

I - B 347

大変位吸収システムを適用した免震橋梁の地震時振動特性

建設省土木研究所 正会員 大住 道生
 同 上 正会員 運上 茂樹
 同 上 正会員 近藤 益央

1. はじめに

免震橋梁は地震時水平変形を免震支承に集中させる構造であるため、一般に免震設計を採用しない橋に比べて地震時の桁変位が大きくなる。免震橋梁は免震支承でエネルギー吸収を図る構造であるので、免震橋梁の桁と橋台、桁と桁は衝突しないように必要な遊間を設ける必要があるが、これに伴って大きな移動量を有する伸縮装置を必要とする場合もある。しかしながら、大きな変位に追従する伸縮装置は経済的でないことから、比較的安価で、簡易な変位吸収システムの開発が必要とされている。

そこで、著者らは常時、および震度法により設計する桁の変位に対しては従来の伸縮装置で対処し、大規模地震時は鋼板をアスファルト舗装中に潜り込ませることで変位を吸収する「大変位吸収システム」を開発している¹⁾。大変位吸収システムは、桁の移動により作動するシステムであるが、このシステムの抵抗が過大な場合には橋の振動特性に悪影響を及ぼすことも想定される。

本文では、桁端部に施工する大変位吸収システムの抵抗特性が、免震橋梁の地震時振動特性に及ぼす影響について検討を行った結果を報告する。

2. 解析方法

解析対象としたのは、16 径間連続免震橋と 3 径間連続免震橋の掛け違い部で、図-1 に示すように、それぞれを 1 自由度系のパネ質点モデルとし、質点の間に大変位吸収システムの抵抗特性を表す衝突パネを設置した。解析モデルの諸元を表-1 に示す。衝突パネは別途行われた模型実験により得られた荷重変位曲線より定めた²⁾。大変位吸収システムは図-2 に示すように最初に圧縮側に変位が生じる場合、伸縮装置の遊間分(8cm)の相対変位が生じたときに抵抗力が発生し、相対変位 12cm で最大抵抗 500tf となり、相対変位 20cm まで維持し、それ以上の変位が生じるとその後は 120tf 一定となる。逆に最初に引張り側に変位が生じる場合、相対変位 8cm で抵抗が生じ、相対変位 10cm で最大抵抗 250tf となり、それ以上の変位が生じるとその後は 120tf 一定となる。これを基本ケースとし、さらに抵抗が大きい場合を想定して、抵抗が 2 倍、4 倍の場合についても動的解析を行った。

動的解析に用いた入力地震動は、道路橋示方書に規定されるⅡ種地盤のタイプⅡ地震動を用い、各系に位相差を導入して上部構造に生じる変位を求めた。

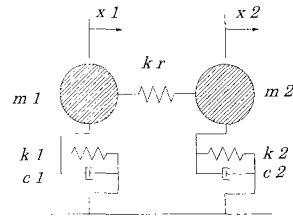


図-1 解析モデル

表-1 解析モデルの諸元

	質量 (ton)	等価 パネ定数 (tf/m)	等価 減衰定数 (%)	1 次 の固有周期 (sec)
3 径間連続 上部構造	285.0	7376.8	14.1	1.235
16 径間連続 上部構造	938.1	20594.5	13.7	1.341

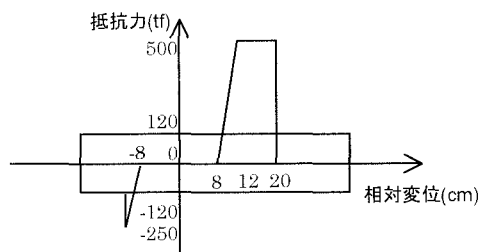


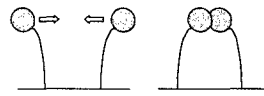
図-2 衝突パネの特性

キーワード：大変位吸収システム、免震橋梁、振動特性、桁遊間、伸縮装置

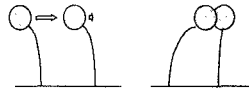
連絡 先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 電話：0298-64-4966 FAX：0298-64-4424

