

ゴム又は鋼管製緩衝装置を有する免震橋の地震時挙動に関する研究

武蔵工業大学 学生会員 藤谷 健
武蔵工業大学 正会員 皆川 勝
武蔵工業大学 学生会員 高崎 太一
東京都立大学 正会員 長嶋 文雄

1.はじめに

免震支承を用いた橋梁では、地震時の桁の応答加速度が減少し、下部構造に伝わる慣性力を低減できる。しかし、桁の応答変位が大きくなってしまいうため、許容伸縮量の大きなジョイントが必要となる。そこで、通常の伸縮装置を用い、中小の地震の際は伸縮装置によってエネルギーを吸収し、大規模地震の際は、伸縮装置は破損することを許容し、緩衝装置によってエネルギーを吸収させる方法が考えられる¹⁾。また、緩衝装置の性能として、桁が衝突して一定の荷重が作用した際に桁や橋台に構造的な損傷を与えず、緩衝装置が塑性変形することで桁の運動エネルギーを効率よく吸収して、応答変位を小さくすることが望まれる。そこで本研究では、桁間あるいは桁と橋台部の衝突を緩和するためにゴム製あるいは鋼管製の緩衝装置を設置した場合、橋台部及び桁に作用する衝撃力の低減効果、緩衝装置のエネルギー吸収効果についてFEM解析により検討した。

2.解析概要

解析には、3次元動的応答解析システムであるTDAPを用い、本研究では、橋軸方向の緩衝効果に焦点を絞るため、対象橋梁を2次元モデルとして取り扱い、非線形2次元骨組時刻歴応答解析を行った。入力地震波としては、文献2)に規定されている種地盤のタイプの標準加速度スペクトルに近い特性を有するように振幅調整した加速度波形を3波用いた。

対象構造物は、橋脚高さが20m、支間長50mの2径間の免震橋とし、上部構造は2径間で重量1300tの鋼箱桁、下部構造は鋼製橋脚(断面積:2200cm²,断面2次モーメント:2.4×10⁷cm⁴)とした。解析モデルを図-1に示す。上部構造はすべて弾性はりとし、橋脚はバイリニアはりモデルを用いた。緩衝装置は、図-2、3に示すように中間桁端部と橋台部の3ヶ所に取り付けた。また、想定した緩衝装置は、文献3)において静的載荷実験(図-4)が実施された。ゴム製緩衝装置

キーワード：免震橋梁、緩衝装置、吸収エネルギー、衝撃力

連絡先：武蔵工業大学工学部土木工学科 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 Tel&Fax:03-5707-2226

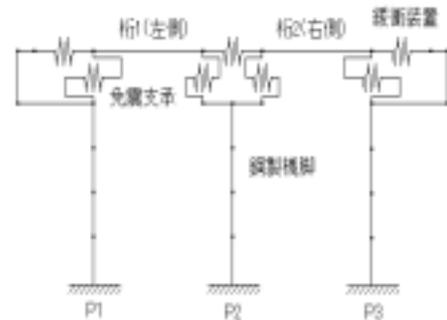


図-1 解析モデル

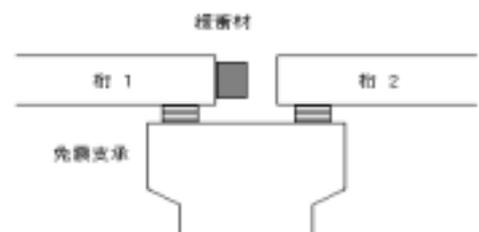


図-2 桁間の緩衝装置

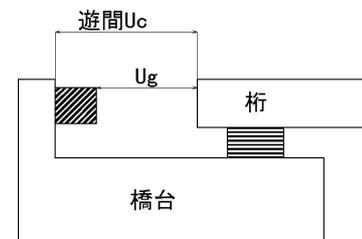


図-3 橋台部の緩衝装置

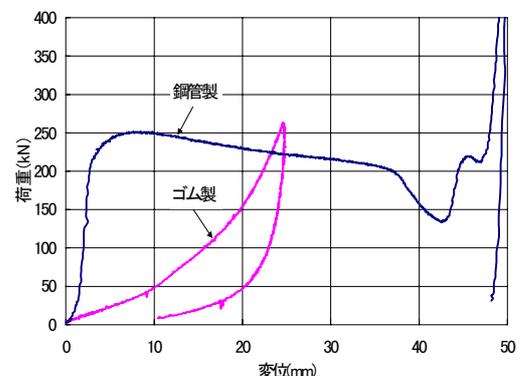


図-4 緩衝材の荷重-変位関係

と鋼管製緩衝装置であり、それぞれ 30 個分の荷重-変位関係を示すバネでモデル化した。ゴム製緩衝装置の復元力特性としては、粘性を考慮し、非対称トリリニアばねモデルを用いた。鋼管製緩衝装置も、非対称トリリニアばねモデルを用いた。緩衝装置と桁の間には、隙間と衝突を表現するための仮想的なバネ⁴⁾を挿入し、その間隔は、10~30cm の間で変化させて解析を行った。

