

I - B 363

反力分散支承～橋脚系の非線形応答スペクトル

パシフィックコンサルタンツ（株） 正会員 山本 一敏  
同 上 正会員 後藤 僚一  
同 上 高島 博幸

1. はじめに

兵庫県南部地震の震災経験を踏まえ、変形性能に優れた支承として免震支承や反力分散支承が多用されるようになった。免震橋梁では橋脚と免震支承が非線形化するため、地震時保有水平耐力法に加え動的解析による照査が必要とされている。一方、反力分散支承を採用した橋梁では必ずしも動的解析による照査が実施されていないが、地震時保有水平耐力法と動的解析に差が生じる場合が少なくない。

本稿では、反力分散支承～橋脚系の地震応答特性を把握するために非線形応答スペクトルを作成した。そして、エネルギー一定則に基づく静的解析と比較した。

2. 解析モデルおよび解析条件

図-1のように、解析モデルは反力分散支承と橋脚の変形を単純な2自由度系で表現したものである。橋脚天端と上部構造の質量比（ $m_2/m_1$ ）を0.3、反力分散支承と2自由度系の1次の固有周期比（ $T_s/T$ ）を0.9とした。橋脚には図-2のバイリニア型の復元力特性を与え、橋脚の降伏震度（ $K_{hy}$ ）を0.4、0.6、0.8および線形のケースについて応答値を求めた。入力地震動にはI種地盤のタイプI、IIの各3標準波形を用いた。

3. 反力分散支承～橋脚系の非線形応答スペクトル

1次の固有周期（ $T$ ）を0.1～5.0秒まで変化させた動的解析より橋脚天端の変位および反力分散支承の相対変位を求めたものを図-3に示す。タイプI地震では $k_{hy}=0.4, 0.6$ および線形のケースを、タイプII地震では $k_{hy}=0.4, 0.8$ および線形のケースについて示す。降伏震度が大きいほど橋脚天端の変位が小さく、反力分散支承の相対変位が大きくなる傾向が見られる。また、非線形応答だけでなく、線形応答においても各標準波形の応答値の差は小さくない。これは、各標準波形が線形の1自由度系を基本としているため、橋脚と反力分散支承の振動モードが異なる2自由度系の応答において差が生じたものと考えられる。

図-4に動的解析（3標準波形の平均）と静的解析の変位の比を示す。静的解析の橋脚天端の変位は道路橋示方書の地震時保有水平耐力法の設計水平震度（ $k_{hc}$ ）とエネルギー一定則から、静的解析の反力分散支承の相対変位は $\mu a = 3$ と仮定した等価水平震度（ $k_{hc}/\sqrt{2\mu a - 1}$ ）から求めたものである。なお、設計水平震度および等価水平震度とも下限値を設けていない。図-4より動的解析で求めた橋脚天端の変位および反力分散支承の相対変位は、静的解析よりも大きくなる傾向があることがわかる。この理由として、2次モードの影響、エネルギー一定則の精度、反力分散支承の減衰が小さい点等があげられる。

4. まとめ

反力分散支承～橋脚系の地震応答を1自由度系のエネルギー一定則に基づく静的解析で推定することは、精度が不十分で危険側となる傾向がある。地震応答の推定精度を向上させる方法として、非線形応答スペクトルは簡便で有効な方法であると考えられる。

