

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

正会員 荒巻 真二 ・ 正会員 烏野 清

熊本県天草工事事務所 正会員 平井 裕次郎

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、補強前に実施した動的試験から、補強対策法の検討を行うと共に、補強後に実施

した動的試験から、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替え、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 ～ 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

キーワード：鋼製アーチ橋，振動モード，振動特性，補強効果

連絡先：〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 九州共立大学 TEL093-693-3226，093-693-3225

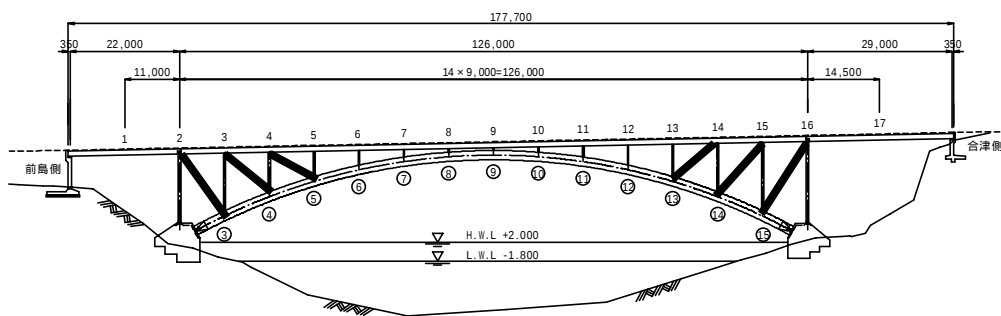


図 - 1 橋梁概要と測点番号

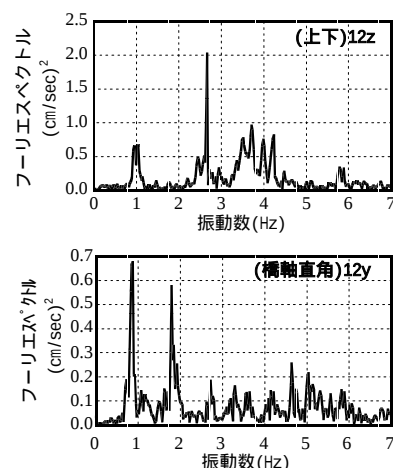


図 - 2 補強前のフーリエスペクトル

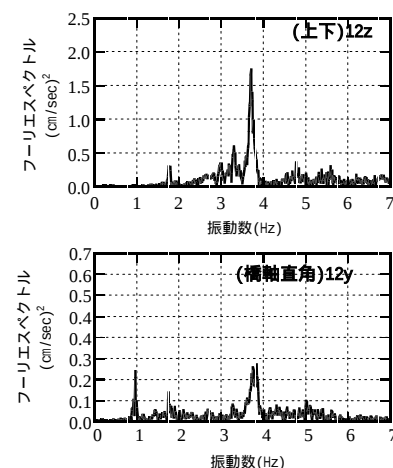


図 - 3 補強後のフーリエスペクトル

ーリエスペクトルである。両者を比較すると、上下方向は補強後のフーリエスペクトルのピークの値が補強前に比べ振動数が高くなっていることから体感する交通振動が小さく感じられた。一方、橋軸直角方向では、補強前後のフーリエスペクトルのピーク値が補強前に比べて小さくなっている。このことより橋軸直角方向に対して、斜材の剛性寄与は小さいが、床版の打ち変えにより上部構造の剛性が大きくなった事によって、加速度の振幅が小さくなっているものと考えられる。

節点数 43 個 ,要素数 60 個(補強前 48 個)の多質点系に置換し、TDAP を用いて固有値解析を行った。支承部について補強前はローラー、補強後はバネでモデル化を行った。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。

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 (平均値 0.94) 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。

完成直後と補強前の理論値を比較してみると固有振動数が比較的一致している。また、補強後の実験値と理論値を比較してみると、1 次の固有振動数が多少異なっているが、それ以外はほぼ一致している事がわかる。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の変化は小さい。

表-1 に示す各次数の固有振動数のうち、補強前の面内振動のモードを図-4 に補強後の実験による振動モードを図-5 に解析値と比較して示す。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。面内方向を補強前後で比較してみると、斜材を入れたことで多少モードが異なっているが、補強前後とも解析値と実験値が比較的一致している。

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増加は小さいため固有振動数の変化は、あまり見られなかった。

表-1 補強前後の固有振動数

方向	次数	実験値			理論値		備考
		完成直後	補強前	補強後	補強前	補強後	
面内	1	1.03	0.98	1.79	0.90	1.47	逆対称
	2	1.48	1.37	1.90	1.34	1.95	対称
	3	—	2.59	3.03	2.57	3.24	対称
	4	—	—	—	—	3.37	側径間
	5	2.75	2.69	3.31	2.70	3.79	対称
	6	—	—	-	2.78	5.58	側径間
	7	4.41	4.20	-	4.09	5.76	対称
	8	—	5.90	-	5.58	5.98	逆対称
面外	1	0.95	0.88	0.96	1.09	1.13	逆対称
	2	2.02	1.76	1.76	2.32	2.25	対称、アーチ1次
	3	3.03	2.76	2.69	2.81	2.46	
	4	3.48	3.32	3.31	3.25	3.90	逆対称
	5	—	—	-	3.89	4.21	側径間
	6	—	—	-	4.69	4.85	対称、アーチ2次
	7	—	—	-	4.79	4.93	逆対称、アーチ2次

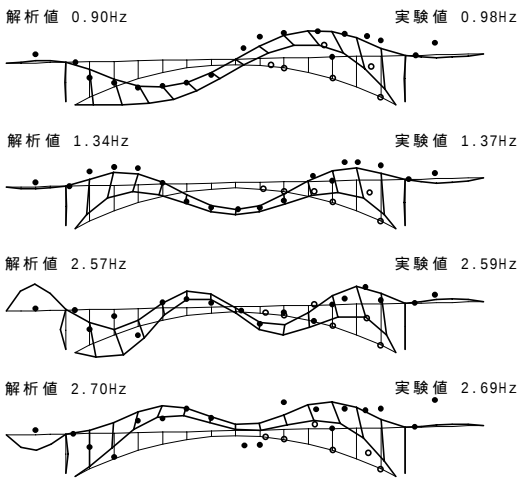


図-4 補修前振動モード図

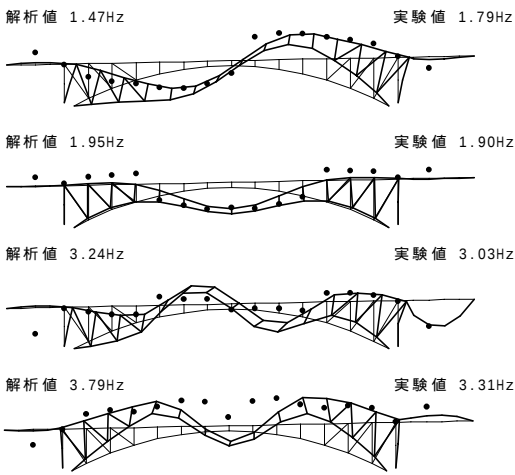


図-5 補修後振動モード図