

ERA 法による明石海峡大橋の振動特性同定

横浜国立大学 正員 宮田利雄，フェロー 山田 均，正員 勝地 弘，○学生員 岸 浩司
本州四国連絡橋公団 正会員 楠原 栄樹

1. 研究の背景と目的

明石海峡大橋のような長大橋梁における振動特性を同定することは、設計検証の観点からも意義深く、特に、構造減衰は安全性に直に結びつくことから、とても重要である。そこで本研究では、これまで構造減衰の特定がなされていない明石海峡大橋の常時微動データから固有振動数と対数減衰率の振動特性の同定を行う。

2. 研究の概要

本研究では、明石海峡大橋の常時微動観測データを使用する。2002 年 1 月 25 日から 26 日までの 2 日間において、鉛直たわみと橋軸直角たわみの常時微動観測データから、RD 法と ERA 法の二種類の同定法を行い、固有振動数・対数減衰率の振動特性の同定を検討する。

3. RD 法

常時微動観測データからパワースペクトルによる固有振動数成分の選定を行い(図 1)、バンドパスフィルタにより必要な固有振動数成分を抽出し、平均が 0 となるランダム外力を想定して応答を時間軸上で重ね合わせ平均することでランダム応答成分を消去する RD 法（Random Decrement Method）により自由振動波形を生成(図 2)。そして、得られた波形から振動特性の同定を行う。

図 1. パワースペクトル図

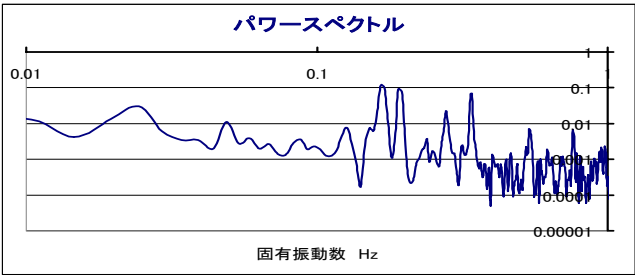
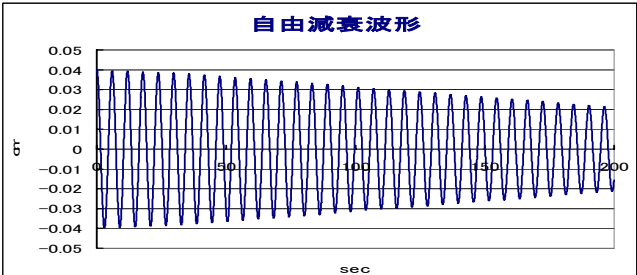


図 2. RD 波形



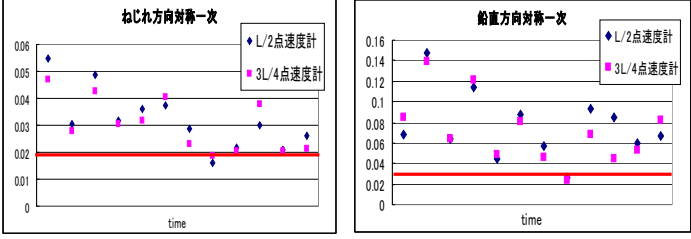
4. RD 法による解析結果

表 1 に示す固有振動数の同定結果は、異なるデータによる過年度の結果¹⁾に非常に近い値を示し、設計値と比較してもほぼ同値を示した。また図 3 の対数減衰率においては、そのほとんどがばらつきはあるものの設計値を上回るものであった。

表 1. 固有振動数 (RD 法) (Hz)

振動モード	設計値	過年度 ¹⁾	同定結果
鉛直方向対称1次	0.0652	0.0654～0.0665	0.0654～0.0666
鉛直方向逆対称1次	0.0850	0.0852～0.0862	0.0837～0.0859
鉛直方向対称2次	0.1220	0.1236～0.1262	0.1236～0.1252
ねじれ方向対称1次	0.1550	0.1673～0.1688	0.1665～0.1685
ねじれ方向逆対称1次	0.2110	0.2372～0.2394	0.2371～0.2389
水平方向対称1次	0.0388	0.0393～0.0404	0.0391～0.0402

図 3. 対数減衰率 (RD 法)



