

上路式 2 ヒンジアーチ橋の補強による動的特性の変化について

金沢大学大学院 ○ 清水 泰成
 金沢大学大学院 学生員 深田 宰史
 金沢大学工学部 正会員 梶川 康男

1. はじめに

橋長 106.5m, アーチスパン 85m を有する上路式鋼 2 ヒンジアーチ橋 (図-1 参照) である本橋は, 昭和 38 年に国道 156 号線に架設され, 近年の大型車両の交通量の増加の影響を受けて, 部材に疲労亀裂が生じ, 補修・補強を繰り返してきた. そこで今回は, アーチクラウン付近の部材の短い支柱の間で新たに補剛桁とアーチリブを一体化することにより, 橋梁全体の面内方向の逆対称変形に対する剛性と面外方向の変形に対する剛性を高め, 短い支柱に生じる応力の低減を目的として補強工事が行われた (図-2 参照).

アーチ系橋梁の場合, 車両が走行したときに逆対称変形することにより, アーチクラウン付近の部材長の短い支柱においては, 2 次応力の影響で支柱の取付部に高応力が発生する. これらは, 静的な移動荷重に加えて, 車両-橋梁系の連成振動により, 動的な振動成分も影響していると考えられる.

本研究では, 補強工事前後に車両を用いた振動実験を行い, 動的な振動特性から見た補強効果について実験と解析の両面から検討した.

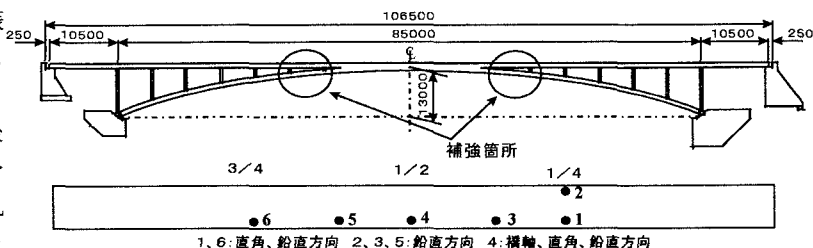


図-1 一般図および測点配置図

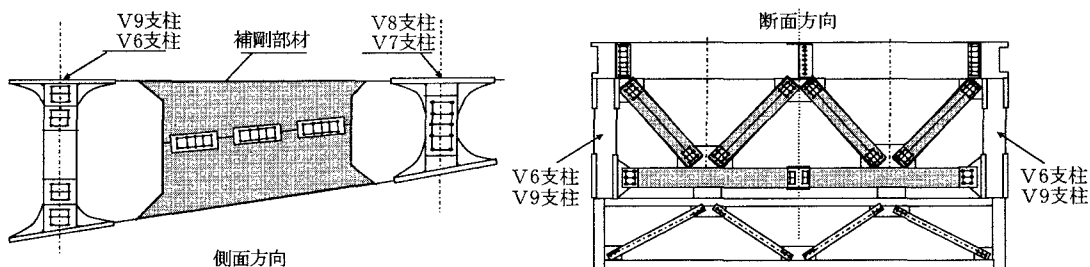


図-2 補強部詳細図

2. 実験概要

本実験では, 総重量 20tf (196kN) のダンプトラックを試験車両として, 衝撃加振実験と車両走行実験を行った. 衝撃加振実験では, 車両の前輪を踏み台から落下させることにより, 橋梁に衝撃力を与えた. 衝撃ポイントとしては, アーチスパン 1/4, 1/2, 3/4 点の幅員中央と偏心の計 6 ヶ所で行った. 車両走行実験では, 車両走行位置と走行速度を変化させることにより, 振動モードの励起の違いについて検討した. 測点配置としては, 図-1 に示すようにサーボ型速度計と変位計を配置して, 振動速度や変位挙動を測定した.

