

## 機能分離支承を用いた橋梁における支承鉛直反力の変動に関する検討

阪神高速道路公団 正会員 ○長澤 光弥  
 阪神高速道路公団 正会員 鈴木 威  
 阪神高速道路公団 正会員 足立 幸郎  
 総合技術コンサルタント 正会員 西森 孝三

## 1. はじめに

機能分離支承は、鉛直支持機能と水平力抵抗機能とを分離させることにより支承を縮小することが可能とし、コスト縮減につながるため、新設橋梁においても採用されはじめている。阪神高速道路においても京都高速道路油小路線においては橋軸直角方向を弾性固定とした機能分離支承の採用も含めて積極的に採用を検討しているところである。しかし、鉛直力支持のために用いられている滑り支承の摩擦減衰については、鉛直地震動および桁のたわみ振動によって鉛直反力変動することなどから摩擦の信頼性が十分に確認されておらず、これまでの機能分離支承の設計においては「力」に対する設計においては摩擦減衰を無視し、「変位」に対する設計においては摩擦減衰を考慮した設計がなされるのが一般的であった。しかし、滑り支承の

摩擦減衰を適切に評価し、耐震設計に取り込むことによってより合理的な設計が可能になると考えられる。今回はその第一段階として、地震時における支承の鉛直反力について検討した結果について報告する。

## 2. 検討対象橋梁および解析条件

今回は、橋梁の3次元的地震時挙動を考慮する必要があるため、立体モデルを構築した。検討対象としては、単柱T型RC橋脚上の7本主桁を有する鋼単純合成I桁とし、図-1に示すようなモデル化をした。橋脚高さ14m、橋長は40m、上部工重量は9,016kN、橋脚重量は6,217kNである。RC橋脚の非線形挙動を考慮するため、M- $\phi$ モデルにより構築し、復元力特性については修正武田モデルとした。なお、橋軸方向と橋軸直角方向については連成を考慮していない。基礎の剛性の影響については、地震動入力方向による影響を直接的

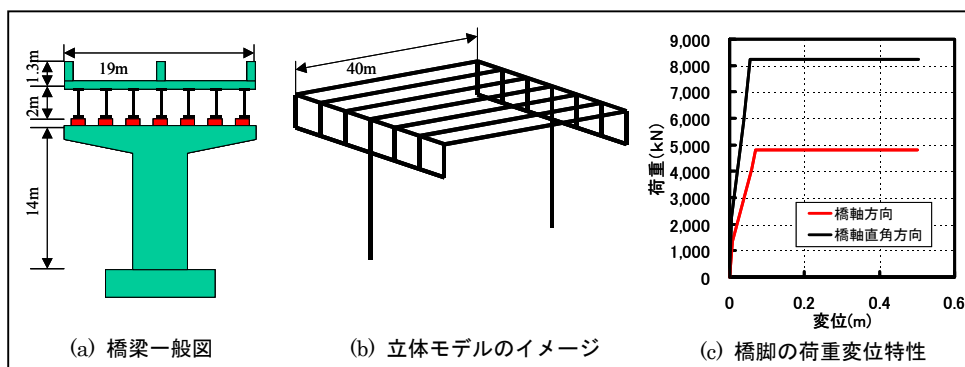


図-1 検討対象橋梁モデル

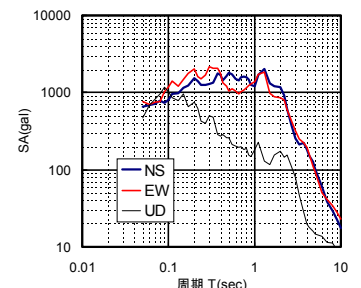
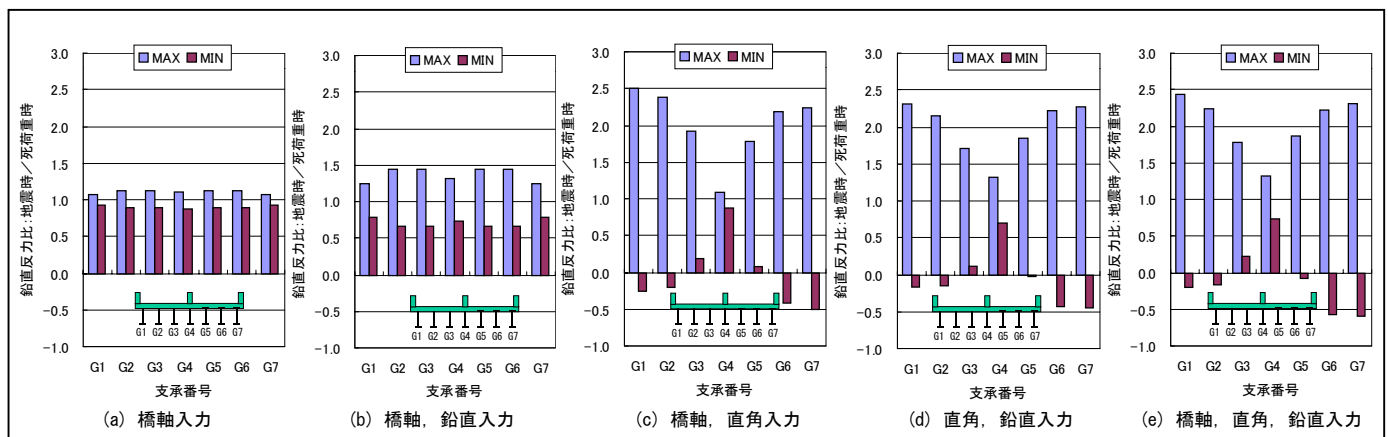
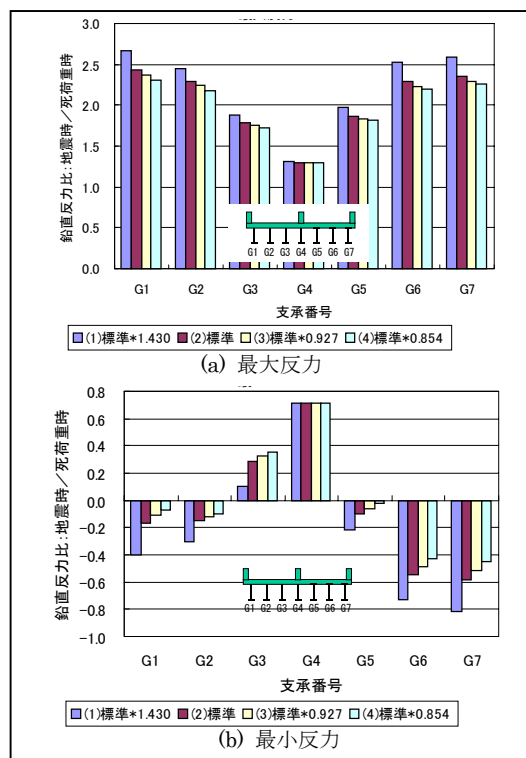
図-2 JR 鷹取波の加速度  
応答スペクトル

