

常時微動計測を用いた上路ランガー橋の補修補強効果の検討

松江工業高等専門学校生産建設システム工学専攻
松江工業高等専門学校環境・建設工学科
(株)ウエスコ島根県支社
国土交通省 中国地方整備局 (前) 浜田河川国道事務所

○小豆政晴
大屋 誠
松崎靖彦
村田利勝

1. はじめに

日本では高度経済成長期に社会基盤が急速に整備され、中国地方整備局が管理する橋梁では、この時期に建設された橋梁数は全体の半数を占めている。現在、老朽化が急速に進む状況にあり、今後、集中的に多額の修繕、架け替え費用が必要になることが懸念されている。この状況を打開するために、道路橋の長寿命化計画が策定され、従来の事後的な修繕及び架け替えから、点検結果に基づく早期発見・早期補修の予防保全型の維持管理体制に変更が進められている。

主要な国道や幹線道路では、特に地震時などの安全性の確保とその維持が求められており、構造全体の構造性能の適切な把握が重要である。この構造性能(固有周期、減衰定数など)を簡易に測定する方法として、近年、常時微動を利用した評価法が研究され、積極的に利用されている。

そこで本研究では、老朽化に対応した補修と制振ブレース材の追加などの耐震補強が実施された島根県内の既設橋梁において常時微動計測を行い、耐震補強による効果を構造特性の変化から評価することを試みる。

2. 評価対象橋梁

本研究の評価対象橋梁は、津和野町内の国道 9 号線の西津和野大橋(図 1)である。経年劣化のために改修工事が行われ、併せて制振ブレース材による耐震補強が実施された。具体的な補修内容は、腐食箇所の補修、あて板補強(写真 1)、アーチ支承固定化、免震支承化、制振ブレース材(写真 2)の追加などである。

図 1 の No.1~No.7 において振動モードを考慮して常時微動計測を行った。西津和野大橋は、両側径間の単純桁とアーチ部によって構成されており、それぞれ振動モードが異なるため、側径間部ではそれぞれ 1/4(No.1, 7)と 1/2(No.2, 6)の位置で、アーチ部では 1/4(No.3)と 1/2(No.4)と 3/4(No.5)の位置で計測を行った。

○・・・常時微動計測箇所

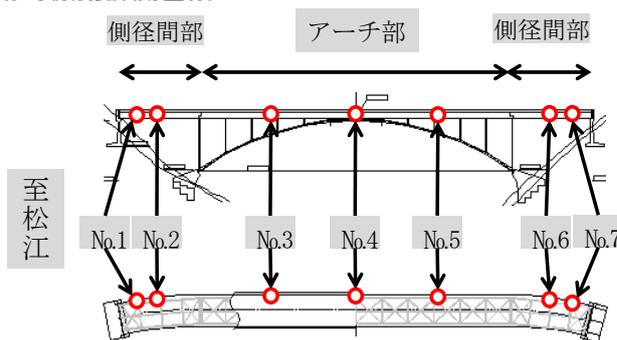


図 1 西津和野大橋

また、西津和野大橋は国道 9 号線で、交通量が多かったため交通規制を行わずに計測できる橋梁の片側(地覆上)で計測を行った。

3. 構造特性の評価方法と分析結果

常時微動観測には、(株)物探サービスの可搬型データ収録+処理装置(GEODAS-10A-24DS)と速度計(CR4.5-2 地表用微動計:2秒計)1台を用いて0.01秒毎の速度を測定した。観測した常時微動の波形を高速フーリエ変換¹⁾により固有周期を特定し、RD法²⁾により減衰定数を求めた。

アーチ部の改修前、改修後の鉛直方向のフーリエスペクトル(No.3)を図 2 に示す。卓越周期は振動モードを考慮し、決定した。改修前については、0.42秒を 1 次の固有周期に、その次に長い 0.29秒を 2 次の固有周期とした。同様に改修後の固有周期を特定すると 1 次が 0.34秒、2 次が 0.21秒となった。改修前と比較すると 1 次、2 次共に 0.08秒短くなった。

次にアーチ部の橋軸直角方向の固有周期の特定を行う。こちらも同様の方法で固有周期を特定した結果改修前の 1 次固有周期が 0.68秒、2 次が 0.38秒、改修後の 1 次固有周期が 0.60秒、2 次が 0.32秒となった。改修前と比較すると 1 次が 0.08秒、2 次が 0.06秒短くなった。アーチ部の改修前後の固有周期の比較結果を表 1 に減衰定数の比較結果を表 2 に示す。

改修前のアーチ部の鉛直方向のフーリエスペクトルでは、0.55秒に卓越周期が見られるが、改修後にはその周期に対応する卓越周期が見られないことから、改修前に橋梁に何らかの不具合が生じており、改修後には、その不具合が改善されたものと推察される。

側径間部については、アーチ部と同様に特定を行うと松江側の鉛直方向 1 次の固有周期が 0.14秒、橋軸直角方向 1 次の固有周期は 0.20秒となった。改修後の橋軸直角方向で 0.60秒という卓越周期が現れたが、これ



写真 1 あて板補強部



写真 2 制振ブレース材

はアーチ部の同方向の 1 次固有周期の影響を受けていると思われる。改修前後の固有周期を比較すると、鉛直方向は変化がなく、橋軸方向では 0.04 秒固有周期が短くなった。

