

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

1. まえがき

斜張橋ケーブルの制振対策として、粘性ダンパーを用いた例が報告されている。この場合、美観上の問題もありケーブルの桁側端部付近にダンパーを取り付けているようであるが(図-1)、長大斜張橋の建設に伴いケーブル長が大きくなると、従来の方法では付加減衰効果の点で限界がある。そこで、ケーブル相互の間にダンパーを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。

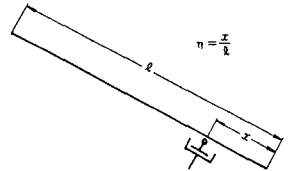
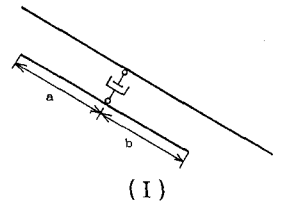


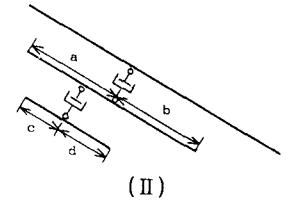
図-1 ケーブルダンパー

2. 解析手法

長大斜張橋としては中央径間長 500mクラスのもの进行想定し、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の平行な3本組である。各ケーブル上に30個の節点を取り、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。ダンパーはケーブルに垂直に取り付け、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。図-2に示すように2本連結の場合と3本連結の場合について解析を行い、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、a:b(=c:d)=17:12, 22:7および27:2とした。



(I)



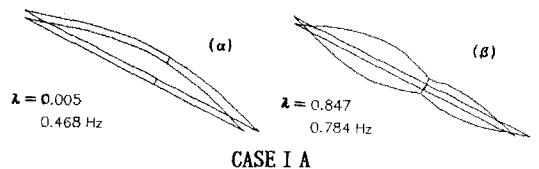
(II)

図-2 解析モデル

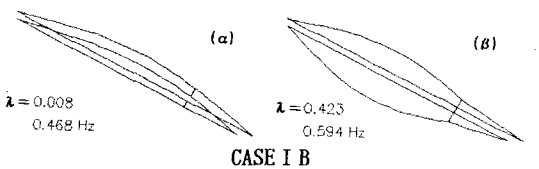
3. 解析結果

2本連結の場合：図-2(I)において、a:b=17:12(CASE I A), a:b=22:7(CASE I B), a:b=27:2(CASE I C)の3通りの場合について、図-3に変位モードの例を示す。ケーブル間をダンパーで連結したため、

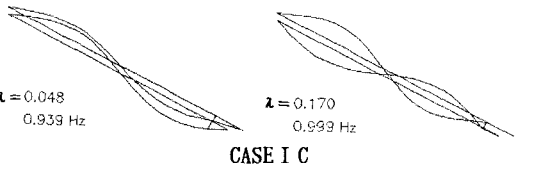
両ケーブルの連成振動が生じている。ダンパー設置位置を端部に近付けるにつれ、各モードに対してある程度平均的に効果が見られるようになるが、CASE I Cの場合でも全ての次数に対し十分な減衰(対数減衰率 $\lambda \geq 0.05$)を与えることは難しい。(図-4)



CASE I A



CASE I B



CASE I C

図-3 変位モード(I)

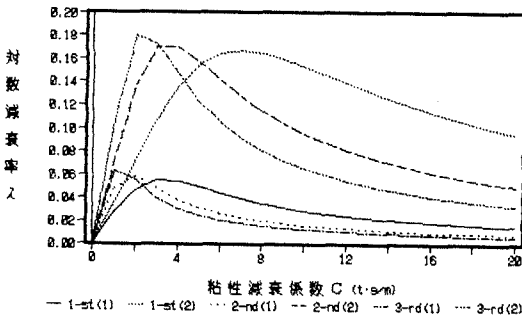


図-4 C- λ 曲線(CASE I C)

