

反重力すべり支承の開発 ④－２（温度変化を考慮した地震時応答）

オイレス工業（株）正会員○宇野裕恵 正会員 宮崎貞義
 京都大学 正会員 五十嵐晃
 阪神高速道路（株）正会員 足立幸郎
 JIPテクノサイエンス（株）正会員 松田 宏

1. はじめに

反重力すべり支承（以下、UPSS：Uplifting Sliding Shoe という）は図-1に示される構造である。温度変化に起因する桁の伸縮（以下、温度伸縮）に対して平面すべり部で吸収するため、常時状態で UPSS に作用する力は摩擦力だけである。このため、温度伸縮に相当する移動量を UPSS の上下沓に遊間量として確保し、それに 15mm の施工時余裕量を見込んでいる。したがって、標準温度時における地震時の挙動は各橋脚の上下沓が同時に接触し初め、同時に斜め方向のすべり状態となる。ところが、高温時や低温時の状態では UPSS の左右の遊間量が変化し、地震時には各橋脚上の UPSS の上下沓が同時に接触するのではなく、UPSS の遊間量の小さい順に接触し始める。このため、最初に接触した UPSS に大きな慣性力が作用することが懸念される。しかし、ここで提案している UPSS は、斜めすべり部の勾配が直線であるため、斜めすべり状態の静的な抵抗力は一定値となる。したがって、上下沓が先行して接触する UPSS に大きな慣性力が集まることはない。しかし、接触時に衝撃力が生じることで UPSS に作用する慣性力が大きくなる懸念がある。そこで、温度変化により上下沓がオフセットされた状態の UPSS を有する連続桁の動的挙動を考察した。

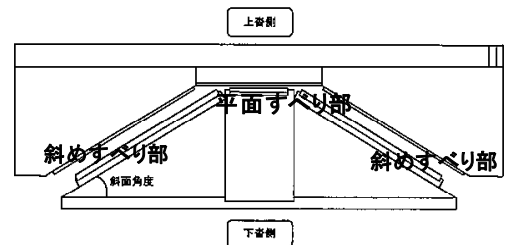


図-1 反重力すべり支承

2. 対象橋

本検討で対象とした橋は、図-2に示すような橋長 150m の鋼 3 径間連続非合成鈹桁橋²⁾である。橋脚は最大高さ 12.6m の RC 単柱である。中間橋脚に斜め勾配 30 度の UPSS を、端橋脚に分散ゴム支承を配置した。

3. 解析モデル

解析モデルは図-3に示すような橋軸方向を対象とした文献 2) の 2 次元モデル²⁾であり、UPSS の上下沓の遊間量を左右それぞれ 30mm とした。すべり面の摩擦係数は 0.05 である。入力地震動は道路橋示方書¹⁾に基づくⅡ種地盤のタイプⅡの標準地震波を正方向および負方向の両方向に入力し、地震波毎の最大応答値を 3 波平均し評価を行った。地震波を両方向に入力したのは、地震時の履歴が非対称の場合には正方向と負方向の応答は逆対称とはならず異なるためである³⁾。解析ケースは、P2－P3 橋脚間の温度伸縮量を① 17mm、② 28mm、③ 45mm、④ 58mm の 4 とおりとした。ここで、温度変化を± 25 度とすると桁の伸縮量は 15mm であり、ほぼ①に相当する。

