

I-201

ケーブル制振用ダンパーの減衰付加特性について
- 断面2次モーメントを考慮したケーブルモデルによる検討 -川田工業(株) 正員 ○望月秀之
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、従来はケーブルの断面2次モーメントを無視した鎖状のケーブル単体モデルについて検討を行っている。しかしながら、上述のケーブル単体モデルに対する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^{1),2)}、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、ケーブル自身の断面2次モーメントの影響に着目することとした。本文は、ケーブル単体モデルにおいて断面2次モーメントを考慮した場合と無視した場合のそれぞれについて複素固有値解析を実施し、ダンパーの減衰付加特性に及ぼす断面2次モーメントの影響を検討したものである。

2. 対象とした解析モデル

本研究では、図-1に示す斜張橋の最上段ケーブル(C1ケーブル)と下から3段目のケーブル(C5ケーブル)に着目した。C1ケーブルとC5ケーブルの基本構造諸元を表-1に示す。複素固有値解析にあたっては、それぞれのケーブルについて表-2に示す4つのケースを対象とした。ここに、CASE-I₀はケーブルの断面2次モーメントI₀を無視した場合、CASE-Iはケーブル素線1本あたりの断面2次モーメントに素線本数を乗じた値をI₀として用いた場合、CASE-I_{Ac50}はケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒を仮定しその断面2次モーメント値の50%をI₀として用いた場合、さらにCASE-I_{Ac100}は、ケーブルの鋼線外径と等しい鋼棒を仮定しその断面2次モーメント値をI₀として用いた場合をそれぞれ示している。

解析モデルを図-2に示す。なお、Xをダンパー取り付け位置、lをケーブル長とした場合、ダンパーは、C1ケーブルに対してはX/l=0.04、C5ケーブルに対してはX/l=0.05なる位置に取り付けるものとした。

3. 複素固有値解析結果と考察

C1ケーブルとC5ケーブルに対する複素固有値解析結果を、それぞれ図-3、図-4に示す。これらの図より、ダンパーの減衰付加特性に及ぼす断面2次モーメントの影響は、C1、C5ケーブルともCASE-Iでは非常に小さく断面2次モーメントを無視したCASE-I₀の場合とほとんど一致していることが判る。これに対し、CASE-I_{Ac50}とCASE-I_{Ac100}では、CASE-I₀の場合と明確な差異が生じている。例えば、CASE-I_{Ac50}とCASE-I₀の対数減衰率の比率を同一の粘性係数に対して計算すると、C1ケーブルの2次振動ではC=7t·s/mなる場合に約0.93、C5ケーブルの1次振動ではC=9t·s/mなる場合に約0.88となっている。また、CASE-I_{Ac100}とCASE-I₀の対数減衰率の比率を同様に計算すると、C1ケーブルの2次振動ではC=7t·s/mなる場合に約0.88、C5ケーブルの1次振動ではC=9t·s/mなる場合に約0.82となっている。

以上の結果より、ケーブルにダンパーを設置した場合の減衰付加特性は、ケーブルの断面2次モーメントとして鋼線外径と等しい鋼棒が有する値の50%程度を仮定した場合に、断面2次モーメントを無視した従来の結果と若干相違するものと言えよう。

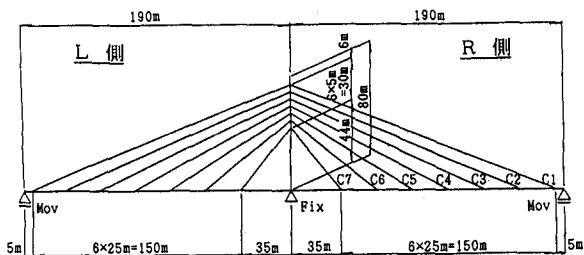


図-1 斜張橋全体系モデル

表-1 基本構造諸元

ケーブル名称	ケーブル長さ l (m)	断面横 Ac (m ²)	重量 W (t/m)	張力 T (t)
C1ケーブル	199.25	0.01528	0.1278	561.0
C5ケーブル	100.70	0.01205	0.1007	428.5