3. 解析結果

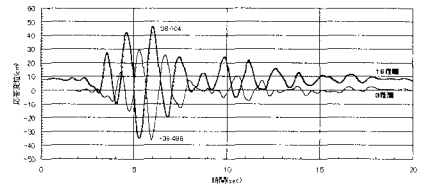
衝突のパターンとして図-3に示すように、両上部構造が逆位相となり互いに近寄り衝突する場合と、一方の上部構造が他方を追いかけて追突する場合がある。逆位相の場合は相対速度が大きく、衝突で作用する抵抗力は大きい。追突の場合は衝突前の上部構造の運動エネルギーを損なわない。そこで、相対速度が最大となる位相差と追突により最大変位が生じる位相差を考慮し、この時の上部構造の変位を求めた。ただし、追突の場合は16径間連続桁が3径間連続桁に追突する場合を考えた。



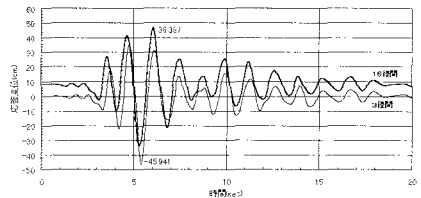
(a) 逆位相で衝突する場合



(b) 追突する場合



(a) 逆位相で衝突する場合



(b) 追突する場合

図-3 上部構造の衝突イメージ 図-4 上部構造の時刻歴応答変位

抵抗特性が基本ケースの場合の上部構造の時刻歴応答変位を図-4に示す。このとき、両上部構造が重なっているように表示されているときに、大変位吸収システムが作動している状態である。

それぞれの上部構造の最大変位および衝突しない場合の最大変位との比を表-2に示す。

表-2 最大応答変位

衝突の状態	大变位吸収システムの抵抗特性	方向	3径間連続上部構造最大応答変位	比率	16径間連続上部構造最大応答変位	比率
なし		押込	34.496	1.00	44.293	1.00
		引抜	42.591	1.00	39.924	1.00
逆位相	基本ケース	押込	29.350	0.85	43.144	0.97
		引抜	36.486	0.86	38.004	0.95
	2倍	押込	27.992	0.81	43.103	0.97
		引抜	35.414	0.83	37.810	0.95
	4倍	押込	25.395	0.74	42.519	0.96
		引抜	33.611	0.79	37.321	0.93
追突	基本ケース	押込	35.253	1.02	41.517	0.94
		引抜	45.941	1.08	38.387	0.96
	2倍	押込	36.471	1.06	38.635	0.87
		引抜	48.900	1.15	37.538	0.94
	4倍	押込	37.907	1.10	37.977	0.86
		引抜	48.610	1.14	36.879	0.92

この結果、互いに近寄り衝突する場合は、いずれの場合でも上部構造の最大変位は衝突しない場合に比べて小さくなっている。これは、衝突パネの剛性が比較的小さいために、衝突により上部構造の運動エネルギーが吸収されることによると考えられる。一方、追突する場合には、上部構造の最大変位は衝突しない場合に比べて大きくなっており、実験により求められた抵抗特性の場合には8%、大きい抵抗を想定した場合には15%の増加となっている。

免震橋梁において、支承の変位が設計変位と比較して過度に大きくなる場合には、等価減衰定数が大きめに設定されることになるので、免震性能に影響を及ぼすおそれがある。今回の解析に関しては、変位の増加が10%以内であり、この構造であれば免震性能に悪影響を及ぼさないと考えられる。

4. まとめ

大变位吸収システムの抵抗特性が免震橋の地震時振動特性に及ぼす影響について動的解析により検討した。この結果、大变位吸収システムが作動しても、上部構造の変位の増加は上部構造の衝突がない場合に比べて最大8%程度であり、この程度の抵抗特性であれば大变位吸収システムが免震性能には悪影響を及ぼさないと考えられる。

参考文献 1) 近藤益央、運上茂樹、大住道生：大变位吸収システムの動的特性に関する実験的検討について、第53回土木学会年次学術講演会、1998年10月