

反重力すべり支承の開発 ④-1 (鋼3径間連続非合成鈑桁橋の地震時応答特性)

阪神高速道路(株) 正会員 ○篠原 聖二 阪神高速道路(株) 正会員 足立 幸郎
 阪神高速道路(株) 正会員 加藤 祥久 京都大学大学院 正会員 五十嵐 晃
 オイレス工業(株) 正会員 宇野 裕恵 オイレス工業(株) 正会員 宮崎 貞義
 JIPテクノサイエンス(株) 正会員 松田 宏 JIPテクノサイエンス(株) 正会員 佐藤 知明

1. はじめに

反重力すべり支承(以下, UPSS: Uplifting Sliding Shoe という)とは, 斜め勾配を有するすべり支承であり, 地震時に上部構造が斜面をすべり上がることでより水平方向の抵抗力を発揮させ, 地震時の水平動による上部構造慣性力(運動エネルギー)を鉛直方向の力(位置エネルギー)に変換し, 水平方向の応答変位を抑制することができる(図-1). 本検討では, 鋼3径間連続非合成鈑桁橋を対象に, 本支承の斜め勾配が橋梁の地震時応答に与える影響について評価を行った.

2. 対象橋梁

本検討で対象とした橋梁は, 橋長 150m, 各支間長 60m+50m+40m の鋼3径間連続非合成鈑桁橋である(図-2). 橋脚は最大脚高 12.6m のRC単柱である. 支承は中間橋脚にUPSSを配置し, 端橋脚にゴム(分散)支承を配置した.

3. 解析モデル

解析モデルは橋軸方向のみを対象とした2次元モデルとした(図-3). 桁は, 合成断面として剛性を設定(弾性), RC橋脚は, バイリニア武田モデル¹⁾とした. UPSSは文献2)を参考に, 橋脚天端-桁下端間に平面すべり面用ばね要素(1個), 斜めすべり面用ばね要素(2個)を設置した. なお, 遊間は左右3cm, すべり面摩擦係数は0.05とした. パラメータとした斜め勾配は0度から2.5度ピッチで30度まで変化させた. 固有振動解析時のUPSSのばねについては, 各斜め勾配に応じて設計変位を仮定し, 衝撃力を無視した設計変位時の水平作用力を算出し, 等価剛性を設定した(図-4). 減衰モデルはRayleigh減衰($C = \alpha M + \beta K$)とし, すべり支承を構成する要素は $\beta = 0$ とした. 入力地震動はII種地盤タイプII地震動 II-II-1~II-II-3を用い, 3波平均で応答値の評価を行った. 固有振動解析の結果, 斜め勾配30度では, 1次(0.88sec(1.14Hz), モード

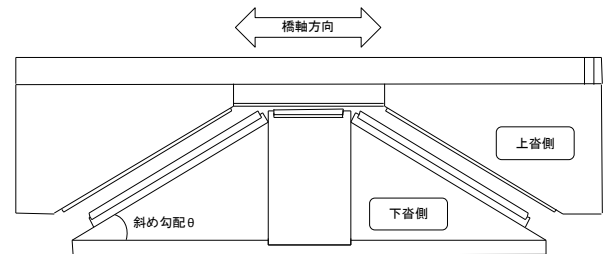


図-1 反重力すべり支承

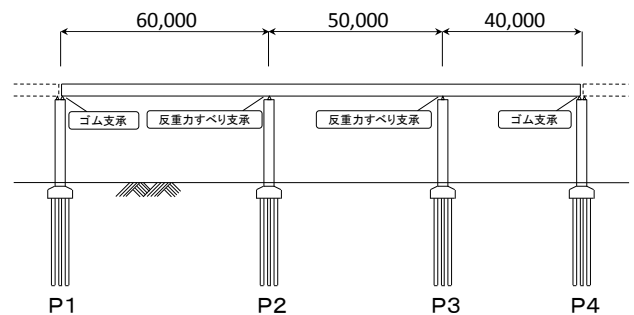


図-2 対象橋梁

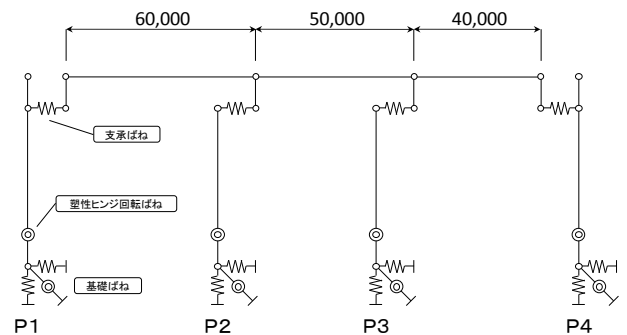


図-3 解析モデル

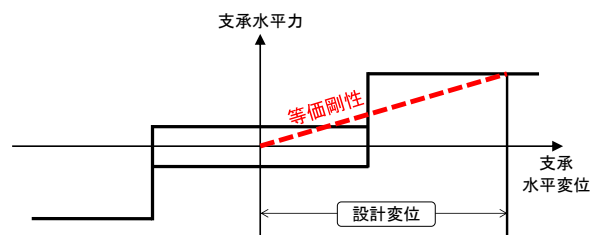


図-4 固有周期算出時の等価剛性の設定

キーワード 反重力すべり支承, 鋼3径間連続鈑桁橋, 地震時応答特性, 位置エネルギー

連絡先 〒612-0029 京都市伏見区深草西浦町7丁目71番地 阪神高速道路株式会社京都事業部 TEL 075-643-3483

減衰 12.9%), 19次 (0.07sec (14.22Hz), モード減衰 13.2%) より Rayleigh 減衰を設定した。

4. 解析結果および考察

上部構造の水平変位を図-5に示す。斜め勾配0度、つまり通常の平面すべり支承の場合、40cm程度変位していたのに対して、斜め勾配を30度にするによって、応答変位が30cm以下まで低減している。また、支承の相対変位を図-6に示す。斜め勾配が大きくなるに従って、上部構造の水平変位同様、支承の相対変位についても低減することがわかる。以上より、UPSSを配置することで、上部構造の水平変位を制御できることがわかった。

