

(株)長大 正会員 ○板橋美保  
東京工業大学 フェロー 川島一彦  
東京工業大学 正会員 庄司 学

### 1. まえがき

阪神大震災以降、積層ゴム支承が広く使われるようになった。ゴム支承は地震時に支承が大きく変形し、水平力を分散させることができる反面、支承が大きく変形することにより、現在設計で用いられている橋脚系の塑性率と、橋梁の全体系で考慮した塑性率は異なってくる恐れがある。本研究では、ゴム支承を有する橋梁の橋脚系塑性率と全体系塑性率がどのように異なってくるか、またその違いが荷重低減係数にどのような影響を与え、弾性荷重の低減にどのような差を与えるのか検討することを目的とする。

### 2. 解析方法と解析対象橋

図1に示すようにある橋梁が地震動をうけた時、桁位置での変位は、基礎の回転及び併進による変位  $u_F$ 、橋脚の曲げ変形による変位  $u_{Pf}$ 、ゴム支承の変形による変位  $u_B$ 、塑性ヒンジの回転変形による変位  $u_{Pp}$  により構成される。この時、図2(a)に示すように橋脚系塑性率  $\mu_p$  は次式のように定義される。

$$\mu_p = \frac{u_p^{\max}}{u_p^{Py}} \quad (1)$$

ここで、 $u_p^{\max}$  は橋脚の変形による桁位置での最大応答変位、 $u_p^{Py}$  は橋脚の降伏変位である。また、図2(b)に示すように全体系塑性率  $\mu_s$  は次式で定義される。

$$\mu_s = \frac{u^{\max}}{u^{Py}} = \frac{u^{\max}}{u_p^{Py} + u_B^{Py} + u_F^{Py}} \quad (2)$$

ここで、 $u^{\max}$  は桁位置での最大応答変位、 $u^{Py}$  は橋脚降伏時の桁位置での変位、 $u_p^{Py}$ 、 $u_B^{Py}$ 、 $u_F^{Py}$  は橋脚降伏荷重作用時の、ゴム支承の変形及び基礎の変形による桁位置での変位である。解析対象とした橋は、図3に示すような都市高架橋タイプの橋であり、支承の剛性を変化させたことにより、固有周期に幅をもたせて解析した。また、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された地震動を入力した。

### 3. 解析結果

桁位置での変位の内訳を図4に示す。これによると桁位置での変位はゴム支承の変形による変位が支配的になっており、支承が硬くなると(すなわち、固有周期が短くなると)支承が変形しなくなるかわりに、橋脚基部の塑性ヒンジによる変位が増えていくことがわかる。この結果をもとにして塑性率を計算すると、図5のようになる。これによるとどの固有周期においても全体系塑性率は橋脚系塑性率よりも1/2~1/3と小さくなっている。次に、この2つの塑性率を用いて計算した荷重低減係数(荷重低減係数の算出にはエネルギー一定則を用いた)により桁の弾性加速度を低減し、その値を非線形動的解析の応答加速度と比較すると図6のようになる。この図から、全体系塑性率を用いて荷重低減係数を求めると非線形動的解析の結果に近いが、橋脚系塑性率を用いると応答加速度を非線形動的解析結果の約半分に見込んでしまうことが分かる。

### 4. 結論

本解析で得られた結論は以下の通りである。

- (1) 都市高架橋タイプの橋梁においてゴム支承の変形を考慮した全体系塑性率は橋脚系塑性率の約1/3になる。
- (2) 橋脚系塑性率を用いて荷重低減係数を求めると、実際の地震力を約半分に過小評価する。したがって、地震時保有水平耐力法による耐震設計においては、全体系塑性率を適用すべきである。

キーワード：耐震設計、地震力分散橋梁、塑性率、地震時保有水平耐力法

連絡：〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1 ☎03-5734-2922

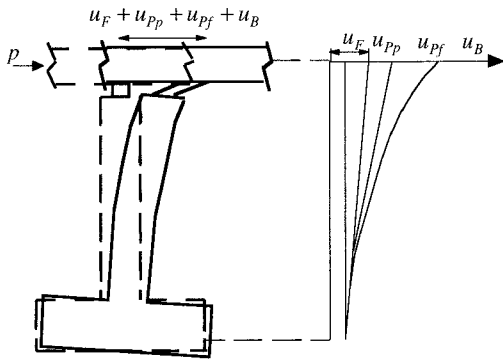
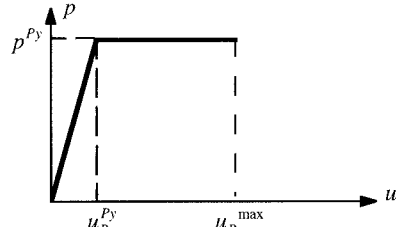
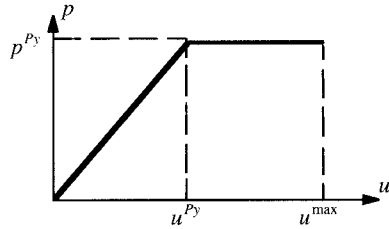


図1 桁位置での変位の内訳



(a) 橋脚系の水平力-水平変位



(b) 全体系の水平力-水平変位

図2 橋脚系及び全体系の水平力-水平変位の関係

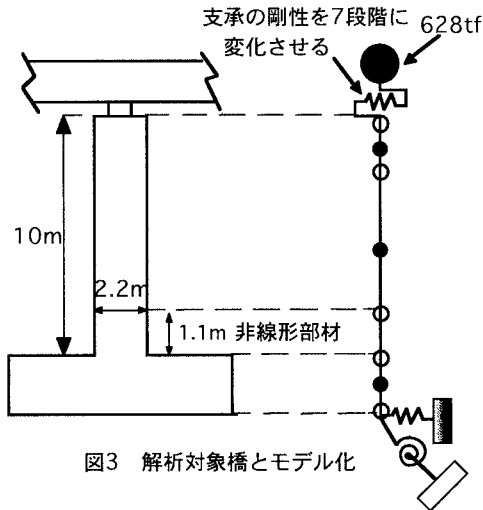


図3 解析対象橋とモデル化

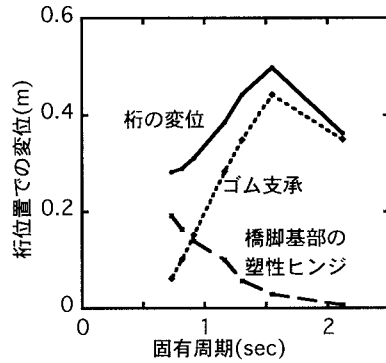


図4 桁位置での変位の内訳

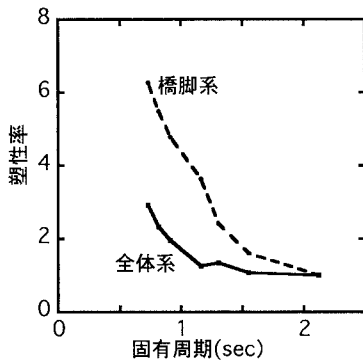


図5 橋脚系塑性率と全体系塑性率

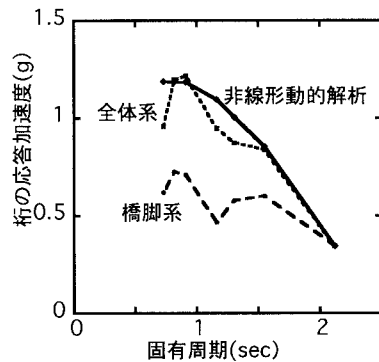


図6 低減した加速度と非線形動的解析との比較