

UPSS 支承を用いた橋と分散橋における不静定力が耐震性に及ぼす影響比較

熊本大学大学院 学生会員 ○土田 智
 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 佐藤 知明
 オイレス工業(株) 正会員 二木 太郎

熊本大学大学院 正会員 松田 泰治
 オイレス工業(株) 正会員 宇野 裕恵
 京都大学大学院 正会員 五十嵐 晃

1. 概要

兵庫県南部地震以降、橋の耐震性・走行性の向上等を目的として、多径間連続構造が多数採用されている。また地震に対する応答低減や反力の分散、橋桁の温度伸縮を吸収する機能を前提としたゴム支承などが使用され、高い安全性を確保している。しかし、これらの支承は地震時の大変位を許容するため、伸縮装置の大型化が生じ、維持管理・コストの面で問題となっている。また、多径間連続構造は常時の温度影響による不静定力が作用するため、長多径間化を図ることが困難になることがある。そのため、温度の影響を受けた状態でも、耐震性を損ないにくい新たな支承の開発が望まれている。このような問題を解決するため、水平面部と両端の勾配面にすべり材を設置するすべり支承が提案されている。このタイプの支承は「反重力すべり支承(Uplifting Slide Shoe:UPSS の呼称)」と呼ばれている。本研究では、ゴム支承、UPSS を用いた多径間連続橋において、温度変化等による桁伸縮の影響を考慮した地震応答解析結果を比較・検討することで、UPSS の有効性を明らかにした。

2. 対象橋梁

図-1 に示す多径間連続橋(橋長 480m の 12 径間連続 PC 箱桁橋)を検討対象とした。解析モデルは、すべての橋脚及び橋台にゴム支承と UPSS を設置する。UPSS を設置するモデルとして、UPSS の水平すべり面の遊間を 0m とした疑似多点固定モデル(case1)、P1,P11 橋脚でゴム支承の初期せん断ひずみ 70%(0.168m)を温度桁伸縮量として UPSS の遊間を設定し、他の橋脚の UPSS の遊間は比例配分して設定し、P6 橋脚の遊間を 0m とした疑似1点固定モデル(case2)の2つのモデルについて検討した。温度変化等による桁伸縮は、圧縮の節点力を与えることで表現した。

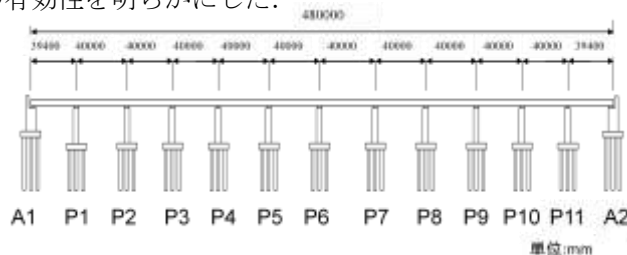


図-1 検討対象橋

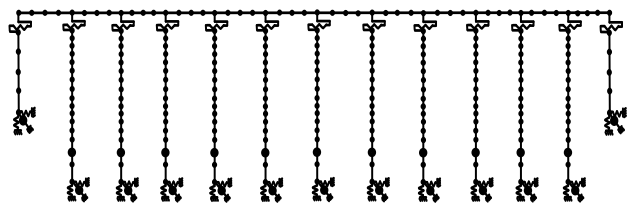


図-2 解析モデル

3. 解析モデル

図-2 に解析モデルを示す。橋脚は非線形の2次元はり要素とし、橋脚基部に弾塑性回転ばねを設けた。これらの復元力特性として武田モデルを用いた。部材の減衰定数は橋脚を2%、基礎を10%とした。減衰タイプは Rayleigh 減衰とし、第一基準振動数と第二基準振動数の組み合わせは、橋脚基部において過大な粘性減衰を示さないように1次の固有振動数と50Hzの組み合わせを採用した。数値計算方法は Newmark- β 法($\beta=0.25$)で、時間刻みは0.0001秒とした。検討用の入力地震動は、道路橋示方書に示される Type II-II-1~II-II-3 の標

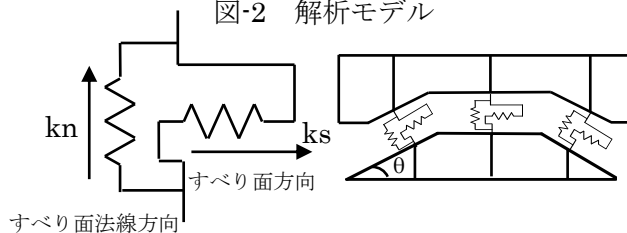


図-3 UPSSの解析モデル

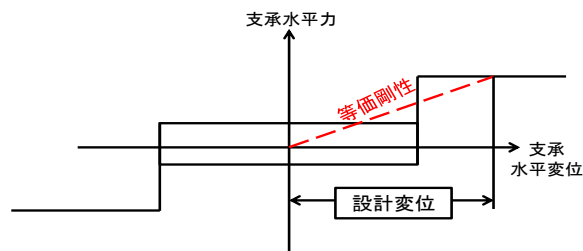


図-4 固有周期算出時の等価剛性の設定

キーワード 斜面角度、反重力すべり支承、遊間、不静定力、温度変化、UPSS

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号 熊本大学大学院 自然科学研究科 TEL096-344-2111(代表)

準波を使用した。図-3 に UPSS の解析モデルを示す。各面 3 箇所に対して、すべり面方向とすべり面法線方向にそれぞればね要素を設ける。すべり材の摩擦係数は 0.05 とし、斜面角度は 5,10,15,30 度の UPSS について検討した。また固有値解析時の UPSS のばねについては、応答変位に基づく等価剛性を設定した。(図-4)

