

PC長大斜張橋の免震化を図る研究・第三報
（ダンパーの配分法について）

開発コンサルタント(株) 正会員 山下幹夫
開発コンサルタント(株) 正会員 謝 嬋娟
開発コンサルタント(株) 正会員 ○ 白鳥愛介

1 まえがき

本研究の目的は、地震動を受けるPC斜張橋の応答値を低減するため、支点免震装置配置法にたいする提案である。著者らは、これまで、中間支点到免震装置を有する2径間PC斜張橋を対象に、地震時橋梁の各主要応答値が最小となるダンパー量の簡便計算法を検討してきたが¹⁾、本文は、各支点到ダンパーを配置するとき最適総ダンパー量の変化と、各支点毎への配分手法について検討したものである。

2 検討概要

検討対象とした橋梁は、スパン長が250mの2径間対称形のPC斜張橋であり、図-1にその解析モデルを示す。

検討方法として、モデルの主橋脚剛性 $E_c I_m$ 、端橋脚剛性と主橋脚剛性の比 $E_c I_e / E_c I_m$ (E_c を同一とすれば I_e / I_m となる)、端橋脚と主橋脚天端に設置したダンパーの一次剛性の比 K_{1e} / K_{1m} を変化させ、各ケースについて、総ダンパー量 ΣK_1 ($\Sigma K_1 = K_{1m} + 2 \cdot K_{1e}$) による主橋脚基部曲げモーメントの応答低減率（フローチング・タイプに対する）を解析して、その低減率が最小となる ΣK_1 の最適値を求めるものとした。

解析はモデルを2次元の橋軸方向モデルのみとし、ダンパーモデルはバイリニア形($u_y = 1\text{cm}$, $K_2 = K_1 / 6$)として等価線形法によるその非線形を考慮し、スペクトル応答解析を行った。

3 検討結果

検討対象としたケース及びその最適 ΣK_1 値を表1に示した。表より以下の結果が示された。

3.1 最適総ダンパー量

総ダンパー量を表す ΣK_1 の最適値はダンパーの配分比のみに左右されている。すなわち、最適総ダンパー量としては、簡易モデルで中間支点到のみにダンパーを有する場合の最適ダンパー値を配分比によって補正すればよいこととなる。この補正係数 α と配分比の関係を図-2に示し、補正式を下記に示す。

$$(\alpha - 1)^2 = 0.25 \cdot K_{1e} / K_{1m} \quad \cdots \cdots (式1)$$

或いは

$$\alpha = 1 + K_{1e} / K_{1m} \quad \cdots \cdots (式2)$$

表1. 解析ケースと最適 ΣK_1 値

Case No	I_e / I_m	I_m (m ⁴)	K_{1e} / K_{1m}	ΣK_1 の最適値	R_m
1	0.50	3119	0.00	800	0.70
2			0.25	1050	0.61
3			0.50	1100	0.57
4			1.00	1200	0.53
5			3.00	1200	0.52
6		3119 *0.5	0.00	800	0.65
7			0.25	1000	0.55
8			0.50	1100	0.50
9			1.00	1200	0.47
10			3.00	1200	0.43
11		3119 *2.0	0.00	800	0.78
12			0.25	1050	0.71
13			0.50	1100	0.68
14			1.00	1200	0.66
15			3.00	1200	0.64
16	0.25	3119	0.00	800	0.70
17			0.25	1050	0.61
18			0.50	1100	0.58
19			1.00	1200	0.55
20			3.00	1200	0.52
21	0.75		0.00	800	0.70
22			0.25	1050	0.61
23			0.50	1100	0.57
24			1.00	1150	0.54
25			3.00	1200	0.50
26	1.00		0.00	800	0.70
27			0.25	1050	0.61
28			0.50	1100	0.57
29			1.00	1150	0.54
30			3.00	1150	0.51

