

I - 372

すべり方式免震装置を有する橋梁の模型振動実験

大成建設（株） 正会員 ○ 岡本 晋

尾崎 大輔

同 上

藤井 俊二

State University of New York at Buffalo

M.C. Constantinou

P.C. Tsopelas

1. はじめに

本報では橋梁用すべり方式免震装置の免震効果を確認するために実施した模型振動実験の結果を報告する。

2. 実験方法

模型橋梁は図-1に示す1/4スケールの1スパン橋である。橋梁のスパンと橋脚の高さはそれぞれ4.8m、1.4m、橋桁の重量は14.6 tonである。加速度の相似則は摩擦力の慣性力に対する比の値を模型と実物で一致させるため1/1とし、時間の相似則は1/2とする。なお、両橋脚とも固定支承とした時の模型橋梁の固有周期は0.26秒である。

本実験で使用した免震装置は①すべり支承と②ラバーデバイスで構成される。すべり支承はテフロン板とステンレス板からなり、上部工反力を支持するとともにすべり現象が生じる構造である。要素試験の結果得られたすべり支承の摩擦係数は図-2に示すようにすべり速度に依存し、低速度領域で6%、高速度領域で15%となる。ラバーデバイスは上部工に固定したラバーブロックの中心に下部工に固定したアンカーバーを挿入する構造で、上部工と下部工との水平相対変位（支承変位）に伴い図-3に示すように変形する。ラバーデバイスは支承変位が3.5cm以下の領域ではほぼ線形の復元力特性を示し、3.5cmを越えると急激に反力が増加し変位制限機能（落橋防止機能）が発揮される。

入力地震波は「道路橋の免震設計法マニュアル（案）」¹⁾で定義された耐震設計用地震動、保有水平耐力照査用地震動の他、エルセントロ波など各種著名地震波とした。入力加速度は支承変位が3.5cm程度に達するまで徐々に増加させた。なお、加振方向は橋軸方向とした。

3. 実験結果

実験結果のうち、一例として入力波をエルセントロN S波の最大加速度を200%に拡大した時の橋桁加速度および支承変位の時刻歴波形を入力加速度とともに図-4に示す。橋桁加速度は振動台加速度の47%に低下しており、免震効果が発揮されている。なお、この時すべり変位は最大2.5cm程度であった。

図-5に各入力波に対する振動台加速度最大値と橋桁加速度最大値との関係を両橋脚を固定支承として実験を行った結果（非免震のケース）と比較して示す。非免震時の橋桁加速度最大値の振動台加速度最大値に対する増幅率の平均は2.15

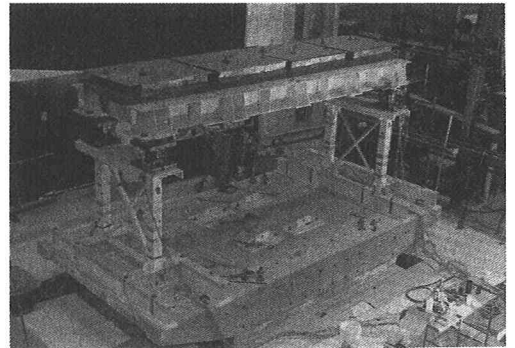


図-1 模型橋梁

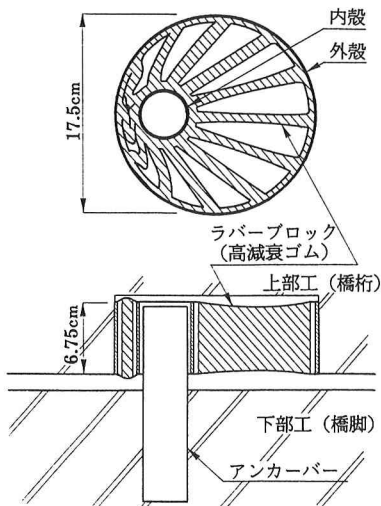


図-3 ラバーデバイスの変形状況

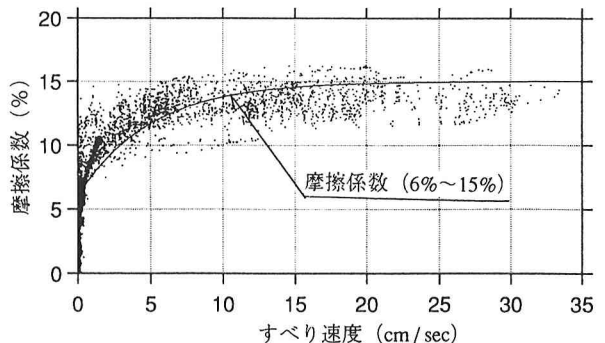


図-2 すべり支承の摩擦係数（要素試験結果）

であった。免震時、ほとんどの実験ケースでは入力加速度が増加しても橋桁加速度はほぼ一定値（平均225Gal）となっており、最大で橋桁加速度が非免震時の1/8に低下している。いくつかの実験ケースでは橋桁加速度が最大470Galに達するが、これは図-6に示すように支承変位が3.5cm以上となりラバーデバイスの反力が急激に増加しているためである。

