

I-477 斜張橋ケーブル制振用粘性せん断型ダンパーの室内実験結果について

オイレス工業(株) 正員	○伊関治郎	建設省	飯名 勇
建設省	山本暢人	川田工業(株)	宮本義雄
川田工業(株)	安藤 修	川田工業(株) 正員	前田研一
川田工業(株) 正員	米田昌弘	オイレス工業(株) 正員	下田郁夫

1. まえがき 斜張橋のケーブル制振用の新しいダンパーを開発し、現場での実証実験に先立って室内実験を行ない、性能の確認を行った。このダンパーは高粘度の粘性材料の粘性せん断抵抗を利用した粘性せん断型ダンパーで、以下の特徴をもつものである。

- ① 一つのダンパーでケーブルの面内、面外振動に対応できる。
- ② ケーブルの軸力変動などによるダンパー取り付け点のケーブル方向の動きにも追従できる。
- ③ 構造が簡単で機械的接触点がなく、また取り付けに起因する作動上のガタもなく、0.5mm以下の微小な振幅の振動にも確実に応答する。
- ④ 粘性材料が極めて安定であり、維持・補修が殆んど不要である。

この形式のダンパーは多径間連続橋の地震分散用ストッパー、免震建築物の減衰装置あるいは免震床などの減衰装置としての実績が多いが、ケーブルの制振装置としての適用は今回が最初である。

本報告は、実際に施工される斜張橋のケーブル制振案の一つとして設計されたダンパーの実機について各種の試験を行った結果について報告し、設計の基本式を提示するものである。

2. 実験の内容

(i) 供試体は実橋試験に用いるダンパーと同一で、設計条件は以下の通りである。

- ① 周波数 0.5Hz, 片振幅 0.5cmの正弦波入力に対して減衰係数 $C=9 \text{ t/m/s}$
- ② ケーブル面内および面外の可能ストローク 3.0cm, ケーブル方向可能移動量 0.7cm以上
- ③ 設計温度 $t = 30^\circ\text{C}$

図-1にダンパーの概要を示す。

(ii) 試験は 0°C 、 20°C および 40°C の温度条件下で油圧サーボシリンダーにより、①ケーブル面内方向 ②ケーブル面外方向 ③ケーブル方向に加振して行った。加振振幅と加振周波数の組合せは表-1に示すものとした。

3. 実験結果と考察

① ケーブル面内および直角方向の抵抗力特性がほぼ同じであることを確認した。図-2に代表的な速度～抵抗力特性を示す。図中、実線は従来の適用研究で得られた特性式(1)によるものである。

$$F = 0.59 e^{-0.043t} \cdot \left(\frac{v}{d} \right)^{0.5} \cdot S \quad \text{—— (1)}$$

F : 抵抗力 (kg), t : 温度 ($^\circ\text{C}$), v : 速度 (cm/sec)

d : 粘性体厚さ (cm), S : せん断面積 (cm^2)

② 図-2において振幅が0.5cmより小さい場合に抵抗力の減少が見られる。図-3に抵抗力の振幅依存性を示す。従来の適用事例では、振幅は粘性体厚さよりも大きく、振幅依存性は全く認められなかった。今回の供試体では粘性体の厚さは1.0cmであり、問題にしている振幅よりも大きいので(1)式に小振幅の場合の補正を行い(2)式を得た。

$$F = 0.76 e^{-0.043t} \cdot a^{0.34} \cdot \left(\frac{v}{d} \right)^{0.5} \cdot S \quad \text{—— (2)}$$

(a : 振幅 (cm), $a \leq 0.47$ の場合に適用)

- ③ 温度依存性が (1) 式によることを確認した。
- ④ ケーブル方向の抵抗力を図-4に示す。実橋におけるケーブル方向の動的振幅は極めて小さいものと思われ実用上問題にはならないと考えられる。

