

既設上路式鋼アーチ橋の制震対策に関する検討

(株) IHI インフラシステム 正会員 ○齋藤 剛 (株) 長大 正会員 佐藤 崇
 (株) IHI インフラシステム 正会員 田嶋仁志 筑波大学 正会員 庄司 学
 川田テクノシステム (株) 正会員 田巻嘉彦 (株) 横河ブリッジ 宮井大輔

1. 目的

レベル2地震動に対する耐震設計が行われていない既設上路式鋼アーチへの耐震補強においては、非常に補強規模が大規模になることや部材補強が困難となることが多く、近年では制震デバイスを橋梁に組み込みこんだ制震対策を行うことが一般的となっている。本研究では最適な制震デバイスの選定、設置方針を決める上での基礎データを得るために、種々の制震デバイス設置による橋梁全体系の応答低減効果について解析的に検討を行った。

2. 解析条件および検討条件

対象橋梁の諸元は橋長110m、アーチライズ14.5mの上路式鋼アーチ桁橋であり、昭和55年道路橋示方書以前の基準で設計され、簡易的に耐震性能を評価できない橋梁とした。地震応答は図-1に示す設計で一般的に用いられている方法で作成した3次元骨組みモデルを用いて、レベル2地震動を対象とした非線形動的解析より求めた。本論文ではまず橋軸方向の応答に着目した結果を報告する。検討ケースは表-1、図-2に示すように4ケースとし、本検討で実施したデバイスの種類、設置位置等は過去の制震対策を実施している耐震補強事例を参考に決定した。また、Case3およびCase4について非線形履歴の変化により応答も大きく変化することが予想されるため、Case3においては基本減衰力(0.5m/s時)を、Case4においてはデバイスの降伏荷重をパラメータとした。各デバイスのモデル化は図-3に示すように一般的な設計モデルを用いた。なお、本論文では橋梁全体系の応答低減効果を評価する指標として桁端の移動量およびアーチ支承部の鉛直反力に着目した。

3. 減衰力の違いによる応答比較

ここではCase3の粘性ダンパーの基本減衰力の違

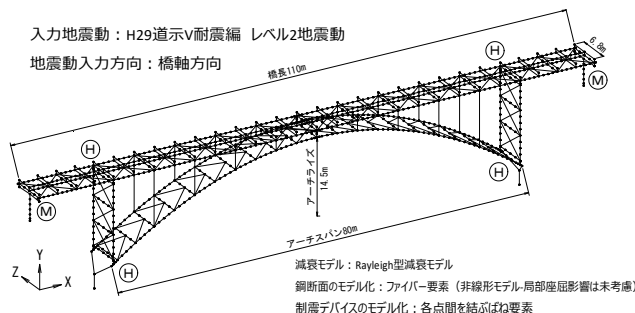


図-1 骨組モデル (現況)

表-1 検討ケース一覧

	制震デバイス		
	桁端	その他	パラメータ
Case1 -現況-	(可動)	-	-
Case2 -免震支承-	免震支承	-	-
Case3 -粘性ダンパー-	(可動) 粘性ダンパー	-	減衰力 要素モデル
Case4 -軸降伏型ダンパー-	(可動)	面内軸降伏型 ダンパー	降伏荷重

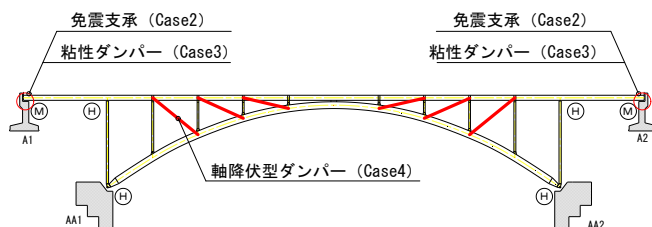


図-2 想定した制震デバイス設置位置

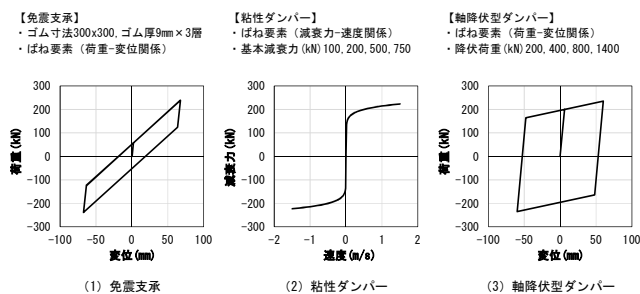


図-3 各デバイスのモデル化

キーワード 鋼アーチ橋, 上路式, 地震応答, 制震デバイス

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦三丁目17番12号吾妻ビル TEL: 03-3769-8606

いが全体応答に及ぼす影響について検討した。図-4 は、基本減衰力を変化させた際の桁端の相対変位とアーチ基部支承の鉛直反力を比較した図である。同図より基本減衰力が増加するに従い桁端の相対変位もアーチ基部支承の上向き鉛直反力も減少する。これは、本橋は両端橋台であるため、粘性ダンパーがストッパーの様に働き橋梁全体系の移動量を抑制したためと考えられる。なお、本橋においては基本減衰力が200kNの粘性ダンパーを設置することで支承部のアップリフトが解消されることから大規模な補強が不要と判断ができるが、最終的には粘性ダンパーが取り付く下部構造や主桁の応答を確認しながら最適なダンパーの減衰力を決定する必要がある。

