

## I-202

ケーブル制振用ダンパーの減衰付加特性について  
— ケーブルの横振動を考慮した斜張橋全体系モデルによる検討 —川田工業(株) 正 員 ○宮地真一  
川田工業(株) 正 員 米田昌弘

## 1. まえがき

斜張橋ケーブルの風による振動に対処する方法として、最近ではケーブルにダンパーを設置する方式が有効な制振対策として注目を浴びつつある。ケーブルにダンパーを設置した場合の減衰付加特性は複素固有値解析を実施すれば推定でき、従来はケーブル部のみをそれぞれ単体の鎖状ケーブルとしたモデル(以下、ケーブル単体モデルと記す)を用いて検討を行っている。しかしながら、ケーブル単体モデルの複素固有値解析結果(付加される構造対数減衰率の理論値)と実橋ケーブル試験で測定された実測値には差異の生じることが報告されていることから<sup>1), 2)</sup>、ダンパーの減衰付加効率に関する詳細な検討が必要と考えられる。

ダンパーの減衰付加効率が1.0より小さくなる理由としては種々の要因が考えられるが、ここでは、ケーブル振動と桁振動との連成の影響に着目することとした。本文は、ケーブルの横振動を考慮した斜張橋全体系モデルとケーブル単体モデルのそれぞれに対し、同一のダンパーを設置した場合の減衰付加特性の差異を複素固有値解析を実施して検討したものである。

## 2. 対象とした解析モデルと固有値解析結果

検討の対象としたのは図-1に示すような支間長が20190mの斜張橋全体系モデルである。構造諸元を表-1に示す。なお、ケーブル部のモデル化にあたっては、事前に実施したケーブルの横振動を無視した全体系モデルの固有値解析結果を考慮し、下から3段目のC5ケーブルのみをそれぞれ100部材に分割することとした。

C5ケーブルの横振動を考慮した斜張橋全体系モデルの固有値解析結果を図-2に示す。図-2から、ケーブルの横振動を考慮した場合には複雑なモード形状を呈することが理解できよう。なお、図中において、全体系の3次~5次モード、7次~9次モードおよび11次~13次モードの固有振動数はそれぞれC5ケーブル単体としての1次モード、2次モードおよび3次モードの固有振動数とほぼ等しいことを付記しておきたい。

## 3. 複素固有値解析結果と考察

図-1に示した斜張橋全体系モデルを対象とし、L側とR側のC5ケーブルにそれぞれダンパーを設置した場合について複素固有値解析を実施した。なお、ダンパーは主桁側ケーブル定着点からの高さが2.7mなる位置(ダンパーの設置位置を $x$ 、ケーブル長を1とした場合、 $x/1=0.05$ となる位置)に設置するものと仮定した。

全体系モデルでC5ケーブルの断面2次モーメント $I_c$ を0とした場合(CASE-I<sub>0</sub>)およびC5ケーブルの断面2次モーメントを $I_c=0.822 \times 10^{-6} \text{m}^4$ と想定した場合(CASE-I<sub>A050</sub>)の解析結果を、それぞれケーブル単体モデルの結果( $I_c=0$ )と比較して図-3(a), (b)に示す。ここに、CASE-I<sub>A050</sub>で考慮したC5ケーブルの断面2次モーメント $I_c$ は、鋼線外径と等しい135.3mmなる鋼棒を仮定し、その断面2次モーメント値である $1.645 \times 10^{-6} \text{m}^4$ の50%に相当する。

まず、図-3(a)より、CASE-I<sub>0</sub>の場合について考察する。この場合、ダンパーによって付加された全体系の4次、8次、12次モードの構造減衰はそれぞれケーブル単体モデルの1次、2次、3次モードに付加される値とほぼ一致するのに対し、全体系の3次、9次、11次モードの構造減衰はケーブル単体モデルの結果よりも幾分小さい値を示す結果となっている。たとえば、全体系3次モードの対数減衰率(図中の記号;△)とケーブル単体モデルにおける1次モードの対数減衰率(図中の実線)との比は粘性減衰係数 $C=10 \text{t} \cdot \text{s}/\text{m}/\text{1}$ で約0.95、 $C=25 \text{t} \cdot \text{s}/\text{m}/\text{1}$ で約0.84と求められ、同様に全体系11次モードとケーブル単体モデルにおける3次モードとの対数減衰率の比は $C=25 \text{t} \cdot \text{s}/\text{m}/\text{1}$ で約0.84と低減する結果となっている。

