

I - B 336

実測記録に基づく山あげ大橋の免震性能評価

東京大学大学院 学生員 山之内 宏安 東京大学大学院 正会員 吉田純司
 東京大学 フェロー 藤野陽三 東京大学 正会員 阿部雅人

1. はじめに

免震橋は、免震支承を用いて長周期化・高減衰化を図り、耐震性能を向上させるものである。しかし、これまで大地震に見舞われた例がなく、免震橋の実地震時の挙動や耐震性能が設計時の想定通りであるか検証されている例は少ない。そこで、地震観測が行われている免震橋梁のうち、松ノ浜橋については昨年報告した¹⁾が、それに引き続き山あげ大橋の免震効果について定量的に検証したものを報告する。

2. 山あげ大橋の概要および観測された地震動

山あげ大橋は、栃木県東部の一般国道 244 号の烏山バイパス起点部に位置する橋長 246.3m、有効幅員 10.5~13.5m の 6 径間連続 P C 高架橋で、免震支承として高減衰積層ゴム支承が採用されている。橋軸直角方向は、図 1 に示されるような移動制限装置で変位を拘束しており、免震効果は橋軸方向のみ期待している。地震計は、地中、橋脚天端、桁の 3 点設置されている。本研究では観測された地震動のうち最も大きいもの 6 記録について解析を行った。なお、最大の地震記録は、桁橋軸方向の 33gal であり、どの地震動も比較的小規模なものである。

3. 同定方法

免震効果を検証するために、免震支承が地震時に発揮した構造剛性及び構造減衰を算出する必要がある。ここでは、橋軸方向・橋軸直角方向別に桁の地震時挙動のモデル化を行い、実測記録を基に同定を行った。

（1）橋軸方向 橋軸方向については、桁が剛体的に挙動すると考え、実測記録の桁と橋脚天端の伝達率に対し、図 2 で示される橋脚天端を入力地震動とする 1 自由度線形モデルを用いて最小 2 乗法により同定を行った。その結果、図 5 で示されるように、このモデルで実測記録が十分再現可能であることが確認された。

（2）橋軸直角方向 橋軸直角方向については、桁の面外たわみ振動の影響が無視できないため、図 3 で示される並進とたわみが連成した場合のモデル¹⁾を用いて同定を行った。また移動制限装置による摩擦力が作用していると考えられるため、同定の際には移動制限装置の摩擦の影響を考慮した。その結果、図 4 および図 6 で示されるようにこのモデルで実測記録を十分再現できることが確認された。また桁の橋軸直角方向に対する挙動は、並進に加えて桁の 1 次面外たわみ振動の影響も大きいことが分かった。

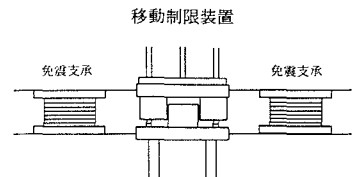


図 1：移動制限装置

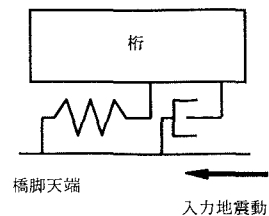


図 2：1 自由度線形モデル

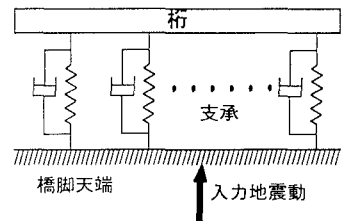


図 3：並進たわみモデル

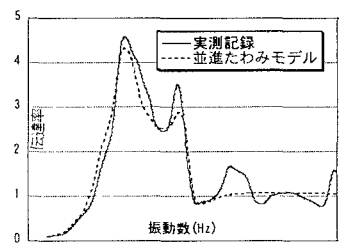


図 4：橋軸直角方向の伝達率比較

キーワード：免震橋、免震支承、山あげ大橋、高減衰積層ゴム支承、構造同定

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL：03-3812-2111(ext 6099)，FAX：03-5689-7292