設計値 0.02 設計値 0.03

キーワード：常時微動データ、RD 法、パワースペクトル、ERA 法、NE x T、ハンケルマトリクス

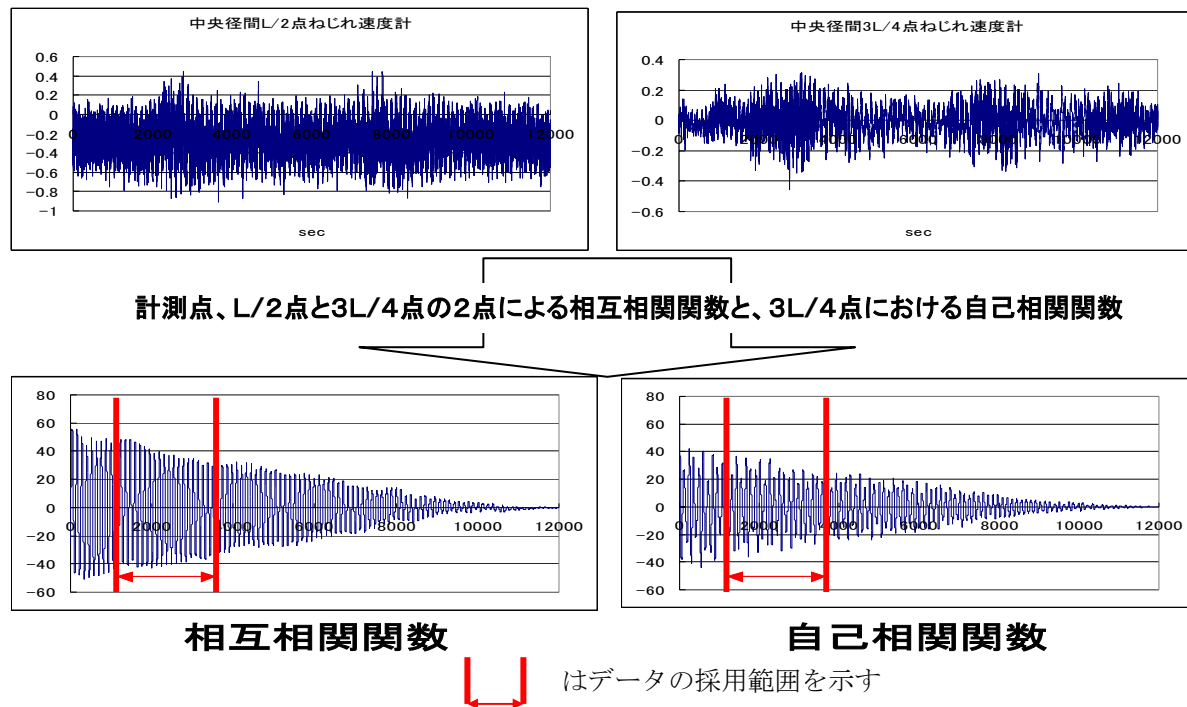
連絡先（〒240-0067 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 環境情報 1 号棟 616

電話 045-339-4243 FAX 045-348-4565)

5. ERA 法

ERA法は、常時微動観測データをNE x T(National Excitation Technique)を用いて相互相関関数の形にすることで自由減衰波形とみなし(図4)、次に作成したハンケル行列の特異値分解からシステムの最小実現の考えに基づいて特性行列を決定し、更に状態遷移行列の固有値解析を行って固有振動数、モード減衰比、振動モード形を得るものである。

図4. 自由減衰波形の生成

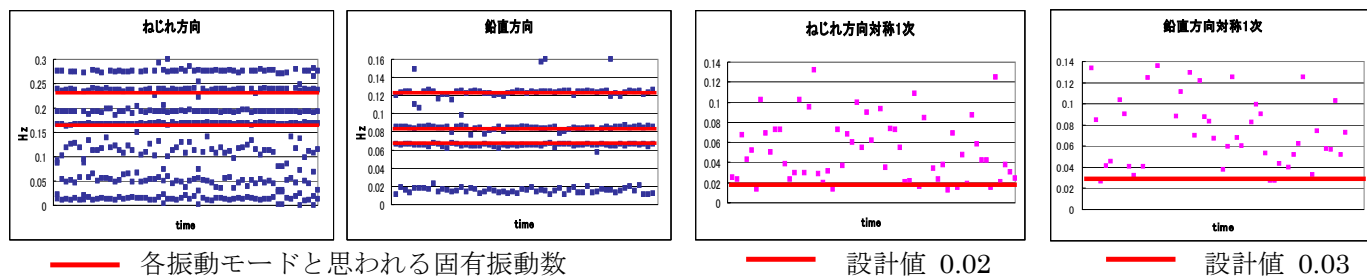


6. ERA 法による解析結果

図5に固有振動数の同定結果を示す。次に図5において固有振動モードと思われる固有振動数に着目し、その固有振動数に対応する対数減衰率を得た(図6)。そのほとんどが設計値を上回るもので、RD法によるものと同じ傾向となった。ただしばらつきが大きい点に関しては、これからの検討が必要である。

図5. 各採用次数における固有振動数 (ERA 法)

図6. 各固有振動数に対応する対数減衰率 (ERA 法)



7. 結論

RD法・ERA法、共に、同定された固有振動数は設計値とほぼ同値を示し、対数減衰率は設計値よりも安全側の結果が得られた。特にERA法に関しては、フィルタやハンケルマトリクス、固有振動数の取り方、また、採用データを大きくするなど、更なる検討が必要である。

8. 参考文献

- 1) 長山智則・阿部雅人・藤野陽三・池田憲二；常時微動計測に基づく非比例減衰系の非反復構造逆解析と長大吊橋の動特性の理解、土木学会論文集 2) 中川洋；明石海峡大橋常時微動データからの振動特性同定、03 卒業論文 3) 伊比友明；健全度の異なる構造物の常時微動計測とモード特性同定