

I-B 42

P C長大斜張橋の免震化を図る研究・第四報

（最適免震設計法について）

開発コンサルタント(株) 正会員 ○謝 嬋娟
同 上 正会員 山下幹夫

1、まえがき

長大橋梁の耐震性向上のため、免震化を図り、その実用性にむけた研究を実施してきた。中でも免震デバイスの特性を試算し、最も効果的な配置等を検討する場合には、簡易な構造モデルでも精度よく設定可能である事は既報告したとおりである。しかしながら、既報告で提案した簡易モデルの検証は、地震規模の小さい震度法レベルで実施したもので、大規模地震レベルでは応答形状の変化も予想され、このようなレベルの地震においても提案簡易モデルの適用性を検討する必要性が生じた。本報告は、大規模地震レベルにおいても提案簡易モデルが十分適用可能である事を検証した成果をまとめたものである。

2、大地震レベルでの簡易モデルの検証

検証は、ダンパーをバイリニア型($u_y = 1\text{cm}$, $K_2 = K_1/6$ 、ただし、大変位の場合は履歴曲線の退化性を考慮するために $K_2 = K_1/10$ とする)として、前回と同様のスパン250mの2径間対称形のP Cモデル斜張橋を対象に、応答

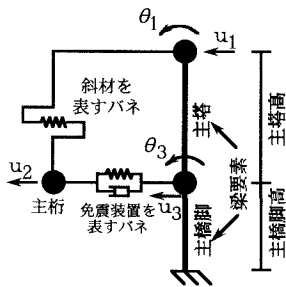


図-1 簡易モデル

スペクトル解析で求められた詳細モデルと簡易モデル(図-1)の各主要応答値の K_1 に対する変化傾向の比較により行った。図-2には、地震外力をL2(保有水平耐力法のI種地盤用)とL3(兵庫県南部地震神戸海洋気象台)レベルと想定する場合の各主要応答値のフローティングタイプに対する低減率と K_1 の関係を示す。図より、提案した簡易モデルは、L2、L3レベルような大規模地震に対しても詳細モデルとほぼ一致する傾向を示し、ダンパー総量の設定には有効であることがわかった。

3、配分法の再検討

支間長170mと320mのモデル橋(主桁の幅員およびケーブルの間隔は前回の検討に用いられた支間長250mのと同様である)を設定し、前回と同様のように、主橋脚の剛性 I_m 、橋脚の剛性比 I_o/I_m 及びダンパーの一次剛性比 K_{1o}/K_{1m} をパラメータにとり、主要応答値と最適総ダンパー量の変化傾向について検討を行った。また、実用上では等価線形法を用いる場合も多く、等価剛性(K_B)に対する検証も実施し、各ケースについて ΣK_B と ΣK_1 の関係などにも検討を加えた。検討対象としたケース及びその最適ダンパー特性値の代表例を表-1と

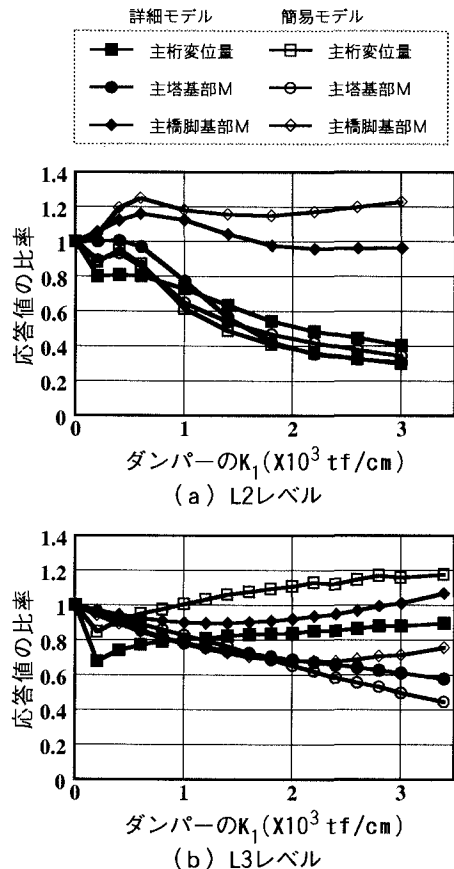
図-2 主要応答値の低減率と K_1 の関係

表-2に示すが、以下の結果が得られた。

- ① 算出した K_{Be}/K_{Bm} の値は、 K_{Ie}/K_{Im} の値とほぼ同じであり、その最適値が橋脚の剛性比や主橋脚剛性に関係しない。

- ② スパンが非常に長く、かつ主橋脚剛性が大きい場合

を除いて、最適総等価剛性 ΣK_B

は、ダンパーの配分比のみに左右され、集中して設ける場合の

値に対して式(1)によって補正

する(図-3)。

$$(\alpha - 1)^2 = 0.25 \cdot K_{Be}/K_{Bm}$$

式(1)

