

補強前後における上路式鋼製アーチ橋の振動特性

九州共立大学 学生員○丸山 武史 熊本県天草工事事務所 正会員 平井 裕次郎
九州共立大学 正会員 荒巻 真二 ・ 正会員 鳥野 清

1. はじめに

昭和 30～40 年代に建設された橋梁では、材料の劣化や交通量の増加あるいは車両重量の増加等から、かなりの損傷を受けているものが多い。したがって、近年、橋梁の健全性判断技術の向上が求められているが、評価基準など多くの問題が残されている。

本研究は鉛直材等の損傷が発生した鋼製アーチ橋に対して、補強前に動的試験を行い、補強対策の検討を行い、次に補強後に動的試験を実施し、補強効果の確認を行ったものである。

2. 概要

図-1 に試験の対象となった橋梁の概要を示す。本橋はアー

チ部 126m、側径間 22m と 29m の全長 178m の鋼製アーチ橋である。補強前の側径間は、アーチ部の鉛直材上でローラー支承となった単純ばりであり、また、アーチアバット上におけるアーチリブおよび鉛直材の材端は面内方向に対してピン構造となっていた。

一方、補強後は図-1 の太線で示す斜材を入れると共に、アーチアバット上の鉛直材の上端をゴム支承に取換え、側径間の橋梁もこのゴム支承で支持された構造に変更されると共に鋼床版に打ち換えられた。

測定としては補強前は床版上の 9～17、アーチリブ上⑨～⑰において、補強後は床版上の測点 9～17 の加速度を測定した。測定方向としては、本橋がアーチ橋のため面内方向振動を生じることから、上下方向 (z) および橋軸水平方向 (x) を測定すると共に、面外方向の振動特性を知るために橋軸直角水平方向 (y) も測定した。

測定方法としては加速度をデジタル動ひずみ計 (DA101A、東京測器製) を用い、サンプリング間隔 $\Delta t = 0.01$ 秒で AD 変換し、ノートパソコンに取り込んでいる。

3. 試験結果

図-2 は補強前、トラック 2 台を走行させた時の上下方向と橋軸直角水平方向の応答加速度から算出したフーリエスペクトルを示したものである。図-3 は補強後の実交通下で測定した上下および橋軸直角水平方向のフーリエスペクトルである。両者を比較すると、補強後のフーリエスペクトルの値が極端に小さくなっており、橋梁の振動が小さくなっている

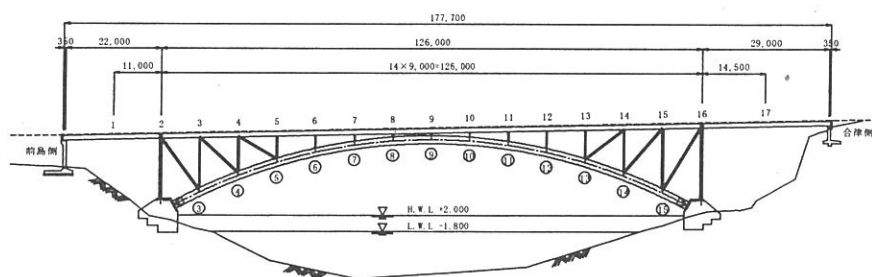


図-1 橋梁概要と測点番号

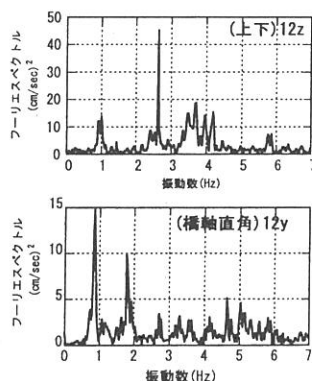


図-2 補強前のフーリエスペクトル

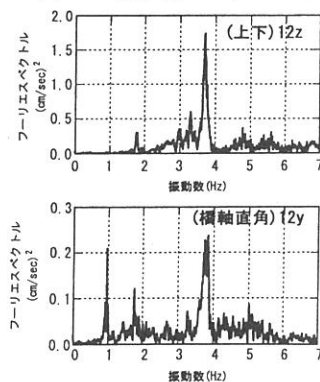


図-3 補強後のフーリエスペクトル

ことが判る。また、斜材を入れることで上下方向の剛性が大きくなり、各次数の固有振動数が高くなっている。一方、橋軸直角方向に対し、斜材の剛性寄与は小さく、補強後の 3.8Hz を除いて、スペクトルの形状にはほとんど変化がみられない。