3本連結の場合: 図-2(II)中の $a:b=c:d$ が17:12 (CASE II A), 22:7 (CASE II B), 27:2 (CASE II C) の3通りの場合についての結果を図-5および図-6に示す。基本的な傾向は2本組の場合と同様で、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-3,5(β))では非常に大きな減衰を示すが、複数のケーブルが一体となって振動するモード(図-3,5(α))ではダンパー設置点間の相対速度が小さく、減衰は非常に小さな値となった。従って、CASE I, IIともA, Bのような位置にダンパーを設置しても長大ケーブルの低次振動の制振装置として適用するには無理があると考えられる。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付加減衰効果が均等化され、どのモードに対してもある程度の効果を発揮することが確認できる。図-6はCASE II Cにおけるダンパーの粘性減衰係数Cと付加対数減衰率λの関係を示したものである。減衰率のピーク値がいくつかのグループに分かれるが、この場合にも従来までの計算結果と同様に最適粘性減衰係数が存在している。また、 $C=5(t \cdot s/m)$ 付近で低次のモードに対し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。従来のダンパー設置法と比較し、付加減衰の最大値を表-1に示す。振動数、振動モードも異なり単純に比較はできないが、付加減衰効果の向上が見られ、長大ケーブルの低次振動対策としての有効性を示している。

4. まとめ

長大斜張橋に対してはケーブル端部付近にダンパーを設置するという方法では、十分な制振効果を期待することができない。美観上の問題、経済的問題、施工上の問題、高次のモードに対する効果、面外振動に対する効果等、検討課題は少なくないが、200mを超えるようなケーブルに対してもダンパーを用いてケーブルの適切な箇所を連結すれば、十分な減衰を付加できる可能性がある。

〈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) 烏野, 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)

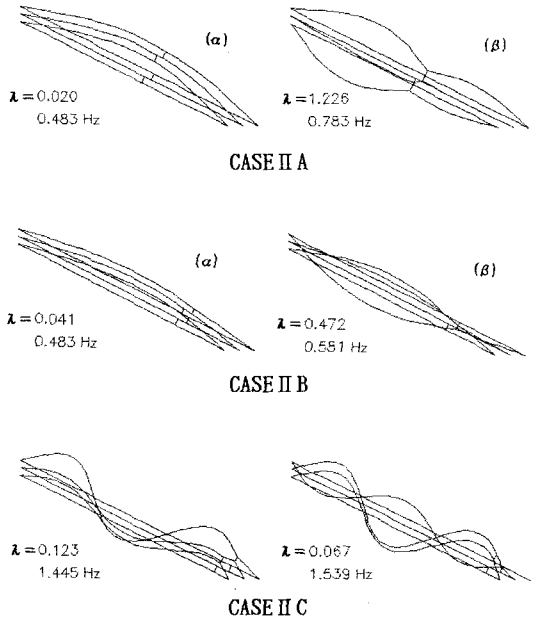


図-5 変位モード(II)

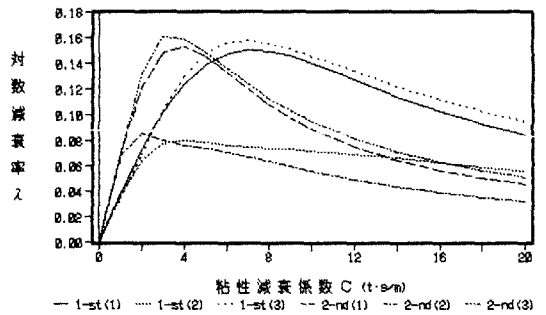


図-6 C-λ曲線(CASE II C)

表-1 従来の方法との比較

次数	最大構造対数減衰率				
	従来(η)		CASE II A	CASE II B	CASE II C
	0.0091	0.018			
1-1			0.024	0.044	0.151
1-2	0.025	0.05	1.422	0.472	0.080
1-3			0.605	0.333	0.158
2-1			0.105	0.077	0.153
2-2	0.025	0.05	0.348	0.805	0.086
2-3			0.404	-	0.161
3-1			0.207	0.466	0.160
3-2	0.025	0.05	0.269	0.105	0.093
3-3			0.343	0.629	0.169