

明石海峡大橋常時微動データからの振動特性同定

横浜国立大学 正会員 宮田 利雄
 横浜国立大学 正会員 山田 均
 横浜国立大学 正会員 勝地 弘
 横浜国立大学 学生員 中川 洋

1. 研究の背景と目的

構造物の振動特性を同定することは非常に困難である。とくに対数減衰率については試験や解析の結果にばらつきが大きく、ある値に特定できるとは言い難い。そこで本研究では明石海峡大橋の常時微動データから振動特性を同定し、固有振動数の解析値と対数減衰率の設計値との比較を行った。明石海峡大橋は中央支間長 1991m の世界最大の吊橋で、他の本四連絡橋のように起振機を用いた振動試験が行われていないため、振動特性の把握は重要と思われる。

2. 振動特性の同定手法

右の図 1 は明石海峡大橋略図である。橋の中央径間 1/2 点に速度計と変位計を、中央径間 3/4 点に速度計を設置して観測された常時微動データを用いた。約 2 日間のデータを 100 分ごとに区切って、18 ケースのデータセットとした。なお、ほとんどのデータで平均風速 5m/s を下回っている。

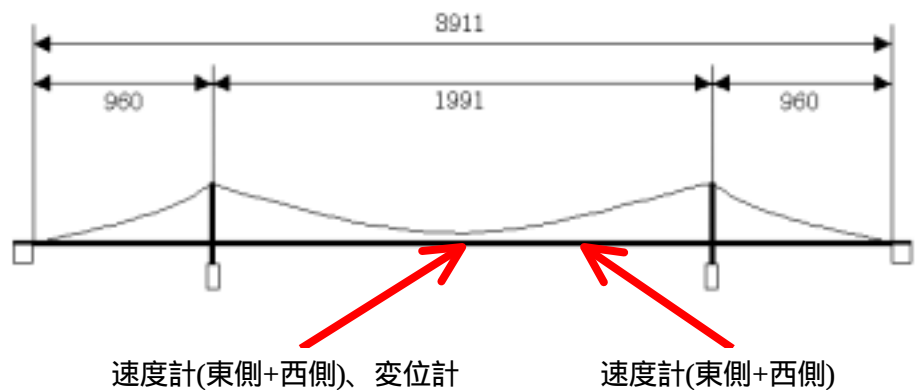


図 1 観測計の設置点

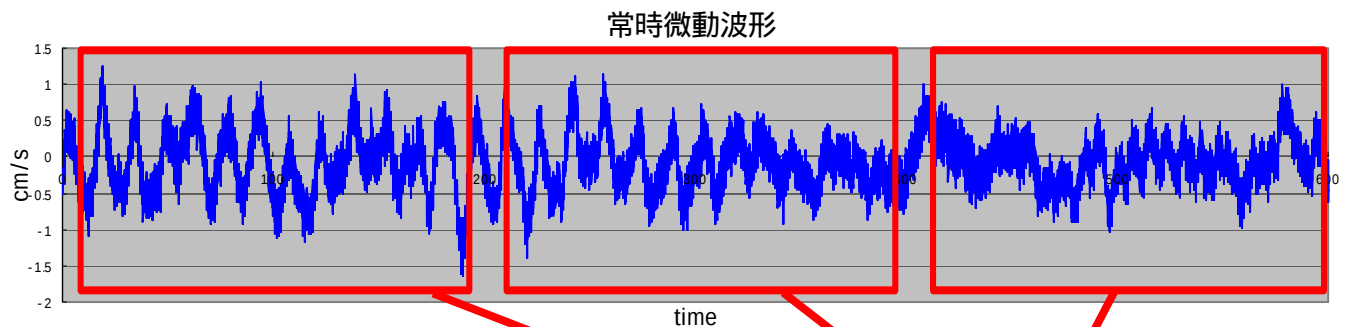
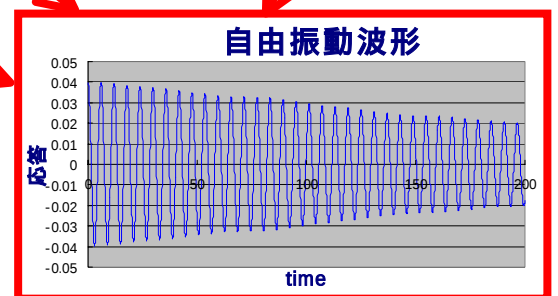


図 2 RD 法の原理 ねじれ対称 1 次速度計

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する。次にバンドパスフィルタにより混在する振動数成分を除去し、RD 法により自由振動波形を生成する。最後に得られた自由振動波形から固有振動数と対数減衰率を算出した。