3. 解析概要

補強工事前後に行った振動実験で得られた結果から補強効果について検討するため, 有限要素法を用いた解析を行った. 解析では, 本橋を立体骨組構造にモデル化した. 補強前の解析モデルを図-3 に, 補強後の解析モデルを図-4 に示す. 本橋では, 静的載荷実験も別途行っており, それらの結果と比較することで, 解析モ

デルの剛性を確認した。また、補強前後での固有振動数および振動モードを比較するため、サブスペース法による固有値解析を行った。

4. 実験・解析結果

補強前後での固有振動数および振動モードを比較した。表-1に解析結果と実験により得られた結果を合わせて示す。また、これらに対応した振動モード図を図-5に示す。この表より、補強によって、実験、解析ともに振動数が大きくなっている。特に、面内逆対称1次モードについては、実験において卓越しにくくなっている。

これらの傾向を車両走行実験の結果から考察する。補強前後において、試験車両が幅員中央を走行速度 60km/h で走行したときのアーチスパン 1/4 点で得られた鉛直方向の速度波形とそのスペクトルを図-6～図-9に示す。

これらの図から、補強工事前後で速度振幅に大きな差異はないものの、補強工事後のスペクトルにおいては、面内逆対称1次振動の励起が小さく、2.37～2.48Hz および 4.0～4.13Hz の対称系の振動モードが大きく卓越する結果となった。

したがって、補強工事により、アーチクラウン部の剛域を増加させたことにより、逆対称系の振動モードの励起を抑えることができた。

5. まとめ

実験および解析により、補強工事による効果を確認できた。

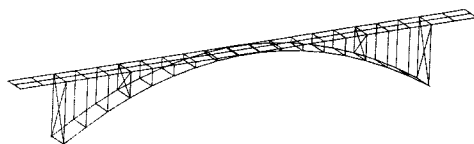


図-3 解析モデル (補強前)

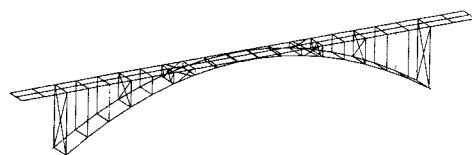


図-4 解析モデル (補強後)

表-1 固有振動数 (単位: Hz)

振動モード	実測値		解析値	
	補強前	補強後	補強前	補強後
面外対称1次	1.47~1.56	1.71~1.73	1.62	1.70
面内逆対称1次	1.69~1.76		1.74	1.78
面内対称1次	2.30~2.38	2.37~2.48	2.25	2.29
面内対称2次	3.85~3.93	4.00~4.13	4.30	4.48

面外対称1次



面内逆対称1次



面内対称1次



面内対称2次

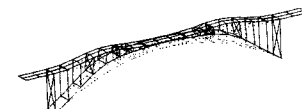


図-5 振動モード図

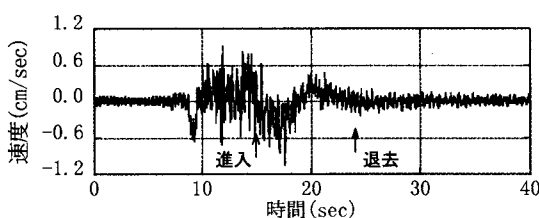


図-6 速度波形 (補強前)

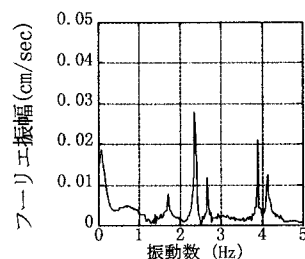


図-7 スペクトル (補強前)

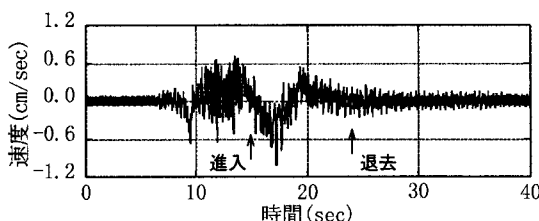


図-8 速度波形 (補強後)

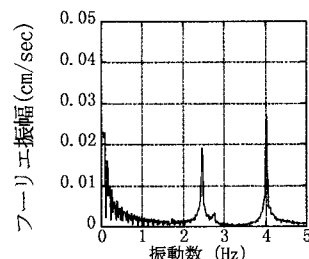


図-9 スペクトル (補強後)