

UPSS 支承の消費エネルギーによる耐震性のパラメータ評価

JIP テクノサイエンス (株) 正会員○佐藤知明

京都大学大学院 正会員 五十嵐晃 学生会員 白石晴子

熊本大学大学院 正会員 松田泰治 学生会員 土田 智

阪神高速道路 (株) 正会員 足立幸郎

オイレス工業 (株) 正会員 宇野裕恵 正会員 二木太郎

1. はじめに

反重力すべり支承 (Uplifting Slide Shoe : 以下, UPSS) は図-1 に示すような平面すべり部や斜めすべり部で構成された支承であり, 斜面角度の設定により応答を制御することができる. すなわち, 入力された地震動は運動エネルギーとなり, 斜面をすべり上がることで位置エネルギー¹⁾に一時的に変換されると共に摩擦減衰エネルギーにより地震力が低減される. 本論文では, 動的解析により UPSS の地震時挙動を消費エネルギーで考察する.

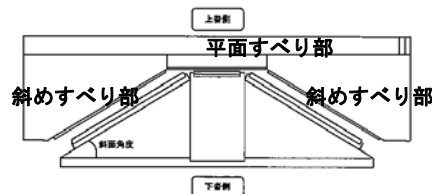


図-1 反重力すべり支承

2. 解析モデルと解析条件

解析モデルは, 高さ 10 m の等橋脚高さを有する PC12 径間連続箱桁橋²⁾ から 1 橋脚を抜き出した図-2 に示すモデルであり, 上部構造, UPSS および橋脚躯体で構成され, 基礎は固定とした. UPSS の斜面角度は 5, 10, 15, 20, 25, 30 度, 摩擦係数は 0.05, 0.10, 0.15 とし, 入力は道路橋示方書の II 種地盤での標準波 3 波³⁾とした. ここで, 構造減衰は支承部に 0.03, 橋脚に 0.02 を見込んでいた.

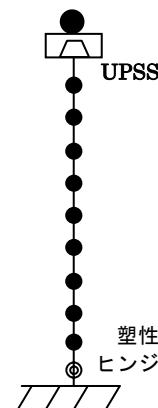


図-2 解析モデル

3. 解析結果

斜面角度 20 度, 摩擦係数 0.05 の場合に地震波 II-II-1 を入力した場合の斜面角度に対する支承最大応答変位と橋脚の応答塑性率および主要最大エネルギーを図-3 に示す. 摩擦係数および地震波をパラメータとした時刻歴消費エネルギーをそれぞれ図-4 および図-5 に示す. また, 比較のためにゴム支承を用いた分散構造モデルによる結果を図-6 に示す. ここで, 時刻歴消費エネルギーとは, 橋脚の塑性エネルギー, 各部位の粘性減衰および支承部の摩擦減衰を時刻歴で累積したエネルギーをいう. さらに, 全ての解析条件における消費エネルギーの最終値を図-7 に示す.

4. 考察

支承最大応答変位と橋脚最大応答塑性率はトレードオフの関係にあり, 斜面角度が大きくなると支承最大応答変位は小さくなる. 図-4 より摩擦係数の相違による累積吸収エネルギーは, 橋脚の応答塑性率が大きくないこともあり, 摩擦減衰の効果が大きく発現している. これに対し, 図-6 の分散橋では最大応答塑性率は 7.1