3.解析結果及び考察

解析結果を以下に示すが、いずれも 3 波の入力加速度波形に対する応答の平均で示す。

はじめに、桁と緩衝装置の隙間 U_g と、緩衝装置により吸収されたエネルギー量の関係を図-5 に示す。図中には緩衝装置の限界吸収エネルギー量も併せて示す。 U_g が小さい領域を除いて、 $U_g=12.5\text{cm}$ から 25cm の範囲において、鋼管製緩衝装置のエネルギー吸収量はゴム製緩衝装置のそれを 2 倍程度上回っている。

図-6 から図-8 には、緩衝装置に作用する最大衝撃力と遊間 U_c の関係を示す。 $U_c=15\sim 20\text{cm}$ において、ゴム製及び鋼管製緩衝装置を設けることにより、橋台部、中間桁端部に生じる衝撃力が、4 分の 1 程度に緩和されていることが分かる。また、本解析で用いた構造モデルの緩衝装置を設けない場合の遊間 (U_c) は 25cm 程度が適当であると考えられるが、 U_c を 20cm 以下にし、緩衝装置を設けることにより、橋台部及び桁端部に生じる衝撃力を同程度のものに抑えることが可能であると言える。

<参考文献>

- 1)川島、後藤：道路橋の免震設計とロックオフ機能付き橋台の開発、土木施工、32 巻、3 号、pp.87-94、1991.3.
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、耐震設計編、1996.2.
- 3)鋼橋技術研究会耐震免震研究部会報告書、pp.77-144、1999.11.
- 4)川島、庄司：衝突緩衝用落橋防止システムによる桁間衝突の影響の低減効果、土木学会論文集、No.12/ -46、pp.129-142、1999.1.

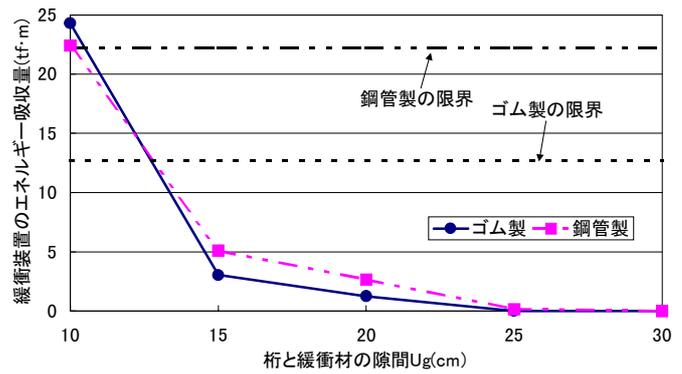


図-5 緩衝装置のエネルギー吸収量

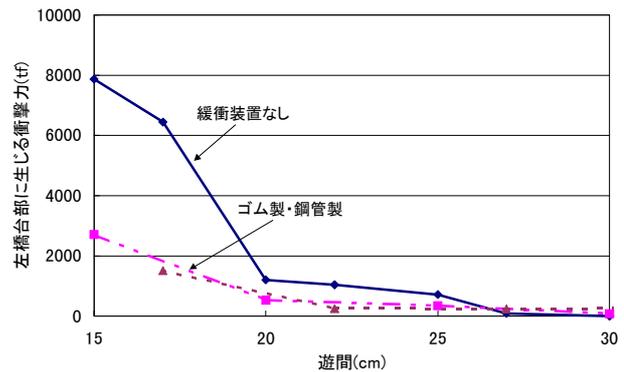


図-6 左橋台部に生じる衝撃力と遊間の関係

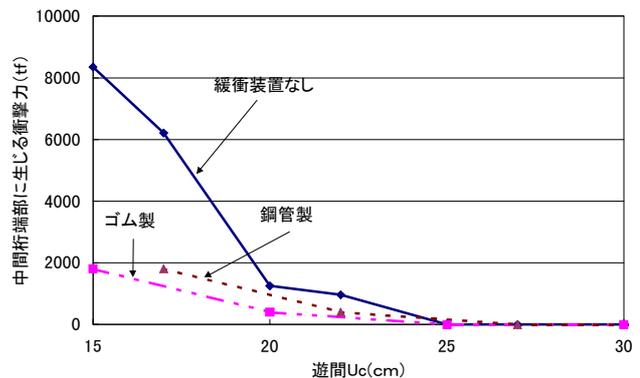


図-7 中間桁端部に生じる衝撃力と遊間の関係

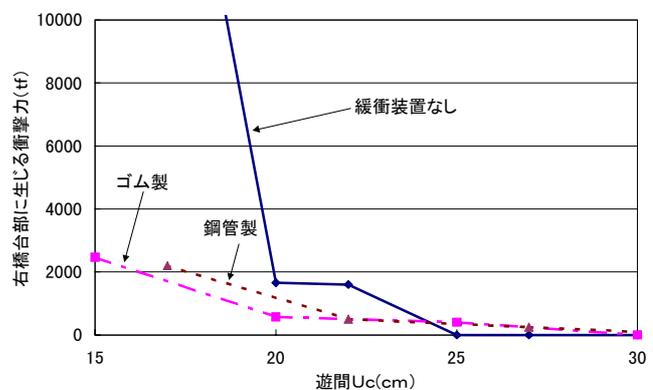


図-8 右橋台部に生じる衝撃力と遊間の関係