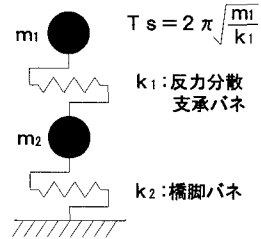


図-1 解析モデル

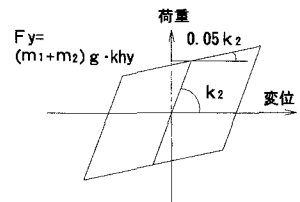
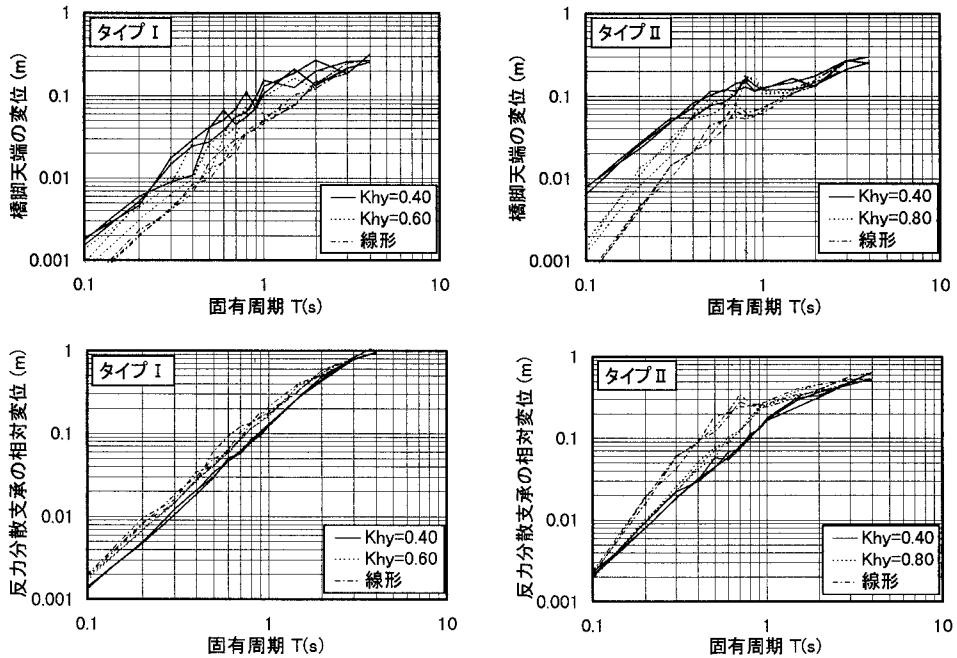
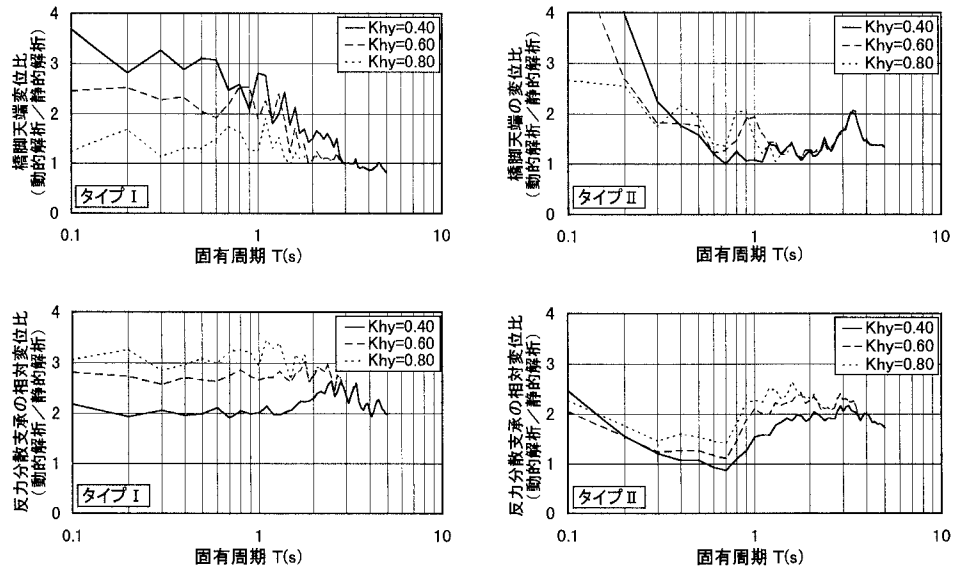


図-2 橋脚の復元力特性



図－3 橋脚天端の変位および反力分散支承の相対変位



図－4 橋脚天端の変位比および反力分散支承の相対変位比

#### 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ 耐震設計編、平成8年12月
- 2) 越峠雅博、運上茂樹、足立幸朗：免震支承～橋脚系の地震時挙動の特性、第1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、1998年1月
- 3) 山本一敏、後藤徹一、牧 秀彦：不等橋脚を有する反力分散支承を採用した連続橋における地震時保有水平耐力法の適用性について、同上