

I - B 338

免震支承－RC橋脚系システムの振動台実験

建設省土木研究所 正会員 足立 幸郎
同 上 正会員 蓮上 茂樹
同 上 正会員 近藤 益央
阪神高速道路公団 正会員 堀江 佳平

1. はじめに 免震橋梁においては、免震支承に主たる塑性化を期待する設計がなされる。しかしながら大規模地震時には免震支承とともに橋脚も大きく塑性状態に至る場合も想定され、橋梁システムとして複数箇所で塑性化が進行する場合も想定される。ここでは、このような場合における橋梁システムの地震応答特性を検討するために、免震支承－RC橋脚系システムの振動台実験を行った。本稿は実験結果の概要を報告する。

2. 振動台実験の概要 本実験はRC橋脚が大きく塑性変形する場合の免震支承－RC橋脚系システムの地震応答特性を把握することを目的とした。図1に振動台実験の概要図を示す。図2に目標とした免震支承およびRC橋脚の荷重変形特性を示す。RC橋脚は一般的な道路橋橋脚の1/4縮尺模型とし、形状は60cm×60cm×270cmとした。RC橋脚模型の配筋状況を図3に示す。コンクリートの実強度および鉄筋の過強度を考慮したRC橋脚模型の耐力を上部構造重量の0.35倍となるよう設定した。免震支承には鉛プラグ入積層ゴム支承（LRB）を用いRC橋脚模型の天端に設置した。橋脚降伏時におけるシステム全体の等価1次固有周期¹⁾は約0.66secである。なお免震支承の剛性は、図4に示す支承特性試験結果から橋脚の降伏耐力相当時の剛性を用いて算出した。加振は水平1方向とし、入力地震波は道路橋示方書に示されるⅡ種地盤におけるタイプⅡ地震動の応答スペクトルに適合するよう振幅調整したⅡ-Ⅱ-1地震動²⁾を用いた。時間軸については、応力度を同一とした場合の相似則を適用し、50%に圧縮して用いた。加振は2回連続して行った。上部構造重量は、約395kNである。

表1 実験で得られた最大加速度および最大変位

	最大入力 加速度 (gal)	橋脚天端 変位 (mm)	橋脚天端 加速度 (gal)	支承上端 変位 (mm)	支承上端 加速度 (gal)
1回目加振	460	60	551	90	374
2回目加振	823	53	822	80	380

3. 実験結果 図5、図6には1回目加振時におけるRC橋脚天端および免震支承上端での応答加速度波形を示す。非免震時のRC橋脚の固有周期は0.28secであり、免震化により橋脚の

