

免震橋特性値の最適化

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 林 亜紀夫 東京都立大学大学院 岩崎 興治
 東京都立大学 正会員 成田 信之 東京都立大学 正会員 前田 研一
 東京電力(株) 伊藤 栄章

1. まえがき 免震橋が地震に対して真に有効であるためには、使用限界状態設計法に用いるような中規模地震である震度法に用いる地震に応力的に耐えるだけでなく、終局限界状態設計法に用いる非常に大きな設計地震である地震時保有水平耐力法(保耐法)に対してもじん性の余裕を持って耐えることが要求される。このように複数の設計地震動条件に対して等分に効果を発揮させるには、最適特性値探索の手段が不可欠である。下部構造の柔軟性によっては、免震の効果が異なるのでその影響を勘案した上で、一般的な橋梁全てに適用が可能な形で最適特性値探索の結果が示されることが必要と考えた。

2. 下部構造モデルの特性 図-1に示すように、上部構造質量と橋脚柱上端部分の質量、免震装置ばね、橋脚柱ばね、基礎ばねを有するモデルによって免震橋をモデル化する。免震装置に関する特性は保耐法の固有周期 T_h と降伏荷重比 Q_d/W で表現される。¹⁾ここに、 Q_d/W は免震装置の復元力特性の非線形性の程度を表現するものであり、免震装置の履歴曲線の荷重軸切片の値 Q_d を上部構造重量 W で除した値である。

下部構造の特性は一般化した指標値として、式1)から得られる非免震換算の固有周期 T_s 、柱のばね比 K_P/K_S および K_{PY}/K_P 、柱と上部構造の重量比 W_P/W で表現する。ここに、 W は上部構造の重量、 W_P は橋脚柱の重量、 g は重力加速度、 K_S は下部構造全体のばね定数、 K_P は橋脚柱の剛性、 K_F は基礎のばね定数、 K_{PY} は橋脚柱の降伏時剛性 K_P は橋脚柱の全断面剛性である。

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{W}{g \cdot K_S}} \quad \text{--- 1)}$$

$$K_S = \frac{1}{\frac{1}{K_P} + \frac{1}{K_F}} \quad \text{--- 2)}$$

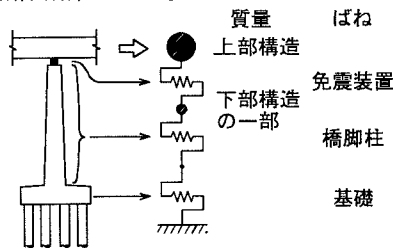


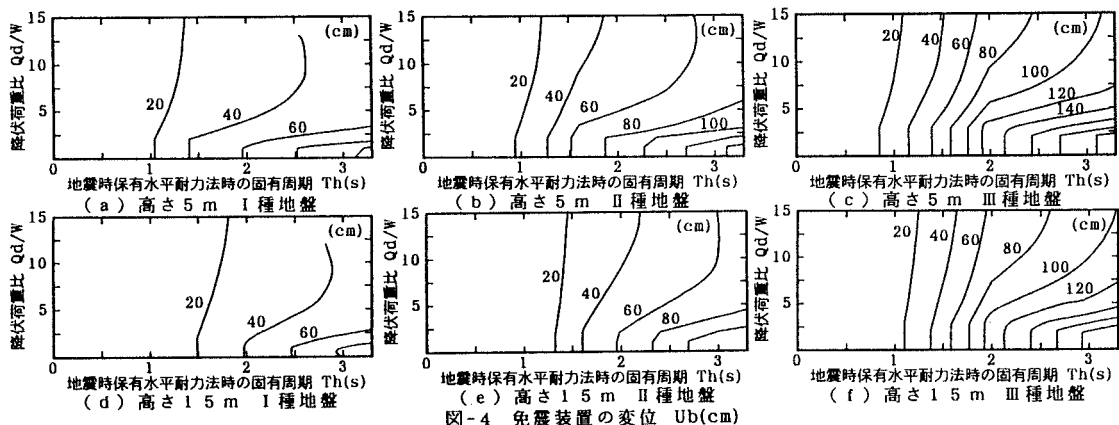
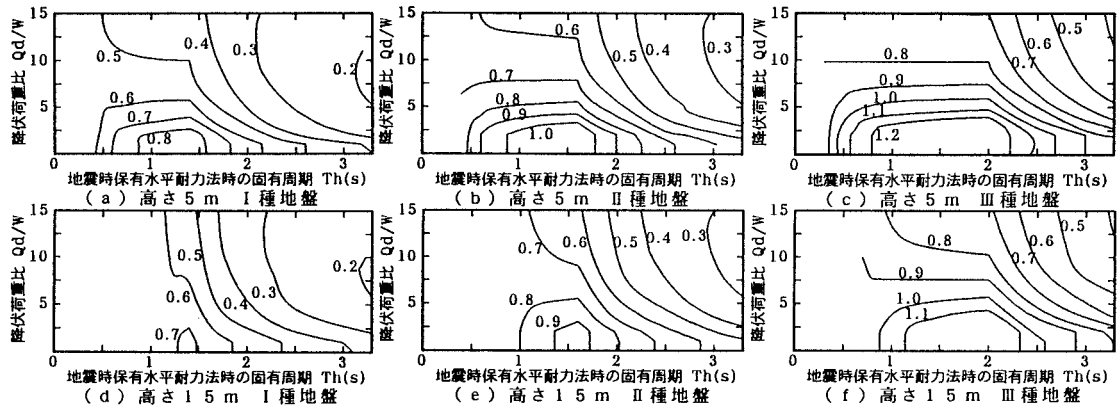
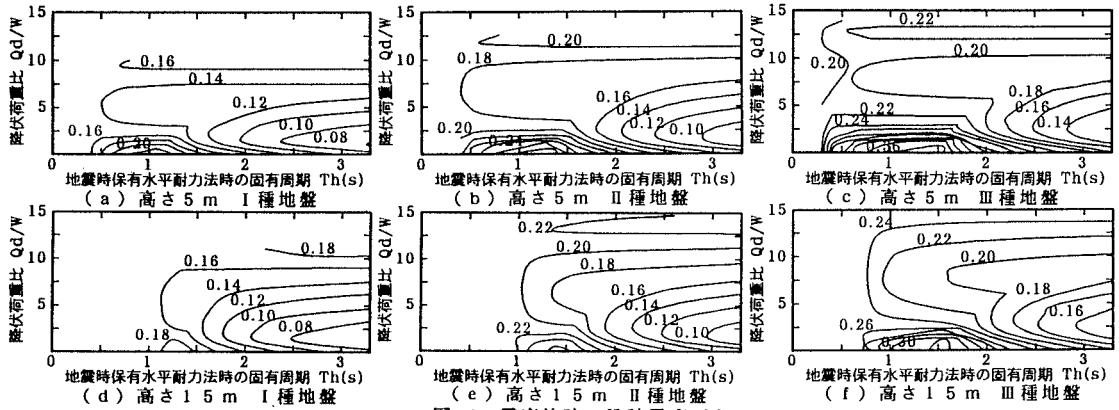
図-1 モデル

