

CFT アーチ橋（新西海橋）の振動モデルの検証に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 宮本敬太 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄
 長崎大学工学部 正会員 中村聖三 中国・福州大学 非会員 呉慶雄
 長崎大学工学部 非会員 永田正美

1. はじめに

平成 18 年 3 月 5 日に開通した新西海橋主橋部は、新設道路橋としては日本で初めて、コンクリート充填鋼管（Concrete Filled Steel Tube：CFT，以下 CFT と略す）をアーチリブに採用した CFT アーチ橋である。CFT 構造の特徴としては、コンクリートが鋼管の局部座屈を抑制することや、鋼管がコンクリートを拘束することによるコンクリート強度、変形性能の増加などが挙げられる。

これまで、CFT アーチ橋である新西海橋を対象とした解析による研究が行われ、固有振動特性、動的応答特性（地震応答、走行荷重応答）などが明らかにされてきた^{1), 2)}。

また、新西海橋の完成時に走行荷重応答に関する振動実験が実施された³⁾が、固有振動特性（固有振動数、減衰定数）についての実験は行われていない。CFT アーチ橋の解析モデルの妥当性の検証および減衰の大きさを把握するためには、固有振動特性の把握が必要である。そこで、本研究では常時微動計測を行い、サブスペース法を用いたデータ解析から、固有振動特性を推定する。得られた結果を解析モデルによる固有振動数と比較して解析モデルの妥当性を評価する。

2. 新西海橋の概要

本研究で対象とする新西海橋主橋部は、橋長 300m（支間割 30m + 240m + 30m）、アーチ支間長 230m の鋼中路式ブレースドリブアーチ橋である。本橋は自動車専用道路であるが、県立公園内を通過することから、公園利用者のために桁下に添加歩道が設置されている。アーチリブは 3 本の鋼管（直径：812.8mm）を正三角形に配置した立体トラス構造 2 連で構成されており、それらはアーチリブと補剛桁の交差部に設けられたトラス横梁のみでつながれている。

なお、アーチリブの 3 本の鋼管は高流動コンクリートを充填した CFT 構造である。

3. 常時微動計測の概要

新西海橋主橋部、側径間部を対象に常時微動計測を行った。計測に用いた機器、データ処理ソフトウェアを表 - 1 に示す。

主径間の鉛直振動、橋軸方向振動、面外振動とねじれ振動および側径間の鉛直振動を計測した。計測時間は 1238 秒、時間刻みは 0.2 ミリ秒とした。

表 - 1 計測機器およびデータ処理ソフト諸元

機器名	項目	仕様
圧電型加速度計	型名	710 (TEAC 社)
	感度	$300 \pm 20\%$ (mV/m/s ²)
	使用最大加速度	± 5 (m/s ²)
アンプ	型名	SA-611 (TEAC 社)
動ひずみレコーダー	型名	DC-104R (東京測器研究所)
動的計測ソフトウェア	型名	DC-7630 (東京測器研究所)

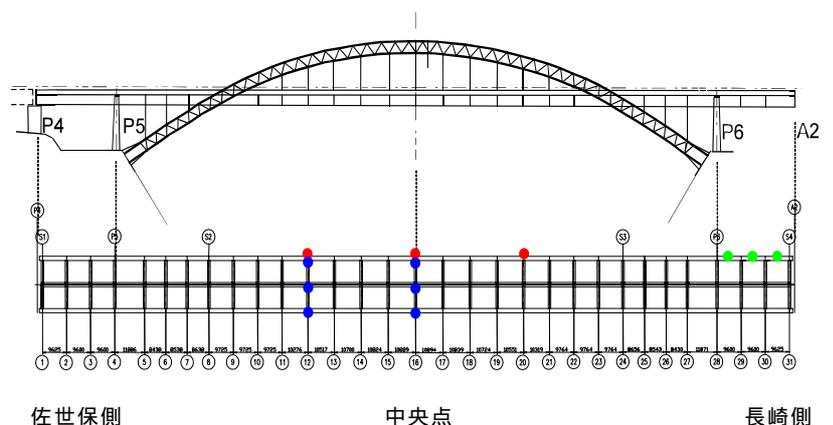


図 - 1 加速度計の設置位置

キーワード：CFT アーチ橋、常時微動計測、サブスペース法、固有振動特性

連絡先：〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番14号 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2626