4. 免震効果の検証

山あげ大橋で地震時に観測された支承の剛性及び減衰を、工場載荷試験結果から予想される値と比較することによって性能を検証した。まず、橋軸方向及び橋軸直角方向で得た同定結果から支承の構造剛性及び構造減衰を求めた。次に、実測記録から得た同定結果と比較するために、免震支承の載荷試験で得られた履歴曲線をモデル化し³⁾、支承変位に対する等価剛性及び等価減衰を算出した。同定剛性及び同定減衰との比較の際には、免震支承の初回載荷時の履歴特性から得られる等価剛性をばらつきの範囲として考慮した。また移動制限装置に働くと考えられる摩擦力についても等価線形化法⁴⁾により等価剛性及び等価減衰を算出し、摩擦係数のばらつきの範囲とした。その結果、図7、図8に示されるように同定結果より得られた構造剛性及び構造減衰は、各免震支承の等価剛性及び等価減衰と、移動制限装置に働く摩擦力の等価剛性及び等価減衰を加えたものと比較してばらつきの範囲は大きいものの整合性が見られた。これより、山あげ大橋の支承の構造剛性及び構造減衰は、工場での載荷試験結果による免震支承の性能に矛盾しないことが確認された。

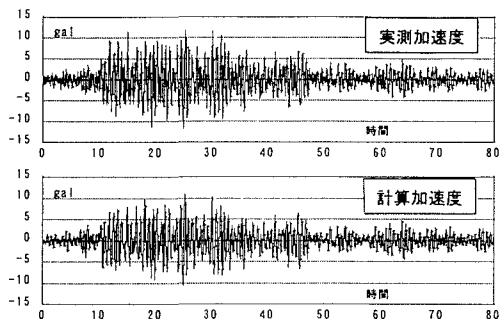


図5：橋軸方向の応答の比較

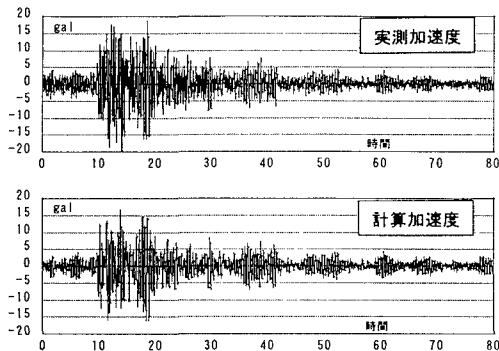


図6：橋軸直角方向の応答の比較

5. まとめ

山あげ大橋で地震時に観測された支承の構造剛性および構造減衰は、工場での荷重載荷試験結果による免震支承の性能に矛盾しないことが確認された。また、小規模の地震では、免震支承以外の構造要素の摩擦力などが桁の剛性および減衰に大きな影響を与えることが分かった。

【謝辞】建設省土木研究所耐震研究所の運上茂樹氏、大住道生氏、株式会社ブリジストン免震・制震技術開発部須藤千秋氏、栃木県土木部道路建設課橋梁係戸田英次氏には資料の提供や助言を頂きました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】1)阿部雅人、藤野陽三、吉田純司：土木学会論文集（投稿中）、2)Ozdemir, H: Nonlinear Transient Dynamic Analysis of Yielding, Ph.D. Dissertation, U.C. Berkeley, California, 3) E.H. Dowell: On Some of General Properties of Combined Dynamical Systems, Journal of Applied Mechanics, March 1979, Vol. 46, 4) 柴田明徳：最新耐震構造解析，森北出版株式会社

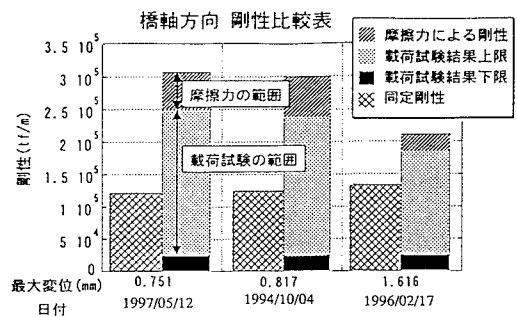


図7：桁に作用する剛性の比較

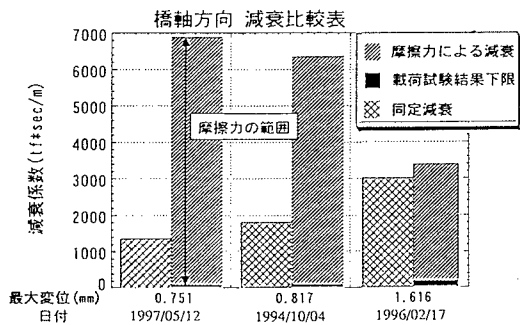


図8：桁に作用する減衰の比較