

既設 RC 充腹式アーチ橋の振動特性について

西日本高速道路（株）正会員 ○山下 翔真 藤井 雄介
西日本高速道路（株） 吉田 雄貴 田中 史大

1. はじめに

平成 28 年に発生した熊本地震による橋梁被害を受け、高速道路や直轄国道にて緊急輸送路道路の耐震補強を進めており、地震による被災を受けた場合においても速やかな機能回復ができる耐震性能を目標とし、橋脚の補強や落橋防止構造、支承部の補強、段差防止構造の設置などの対策を実施しているところである。当社では様々な形式の橋梁を管理しており、橋梁毎に現況の耐震性能を確認し上記のような必要な補強対策を検討している。既設 RC 充腹式アーチ橋についても現況の耐震性能照査を検討しているところである。本報は、当該形式の耐震性能照査に必要となる振動特性を橋梁モニタリングから算出した内容について報告するものである。

2. 充腹式アーチ橋の構造的特徴

RC 充腹式アーチ橋は RC で構築したアーチに側壁を設けて中詰め材を充填した橋梁で、その特徴としては①伸縮装置がなく土工と橋梁が一体となっており走行性に優れる②伸縮装置や支承が必要なく維持管理面に優れる③アーチリブは死荷重時に全圧縮状態となり理想的な状態となる④中詰め土により活荷重による衝撃が緩和されるとともに荷重が分散される等多くの利点を持つ構造形式である。一方、耐震補強の観点からはアーチリブの中詰め材があるためその振動特性の把握が難しく、補強に検討を要する形式とも言える。これを踏まえ、既設の RC 充腹式アーチ橋がどのような振動特性を有しているか、耐震性能照査においてどのような解析モデルでの検討が必要か把握することを目的に橋梁モニタリングとその分析を行った。

3. 対象橋梁及び測定方法の概要

対象とする橋梁は橋長 224m の RC9 径間連続充腹式アーチ橋で、昭和 63 年に上下線一体として建設され、その諸元は表 1 の通りである。本橋の特徴としては上下線一体構造であるため、アーチリブの幅が 18.8m と幅広であることが挙げられる。測点配置側面図を図 1 に測定機器及び数量を表 2 に示す。測定は、センサからの信号をすべて集約して増幅器を介して AD 変換し、計測用パソコンに 24 時間連続で時刻歴データを記録した。なお、サンプリングの周期は、データを所要の細かさで取得するために 200Hz とした。

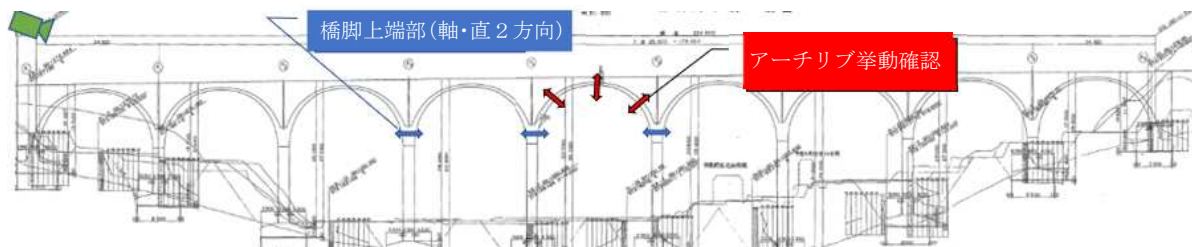
表 1 橋梁諸元

内容		諸元
しゅん功		昭和 63 年
適用道示		昭和 53 年
橋長 (m)		224
径間数		9 径間
支間長 (m)		24.5+7@25.0+24.5
有効幅員 (m)		9.00+9.00
アーチスパン (m)		25.0
アーチ軸線半径 (m)		13.0
アーチ軸形状		3 心円
アーチリブ厚 (m)	スプリング	1.10
	クラウン	0.60

表 2 設置機器及び数量

計測項目	計測箇所	機器	基数
振動加速度	アーチリブ等	1 方向加速度センサ（サーボ型加速度計）	6 箇所
	橋脚側面	2 方向加速度センサ（サーボ型加速度計）	6 箇所
通行車両測定	本線	ビデオカメラ	1 箇所

キーワード 充腹式アーチ橋 耐震性能照査 橋梁モニタリング 振動モード
連絡先 〒731-0103 広島市安佐南区緑井 2-26-1 西日本高速道路（株）中国支社 TEL 082-831-4479
FAX 082-831-4578



