

I-371

すべり方式免震装置を用いた橋梁の基本応答特性

大成建設（株） 正会員 ○ 尾崎 大輔

岡本 晋

State University of New York at Buffalo

M.C. Constantinou

P.C. Tsopelas

1. はじめに

すべり支承の摩擦係数、すべり後の固有周期および橋脚の剛性が、すべり方式免震装置を用いた橋梁の地震時挙動におよぼす影響を、簡便な1橋脚モデルを用いて数値解析により検討した結果を報告する。

2. 解析方法

橋梁は図-1に示す1橋脚ばね質点系でモデル化した。橋脚は線形ばねと減衰定数5%のダッシュポットでモデル化し、橋脚の等価重量を上部構造重量の5分の1とした。すべり支承は摩擦力を(1)式に示す降伏値 $F$ とする剛塑性型のバイリニアモデルとし、復元力を得るために設置する水平ばねは線形ばね要素によってモデル化した。

$$F = \mu \cdot W \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $F$ ；摩擦力、 $\mu$ ；摩擦係数、 $W$ ；上部構造の重量

入力地震はⅠ種地盤とⅢ種地盤の地震時保有水平耐力照査用地震動（標準波形）<sup>1)</sup>とし、ニューマークの $\beta$ 法により時刻歴応答解析を行なった。

すべり支承の摩擦係数、すべり後の固有周期および橋脚単独の固有周期は以下に示す範囲で変化させた。

すべり支承の摩擦係数：10%、15%

すべり後の固有周期：1秒～6秒、0.5秒ピッチ

橋脚単独の固有周期：0秒（剛）、0.2秒、0.4秒

3. 解析結果

橋脚単独の固有周期が0.2秒となる橋梁を対象とし、摩擦係数をパラメータとした時の橋桁の最大応答加速度および最大支承変位とすべり後の固有周期との関係を、地盤種別ⅠおよびⅢに対してそれぞれ図-3および図-4に示す。すべり後の固有周期が4秒以上の場合、地盤種別によらず橋桁の最大加速度が概ね200Gal以下となる。この値は標準設計震度レベルの応答に相当する。この時の支承変位は摩擦係数が15%の場合が10%の場合に比べて小さく、40cm以下に収まっている。また、すべり後の固有周期が3～4秒以下の領域では摩擦係数が高い場合に摩擦係数が小さい場合に比べて支承変位ばかりでなく応答加速度も小さくなっている。これは図-2に示すように摩擦係数が大きくなると履歴減衰が大きくなるため支承変位が小さくなり、摩擦力は増大するが水平ばねに生じる復元力が著しく小さくなることで、結果的に最大加速度が小さくなるものと考えられる。

Ⅰ種地盤上で橋脚単独の固有周期をパラメータとしたときの橋桁の最大応答加速度および最大支承変位とすべり後の固有周期との関係を、摩擦係数が10%の場合と15%の場合について、それぞれ図-5および図-6に示す。摩擦係数によらず、橋桁の剛性が大きい場合に免震効果が大きく、橋桁の加速度と支承変位がともに小さくなることがわかる。摩擦係数が15%の場合は摩擦係数が10%の場合より橋脚の剛性が応答結果に及ぼす影響が大きく、剛性の小さい橋脚で免震効果が落ちるため、免震効果を考慮して橋脚の剛性を低減する際には注意が必要である。

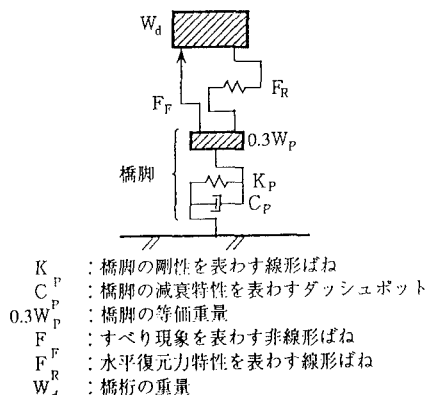


図-1 解析モデル

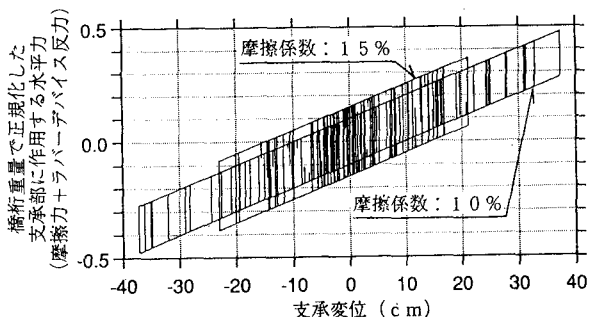


図-2 支承部の履歴特性  
（Ⅲ種地盤、すべり後の固有周期：2秒、  
橋脚単独の固有周期：0.2秒）

#### 4. まとめ

簡便なモデルを用いた解析の結果、免震橋梁の地震時挙動について以下の点が明らかとなった。

- 1) すべり後の固有周期が4秒以上の場合、橋桁の最大加速度は200Gal以下に低減できる。
- 2) すべり支承の摩擦係数を大きくすることによって、地震時の支承変位を低減できる。
- 3) 橋脚の剛性が高い場合に免震効果が大きくなる。