橋脚の応答塑性率を図-7に示す。斜め勾配が大きくなるに従って、UPSSを有する中間橋脚P2, P3の応答塑性率が大きくなったが、許容塑性率を超えることはなかった。一方、ゴム支承の端橋脚P1, P4については、斜め勾配が大きくなるに従って、応答塑性率が低減していった。斜め勾配が大きくなるに従って、中間橋脚の水平力の分担率が大きくなり、逆に端橋脚の分担率が低下したものと考えられる。

中間橋脚上での上部構造の曲げモーメントを図-8に示す。斜め勾配が大きくなるに従って、曲げモーメントは増加し、15度付近でピークとなった以降は、低減していく傾向となった。15度までは、上沓のすべり上がり量の増加に伴い、上部構造に曲げモーメントを発生させる上向き力が増加していると考えられる。一方、15度以降については、斜め勾配が大きくなった結果、上沓のすべり上がり量が低減したため、上部構造の曲げモーメントも低減したものと考えられる。

5. まとめ

本検討では、鋼3径間連続非合成鈹桁橋を対象に、UPSSの斜め勾配が橋梁の地震時応答に与える影響について評価を行った。UPSSを配置することで、上部構造の水平変位を制御できることがわかった。また、斜め勾配が大きくなるに従って、UPSSを有する橋脚の応答塑性率が大きくなること、上部構造の曲げモーメントについては、対象橋梁の条件では、15度付近でピークとなることがわかった。UPSSの適用にあたっては、斜め勾配による橋脚の応答塑性率、上部構造の発生断面力のバランスに配慮する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2002.3
- 2) 松田外：反重力すべり支承の開発③-1（反重力すべり支承を有する橋の耐震解析モデルの構築），土木学会第64回年次学術講演会，2009.9

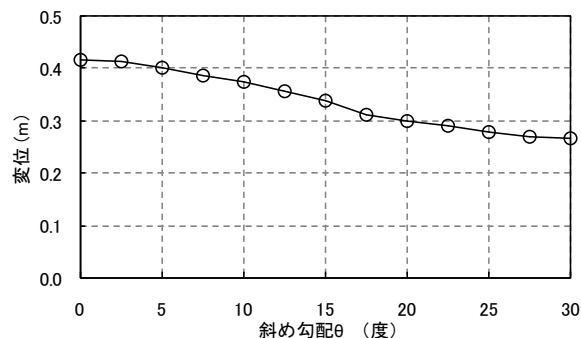


図-5 上部構造の水平変位

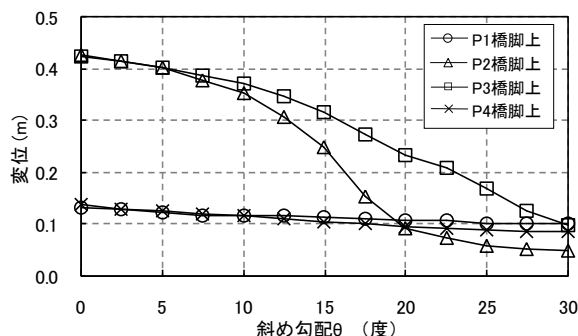


図-6 支承の相対変位

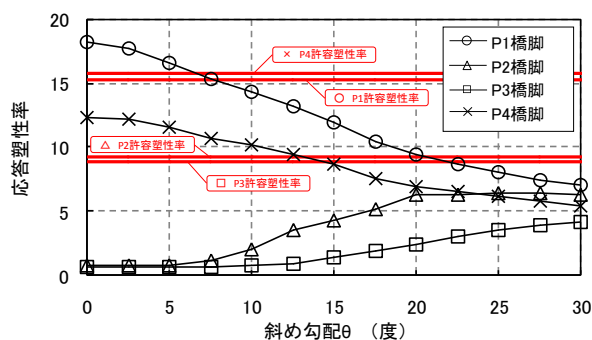


図-7 橋脚の応答塑性率

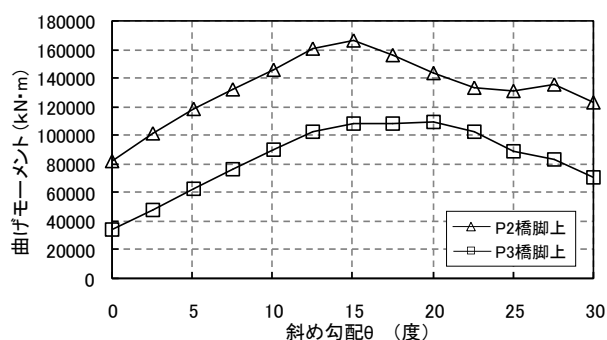


図-8 上部構造の曲げモーメント