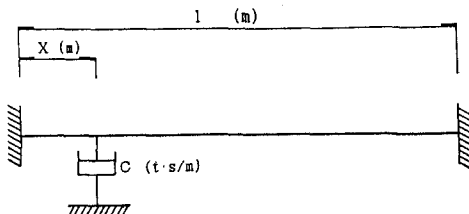


図-2 解析モデル

表-2 ケーブルの断面2次モーメント

解析ケース	断面2次モーメント (m ⁴)	
	C1ケーブル	C5ケーブル
CASE-1 ₀	—	—
CASE-1	4.679×10 ⁻⁶	3.689×10 ⁻⁶
CASE-1 _{Ac100}	1.352×10 ⁻⁵	0.823×10 ⁻⁵
CASE-1 _{Ac100}	2.704×10 ⁻⁵	1.645×10 ⁻⁵

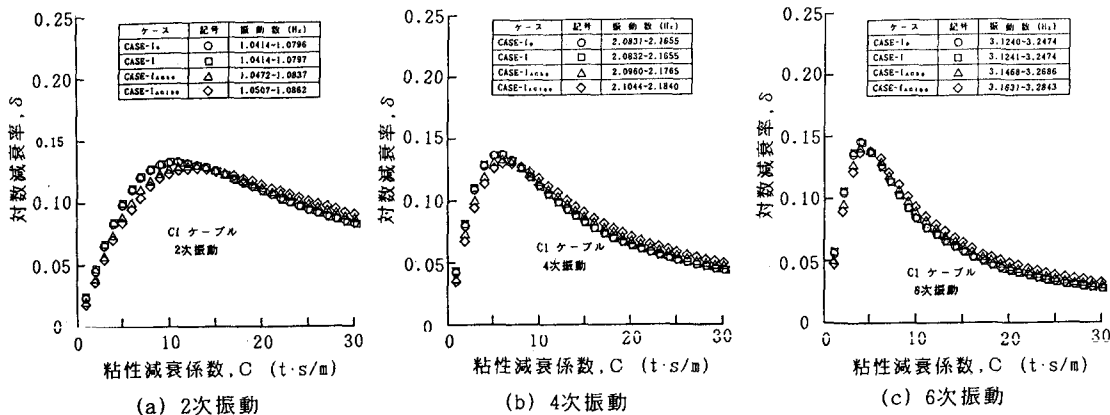


図-3 C1ケーブルの複素固有値解析結果

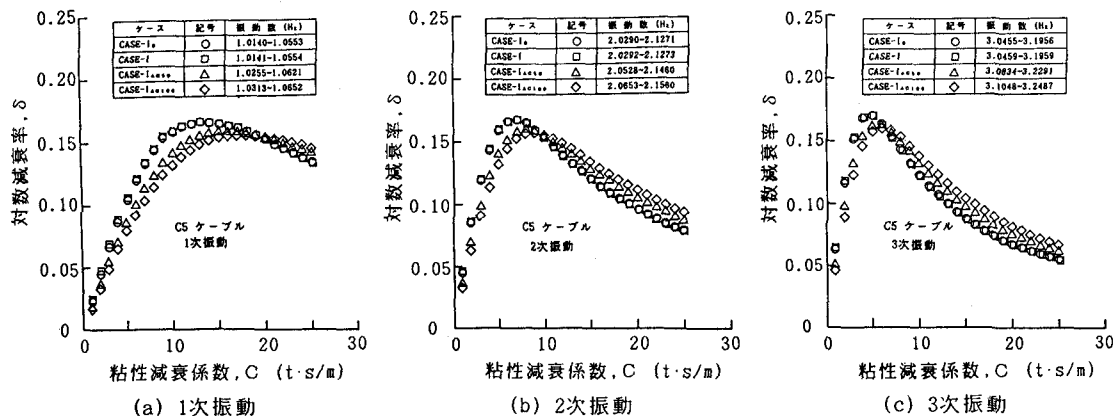


図-4 C5ケーブルの複素固有値解析結果

【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.