なお、本研究は橋梁免震に関する大成建設とNCEE Rとの共同研究の一貫として、ニューヨーク州立大学バッファロー校で行なったものである。

参考文献 1) 道路橋の免震設計法マニュアル（案）、（財）土木研究センター、1992年12月

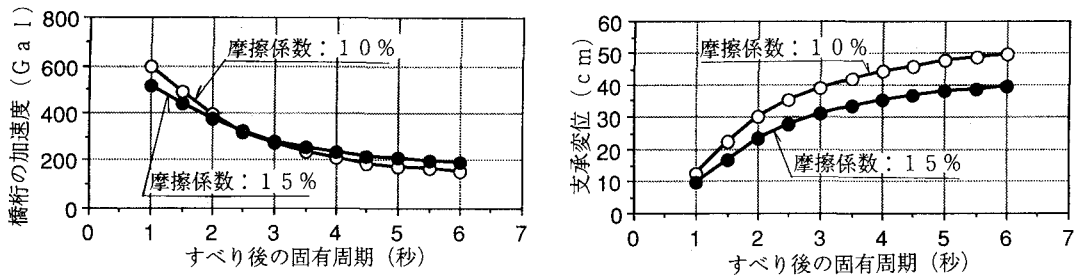


図-3 橋桁の最大加速度と最大支承変位（I種地盤、橋脚単独の固有周期：0.2秒）

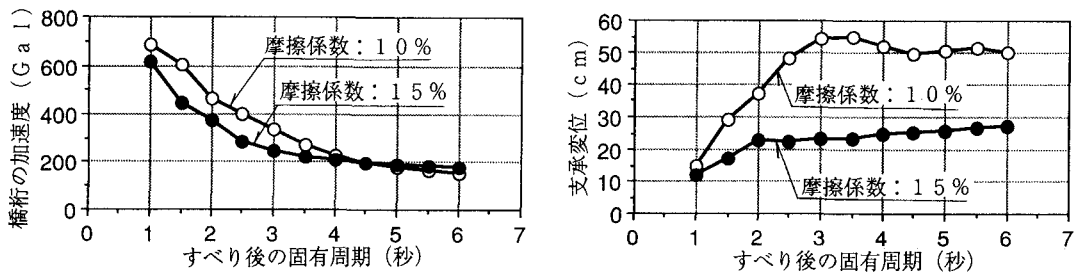


図-4 橋桁の最大加速度と最大支承変位（III種地盤、橋脚単独の固有周期：0.2秒）

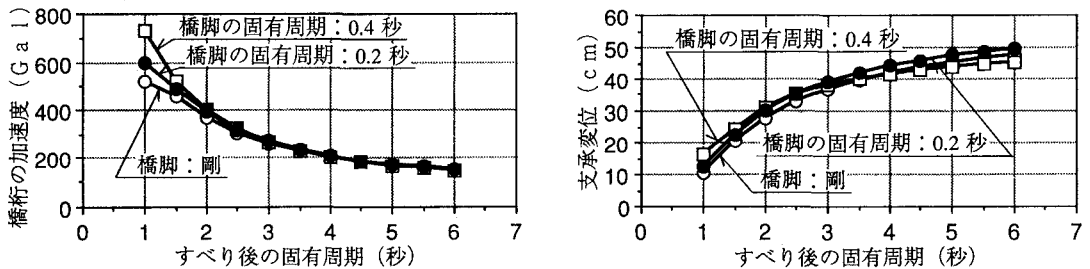


図-5 橋桁の最大加速度と最大支承変位（I種地盤、摩擦係数：1.0%）

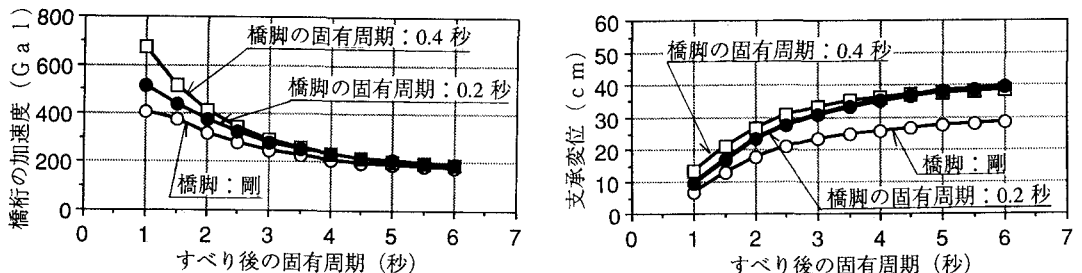


図-6 橋桁の最大加速度と最大支承変位（I種地盤、摩擦係数：1.5%）