山口側の鉛直方向 1 次の固有周期が 0.14 秒、橋軸直角方向 1 次の固有周期が 0.22 秒となった。改修前の橋軸直角方向で 0.40 秒、0.68 秒という卓越周期が現れたが、これは改修前の 1 次、2 次固有周期の影響を受けていると思われる。同方向の改修後でも同様に考えた。改修前後の固有周期を比較すると、鉛直方向は 0.01 秒長くなり、橋軸直角方向は 0.06 秒短くなった。側径間部の改修前後の固有周期の結果を表 3 に、減衰定数の結果を表 4 に示す。

4. まとめ

西津和野大橋の改修工事では、床版や上路部の重量の増加はほとんどなく、アーチ部や支柱部の剛性を高めるためのあて板補強や地震時の振動エネルギーを吸収するための制振ブレース材が追加されたため、アーチ部の固有周期は全体的に短くなった。側径間部は、鉛直方向は固有周期の変化はないが、架け違い部の補強や断面欠損部の補強により、橋軸直角方向の剛性が増し、固有周期が短くなったものと思われる。

減衰定数については、各次数について減少している。これは、制振ブレースが常時微動の範囲では剛性部材として作用するため、剛性が増加し、減衰定数が減少したものと考えられる。以上より、西津和野大橋の振動特性から改修工事の評価が行えた。

今後は、振動モードの特定と減衰定数の妥当性の検討を行うために複数の測点で同時に常時微動を計測することを試みたい。

参考文献

- [1]大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析，鹿島出版，1994
- [2]大屋誠・久山紘司・松崎靖彦：常時微動観測を用いた出雲大社鳥居の耐震特性，島根県技術士会，新年例会，2009.1

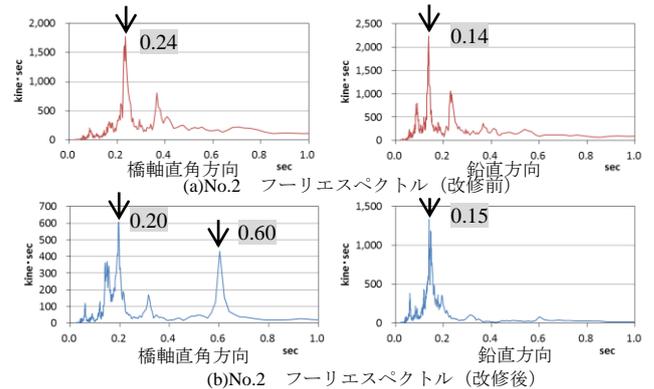


図 3 フーリエスペクトル(側径間部・至松江)

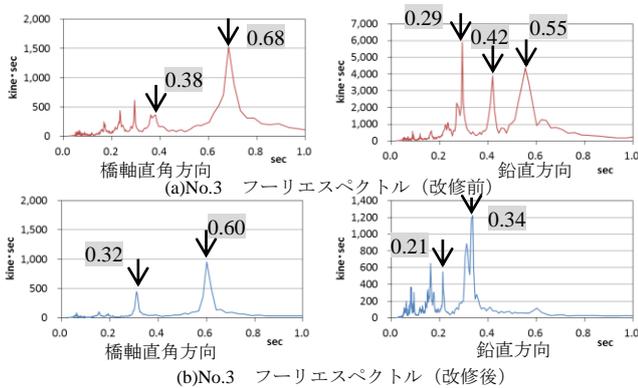


図 2 フーリエスペクトル(アーチ部)

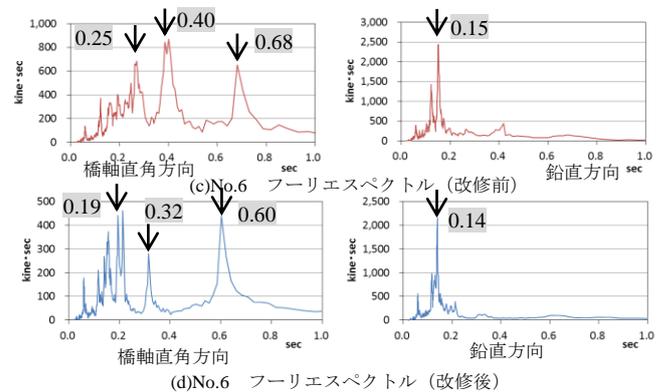


図 4 フーリエスペクトル(側径間部・至山口)

表 1 固有周期比較(アーチ部) (sec)

次数	鉛直方向		橋軸直角方向	
	改修前	改修後	改修前	改修後
1 次	0.42	0.34	0.68	0.60
2 次	0.29	0.21	0.38	0.31

表 2 減衰定数比較(アーチ部)

次数	鉛直方向		橋軸直角方向	
	改修前	改修後	改修前	改修後
1 次	0.033	0.025	0.037	0.035
2 次	0.024	0.018	0.026	0.020

表 3 固有周期比較(側径間部) (sec)

側径間部 測定位置	鉛直方向		橋軸直角方向	
	改修前	改修後	改修前	改修後
至松江	0.14	0.14	0.24	0.20
至山口	0.15	0.14	0.25	0.19

表 4 減衰定数比較(側径間部)

側径間部 測定位置	鉛直方向		橋軸直角方向	
	改修前	改修後	改修前	改修後
至松江	0.011	0.009	0.015	0.012
至山口	0.011	0.010	0.029	0.021