

I-381 アーチ橋改良工事における振動モードの変化確認実験について

（株）フジエンジニアリング 正会員 松本正信
埼玉大学 正会員 島田静雄
名古屋大学 正会員 加藤雅史
日本道路公団名古屋管理局 正会員 福島 公

1. はじめに

本実験において対象とした名神高速道路蟬丸橋は、平成元年度に大規模な改良工事を行った鋼2 ヒンジスパンドレルブレースドアーチ橋（以下、新橋）である。（図-1） 当該橋梁は、改良工事前は鋼2 ヒンジアーチ橋（以下、旧橋）であり、昭和38年より25年の間重交通下で供用されつづけてきたため、RC床版が著しく破損したり床組とアーチ部材をつなぐ垂直材に亀裂が発生する等の損傷が発生した。そのため、アーチ部材を除く全ての部材交換および補強部材追加工事が実施された。その垂直材の損傷の要因とされたのは、旧橋特有の振動モードにより発生する応力であった。その振動モードとは、面外方向の逆対称1次すなわちアーチクラウンを中心に水平面内で回転するような動きである。さらに、この固有振動モードにおいて床組とアーチの動きが一致せず、垂直材に過大な曲げ応力を与えていることが解った。

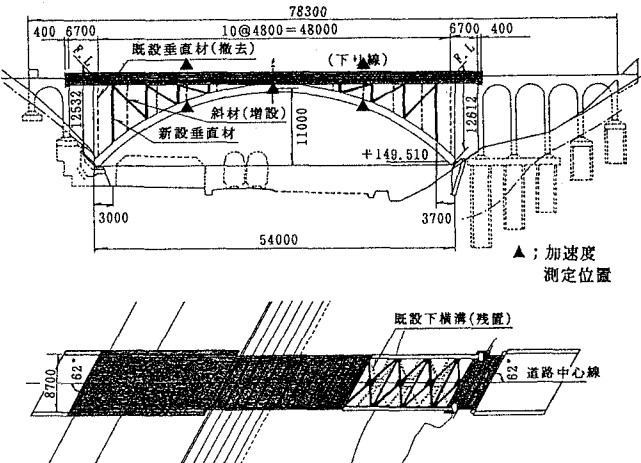


図-1 対象橋梁一般図

そこで、損傷に対する補強・改良工事として橋梁全体の剛性を上げ床組とアーチリブが一体となって動くように、斜材、対傾構、アーチリブの横構などを増設した。また、RC床版を鋼床版に置換えた。その改良工事の前後で振動加速度を測定し、振動モードの変化を確認することにより補強効果を検討した。

2. 測定結果

振動測定は、アーチリブの1/4L点、1/2L点、3/4L点および床組の1/4L点、3/4L点に圧電型振動加速度計を設置し、重量が既知である試験車の走行試験による振動加速度をした。その結果を表-1に示す。表-1より、改良工事前後では鉛直方向の振動加速度値が25～48%と顕著に低減しており、最も低減していないものでも半分以下となっている。橋軸方向および橋軸直角方向については、低減の割合にばらつきがあるが、これは補強前の状態では13～53Gal, 25～40 Galと加速度値がばらついていたのが、補強したことにより20Gal前後に安定したものと思われる。すなわち、橋梁全体の構造系として安定したものになったと考えられる。

表-1 振動加速度値（20t, 追越車線）

アーチクラウン	単位: Gal		
	改良工事前	改良工事後	変化率 (%)
橋軸方向	13～ 15	14	93～108
橋軸直角方向	19～ 53	18～20	38～ 95
鉛直方向	80～105	38	36～ 48

1/4 L 点	単位: Gal		
	改良工事前	改良工事後	変化率 (%)
橋軸方向	31～ 40	20～24	50～ 77
橋軸直角方向	25～ 26	20～29	80～112
鉛直方向	92～116	29～42	25～ 46

* 変化率 (%) = (改良工事前 / 改良工事後) × 100

3. 固有振動数および振動モードについての検討

改良工事後の試験車走行実験により得られた床組縦桁、およびアーチリブの振動加速度波形を、スペクトル(周波数)分析し、固有振動数および固有振動モードを推定した。分析の結果得られた固有振動数と位相を表-2に示す。表-2は、10測点中より選定した2点間に共通して見られる振動数およびその振動数の位相を示している。これらより改良工事後の固有振動モードは、4.3Hzが面外対称1次モード、5.3Hzが面内逆対称1次モードであると推定できる。これらの推定振動モードを改良前の振動モードとともに図-2に示す。改良前に見られた損傷の主な要因と考えられる面外逆対称1次モード（水平面内を回転するモード）がなくなり、面外対称1次が現れている。また、アーチの基本振動モードである面内逆対称1次モードが出現している。

表-2 卓越振動数および位相

橋軸方向(x)	橋軸直角方向(y)		
4.3 Hz (同位相)	4.3 Hz (同位相)	4.3 Hz (同位相)	4.3 Hz (同位相)
5.3 Hz (同位相)			

鉛直方向(z)			
		4.3 Hz (逆位相)	4.3 Hz (同位相)
		5.3 Hz (逆位相)	5.3 Hz (同位相)
10.4 Hz (逆位相)	10.2 Hz (同位相)	10.9 Hz (逆位相)	10.5 Hz (同位相)
19.5 Hz (逆位相)	19.5 Hz (逆位相)	19.5 Hz (同位相)	19.7 Hz (逆位相)

4. おわりに

本実験で得られた結果を以下にまとめる。

＜振動加速度値について＞

- 1) 改良工事前後に実施した試験車走行実験（20ton試験車1台 50km/h走行）の結果、工事後では鉛直方向の振動加速度値が26～48%に低減した。
- 2) 橋軸方向および橋軸直角方向の加速度値はばらつきが小さくなった。

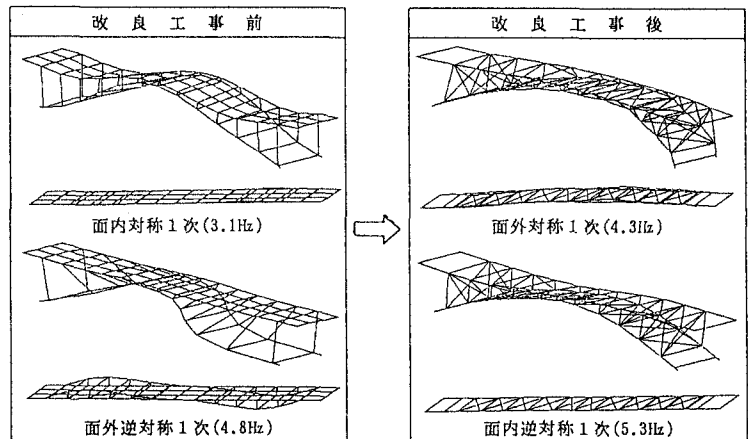


図-2 改良工事による振動モードの変化

＜固有振動数および振動モードについて＞

- 1) 改良前の損傷の主な要因とされた面外逆対称1次モード（水平面内を回転するようなモード）が、対傾構および斜材を付加することにより出現しなくなったことが確認された。
- 2) 旧構造では見られなかった面外対称1次モードが出現し、面外の動きに対しては橋梁全体が一体となって動くようになった。
- 3) アーチの基本振動モードである面内逆対称1次モードが出現している。

以上の結果より、改良・補強工事による補強効果として、当該橋梁の剛性が向上し橋梁全体が一体となった挙動、あるいは標準的なアーチ橋の挙動を示すようになり安定した構造系になったといえる。したがって、当該橋梁の改良工事により十分な補強効果があったものとする。