

Wavelet Screeningを用いた明石海峡大橋振動同定

横浜国立大学 正会員 ○勝地 弘

横浜国立大学 フェロー 山田 均

鹿島建設 正会員 岸 浩司

本州四国連絡高速道路 正会員 楠原栄樹

1. はじめに

長大橋の建設に際しては、耐風性の確保から構造減衰の設定が問題となる。本州四国連絡橋を始めとして、我が国ではこれまで主要な長大橋において、完成後に実橋振動実験が行われ、その構造減衰の検証がなされてきた。また、その結果は、その後の長大橋建設に際して貴重なデータベースを提供してきた。

明石海峡大橋においても建設時に、構造減衰の設定に関して議論がなされ、それまでのトラス補剛桁のねじれの構造減衰 0.03 を 0.02 に下げることで対応がなされた。しかしながら、完成後の実橋振動実験は行われておらず、耐風性の検証は完全にはなされていない。このため、動態観測データを用いた構造減衰の同定が試みられてきたが、同定結果のばらつきが大きく、改良の余地があった。今回は、この点に配慮し、Wavelet 解析を用いて、元波形をスクリーニング (screening) することで同定の高精度化を試みた。

2. Wavelet Screeningを用いた振動特性同定

既往の研究¹⁾でのERA法による減衰の同定では、ハンケル行列サイズ、フィルタリング条件の検討などによってばらつきの小さな同定結果が得られたが、別途行われた大型風洞実験試験との相違が大きいなどの問題があった(図1)。本研究では、まず周波数領域と時間領域の双方を把握できるWavelet変換^{2), 3)}を用いることで、これまで把握できなかった非定常性(時間による変化)を把握し、同定の高精度化へつなげることを試みた。図2に示すように元信号に対するWavelet解析の結果から時間によって卓越する振動モードが異なっていることが判る。そこで、このデータの中から解析対象モードが卓越している時間帯のデータを抽出(Wavelet Screening)し、再構築した信号にERA解析を適用することで安定した減衰の同定が可能になると考えた。

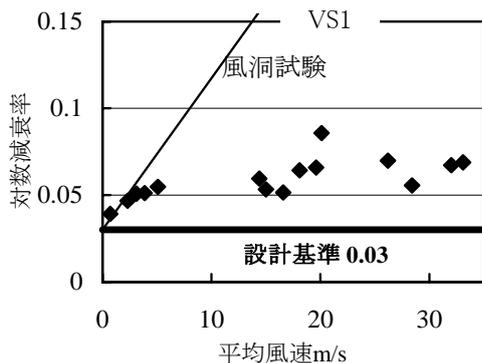


図1 風速 - 対数減衰率

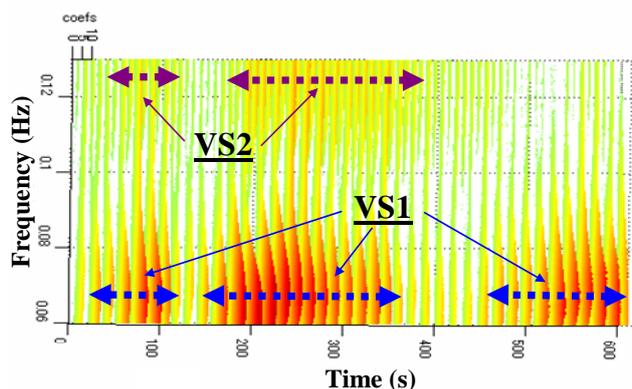


図2 Wavelet 変換

3. Wavelet Screeningを用いた解析結果

事前の検討として、Wavelet 解析の際の Mother Wavelet は、モードごとの卓越が最もわかりやすかった Morlet Wavelet を用いることとした。図2に示したように Wavelet 解析により、時間毎の振動特性を把握することができ、その結果、特定の振動モードが卓越する時間帯と顕著な振動モードが現れない時間帯とがある

キーワード 振動同定, ERA, ウェーブレット解析, 明石海峡大橋

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学大学院工学研究院 TEL045-339-4243

ことが判明した．そこで，本研究では解析対象としているモードごとに卓越した振動成分が見られる時間のデータを切り出し，それを再構築することで，ERA 解析に適用した．

固有振動数の同定結果を図 3 に，減衰の同定結果を図 4 に示す．本研究では，常時微動データに加えて，季節風，台風のデータを用いることで，低風速から高風速までのデータの解析を行った．固有振動数に関しては，既往の研究と同様にばらつきの少ない，極めて安定した結果を得ることができた．また，振動数も既往の研究結果とほぼ同じ結果となった．ただし，ねじれモードにおいて設計計算値と 10% 程度の差が認められるが，これについては鋼床版の合成寄与などの原因が考えられ，現在検討を行っているところである．