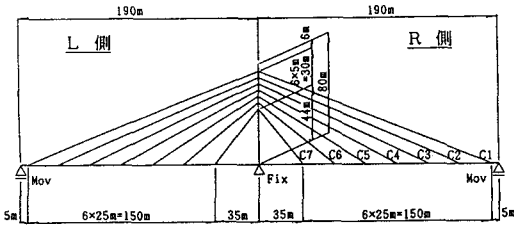


図-1 対象とした斜張橋全体系モデル

表-1 斜張橋全体系モデルの構造諸元

	断面横 A (m <sup>2</sup> )	断面2次モーメント I (m <sup>4</sup> )	単位重量 w (t/m)	死荷重張力 T (t)	
主桁	0.4500	0.8500	8.5000	—	
主塔	0.3500	0.9500	4.3000	—	
ケーブル	C1	0.0153	—	0.1278	561.0
	C2	0.0141	—	0.1181	583.5
	C3	0.0134	—	0.1126	524.0
	C4	0.0130	—	0.1082	476.0
	C5	0.0121	—	0.1007	428.5
	C6	0.0097	—	0.0815	331.5
	C7	0.0097	—	0.0815	351.5

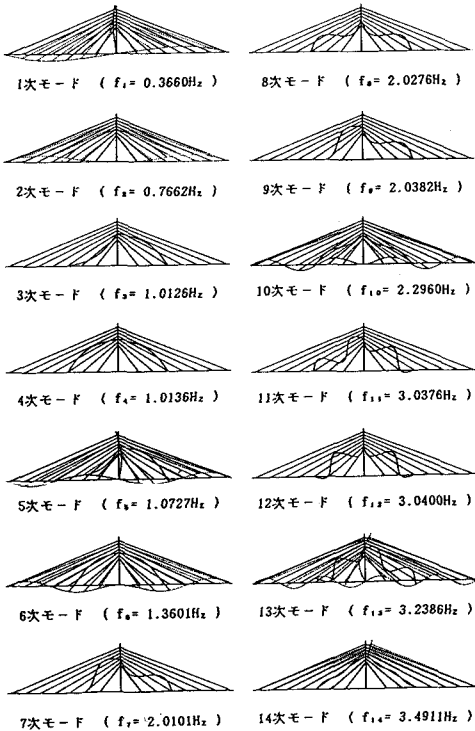
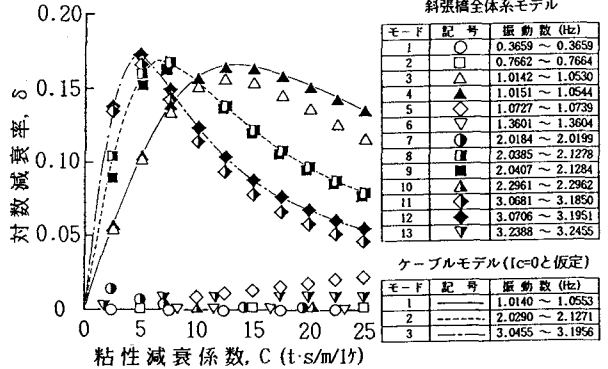
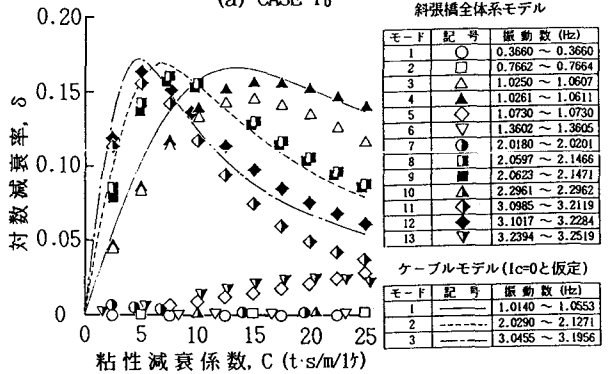


図-2 固有値解析結果



(a) CASE-I<sub>0</sub>



(b) CASE-I<sub>acso</sub>

図-3 減衰付加特性の解析結果

次に、断面2次モーメントIcを考慮した全体系モデルの解析結果(CASE-I<sub>acso</sub>)について考察する。この場合、図-3(b)から判るように、ケーブル単体モデルの場合に対する解析結果の差異がCASE-I<sub>0</sub>の場合よりもさらに大きく生じる結果となった。たとえば、全体系3次モードとケーブル単体モデルにおける1次モードの対数減衰率の比はC=10t・s/m/1ヶで約0.84、全体系11次モードとケーブル単体モデルにおける3次モードの対数減衰率の比はC=25t・s/m/1ヶで約0.68となっている。

以上の結果より、ケーブルの横振動を考慮した斜張橋全体系モデルから得られたダンパーの減衰付加特性は、ケーブル振動と桁振動が連成する場合、ケーブル単体モデルに対する複素固有値解析結果と若干相違する可能性のあることが判った。

【参考文献】 1)米田他:新たに開発したケーブル制振用粘性せん断型ダンパーの減衰付加効果について, 風工学シンポジウム, 1990年12月。 2)鳥野他: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, 1991年3月