

第 I 部門 2 径間連続 PC 斜張橋で採用されたケーブル制振用粘性せん断型ダンパーの減衰付加効率について

近畿大学理工学部 学生員○皆吉進治
近畿大学理工学部 正会員 米田昌弘
近畿大学理工学部 林 秀昭
オリエンタル建設(株) 正会員 吉村 徹

1. はじめに

周知の如く、斜張橋ケーブルの風による振動に対処する方法として、最近ではケーブル端部付近にダンパーを設置する方法が主要な制振対策として位置づけられつつある。ケーブル制振用ダンパーとして、オイルダンパーや高減衰ゴムを利用する方法なども実用化されているが、わが国では粘性体のせん断抵抗を利用した方式(粘性せん断型ダンパー)の使用実績が最も多い。粘性せん断型ダンパーは幸魂大橋ではじめて採用され、実験結果と解析値との対比など詳細な検討が実施されているが、これ以降に適用された橋梁では十分な比較対比が行われていない。そこで、本研究では、粘性せん断型ダンパーを採用した 2 径間連続 PC 斜張橋を対象として、ダンパーによってケーブルに付加された構造減衰の測定値と計算値との対比を行い、粘性せん断型ダンパーの減衰付加効率に関するデータの蓄積を図ることとした。

2. 対象とした PC 斜張橋とケーブル制振対策

対象とした橋梁は、沖縄県に架設された 2 径間連続 PC 斜張橋である。本橋の一般図を図-1 に示す。また、表-1 には実橋ケーブル試験を実施したケーブルの諸元とダンパー設置状況を示す。本橋では、細径ケーブルを 3 本 (S-16 ケーブルでは 4 本) 束ねて 1 つのケーブルとして使用しているが、P2~P3 橋脚側では上下方向に、P3~P4 橋脚側では幅員方向に各段ケーブルがそれぞれ比較的近接して配置されていることから、ダンパー設置前の架設時にはウェイクギャロッピングと考えられる振動がしばしば観察された。そこで、上から 4 段目までのケーブルに対して粘性せん断型ダンパーを設置し、ウェイクギャロッピングを制振することとなった。設置状況を写真-1 に示す。なお、ダンパー設置後は現在までのところウェイクギャロッピングが観測されておらず、粘性せん断型ダンパーは有効に作用していることを付記しておく。

