

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 フェロー 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

近年、土木技術の発展により橋梁の長大化が進んでいる。長大橋の建設において、耐風安定性の確保は最も重要な課題の一つである。そのため立体構造モデルによる解析や精密なモデルを用いた風洞試験等による検討を実施し、耐風安定性を確保するための様々な対策を採用している。そこで、これらの検討で橋梁のモデル化や縮尺モデルが実橋を精度良く再現しているかどうか確認する必要がある。明石海峡大橋には橋体の挙動を把握するための動態観測設備が設置され継続的に観測が行われている。本研究ではこのうち常時微動、季節風、台風のデータを用い風速 1~33m/s 程のデータを解析し、風速変化による空気力の増加が実構造物に及ぼす影響について固有振動数、対数減衰率を中心に解析する。結果を構造モデル解析や風洞試験と比較、検討する。

また、戦後の経済発展、それにともなうインフラ整備により今後は効率的にそれらを維持管理していく必要がある。現在では人の手による詳細検査や目視検査が実施されているが、膨大な構造物、中でも長大橋を管理するためには非常に多くの手間がかかる。そこで将来的に実構造物の挙動データからの構造特性把握によりメンテナンスの簡略化を実現することが期待される。そのため実橋観測データからの解析精度向上も本研究の目標となる。

2. 動態観測データの概要

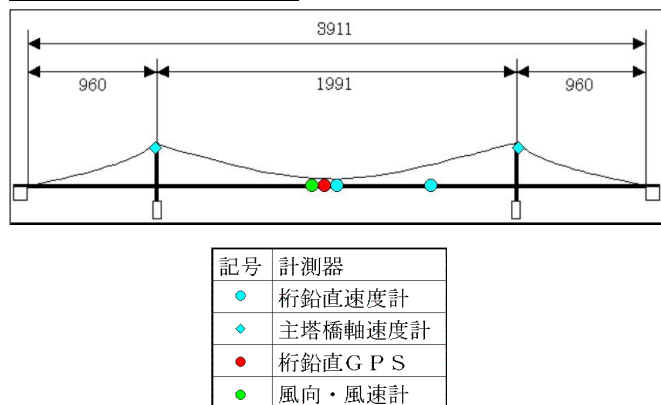


図1 観測システムの概要

今回は明石海峡大橋で観測された常時微動、季節風、台風の10分間データを用いた。その中で風速変動が少なく橋軸直角方向に近い値から吹いているデータを採用した。以下にその概要を記す。

平均風速[m/s]	観測年月日	観測時間	備考
0.72	2002,2/1	10:40-10:50	常時微動
2.31	2002,2/1	11:00-11:10	常時微動
3.11	2002,2/1	22:20-22:30	常時微動
3.85	2002,2/1	11:50-12:00	常時微動
5.08	2002,2/1	13:10-13:20	常時微動
14.4	1999,2/3	6:30-6:40	季節風
15.0	1999,2/3	7:50-8:00	季節風
16.6	1999,1/29	1:50-2:00	季節風
18.1	1999,2/3	6:50-7:00	季節風
19.6	1999,1/7	5:10-5:20	季節風
20.1	1999,12/7	0:00-0:10	季節風
26.2	1998,9/22	13:53-14:03	台風7号
28.4	1998,9/22	14:33-14:43	台風7号
32.0	1998,9/22	14:03-14:13	台風7号
33.1	1998,9/22	14:13-14:23	台風7号

図2 観測データの概要

3. 解析の理論

動態観測データをNExT(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、ハンケル行列を作成し、特異値分解を行いシステムの最小実現の考えに基づいて特性行列(A, B, C)を決定、状態遷移行列Aの固有値解析により、固有振動数、モード減衰比、振動モード系を得るERA法により動態観測データを解析、比較、検討を行う。

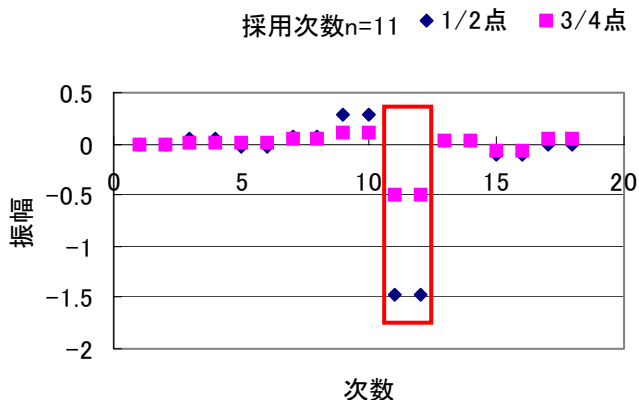


図3 採用次数決定

キーワード：振動特性、風速変化、ERA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

本研究では解析精度向上のためERA法の本来の利点である複数モードの同時同定をせず、フィルタをひとつのモードに絞って同定を実施した。図3に採用次数決定時のモード振幅を示したが、従来は採用次数の選定にそれほど明確な決まりが無かったが、今回は求めるモードのみが卓越しているものを選べばよいため結果的に採用次数選定が容易になった。以下にハンケル行列サイズの変化とフィルタを絞ったことによる対数減衰率結果の影響を示す。