加速度計の設置位置を図 - 1 に示す．補剛桁，横桁内に加速度計を設置し，加速度計の向きを変えて鉛直，橋軸，面外の各方向の加速度を計測した．主橋部の鉛直，橋軸方向および面外振動は同じ箇所計測を行い，図中に示すように外桁で実施した．ねじれ振動の計測点はスパン中央（ ）および佐世保よりの点（ ）の 2 箇所で，側径間における鉛直振動の計測点は長崎側の 3 点とした．

4. 計測結果

(1) 固有振動数

鉛直，橋軸，面外の 3 方向の常時微動計測から得られた固有振動数と減衰定数，および解析から得られた固有振動数の一覧を表 - 2 に示す．固有振動数および減衰定数は計測結果の平均値である．3 点の計測値の振幅と位相から振動モードを特定した．1 次，3 次，6 次，7 次，10 次および 12 次モードについては計測値が得られていない．これらの振動モードは，アーチリブの面外振動が卓越するモードであるため，主桁のみの計測では把握できないことによる．また，本橋のアーチリブは連結されていないために，低次振動で面外方向に多くの固有振動数を持ち，面外方向に揺れやすいことが確認できる．解析値と計測値を比較すると，4 次，13 次の振動モードを除くと 10% 以内の差で両者が一致している．このことから本橋のモデル化は適切に行われていると評価できる．

(2) 減衰定数

計測から得られた減衰定数に着目すると，2 次振動と 5 次振動の値が大きい．この 2 つのモードは橋軸方向の変位が卓越する振動モードで，ゴム支承の影響と判断される．面外および鉛直振動の減衰定数は 0.01 程度で小さい．減衰の大きさは，鋼橋と同程度であり，本橋梁は複合構造であるが，コンクリート橋よりは鋼橋に近い減衰特性を有することが分かる．

5. まとめ

本研究によって，新西海橋の解析モデルの妥当性と減衰定数の大きさの評価ができた．今後，ねじれ振動を評価するとともに，アーチリブの面外振動を評価するために，アーチリブに加速度計を設置した計測も行う必要がある．

6. 参考文献

- 1) Yoshimura M., Wu Q., Takahashi K., Nakamura S. and Furukawa K. : Vibration Analysis of the Second Saikai Bridge-A Concrete Tubular (CFT) Arch Bridge, Journal of Sound and Vibration, 290 (1-2) , pp.388-409, 2006
- 2) Wu Q., Yoshimura M., Takahashi K., Nakamura S. and Nakamura T. : Nonlinear Seismic Analysis of the Second Saikai Bridge-Concrete Filled Tubular (CFT) Arch Bridge, Engineering Structures, 28 (2) , pp.163-182, 2006
- 3) Ohishi Y., Takahashi K., Wu Q., Yoshimura M. and Nakamura S. : Comparison of Running-Vehicle Tests and FEM Analysis Results for the Shin-Saikai Bridge, 4th International Symposium on Steel Structures, 2006.12 (Korea)

表 - 2 固有振動数，減衰定数，振動モード一覧

次数	解析値	計測値	差	減衰定数	振動モード
	固有振動数 (Hz)		(-) / × 100 (%)		
1	0.365				面外1次
2	0.470	0.434	-7.7	0.065	橋軸1次
3	0.473				面外2次
4	0.574	0.490	-14.6	0.010	面外3次
5	0.640	0.581	-9.2	0.029	橋軸2次
6	0.683				面外4次
7	0.833				面外5次
8	0.850	0.836	-1.6	0.006	面外6次
9	0.927	0.885	-4.5	0.006	鉛直1次
10	1.113				橋軸3次
11	1.128	1.110	-1.6	0.003	面外7次
12	1.253				面外8次
13	1.455	1.307	-10.2	0.002	鉛直2次
14	1.475	1.365	-7.5	0.008	面外9次
15	1.510	1.369	-9.3	0.003	橋軸4次
16	1.867	1.766	-5.4	0.013	面外10次
17	1.944	1.920	-1.2	0.007	面外11次
18	1.948	1.915	-1.7	0.005	鉛直3次
19	2.012	1.969	-2.1	0.006	面外12次
20	2.026	1.983	-2.1	0.004	鉛直4次
27	2.644	2.766	4.6	0.012	側径間鉛直1次
34	3.200	3.308	3.4	0.010	側径間鉛直2次