減衰に関しては，既往の ERA 法に比べて，Wavelet screening を用いた ERA 法のほうがばらつきのより少ない安定した結果を示している．また，大型風洞試験結果，準定常理論とも概ね一致する結果を得ている．

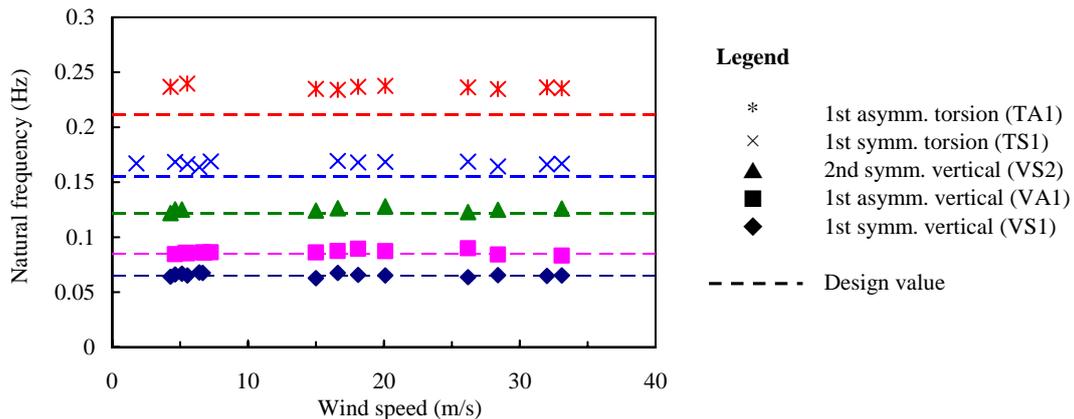
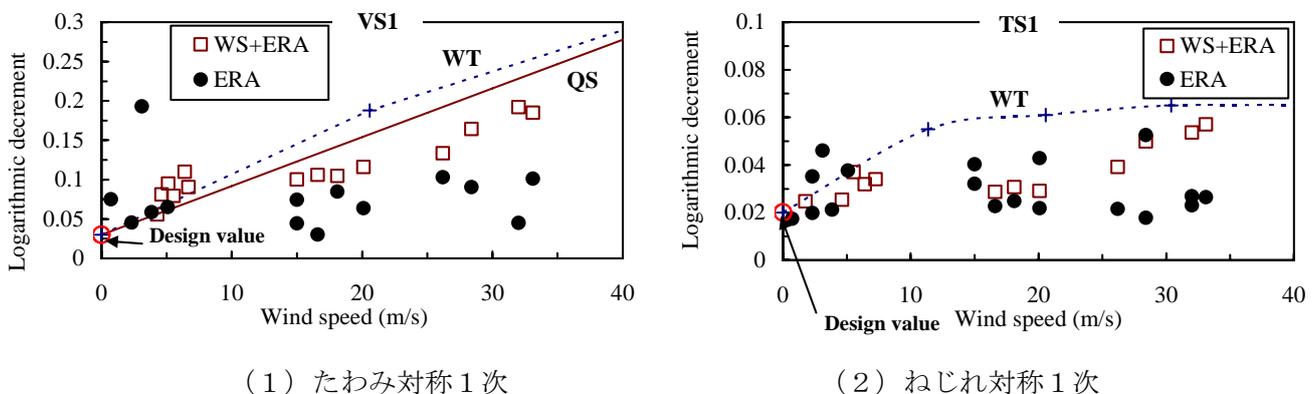


図 3 風速－固有振動数



(1) たわみ対称 1 次

(2) ねじれ対称 1 次

図 4 風速－対数減衰率

4. 結論

Wavelet Screening を用いた ERA 法による明石海峡大橋の振動特性同定を行った．得られたおもな結論は以下の通りである．

- 固有振動数については，既往の研究結果と同様に精度の高い結果を得ることができた．
- 減衰については，通常の ERA 法と比較し，同定結果のばらつきをさらに小さくすることができるとともに，風洞試験結果とも概ね一致する結果を得ることができた．

参考文献

- 1) 山田道夫ほか，風速変動のウェーブレット解析，京都大学防災研究所年報，第 33 号，1990
- 2) 佐藤雅昭，ウェーブレット理論の数学的基礎，第 I 部，日本音響学会誌，1991
- 3) 中川洋，明石海峡大橋動態観測データを用いた空力応答パラメータ推定，横浜国立大学修士論文，2005