

鋼中路アーチ橋の耐震補強

川田テクノシステム(株) 正会員 ○上野 勝敏*

日本交通技術(株) 村田 忠久**

奈良県五條土木事務所 上村 良則***

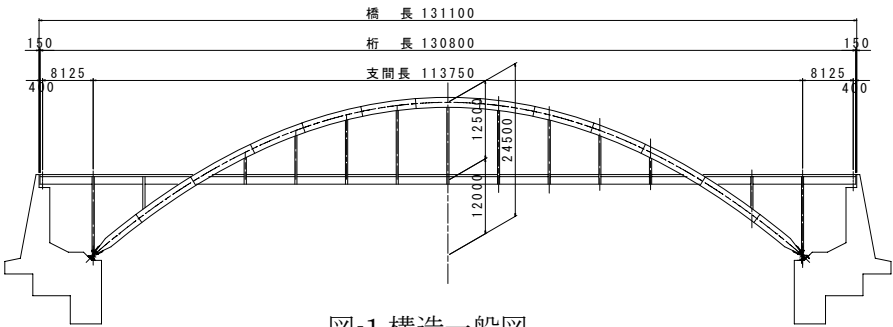
1. はじめに

平成 7 年に発生した兵庫県南部地震によって橋梁に甚大な被害がもたらされ、道路橋については、平成 8 年の道路橋示方書の改訂によって、マグニチュード7級の内陸直下型の地震による地震動に対しても、必要な耐震安全性を確保することが義務付けられた。しかしながら、重要な社会基盤である道路橋の多くは、平成 8 年以前に建設されたものが数多く存在しており、いつ発生するかわからない大規模地震に対して、その安全性を確保することが緊喫の課題となっている。また、アーチ橋やラーメン橋などの複雑な構造系を有する橋梁においては、構造物の振動特性を把握し、それぞれ効果的な耐震補強対策を採ることが必要となる。ここでは、複雑な振動特性を有する既設鋼中路アーチ橋の耐震補強詳細設計業務について、耐震補強における工法選定方針と、非線形時刻歴応答解析により検証を行った耐震補強効果について報告する。

2. 橋梁概要

今回耐震補強を行った対象構造物となる橋梁概要を表-1 に、構造一般図を図-1 に示す。

表-1. 橋梁概要		
構造形式	上部工	鋼中路式2ヒンジアーチ橋
	下部工	重力式橋台
架設(供用)年		1976年、昭和51年
竣工当時準拠基準		昭和47年道路橋示方書
設計活荷重		TL-20
幅員構成		全幅:9.20m
橋長		131.10m
支間割		8.125m+113.750m+8.125m
設計水平震度	竣工時	0.20
	H14年道路橋示方書	タイプⅠ最大値
		タイプⅡ最大値



3. 補強方針

本橋のように、複雑な構造系を有する橋梁の耐震補強を実施する場合、弱点となる部位を特定し、効果的な耐震補強対策を採ることが重要である。従って、まず現況状況を把握するために現況解析を行い、各部位の耐震安全性の照査を行った。結果として支承を含むほぼ全ての部材において、許容応力度を超過することが確認された。また、本橋の架設にはケーブルエレクション斜吊り工法が採用されており、この工法が選定される条件として、ベントの設置が不可能であることが多い。このため、アーチ基部が損傷を受けた場合、特に支承の恒久復旧作業は、非常に困難であると考えられる。従って、地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能(耐震性能 2))を満足させるためには、アーチ支承の損傷を防ぐことを最優先とすることとした。

