピングを制振するための減衰機能付きスぺーサを設計するにあたっては、ケーブルが有するねじり剛性の大きさが重要なパラメーターとなり、ケーブル端部から25mなる位置に減衰機能付きスぺーサを設置した本研究では、ケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒の少なくとも15%程度の値を有する場合に、 $\delta=0.1$ 程度の構造減衰を付加できることがわかった。しかしながら、ケーブルのねじり定数に関しては未だ定量的な評価がなされていない。それゆえ、減衰機能付きスぺーサを実用化するにあたっては、ケーブルが有するねじり剛性の定量的評価が急務の課題であると言えよう。

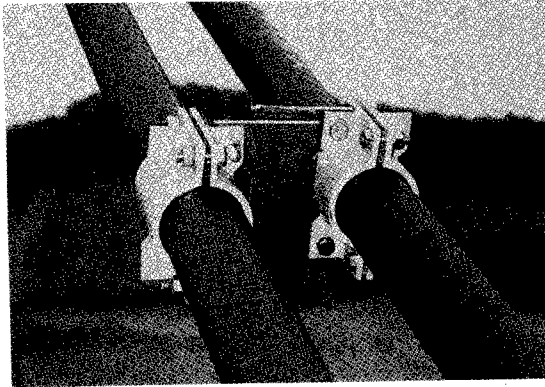


写真-1 減衰機能付きスベーサ（試作品）

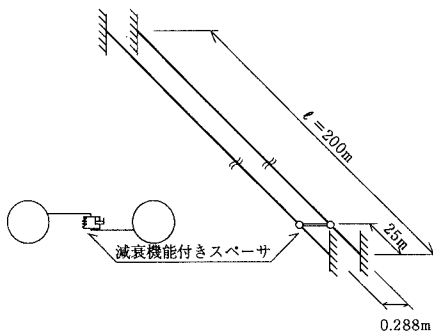


図-1 解析モデル

表-1 ケーブルの構造諸元

ケーブル長さ	200 m
ケーブル径	96 mm
ケーブル張力	350 tf
単位重量	0.0246 tf/m
断面2次モーメント	$2.456 \times 10^{-7} \text{ m}^4$

表-2 解析ケース

解析ケース	ねじり定数, J_c
case-15J	$4.913 \times 10^{-7} \text{ m}^4$
case-45J	$1.474 \times 10^{-6} \text{ m}^4$
case-90J	$2.948 \times 10^{-6} \text{ m}^4$

【参考文献】

- 1) 宮地・米田他：円形ならびにディンプル付き並列ケーブルに斜風が作用した場合のウェイクギャロッピング特性について，土木学会第50回年次学術講演会概要集，1995年9月。
- 2) たとえば，樋口・野村他：ウェイクギャロッピングに対する構造的制振対策，土木学会第49回年次学術講演会概要集，1994年9月。

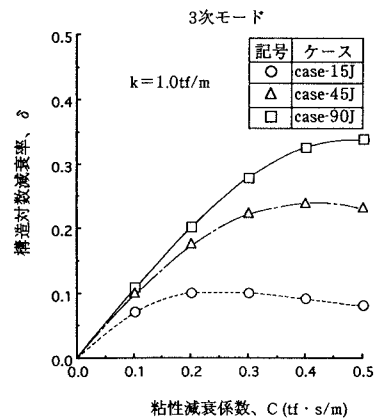
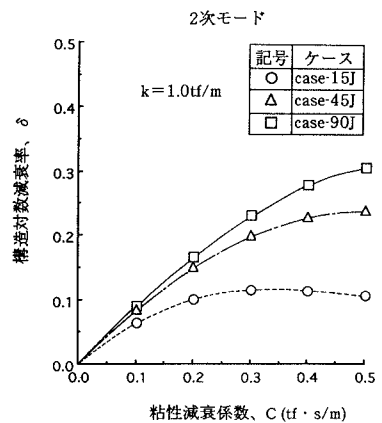
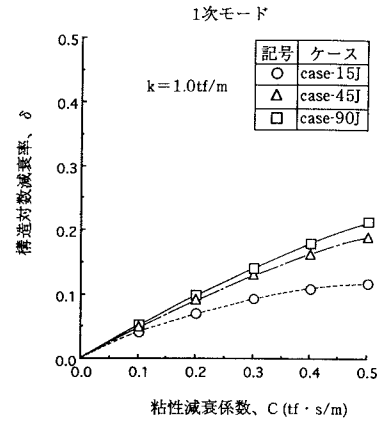


図-2 複素固有値解析結果