図-7に入力波をエルセントロ波200%とした時の、入力波と橋桁の応答波の加速度応答スペクトルを示す。ここで、非免震時については入力加速度の最大値を免震時と同一となるように正規化した結果を示す。非免震時の橋桁の応答波では両橋脚固定時の固有周期成分（0.26秒）が卓越している。免震時はすべり後の固有周期1.49秒の前後、0.7秒～2.5秒の領域で橋桁の応答波の加速度応答スペクトルが入力波の加速度応答スペクトルより若干大きくなっているものの非免震時のように特定の周期成分が極端に卓越することはなく、すべり方式免震システムに共振現象が見られないことを示している。

4. まとめ

すべり方式システムの免震効果を確認するため1/4スケールの橋梁模型を用いた振動実験を実施した。実験の結果以下の点が明かとなった。

- ①すべり方式免震装置を用いることにより橋桁の応答加速度が非免震の場合の最大1/8に低減できる。
- ②本実験で使用したすべり方式免震システムには共振現象が生じない。

なお、本実験は大成建設とNCEE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実施したものである。

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

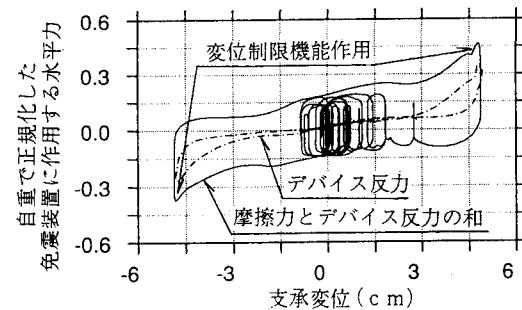


図-6 実験結果の一例（载荷履歴）
（1種地盤保有水平耐力照用地震動入力時）

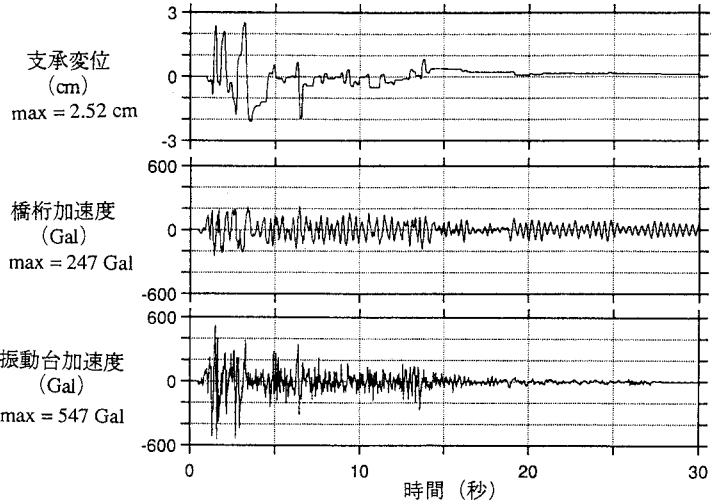


図-4 実験結果の一例（エルセントロ200%入力）

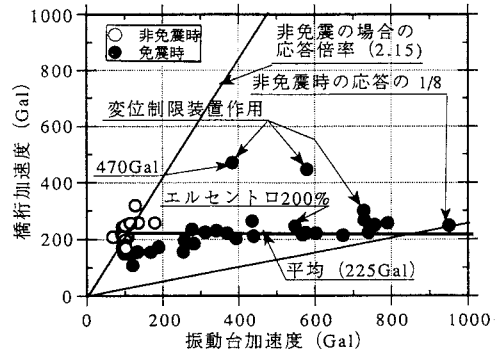


図-5 振動台加速度と橋桁加速度との関係
両橋脚固定時の固有周期（0.26秒）

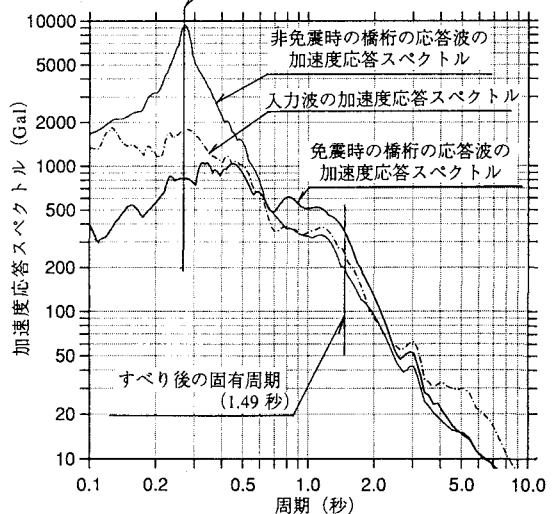


図-7 加速度応答スペクトル
（エルセントロ200%入力）