4. 解析結果および考察

図-5 に Type II - II -3 の地震波を入力した各橋脚の最大応答塑性率を示す。凡例のケース名右側の数字は斜面角度を示す。(a),(b)図より、UPSS の斜面角度を大きくすると、最大応答塑性率は増加する傾向にある。ゴム支承を設置した反力分散構造は、温度変化等の影響により、最大応答塑性率が大きく変動しており、(b)図の P11 橋脚では、最大応答塑性率は許容塑性率を超えているのが確認できる。斜面角度 5,10,15 度の UPSS を設置した case1,case2 では、温度変化等の影響による最大応答塑性率の大きな変動は見受けられない。一方、温度変化等の影響を受けた斜面角度 30 度の UPSS の最大応答塑性率は、温度変化等の影響を受けていない場合よりも、case1,case2 とともに減少しており、case2 は case1 よりも減少傾向が大きい。よって、斜面角度 15 度よりも大きい UPSS を等しく設置する場合、温度変化等による桁伸縮量を想定して UPSS の遊間を設定することにより、橋脚の塑性化を低減することが可能と考えられる。また、橋脚ごとに適正な斜面角度を用いることで、反力分散を調整することもできる。

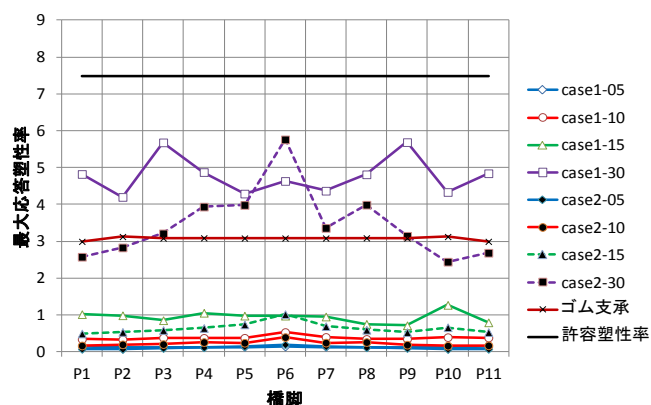
図-6 に Type II - II -1~II - II -3 を入力した際の、上部構造の最大応答変位の分布を示す。図より、UPSS の斜面角度が大きくなるほど応答変位は抑制されている。また斜面角度 5 度のケースを除けば、UPSS はゴム支承よりも応答変位が抑制されており、応答変位の抑制効果はゴム支承よりも高いといえる。

5. まとめ

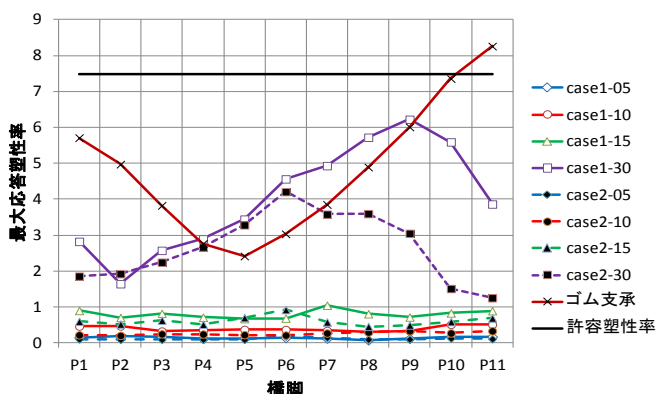
ゴム支承と UPSS の応答抑制効果を比較した結果、UPSS はゴム支承よりも地震時の温度変化等による不静定力の影響を受けにくい。したがって不静定力の影響に対して、斜面角度 15 度よりも大きい UPSS を等しく設置する場合、UPSS の遊間を想定される桁伸縮量から適切に設定することにより、橋脚の塑性化を低減することが可能となる。しかし、応答変位と橋脚の応答塑性率はトレードオフの関係にあり、目的に合わせた UPSS の設計が必要である。

6. 参考文献

- 1) 松田泰治, 宇野裕恵, 宮本宏一, 柚木浩一, 長悟史, 松尾龍吾: 多径間連続橋の地震時挙動に及ぼす温度荷重の影響に関する研究, 土木学会応用力学論文集, Vol.11, 2008.8, pp.1081-1090
- 2) 反重力すべり支承の開発 ①~④ - 3 第 64 回土木学年次学術講演会講演概要集, 2009.9



(a) 初期せん断ひずみ 0%



(b) 初期せん断ひずみ 70%

図-5 最大応答塑性率(Type II - II -3)

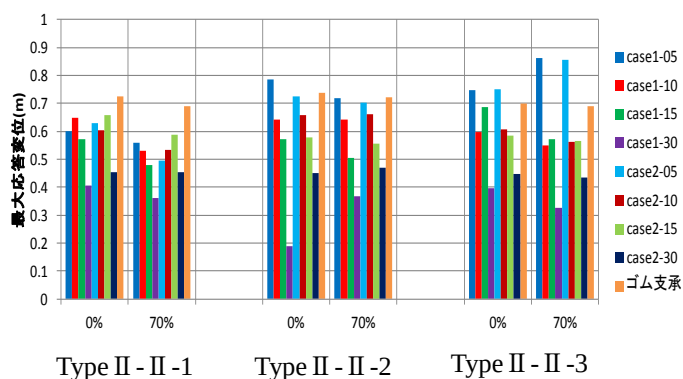


図-6 上部構造最大応答変位