図-3 地震入力成分の差による影響



図－4 橋軸直角方向の橋脚耐力による影響

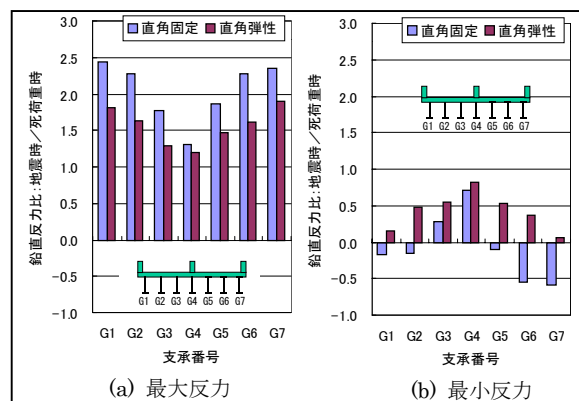
に検討するために無視した。なお、非免震時の橋軸方向の固有周期は0.61秒、橋軸直角方向は0.53秒であり、機能分離支承を用いた場合の上部構造と支承ばね系の橋軸方向の固有周期は1.5秒としている。

### 3. 解析結果

本検討の解析では入力地震動として、兵庫県南部地震の際のJR鷹取駅での地震動を用いた。その加速度応答スペクトルを図－2に示す。そして、①NS成分、EW成分、UD成分を同時入力、②橋軸直角方向の橋脚耐力を8,229kNとする、③橋軸直角方向を固定、を標準モデルとして下記(1)～(3)の影響について着目した解析を行った。

#### (1) 地震入力成分による影響

橋軸方向(L)、橋軸直角方向(T)、鉛直方向(U)の3つの地震動成分が支承鉛直反力の変動に与える影響度合いを把握するために、3成分を様々な組み合わせた入力(L, L+U, L+T, T+U, L+T+U)を行った結果を図－3に示す。これより、橋軸方向のみの入力では支承反力の変動幅は死荷重反力の±10%以下であるが、鉛直動により死荷重時の±20%程度となり、さらに橋軸直角成分を入力することにより外桁では負反力も生じていることがわかる。これは、瞬間的ではあるものの滑り支承の摩擦が期待できなくなることを意味しており、このような鉛直反力の変動を考慮して慎重に検討



図－5 支承の橋軸直角方向を弾性固定とする影響

を行った上で耐震設計に反映させる必要がある。

#### (2) 橋軸直角方向の橋脚耐力による影響

標準モデルの橋軸直角方向橋脚耐力  $P_{u0}$  ( $=8,229\text{kN}$ ) に対して、脚柱の直角方向配筋を増減させることを想定して耐力を変化させたケース ( $P_u=1.430P_{u0}$ ,  $P_{u0}$ ,  $0.927P_{u0}$ ,  $0.854P_{u0}$ ) について解析を行った。その結果、橋脚はどのケースにおいても降伏した。また、各支承の最大最小反力は図－4に示すとおりであった。これより、橋脚耐力が大きいほど、鉛直反力の変動も小さくなっていることがわかる。

#### (3) 支承の橋軸直角方向を弾性固定とする影響

支承の橋軸直角方向を弾性固定とすることによる影響について検討するために、そのようなケースで解析を行った。その際には、橋軸直角方向の固有周期が1.5秒となるようにばね係数を調整した。その結果を図－5に示す。これより、支承の直角方向を弾性固定とすることによって、大幅に鉛直力の変動が小さくなっていることがわかる。

### 4. おわりに

今回の検討で対象とした橋梁の耳桁においては瞬間的ではあるが負反力が生じるほど地震動による支承反力の変動が大きいことがわかったため、摩擦減衰を設計上考慮するためには慎重に検討する必要がある。また、今回検討した以外にも、支承の鉛直反力変動へ影響を及ぼす因子としては、橋脚の梁剛性や端横桁剛性、地震波形等が考えられる。さらに、動摩擦係数には面圧依存性があることが知られており、今後の検討においては取り込んでいく予定である。

#### 参考文献

- ・足立ら：機能分離支承を用いた橋梁の支承鉛直反力の変動検討，第5回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2002.1