

I-307

毛見1号線橋梁(仮称)のケーブル振動実験

住友重機械工業株式会社

○正員 鹿島主央

和歌山県土木部和歌山下津港湾事務所

加茂年彦

和歌山県土木部河川課

山下雅己

住友重機械工業株式会社

正員 荒居祐基

正員 宮崎正男

1. まえがき

毛見1号線橋梁(仮称)は和歌山市と和歌山マリーナシティ(沖合人工島)を結ぶ2径間連続鋼斜張橋である。本橋は2径間斜張橋としてわが国最大級の規模(支間割:170m+240m)を有し、しかも平面線形がS字形をした曲線斜張橋となっている。本論は同橋のケーブル制振対策として設置した制振ダンパーの効果確認のために実施したケーブル振動実験の結果について報告するものである。図. 1に毛見1号線橋梁の一般図を示す。

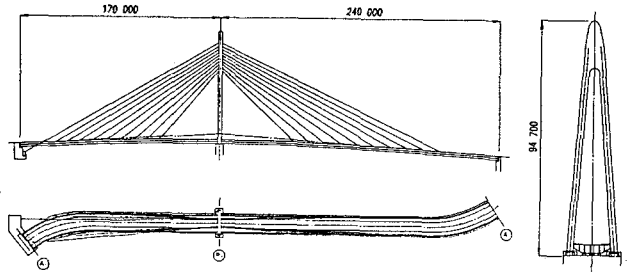
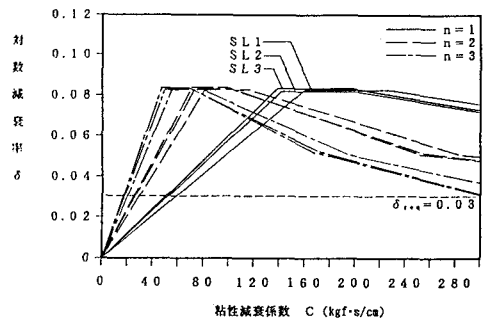


図. 1 毛見1号線橋梁一般図

2. ケーブル制振対策

本橋は2面10段のケーブルを有するが、制振検討の結果、上側3段のケーブルにおいて比較的低風速でレインバイブレーションの発生が予測されたため、ケーブルの主桁取付け部に粘性せん断型ダンパーを設置して制振対策を施した。粘性せん断型ダンパーは、ケーブルの面外・面内の両方向の振動に対応できるダンパーで、粘性体の性質により温度依存性を有するものの、比較的簡単に高い減衰が得られる有効なケーブル制振装置である。また、下側7段のケーブルについては、振動発生の危険性が小さいが、ケーブルの主桁・塔面取付け部に高減衰ゴムを装着することでケーブルの構造減衰を付加させ、振動に対してより安全性を高めることとした。

ケーブルの制振設計は、図. 2に示すようなダンパーの粘性減衰係数とケーブルの減衰付加効果の関係¹⁾を求め、この関係から必要対数減衰率に応じたダンパー容量を決定して行った。本橋では、レインバイブレーションの制振に必要な減衰率が $\delta = 0.02$ 程度²⁾であることから、ダンパーによる付加減衰率を $\delta = 0.03$ として設計を行った。

図. 2 C- δ 図(側径間:SL1~SL3)

3. ケーブル振動実験

(1) 実験要領

実験は加振機による加振の容易性を考慮して、側径間側のSL1~SL5(上側5段)のケーブルに対して行った。振動モードは1~3次までの面内振動を対象とした。

実験方法は、まずケーブルに取付けたサーボ型加速度計により、常時微動測定を行ってケーブルの固有振動数を把握した。次に、加振機を用いてケーブルを事前解析および常時微動測定より求めた固有振動数付近で強制加振し、ケーブルを共振させた後、自由減衰振動させて減衰波形より対数減衰率を求めた。

(2) 実験結果

(a) 固有振動数

表. 1 にケーブル固有振動数の実験結果および解析結果との比較例を示す。ケーブルの固有振動数はダンパーの設置によりわずかに高まる傾向にあったが、概ね変化はなかった。また、解析値との比較については表. 1 より明かなように、比較的よい精度で一致しており、解析条件の妥当性を確認できた。