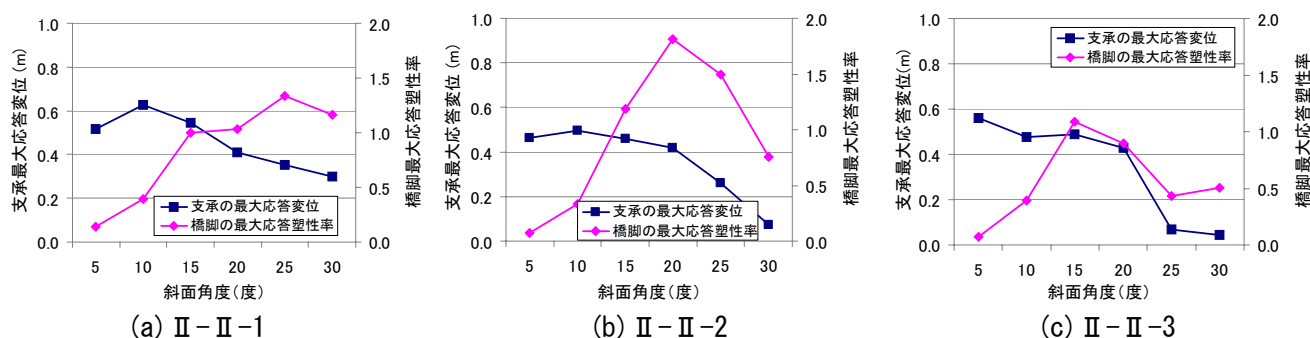


図-3 支承最大応答変位と橋脚最大応答塑性率

キーワード 反重力すべり支承, 位置エネルギー, 消費エネルギー, 応答塑性率, 動的解析, UPSS

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2-12-11 JIP テクノサイエンス システム技術研究所 TEL 06-6307-5401

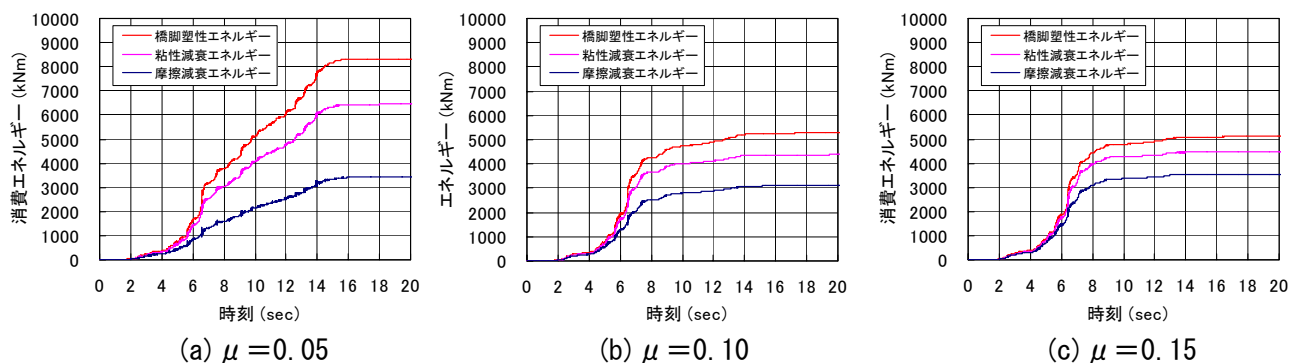


図-4 摩擦係数に対する時刻歴消費エネルギー(斜面角度 20 度, II-II-1)

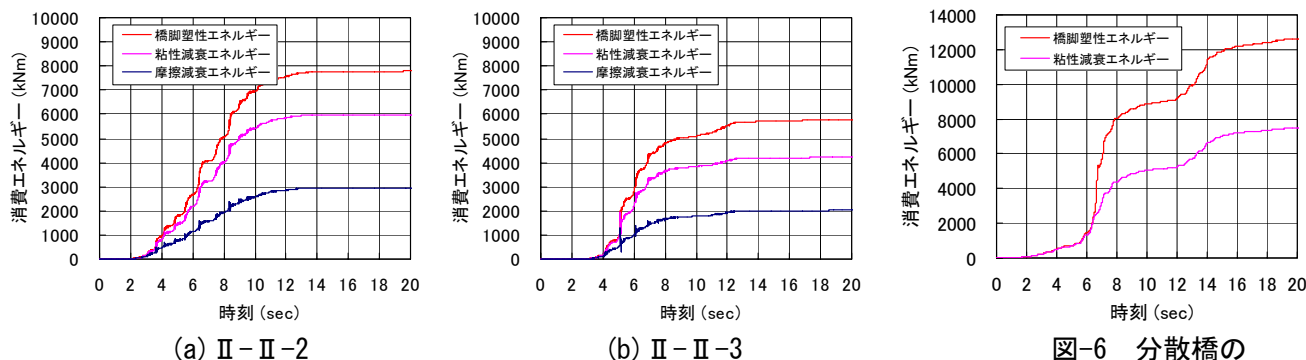
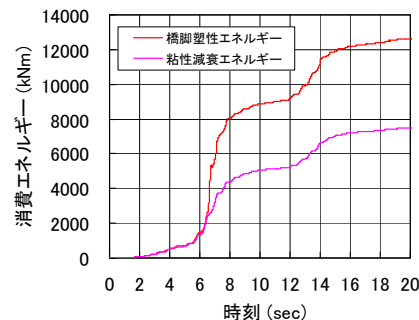
図-5 地震波による時刻歴消費エネルギー(斜面角度 20 度, $\mu = 0.05$)