4. 制震デバイスの選定

アーチ支承部の損傷は、アーチリブと横綾構にて構成されるフレームに水平力が作用することによって過大なアーチ軸力、特に引張力が発生することに起因する。

表-2. 制震デバイス比較検討ケース

	制震デバイス
CASE-1	制震デバイスなし
CASE-2	座屈拘束ブレースのみ
CASE-3	座屈拘束ブレース+パネル型制震ストッパー

キーワード 鋼中路アーチ橋、既設橋梁耐震補強、制震デバイス、非線形動的応答解析

* 〒550-0014 大阪市西区北堀江 1-22-19 設計課・課長代理 T E L 06-6538-0683

** 〒530-0012 大阪市北区芝田 2 丁目 3-20 調査課・課長 T E L 06-6371-3843

*** 〒637-1103 奈良県吉野郡十津川村上野地 356-1 工務第二課・課長 T E L 0746-68-0336

この対処法としては、座屈拘束ブレース材を使用することにより、アーチ基部の振動形態をロッキング振動から、せん断変形型の振動へ移行させることが効果的である。このため、本橋の耐震対策においては、座屈拘束ブレース材を採用し制震化を図ることとした。また、座屈拘束ブレース材によって十分な制震効果が得られない場合を想定し、せん断パネル型制震ストッパーを併用した場合の制震対策効果についても検討を行った。今回実施した比較検討のモデルの違いを、表-2 に示す。

5. 制震対策効果

制震デバイスの配置は、図-2 に示すように、路面より下に位置する端柱およびアーチリブ既存横構を座屈拘束ブレース材に取替えることとし、両端部橋台位置には、せん断パネル型制震ストッパーを配置した。これら制震化対策の効果を検証するため、ファイバー要素を用いた非線形時刻歴動的応答解析を実施した。結果として、図-3 に示すように、制震デバイスを使用しない場合、アーチ基部には5447.8kNの軸引張力が作用するが、座屈拘束ブレース材を用いた場合、1481.1kNまで低減される。更に、せん断パネル型制震ストッパーを併用した場合には、軸引張力が発生しないレベルまで応答値を抑えることができ、十分な制震対策効果が得られた。

6. 今後の課題

今回行った耐震補強対策によって、レベル2地震動に対して最も懸念されるアーチ支承の損傷を回避できるレベルまで制震化を図ることが出来た。一方、鋼材で構成されたI型断面吊材については、変形性能を向上させるため、形鋼断面をケーブル系の部材に変更した場合の検討を行った。結果として、床版位置の変位が増大するため、最も懸念されるアーチ支承に作用する軸引張力が、目標値を超過したため採用を断念することとし、吊材破断による落橋を防止するために吊材補助材を設置することとした。

今後の耐震補強および新橋の設計においては、吊材をフレキシブルな構造としつつ、床版位置に作用する地震力を、効果的に低減できる制震デバイスの検討も必要であると考ええる。

7. おわりに

今回の耐震補強設計業務を実施するにあたって、京都大学・家村浩和教授には、多大なるご指導を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1). (社) 日本道路協会 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 平成14年3月

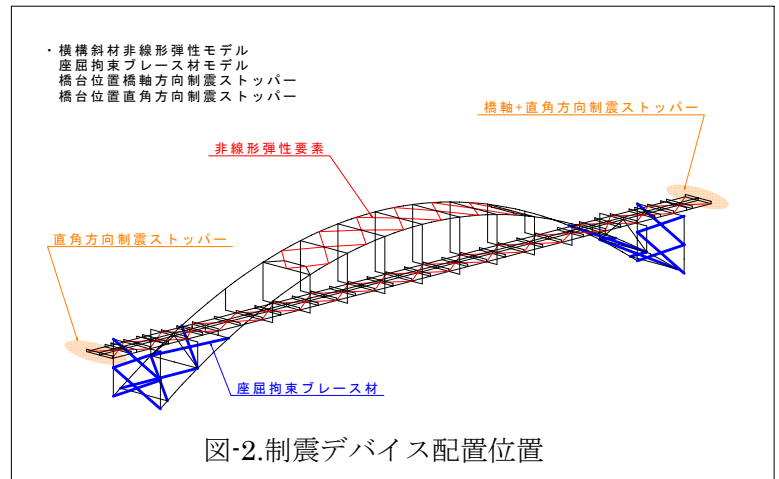


図-2. 制震デバイス配置位置