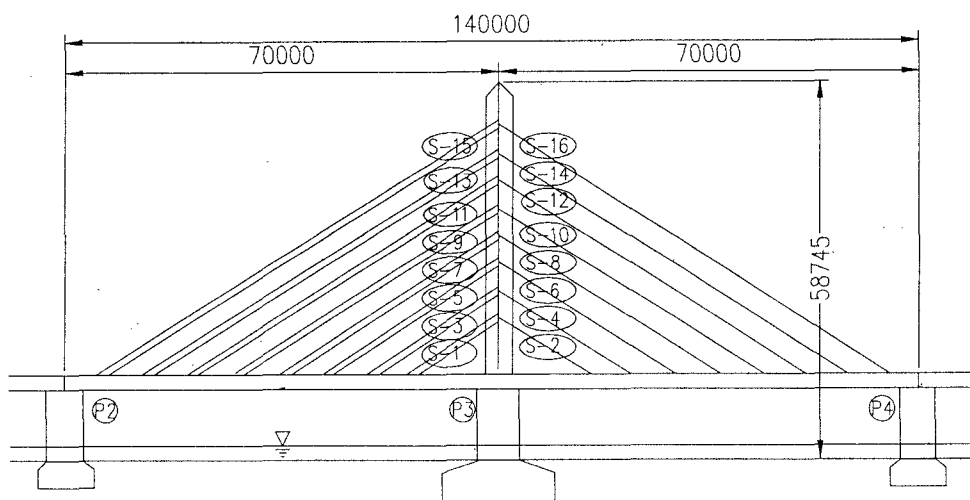


図-1 与那城一号橋

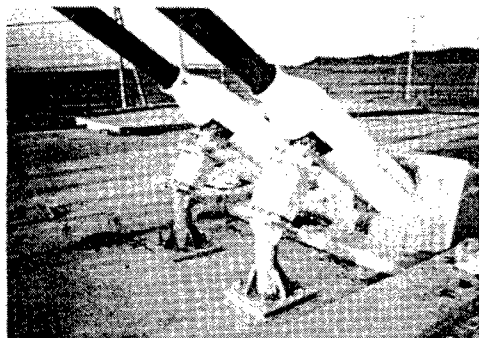


写真-1 粘性せん断型ダンパーの設置状況

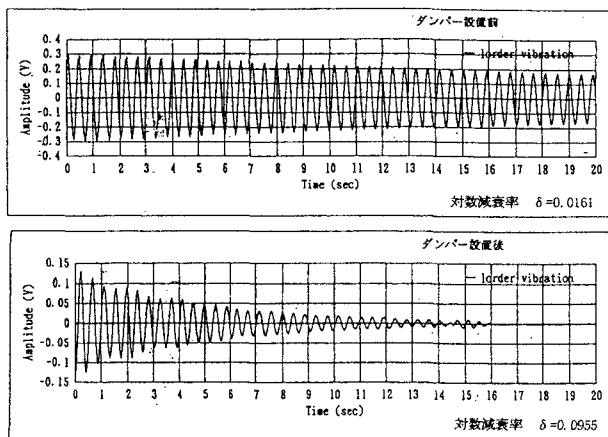


図-2 減衰自由振動波形

表-1 実橋ケーブル試験を実施したケーブルの諸元

ケーブル番号	ケーブル長 (m)	固定間長 (m)	単位長重量 (tf/m)	張力 (tf)	固有振動数 (Hz)	ダンパー 設置位置(m)
S-15 下段	74.827	70.392	0.07032	407.4	1.693	2.950
S-14 下り線	67.647	63.182	0.04992	273.7	1.834	2.760
S-14 上り線	67.647	63.182	0.04992	273.7	1.834	2.760
S-13 下段	66.725	62.240	0.04992	312.6	1.990	2.945
S-11 下段	58.580	53.965	0.04992	309.4	2.283	2.875

表-2 構造減衰の測定値

ケーブル 番号	対数減衰率		
	設置前	設置後	付加減衰
S-15 下段	0.0093	0.0578	0.0485
S-14 上り線	0.0113	0.1074	0.0961
S-14 下り線	0.0114	0.0986	0.0872
S-13 下段	0.0161	0.0817	0.0656
S-11 下段	0.0161	0.0955	0.0794

表-3 実測値と理論値の比較

ケーブル番号	実測値	理論値	実測値/理論値
S-15 下段	0.0485	0.0641	0.7567
S-14 上り線	0.0961	0.0751	1.2796
S-14 下り線	0.0872	0.0751	1.1611
S-13 下段	0.0656	0.0816	0.8039
S-11 下段	0.0794	0.0945	0.8402

3. 実験結果と計算値の対比

本橋では、粘性せん断型ダンパーの設置前後において実橋ケーブル試験を実施している。ダンパー設置前後に得られた減衰自由振動波形（鉛直 1 次振動）の一例を図-2 に示す。また、実験を行ったすべてのケーブルに対する結果（粘性体温度が $t=30^{\circ}\text{C}$ での結果）を表-2 にまとめる。

粘性せん断型ダンパーによってケーブルに付加される構造減衰の理論値は、文献 1) に示された実用算定式を用いて算定することとした。基準振幅を 0.3cm と仮定して得られた鉛直 1 次振動に対する理論値と実測値ならびにこれらの比較から算定した減衰付加効率（実測値/理論値）を表-3 に示す。表-3 から、理論値と実測値には最大で $\pm 25\%$ 程度の誤差はあるものの、両者は概ね一致しており、 $t=30^{\circ}\text{C}$ では設計で仮定した粘性せん断型ダンパーの等価ばね定数と等価粘性減衰係数がほぼ妥当であったと言える。

4. まとめ

本研究より、粘性せん断型ダンパーの減衰付加効率に関する貴重なデータを蓄積できたと考えている。今後は、粘性せん断型ダンパーを設置したその他の橋梁に対しても同様の検討を行い、粘性せん断型ダンパーの有用性をさらに検証していく所存である。

【参考文献】1) 米田昌弘ほか：ケーブル制振用粘性せん断型ダンパーの減衰付加特性に及ぼすばね剛性の影響とその設計用減衰評価曲線，土木学会論文集，第 480 号/VI-21，pp.77~86，1993 年 12 月。