図-6 分散橋の時刻歴消費エネルギー

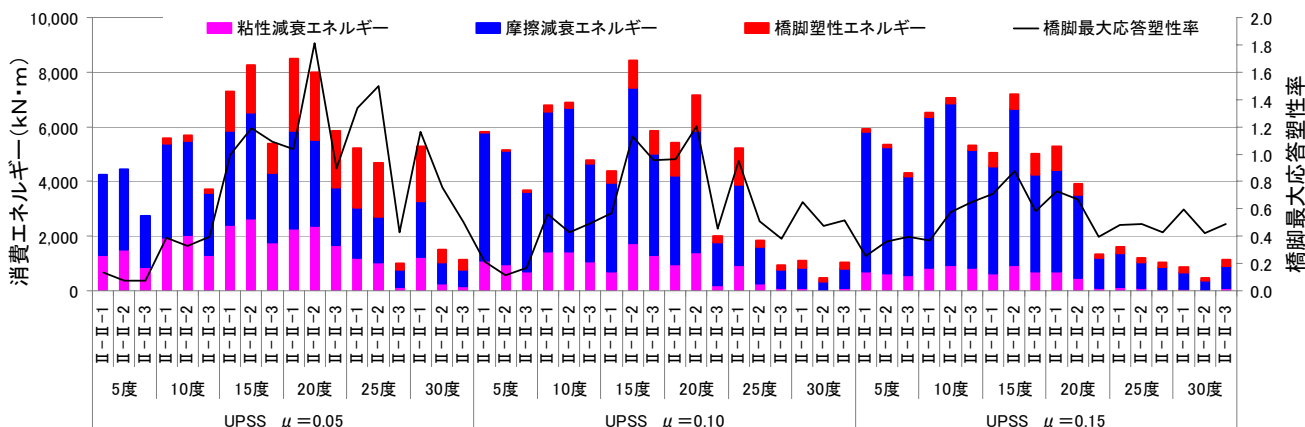


図-7 地震後の消費エネルギー

と大きく、橋脚の塑性エネルギーや粘性減衰エネルギーは UPSS に比べて相当大きくなっており、応答が大きいことを意味している。地震波の相違では II-II-2 の消費エネルギーも大きい。これは、図-3 の結果と呼応し、橋脚の塑性化による吸収エネルギーも大きい。図-7 の全ての解析条件での消費エネルギーから、摩擦係数が大きくなると摩擦減衰が大きくなる一方で、橋脚の塑性エネルギーが小さくなっている。また、斜面角度が小さい場合には変位量が大きくなるため摩擦減衰が大きく、斜面角度が大きくなると橋脚の塑性エネルギーが大きくなり、斜面角度 15 度付近で吸収エネルギーが大きくなっている。

5. まとめ

UPSS の斜面角度に応じて橋脚の塑性エネルギーと摩擦減衰エネルギーはトレードオフの関係で変化し、消費エネルギーの合計は 15 度付近で大きくなる。また、粘性減衰についても 15 度付近が大きい。これより、設計にあたっては、目標とする橋脚の耐震性や変位を勘案して、UPSS の条件を設定する必要がある。

参考文献

- 1) 佐藤ほか: 反重力すべり支承を用いた振動系における動的挙動時のエネルギー評価, 土木学会論文集 A1S, Vol.67, No.4, 2012.6
- 2) 松田ほか: 温度による桁の伸縮を考慮した橋梁の応答評価に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.1039-1044, 2008.7
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.3