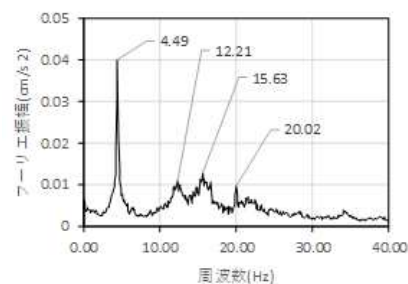
※両側面に同じ配置で設置した。

図1 測点配置側面図

4. 測定結果

実測値から得た周波数スペクトルを図2に振動モードを図3に示す。固有値解析では図4に示すとおり橋梁全体が橋軸方向に動くモードが支配的であるが、当該モードの実測周波数はアーチの側壁を考慮しないモデルとアーチの側壁を考慮したモデルの中間程度にあり、耐震性能を評価するための解析モデルとしては側壁の剛性を適切にモデル化して考慮する必要があることがわかった。なお、図2に示したとおり実測では4.5Hz付近の振動が卓越しやすく2.1Hz付近の卓越は明確ではない。実測でこのモードが卓越して発現しなかった理由は明確ではないが、橋軸方向への加振力が過小であったことも一因と考えられる。また、実測では、アーチリブを中心とした振動が卓越する傾向にあり、特に図3に示す4.5Hzの成分が卓越しやすいことが確認された。当該モードはアーチリブが全体に同位相で挙動しておりアーチ橋というより桁橋に近い振動モードである。この周波数成分は車両のバネ上成分に近接しているが、一般的なバネ振動成分よりも周波数が高く、橋梁固有の振動であると考えられる。

アーチリブ（鉛直方向）



橋脚天端（橋軸方向）

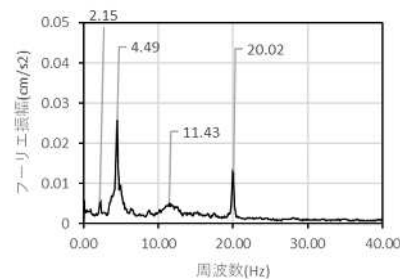


図2 周波数スペクトル

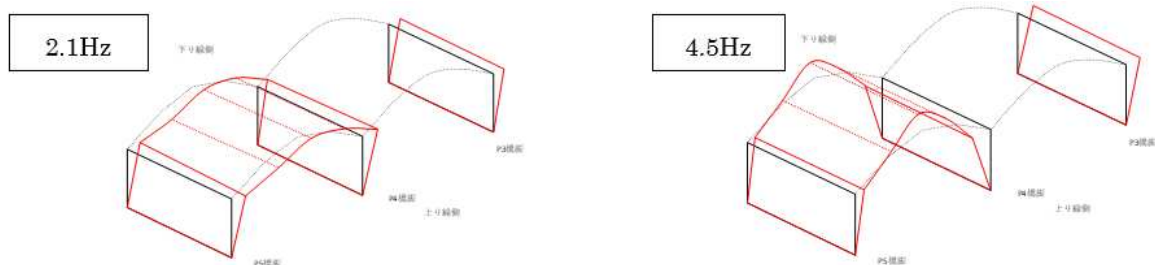


図3 実測で確認された振動モード

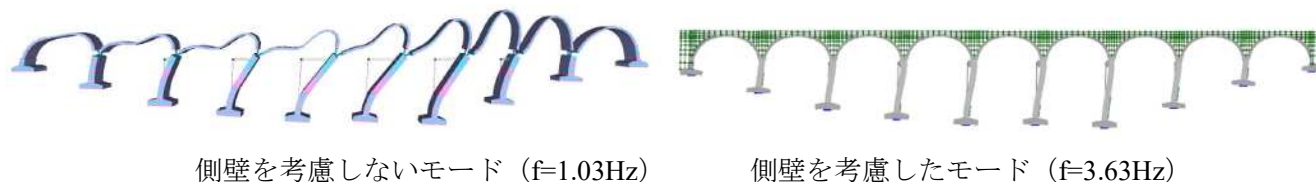


図4 固有値解析結果

5. まとめ

今回の測定によりアーチリブで構成される上部構造の振動特性は概ね把握できたと考えられ、地震応答解析を行うためのモデルは側壁を適切に見込む必要があることが確認された。また、当該橋梁においては橋脚の挙動が上部構造に起因する傾向が確認されていることから、解析モデルでは上部構造の挙動に着目して剛性や質量等の設定を行う必要がある。

本検討の他に、充腹式アーチ橋の耐震補強設計に関して、実験的・解析的な検討も行っており、当該橋梁の耐震性能評価については、これらの結果を踏まえて総合的に判断する必要があると考えられる。