4. デバイス毎の応答比較

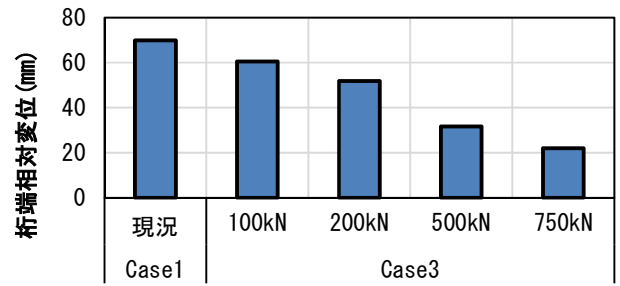
図-5 にデバイス毎の主要な応答を比較した図を示す。橋軸方向の地震に対して桁端移動量は Case3 と Case4 が最も小さくなるものの、アーチ基部支承部の上向きの鉛直反力は Case3 のみアップリフトが生じない応答まで低減できており、本橋では Case3 の粘性ダンパーを桁端に設置した場合が最も制震効果が期待できると考えられる。

5. 粘性ダンパーのモデル化の比較

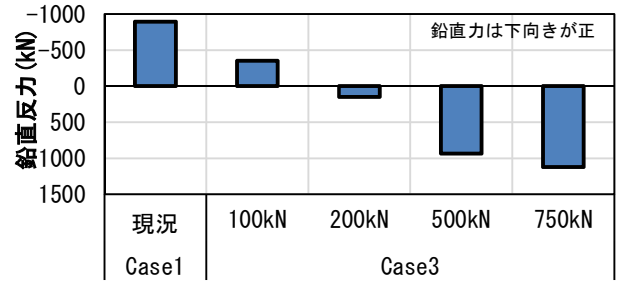
粘性ダンパーは速度の指数乗に比例し減衰力が増減する機構（速度依存型）であるが、実設計では簡便的に完全バイリニアモデルの荷重変位関係としてモデル化（荷重変位型）する場合もある。図-6 はこのモデル化の違いが地震応答に及ぼす影響を比較した図である。同図より、タイプI地震動を載荷した場合は、速度応答が基本減衰力を発揮する0.5m/sより小さいため、速度依存型の場合は荷重変位関係としてモデル化した場合に比べ小さな減衰力しか作用せず、桁端移動量は大きくなり、粘性ダンパーの履歴も大きく異なる。一方、タイプII地震動を載荷した場合は0.5m/s程度の速度が生じているため、粘性ダンパーの履歴および桁端の相対変位もほぼ一致する。橋梁の形式や規模によっては常に0.5m/sが生じるとは限らず、本結果のように地震動によっても発生速度が異なることをふまえると、デバイス取付部等の作用力を正しく評価するためには速度依存型でモデル化する必要がある。

6. まとめ

既設上路式鋼アーチ橋の橋軸方向地震の制震対策としては、桁端に粘性ダンパーを設置すること効果的であるが、そのモデル化には留意が必要である。なお、本研究は鋼橋技術研究会耐震・免震・制震デバイス研究部会（部会長：田嶋仁志）で行われた内容をまとめたものである。



(1) 桁端相対変位



(2) アーチ基部支承鉛直反力

図-4 減衰力の違いによる応答値の比較

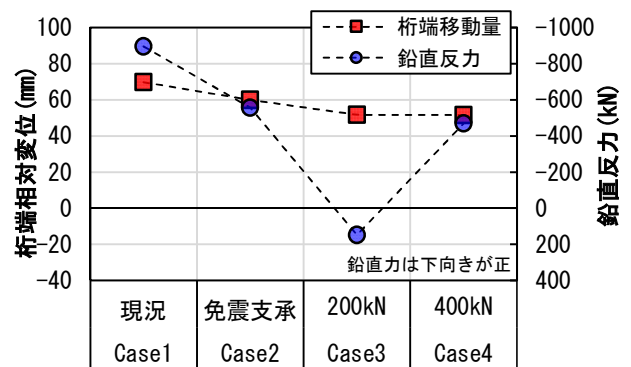
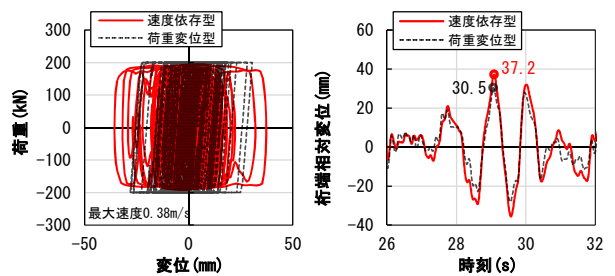
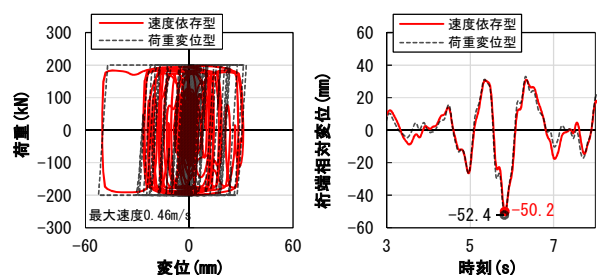


図-5 各ケースにおける応答値の比較



(1) レベル2タイプI地震動1波目



(2) レベル2タイプII地震動1波目

図-6 粘性ダンパーのモデル化の違いと応答値