以上により、新しい特徴をもったケーブル制振用ダンパーの実用性が室内実験で確かめられ、その後、実橋架設現場において現場実証実験が行われたが、これについては別項で報告されているので参照されたい。本ダンパーの開発に際して御指導をいただきました建設省土木研究所構造研究室 横山功一室長に心から感謝いたします。

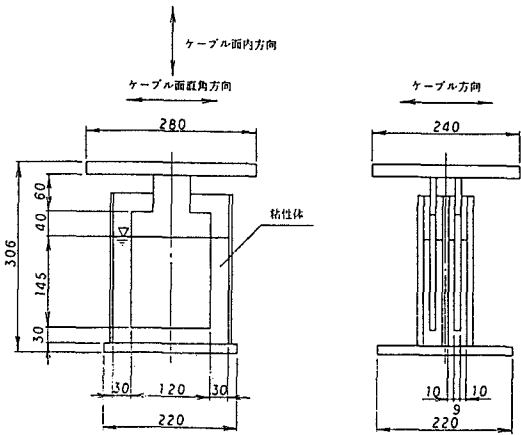


図-1 供試体概略図

振動数 振幅	0.5 mm	1	2	5	10	20
0.5 Hz	○	○	○	○	○	○
1.0	○	○	○	○	○	○
2.0	○	○	○	○	○	○
4.0	○	○	○	○	○	○

表-1 (a) ケーブル面内および直角方向加振条件

振動数 振幅	0.5 mm	1	2
0.5 Hz	○	○	○
1	○	○	○
2	○	○	○

表-1 (b) ケーブル方向加振条件

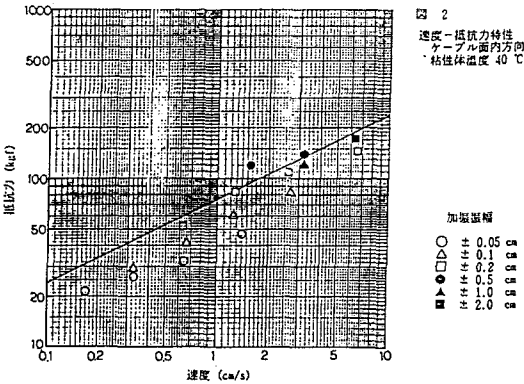


図-2
速度-抵抗力特性
ケーブル面内方向
粘性体温度 40℃

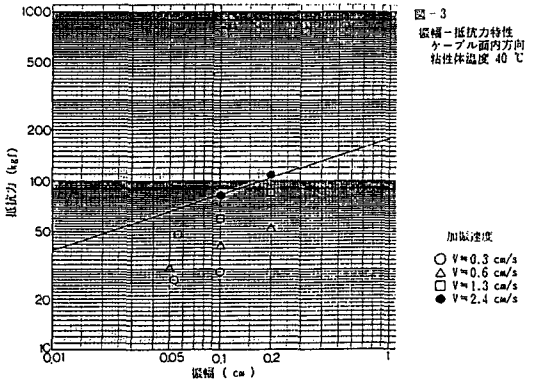


図-3
振幅-抵抗力特性
ケーブル面内方向
粘性体温度 40℃

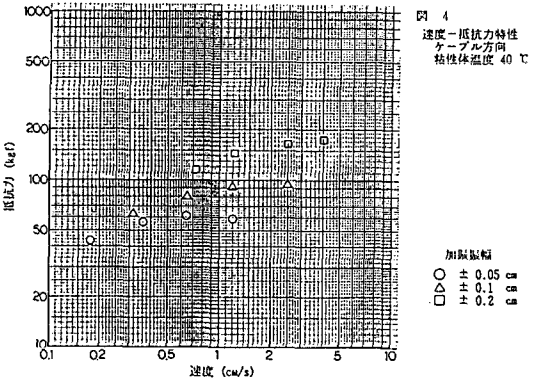


図-4
速度-抵抗力特性
ケーブル方向
粘性体温度 40℃