キーワード： 免震支承、RC橋脚、非線形応答、振動台実験

連絡先：〒305 茨城県つくば市旭1番地 建設省土木研究所耐震研究室 TEL 0298-64-4966 FAX0298-64-4424

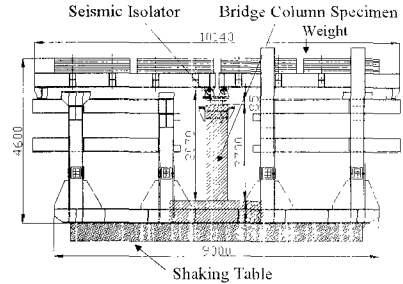


図1 振動台実験の概要

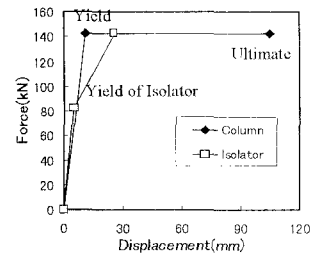


図2 免震支承とRC橋脚模型の荷重－変形特性

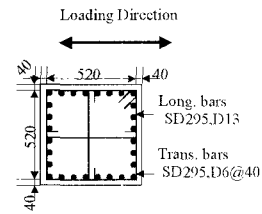


図3 RC橋脚模型の配筋図

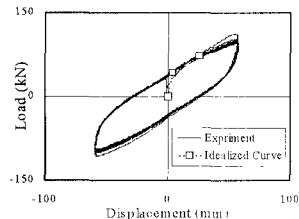


図4 免震支承の荷重－変形特性とモデル化

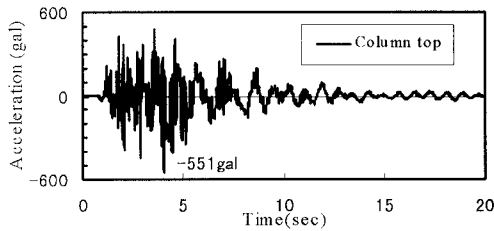


図5 RC橋脚天端の応答加速度（1回目加振）

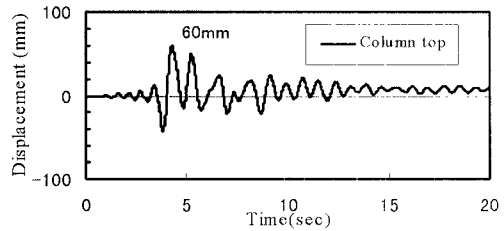


図7 RC橋脚天端の応答変位（1回目加振）

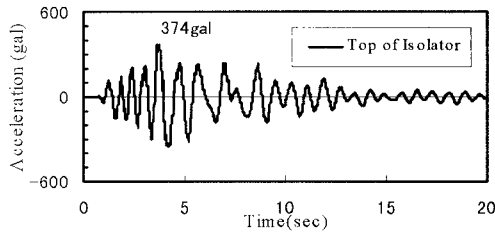


図6 免震支承上端の応答加速度（1回目加振）

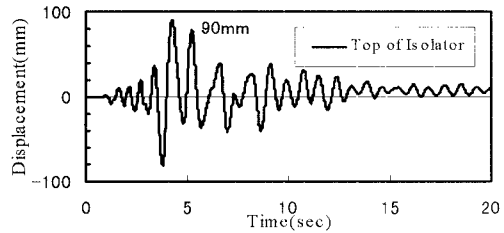


図8 免震支承上端の応答変位（1回目加振）

振動性状が短周期側に移行していることがわかる。これは家村らの実験結果³⁾と同じ傾向である。図7、図8には同位置における応答変位波形を示す。計算上のRC橋脚の降伏変位が約10mmであることから、応答塑性率として約6程度と大きく橋脚が塑性した応答であることがわかる。図8に示す免震支承上端の変位と対比した場合、ほぼ同位相で振動していることがわかる。このことから橋脚が大きく塑性化する場合においても、1次モード振動が卓越しているといえる。表1に最大加速度、最大変位を示す。2回目の加振においては、振動台の制御の関係から入力加速度が大きくなり、さらに1回目の加振により橋脚剛性はかなり低下しているにもかかわらず、支承上端の加速度は小さくなり、橋脚の損傷状態に関係なく免震効果があることがわかる。

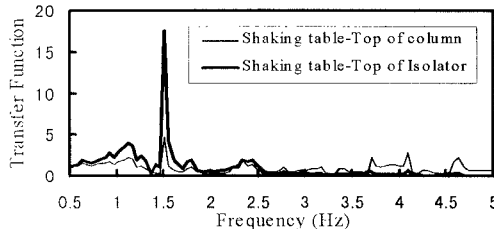


図9 振動台－橋脚天端、免震支承上端加速度の伝達関数（1回目）

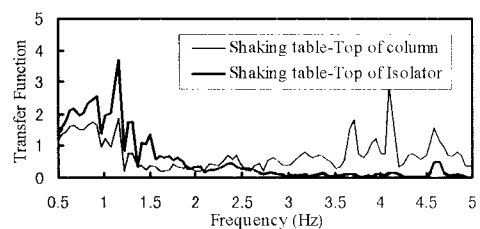


図10 振動台－橋脚天端、免震支承上端加速度の伝達関数（2回目）

図9および図10は、1回目、2回目の加振時の、振動台および橋脚天端、振動台および免震支承上端における加速度の伝達関数をそれぞれ示したものである。1回目の加振時の卓越振動数は1.51Hz(0.66sec)であり、橋脚降伏時におけるシステム全体の等価1次固有周期が約0.66secであることと一致している。したがって、免震支承

RC橋脚系の地震応答特性は橋脚降伏時のシステムの等価固有周期が支配的であることがわかる。2回目の加振時の卓越周期は1.17Hz(0.85sec)である。これは1回目の加振時の橋脚最大応答時における橋脚剛性と免震支承との合成剛性から算出される振動数にほぼ等しい。橋脚剛性が低下した場合でも1次モードが支配的であった。

4. おわりに 今後、動的応答解析による解析結果との対応等について検討を行い、動的解析による免震支承－RC橋脚系システムの地震応答評価におけるモデルの検討、および解析精度等について検討を深めていきたい。なお、本研究は、土木研究所と阪神高速道路公団との共同研究の一部として行った。

参考文献 1)足立ら：免震支承－RC橋脚系道路構造物の非線形応答特性、第10回日本地震工学シンポジウム（投稿中）

2)日本道路協会：道路橋の耐震設計に関する資料、1997.3

3)家村ら：強震下における免震橋のサブストラクチャーハイブリッド実験、第22回地震工学研究会、1993