表-1 は本橋の固有振動数を試験結果と解析結果とで比較したものである。本橋に対しては、完成直後、起振機試験が実施され振動特性が求められていたことから、この結果も併せて示している。補強前の面内方向の固有振動数では実験値と解析値が比較的一致しているのに対し、面外方向では解析結果が実験値に比べて大きい。また、面外振動を求める試験では、片側車線を走行するトラックが偏荷重として、床版を強制振動させている関係上、床版が主として振動していることから、アーチリブの振動が主で、床版がほとんど振動しない次数の固有振動数は実験的に得られていない。

完成直後と補強前の固有振動数を比較してみると、補強前の方が約 0.87～0.98 程度低下しており、鉛直材の亀裂等による剛性低下があるものと考えられる。一般に、橋梁の固有振動数は曲げ剛性 EI の平方根に比例することから、本橋の固有振動数の平均的低下率である 0.94 から剛性の低下率を算出してみると 0.88 となり、約 1 割程度の剛性低下が見られ、早急な補修、補強が必要であることを示していた。

補強前後で固有振動数を比較してみると、斜材を入れることでの構造系が変わり、上下方向の剛性が増加したことから、補強後の固有振動数がかかなり高くなっている。一方、橋軸直角水平方向の固有振動数はほとんど変化していない。

表-1 に示す各次数の固有振動数のうち、解析値と補強前の実験値の振動モードとが対応している面内振動および面外振動の振動モードを図-4 に補強後の実験による振動モードを図-5 に示す。図中の白丸は床版、黒丸はアーチリブのモードを示している。補強前の面内振動では解析値と実験値の振動モードが良く一致しているのに対し、面外振動では多少異なったモードとなっている。補強後の面内の振動モードは剛性が増加したにもかかわらず補強前とほぼ同じである。

4. まとめ

鋼製アーチ橋の鉛直材間に斜材を入れることにより、面内方向の剛性が増加し固有振動数が高くなった。このため実交通下での振動が極端に小さくなっていた。一方、面外方向に対する剛性は増加していないため固有振動数の変化は、ほとんどなかった。

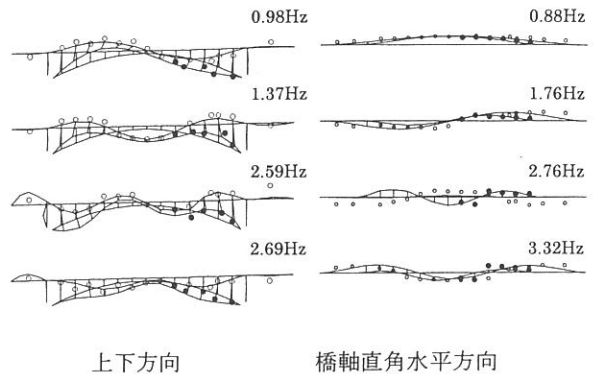


図-4 補強前振動モード

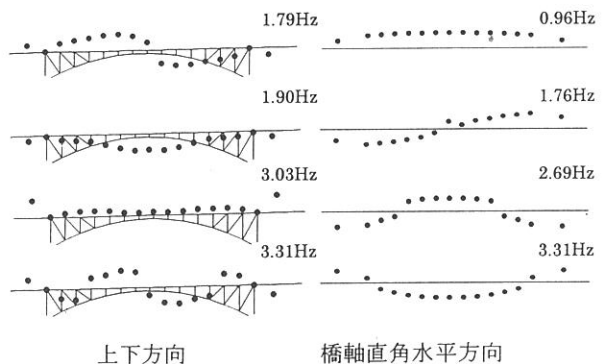


図-5 補強後振動モード

表-1 補強前後の固有振動数

方向	次数	理論値	実験値			備考
			完成直後	補強前	補強後	
面内	1	0.90	1.03	0.98	1.79	逆対称
	2	1.37	1.48	1.37	1.90	対称
	3	1.80	—	—	—	側径間
	4	2.56	2.75	2.69	3.31	逆対称
	5	2.70	—	2.59	3.87	対称
	6	2.76	—	—	—	側径間
	7	4.03	4.41	4.20	—	対称
	8	5.57	—	5.90	—	逆対称
面外	1	0.78	0.95	0.88	0.96	対称
	2	1.82	—	—	—	対称、アーチ1次
	3	2.13	2.02	1.76	1.76	逆対称
	4	2.26	—	—	—	逆対称、アーチ2次
	5	3.35	3.03	2.76	2.69	対称、アーチ3次
	6	3.83	—	—	—	アーチ
	7	4.12	3.48	3.32	3.31	対称