表. 1 ケーブル固有振動数

ケーブル No	振 動 モード	固有振動数 (Hz)		
		解 析 結 果	常 時 微 動	自由減衰振動
SL1	1次	0.509	0.503	0.511
	2次	1.019	0.957	0.961
	3次	1.528	1.451	1.444
SL4	1次	0.810	0.815	0.810
	2次	1.620	1.615	1.610
	3次	2.431	2.400	2.415

(b) 対数減衰率

図. 3 にダンパー設置前後の自由減衰振動波形の一例を示す。また、図. 4 には測定した波形より求めたケーブルの対数減衰率を示す。ダンパー無の状態ではケーブルの対数減衰率は $\delta = 0.005 \sim 0.01$ 程度と非常に小さいが、ダンパー設置後では $\delta = 0.04 \sim 0.06$ となり、ダンパーによる減衰付加が $\delta = 0.04 \sim 0.05$ 程度あることを確認できた。ダンパーによる制振効果は設計で想定した減衰率よりも若干下回る結果となったが、これは実験の実施が真夏であったため、実験条件がダンパーの設計温度 30°C よりも高くなり、ダンパーの性質により減衰係数が増えてケーブルの対数減衰率が減少したものと推定できる。

これに対して、高減衰ゴムを装着したケーブルの対数減衰率は、 $\delta = 0.01 \sim 0.02$ 程度となることが確認できた。高減衰ゴム未装着の状態での実験を実施していないため、高減衰ゴムによる正確な減衰付加効果は確認できないが、ダンパー設置ケーブルの設置前の対数減衰率と比較すると、 $\delta = 0.005 \sim 0.01$ 程度の減衰付加となることが推定できる。

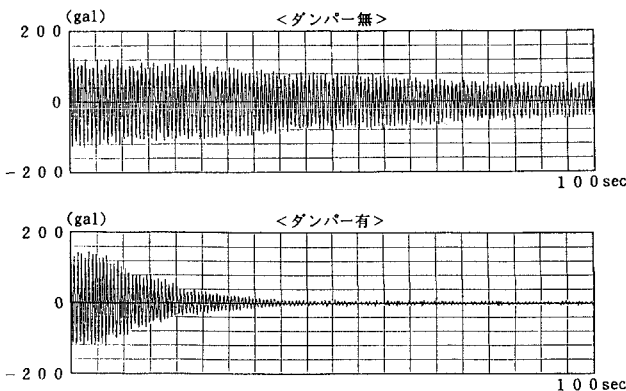


図. 3 自由減衰波形 (SL1: MODE3)

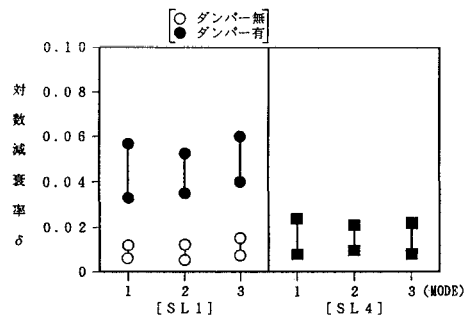


図. 4 対数減衰率

4. まとめ

本実験の結果、ケーブルの制振対策として粘性せん断型ダンパーの制振効果を十分に確認するとともに、ダンパーを設置したケーブルのレインバイプレションに対する安全性を確認した。また、高減衰ゴムを装着したケーブルの対数減衰率を把握することができた。

斜張橋のケーブル制振対策に粘性せん断型ダンパーを設置した実績はまだ少ないが、その有効性から今後使用事例は増加するものと考えられる。本論がケーブル制振設計の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 米田・前田：ケーブル制振用ダンパーの粘性減衰係数設定に関する一考察，土木学会論文集 第410号 1989年10月
- 2) (財)国土開発技術研究センター：斜張橋ケーブルの耐風性に関する検討報告書，1989年2月