橋脚高さを変化させながら試設計を行った結果、橋脚の高さと上記の各係数の関係は次のようにまとめることがわかった。 T_s は、地盤種別に区別されるが橋脚高さと線形の関係となり、 K_P/K_S は両対数グラフ上で橋脚高さと線形の関係、 K_{PY}/K_P は橋脚高さと線形の関係、 W_P/W は両対数グラフ上で橋脚高さと線形の関係となる。

3. 最適値探索 前節の検討の結果から、橋脚高さの低い場合(5m)、中程度の場合(15m)、高い場合(50m)の3ケースの係数を $T_s = 0.30, 0.74, 2.05$ 、(I種地盤)、 $T_s = 0.27, 0.67, 1.88$ 、(II種地盤)、 $T_s = 0.23, 0.56, 1.63$ 、(III種地盤)とし、 $K_P/K_S = 5.3, 1.65, 1.08$ 、 $K_{PY}/K_P = 0.3, 0.4, 0.8$ 、 $W_P/W = 0.1, 0.47, 2.7$ 、と設定し、免震特性値 T_h および Q_d/W を変化させながら震度法の設計震度 k_h 、保耐法の設計震度 k_{hc} および免震装置の変位 u_B を算出した¹⁾。結果の一部を図-2~4に示す。ここで、免震装置としては鉛プラグ入り積層ゴム支承を用い、震度法の入力地震動は文献4)に規定された標準加速度応答スペクトル、保耐法の入力地震動は文献3)に提案された標準加速度応答スペクトルを用いた。

4. 結論 免震特性値 T_h を横軸に、 Q_d/W を縦軸にとった図上で、震度法の設計震度 k_h 、保耐法の設計震度 k_{hc} 、免震装置の変位 u_B の各値は等高線で表現され、地盤種毎に規定される入力地震動と橋脚高さを選べば最適範囲を図上で読みとることができる。各図は、橋脚高さが変化することによって滑らかに変化する

だけなので、中間の高さの橋脚であっても補間して読みとることができる。なお、震度法時と保耐法時の慣性力低減の効果を等分に反映した目的関数を定義してその値を等高線で表現することを現在試みている。



(参考文献)

- 1) 林亜紀夫・北川常夫・成田信之・前田研一：橋梁用免震装置の特性値探索手法，第9回日本地震工学シンポジウム，pp. 1789～1794，1994年12月。
- 2) 林亜紀夫・岩崎興治・成田信之・前田研一：免震橋における特性値の最適化に関する一試案，土木学会年次学術講演会概要集，第49回 I-642，pp. 1282～1283，1994年9月。
- 3) 建設省土木研究所及び28社：道路橋の免震設計マニュアル(案)，1992年。
- 4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編，平成2年2月。