R_m : 主橋脚基部曲げモーメントの応答低減率

3.2 ダンパーの配分について

図-3は、主橋脚剛性と端橋脚剛性比を変えて試算した結果である。この図より、剛性比は配分比に影響を与えない事がわかる。

また、図-4は、主橋脚剛性と端橋脚剛性比を一定とし、主橋脚剛性を変化させた場合であるが、これも変化傾向は同様であり、橋脚剛性による影響は少ないものと判明した。

4 配分法

以上の検討から、各支点到ダンパーを設ける場合には、下記に示すような手順で配分を行えば最適な減衰性能が発揮できるものと考えられる。

- ①簡易モデルで主橋脚天端1点にダンパーを配置する場合の ΣK_1 の最適値を求める。
- ②端橋脚剛性を考慮し耐荷力よりダンパーの配分率を決める。
- ③上記の配分比より式1或いは式2による補正係数 α を求め、最適な ΣK_1 値を算出し、下式によって配分する。

$$K_{1,m} = \alpha \cdot \Sigma K_1 / (n+2)$$

$$K_{1,\pm} = \alpha \cdot n \cdot \Sigma K_1 / (n+2)$$

ここに、 $n = K_{1m}/K_{1\pm}$ 。

5 あとがき

ダンパーを各支点到に配分する場合、その配分方法について解析を行ない、次の様な結果を得た。各支点到にダンパーを配分する場合、橋脚の剛性比や主橋脚剛性には大きく依存しないが、1点に設ける場合の値に対しては補正が必要であり、その補正は4の配分法に示した式により求まる係数を乗ずれば、より最適となる。

なお、本報告は建設省土木研究所、土木研究センター、民間19社による共同研究「高減衰材料を用いた長大橋の免震技術の開発」の一環として行われたものである。

[参考文献]1)山下幹夫・謝 嬋娟・白鳥愛介:PC長大斜張橋の免震化を図る研究・第一報, 土木学会第49回年次学術講演会概要集, I-643, pp. 1284-1285, 1994

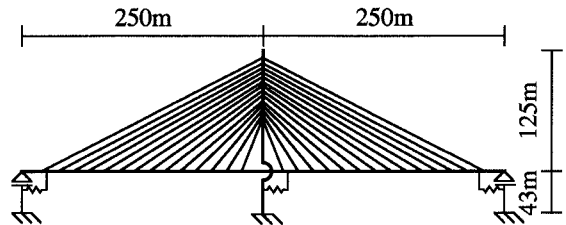


図-1 解析用モデル

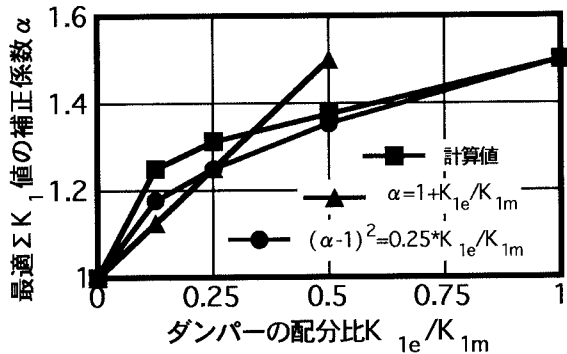


図-2 最適 ΣK_1 の補正係数 α とダンパー配分比の関係

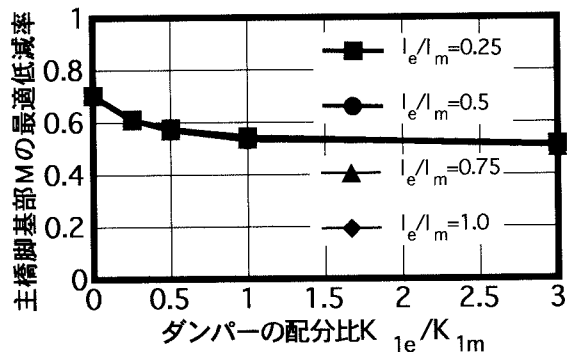


図-3 ダンパー配分比と橋脚剛性比の関係($l_m=3119\text{m}^4$)

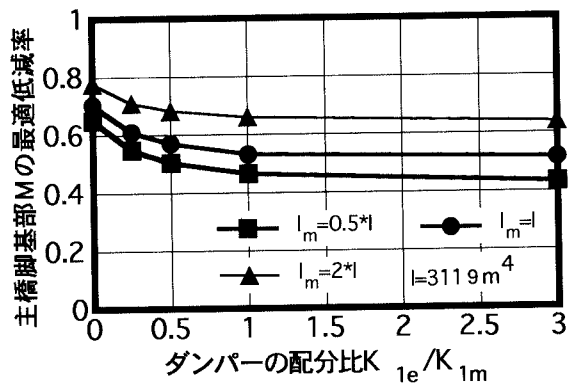


図-4 ダンパー配分比と主橋脚剛性の関係 ($l_e/l_m=0.5$)