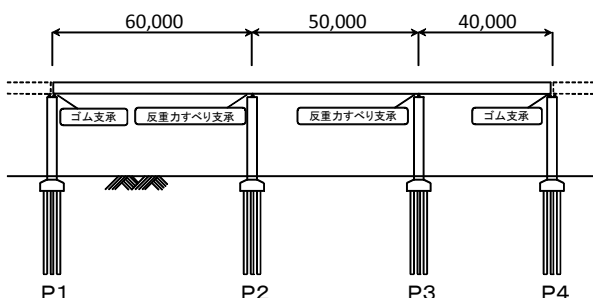


図-2 検討対象橋

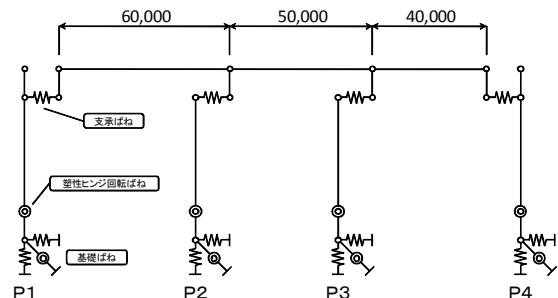


図-3 解析モデル

キーワード 反重力すべり支承、温度、不静定量、オフセット、動的解析

連絡先 〒 105-8584 東京都港区浜松町一丁目 30 番 5 号 オイレス工業(株) TEL. 03-3578-7930

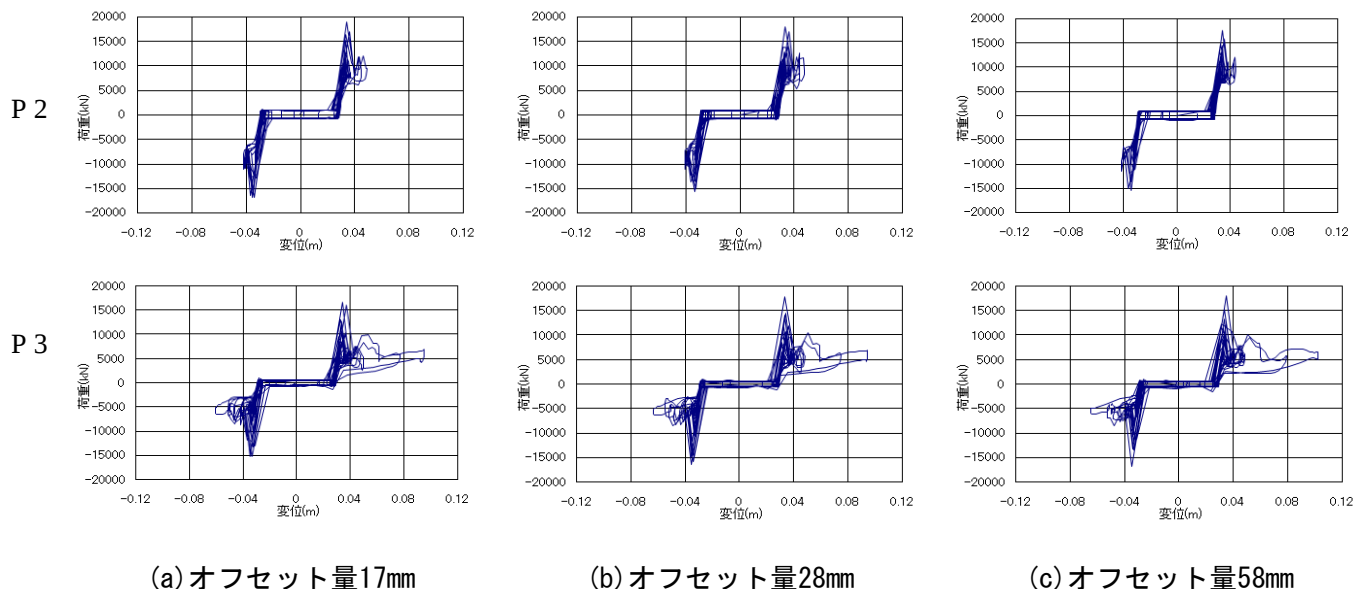


図-4 反重力すべり支承の応答履歴

4. 解析結果および考察

オフセット量を 17mm, 28mm および 58mm とした状態でタイプⅡ-Ⅱ-1 地震波を正方向に入力した P2 および P3 橋脚の UPSS の応答履歴を図-4に、オフセット量に対する P2 橋脚および P3 橋脚の最大応答塑性率を図-5に示す。UPSS の応答履歴形状はオフセット量に関わらず同等であるが、オフセット量を大きくすると P3 の UPSS の正方向変位が若干大きくなり、P2 の UPSS の正方向の応答変位は若干小さくなっている。このように、同じ斜め勾配を有する UPSS の応答履歴形状は、オフセット量への依存が小さいことがわかる。一方、P2 の UPSS ではオフセット量が大きくなると橋脚の応答塑性率は増大するが、P3 の UPSS では変化は小さい。これは、P2 と P3 のオフセットの方向は逆であり、P2 では地震波の影響が大きい方向にオフセットされているのに対し、P3 では小さい方向にオフセットされていることによる。しかし、本橋の温度範囲程度では P2 の応答塑性率は 1.0 弱の増加しかなく、本橋のモデルでは許容塑性率以下であり、± 50mm 程度の温度伸縮量になれば許容塑性率を超過している。

5. まとめ

温度変化によるオフセットが地震時の応答を増大させる現象は、分散橋や多点固定橋などでも見られる現象であり、地震時に橋脚が塑性化する際に不静定量を解消するように塑性化が進行する²⁾。これに対し、本耐震システムでは不静定力を内蔵していないものの、オフセットにより地震時の履歴が非対称性となることにより UPSS が各個撃破しやすくなり、応答塑性率が増大するようである。しかし、一般的な橋では、本橋のように許容塑性率に対して余裕を有していること、実挙動では摩擦減衰を大きく期待できること、橋脚に余耐力を有していること等を考慮すれば、ある程度の応答塑性率の増大は問題になりにくいと考えられる。

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) 篠原ほか:反重力すべり支承の開発④-1 (鋼3径間連続非合成鋼桁橋の地震時応答特性), 土木学会第64回年次学術講演概要集, 2009.9 3) 宇野ほか:地震波の入力と履歴モデルの非対称性が応答に及ぼす影響, 第12回保耐シンポジウム, PP.331-338, 2009.1

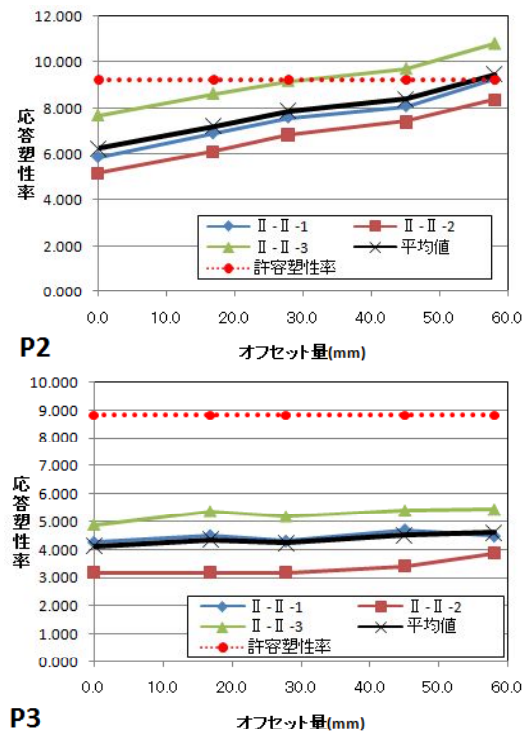


図-5 橋脚の応答塑性率