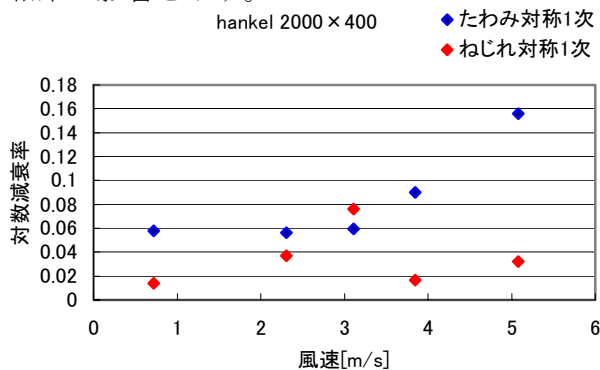


図4 ハンケル行列 2000×400

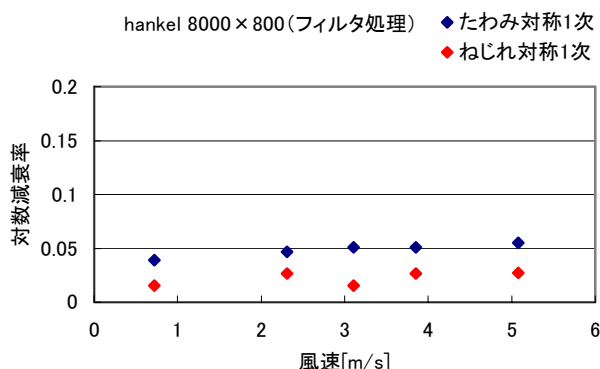


図5 ハンケル行列 8000×800(+フィルタ処理)

4. 解析結果

以下に、解析から得られた風速ごとの固有振動数、対数減衰率の結果を記す。

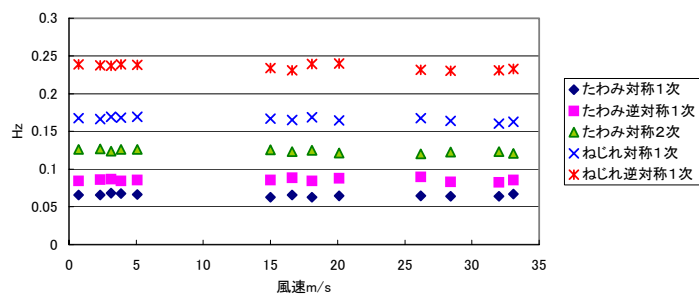


図6 風速 - 固有振動数

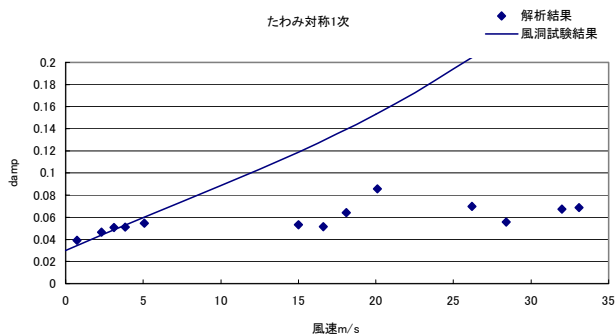


図7 風速 - 対数減衰率たわみ1次

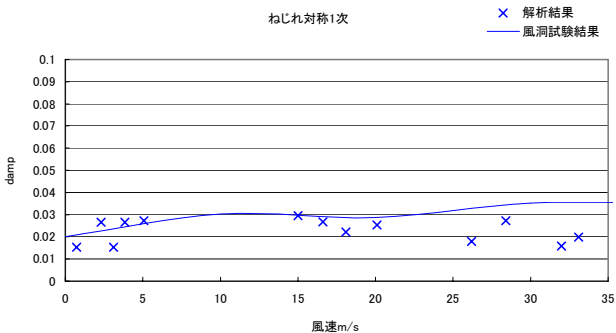


図8 風速 - 対数減衰率ねじれ1次

図7からたわみの対数減衰率結果は風速の上昇につれて減衰率が増加する傾向が見られたが、風洞試験結果の数値と比べるとかなり低い値を示していることがわかる。

図8からねじれ振動では一様流の風洞試験結果と比較してほぼ変わらない数値であった。しかし、下限値として定められている設計値（たわみ 0.03、ねじれ 0.02）よりも下回っているものがいくつか見られる。

5. 結論

本研究の結果、風速上昇による減衰の増加は既存の見積もりよりも少ないことがわかった。また、構造減衰についても設計値（下限値）を下回るケースが確認され、現在の長大橋耐風設計基準は見直しの検討が必要である。

[参考文献]

- 1) 強風による明石海峡大橋の挙動に関する報告：秦 健作他 本州四国連絡橋公団
- 2) 長大橋耐風設計における風速変動効果の合理的評価に関する研究：勝地 弘 1999年
- 3) 構造振動・制御：山口宏樹：共立出版 1996年
- 4) ERA法による明石海峡大橋の振動特性同定：岸浩司 横浜国立大学 卒業論文 2004年