

長大斜張橋ケーブルの制振

九州大学工学部 ○正 北川 正一 正 鳥野 清
九州大学工学部 正 堤 一 正 麻生 稔彦

1. まえがき

近年、斜張橋ケーブルの制振対策として、ダンパーが用いられるようになった。この場合、ダンパーの取付位置は美観上の問題もありケーブルの桁側端部付近に限られていたが、斜張橋の長大化が進みケーブル長が大きくなると、付加減衰効果の点で限界がある。そこで、ダンパーをケーブル相互の間に設置することにより十分な減衰を付加することが可能であるかどうか、数値解析的試算を行ったので報告する。

2. 解析手法

各ケーブルを30個の節点により分割し各節点には平面内に3自由度を与え、複素固有値解析を行い固有振動数、対数減衰率を算出した。解析にあたってはケーブルとダンパーはヒンジ結合、ケーブル両端は固定とした。ダンパー取付位置は両端からの長さの比が簡単な整数比となる点を避け、取付方向はいずれか1本のケーブルに垂直になるようにした。また、ダンパーの減衰力はケーブルとダンパー連結間の節点に、両端の速度差に比例する形で導入した。解析の対象としたケーブルは実橋のデータを参考にした220m、206m、192mの3本組であり、2本連結の場合と3本連結の場合について解析を行った。

3. 解析結果

2本連結の場合：図-1(I)において、 $a:b=18:11$ (CASE I A) および $a:b=27:2$ (CASE I B) となるようにダンパーを設置した場合を計算した。図-2は変位モードの例である。ケーブル間をダンパーで連結することにより、両ケーブルの連成振動が生じている。3本連結の場合：図-1(II)

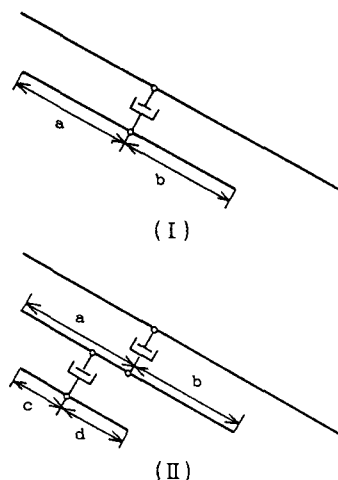


図-1 解析モデル

で、 $a:b=c:d=18:11$ (CASE II A)、 $a:b=c:d=27:2$ (CASE II B)の2通りの場合についての結果を図-3および図-4に示す。CASE I A、CASE II Aいずれの場合もケーブルの中央付近にダンパーを取り付けると、各ケーブルが別々の方向に振動するモード(図-2.3(β))については非常に大きな減衰を示し、対数減衰率 λ が0.50を超える例も得られているものの、複数のケーブルが一体となって振動するモード(図-2.3(α))ではダンパー設置点間の相対速度が小さく、非常に小さな減衰($\lambda \leq 0.015$)しか与えることができない。したがって、この場合には長大ケーブルの低次振動の制振装置としては適用できないと考えられる。

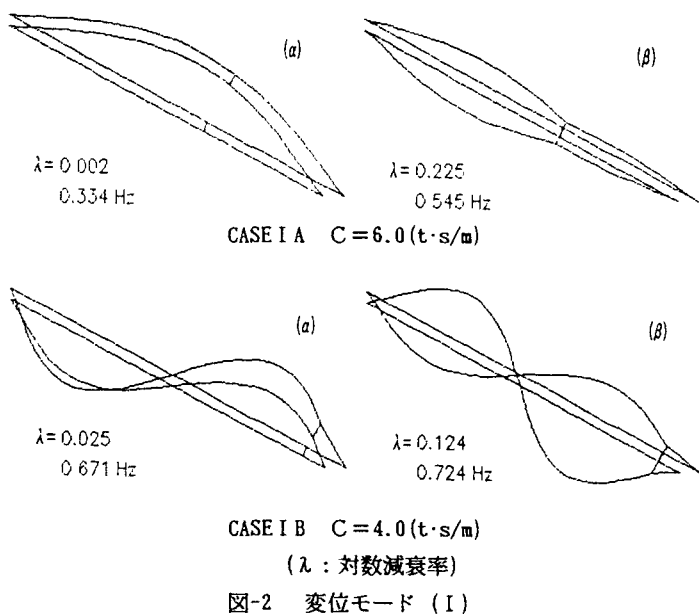


図-2 変位モード (I)