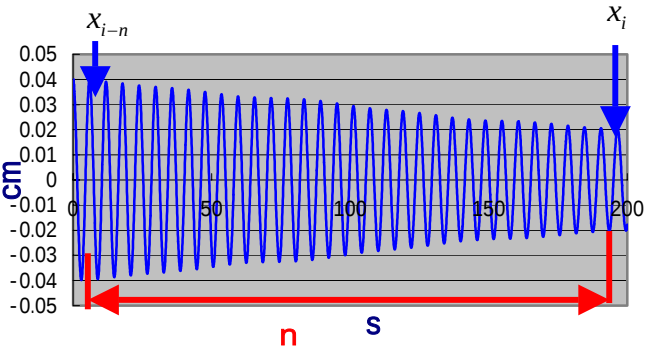


Keywords: 振動特性、同定、常時微動観測データ、RD 法

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7 横浜国立大学大学院環境情報研究院 Tel : 045-339-4042

振動特性の算出には ITD 法を用いることが多いが、本研究では RD 法による自由振動波形に乱れが少ないためこれで十分と判断した。右の図のように波の数 n 、振幅 x_{i-n} と x_i 、経過時間から振動数と対

数減衰率 $\delta = \frac{\ln\left(\frac{x_{i-n}}{x_i}\right)}{n}$ を算出した。

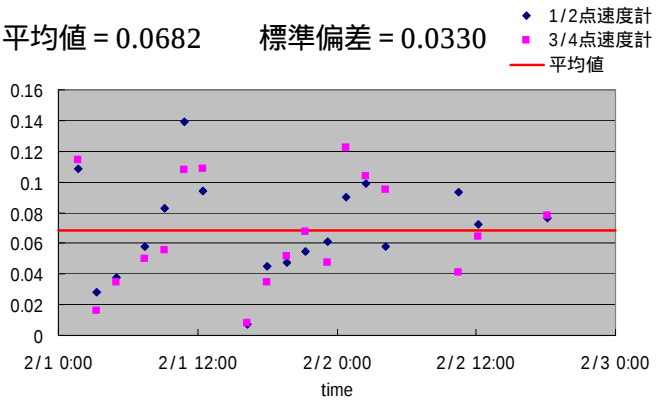


3. 同定結果 表 1 固有振動数の既存解析値と振動特性の同定結果 図 3 振動特性の算出

振動モード	固有振動数既存解析値	固有振動数結果	対数減衰率結果
鉛直方向対称 1 次	0.0652Hz	0.0661Hz	0.0710Hz
鉛直方向逆対称 1 次	0.0850Hz	0.0856Hz	0.0462Hz
鉛直方向対称 2 次	0.1220Hz	0.1249Hz	0.0468Hz
ねじれ対称 1 次	0.1550Hz	0.1679Hz	0.0239Hz
ねじれ逆対称 1 次	0.2110Hz	0.2384Hz	0.0345Hz
水平方向対称 1 次	0.0388Hz	0.0367Hz	0.1965Hz

上の表は、本研究で得られた固有振動数および対数減衰率と、固有振動数の既存解析値である。対数減衰率については、明石海峡大橋の設計値 0.020 を比較対象とする。固有振動数は全体的に数値が大きめに評価されているが、既往の常時微動計測結果と同じである。特に、ねじれの振動数が相対的に高く評価されている。対数減衰率は設計値に近く少し大きい値が得られた。

右の図は鉛直対称 1 次の振動モードから得られた対数減衰率の結果を点で、平均値を横線で表したものである。たわみの設計値は 0.030 であり、それを下回るものが 2,3 あるが、ごく一部であり橋の安全上問題ないと思われる。



4. 結論 図 4 対数減衰率と平均値

本研究において、固有振動数はねじれでは誤差が少し大きかったが、全体的に既存解析値に近い数値が得られた。対数減衰率の数値は明石海峡大橋の設計値 0.020 よりも大きく、安全側であるという結果になった。今回用いたデータは測定点の少ないものであったが、きれいな RD 波形を得ることができた。今後は測定点を増やしたり、風速等の条件が異なる状況のデータを解析し、さらなる振動特性の同定が必要である。

[参考文献]

1) 阿部雅人・藤野陽三・長山智則・池田憲二；常時微動計測に基づく非比例減衰系の構造同定と長大吊橋への適用例、土木学会論文集 NO.689 2001 年

2) 本州四国連絡橋公団；架橋組曲 明石海峡大橋、建設図書 1998 年

3) 宮田利雄；わかりやすい振動の知識、土木技術書 1997 年

4) 山田 均；耐風工学アプローチ、建設図書 1995 年

5) 秦野裕美子；実観測データに基づく橋梁付属物の健全度モニタリングに関する基礎的研究 横浜国立大学 修士論文 2002 年

6) 二宮大樹；明石海峡大橋動態観測データによる構造同定、横浜国立大学 卒業論文 2002 年