- ③ 一般的な設計範囲であると考え

えられる $K_{Be}/K_{Bm} < 0.25$ のケースでは、ダンパー

の等価減衰定数(h_{Be} 、 h_{Bm})、支承変位(u_{Be} 、

u_{Bm})は、集中して設ける場合と大差がない。

4、最適免震設計法

これらの事から、支点免震の初期設計としては、以下に示すように実施すれば、最適減衰性能が発揮できるものと考えられる。

- ① 3節点簡易モデルを用いた応答スペクトル解

析により、主橋脚天端にダンパーを設ける場合

の形状(断面積A、厚さt)を試算で求め、 K_B の値を算出する。

- ② 端橋脚剛性を考慮し、耐荷力よりダンパーの配分率 K_{Be}/K_{Bm} を設定する。

- ③ 上記の配分率より、式(1)による補正係数 α を求め、最適な総ダンパー量 αK_B の値を求め、下式を用いて配分する。

$$K_{Be} = \alpha \cdot K_B / (n+2) \quad \text{式(2)}$$

$$K_{Bm} = \alpha \cdot n \cdot K_B / (n+2) \quad \text{式(3)}$$

ここに、 $n = K_{Bm}/K_{Be}$ 、 K_B は、①で求めたものである。

- ④ 各支점에設置するダンパーの等価減衰定数 h_{Be} 、 h_{Bm} および支承変位 u_{Be} 、 u_{Bm} は、集中して設置する場合の等価減衰定数 h_B 及び支承変位 u_B と同等になるように仮定し、 K_{Be} 、 K_{Bm} 、 h_{Be} 、 h_{Bm} 、 u_{Be} と u_{Bm} から各ダンパーの形状決定を行う。

5、あとがき

前回報告の研究に引き続き、提案した簡易モデル及び配分法の再検討を行った。その結果、提案した簡易モデルは大規模地震レベルに対しても有効であり、配分法は一部例外を除き、支間長150m～300mクラスの橋梁でも適用可能であることが判明した。また、実用面からダンパー量を等価剛性 K_B として用いても提案した配分法は初期設定の段階の検討に使用できる事も確認できた。

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をまとめたものである。

[参考文献]1) 山下幹夫・謝 輝娟・白鳥愛介：P C長大斜張橋の免震化を図る研究・第二報(簡易モデル及びダンパー総量の決定法)，土木学会第50回年次学術講演会概要集，I-783，pp.1566-1567，1995

2) 山下幹夫・謝 輝娟・白鳥愛介：P C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)，土木学会第50回年次学術講演会概要集，I-783，pp.1568-1569，1995

表-1 検討ケース

スパン長 (m)	I_e/I_m	$I_m(m^4)$	K_{Ie}/K_{Im}
170	0.25～1.0	1818～3636	0.0～0.5
320		2088～8350	

表-2 最適ダンパー特性値の代表例

(スパン長170m、 $I_e/I_m=0.5$ 、 $I_m=1818m^4$)

K_{Ie}/K_{Im}	ΣK_B の最適値(tf/cm)	R_m	ΣK_B (tf/cm)	h_{Bm} (%)	h_{Be} (%)	u_{Bm} (cm)	u_{Be} (cm)	K_{Be}/K_{Bm}
0.00	1125	0.68	431	27.0	0.0	5.6	0.0	0.00
0.25	1350	0.56	543	27.4	26.8	4.9	5.4	0.24
0.50	1550	0.51	656	27.1	27.0	4.5	4.8	0.48

R_m ：主橋脚基部Mの応答低減率

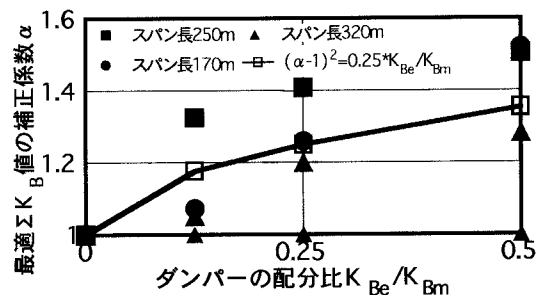


図-3 最適 ΣK_B の補正係数 α と配分比の関係