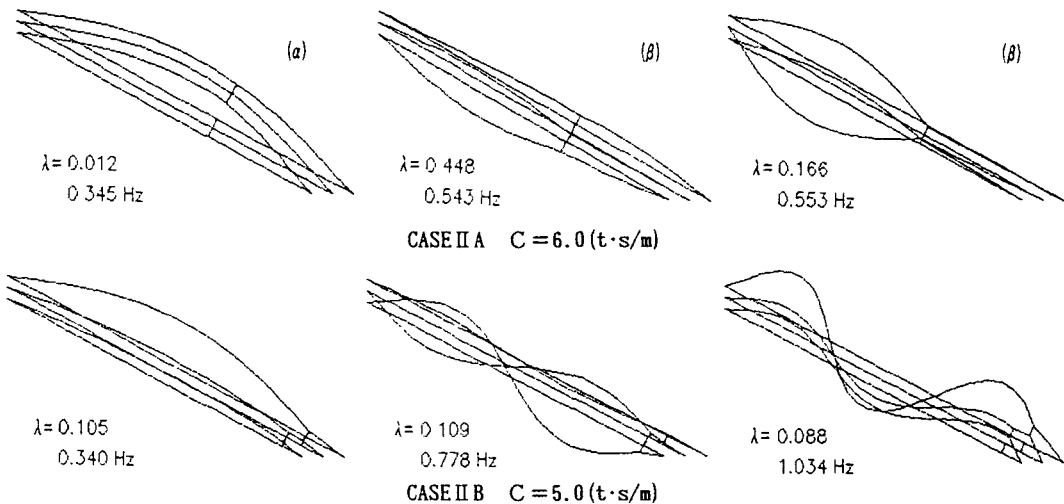


図-3 変位モード (II)

一方、ダンパー設置位置をケーブル端部固定点付近にすると連成の度合いが弱まり、各ケーブル単独の振動が主となるモードが順に現れる傾向がみられる。この場合には極端に大きな減衰を示すものはなくなるが、どのモードにおいてもある程度ダンパーの効果が確認できる。図-4はCASE II Bにおいて、ダンパーの粘性減衰係数 C を変化させたときの付加対数減衰率を示したものである。ケーブルをダンパーで連結した場合にも最適粘性減衰係数が存在しており、 $C = 5$ (t·s/m)付近で、低

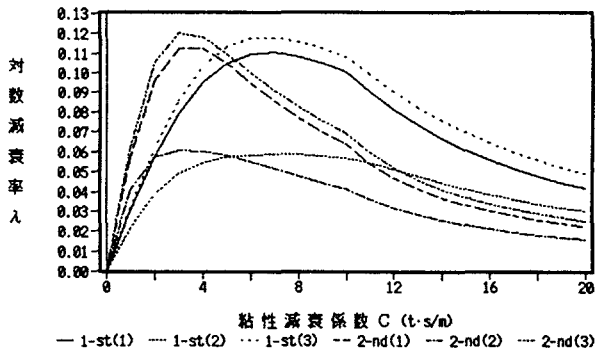


図-4 C と λ の関係

次のモードに対し0.05以上の対数減衰率が得られ、十分付加減衰効果があることがわかる。付加減衰の最大値について、従来のダンパー設置法によるものと比較し表-1に示す。振動数の範囲や振動モードが多少異なるため、単純に比較はできないが、これまでの方法よりも大きな付加減衰効果が得られており、長大ケーブルの低次振動に対する制振対策として適用できる可能性を示している。

4. まとめ

長大斜張橋のケーブル端部付近にダンパーを設置した場合、十分な付加減衰効果を期待することは困難である。美観上の問題、他の方法と比較した経済的問題、高次のモードに対する効果等、検討すべき課題は少なくないが、ケーブル相互間の適切な箇所にダンパーを設置することにより、ケーブル長が200mを超えるような場合でも、従来の方法より大きな減衰を付加できる可能性があることが示された。

(参考文献)

- 1) Kovács, I.: Zur Frage de Seilsschwingungen und der Seildämpfung, Bautechnik, 1982, 325-332
(訳: 前田研一、米田昌弘: 橋梁 昭和60年1月, 3月)
- 2) 鳥野、北川、堤、井上、中谷: 斜張橋ケーブル制振用ダンパーの簡易設計法、構造工学論文集Vol. 37A (1991年3月)

表-1 従来の方法との比較

次数	最大構造対数減衰率		
	従 来	CASE II A	CASE II B
1-1	0.016	0.013	0.110
1-2		0.652	0.059
1-3		0.224	0.118
2-1	0.026	0.077	0.112
2-2		0.529	0.060
2-3		—	0.120
3-1	0.028	0.618	0.116
3-2		0.634	0.064
3-3		0.143	0.125