

I - 347

動態観測データに対するR D法適用に関する検討

横浜国立大学工学部 正員 宮田 利雄

横浜国立大学工学部 正員 山田 均

横浜国立大学大学院 学生員 高橋 昌規

1. まえがき 長大橋梁の数も増え、関係者の努力により、架設時だけではなく、完成後も含め、大型加振機による大振幅の加振実験例や、自然風中の実際の挙動である動態観測例も増加している。これら実構造物の観測挙動は、不確定な部分を含むと常にされてきた構造減衰の問題や構造解析と実構造物での固有振動数や固有振動モード形に関する議論に非常に有益な情報を提供している。本研究では、大鳴門橋で強風時に観測された動態観測データに、最近風工学分野に紹介されたR D法(Random Decremental Method) [1、2] を当てはめ、適用についての検討を加えた。R D法はもともと不規則外力を受ける構造のオンラインでの損傷点検に用いられ始めた方法で、損傷の有無を減衰率変化で求めようとするものである。構造物の減衰率の推定には、自由減衰法、ハーフパワー法、自己相関法などあり、R D法は自己相関法に近い方法である。違いは、自己相関法が一定時間遅れを持つ自己データの相関をとることにに対し、R D法ではデータの連続するピークをそれぞれ起点とするデータを作成し平均化操作の結果得られる減衰波形より減衰率を推定する。原論文 [1] でもこの背景は明確ではないようであるが、事前に行った1自由度振動系に対するシミュレーションの結果でも比較的良好な推定ができることは確認できた。

2. 使用データ 検討対象としたデータは本州四国連絡橋公団により設置された大鳴門橋動態観測システムにより測定されたもので、平均風速30 m/s程度の強風下で観測された中央径間中央のデータである。この間、風速は比較的安定で大きくは変化していない。今回は、鉛直曲げ挙動に着目し解析をすることとし、原データをねじれ振動の影響がでないように加工したものに解析を加え曲げデータとした。大鳴門橋では大型振動試験も実施されており、解析結果は鉛直曲げモードについて表1のように報告されている [3]。

曲げ振動モード	固有振動数 (Hz)	対数減衰率
	解析/常時微動/加振実験時	加振実験
鉛直曲げ対称1次	0.154/0.173/0.166-0.169	0.102-0.117
鉛直曲げ対称2次	0.268/0.298/0.284-0.295	0.068-0.077
鉛直曲げ逆対称1次	0.147/0.172/0.167-0.171	0.087-0.111

表1 大型加振実験で観測された固有振動数と減衰率 [3]

3. データの分析 原データを周波数解析したものを図1に示す。設計風速に比べ低い30 m/s強とはいえ、ガスト応答波形であり、比較的低次の鉛直およびねじれ固有振動モードがあらわれている。表1の報告データと比較すると、微妙にずれるところがあるものの対応は比較的良好である。しかし、振動数で0.16 Hz付近に加振実験でばらつきがみられた同定度の複数のピークがみられ同じ様な近接する振動数の波形を含んでいることが分かる。図2に曲げデータを直接R D法で解析した減衰波形例を示す。R D法では複数波形を含む場合には良好な結果は重ね合わせを増やしても望めないが、この場合も重ね合わせた波形は減衰波形として収束しない。図3にピーク付近以外をバンドパスフィルターでのぞき、処理したものを示す。図3 aは減衰波形例、図3 bは推定減衰値と重ねあわせ波数との関係である。図1に示したようにピーク付近で近接する振動波形があるため僅かにビート状の減衰波形となっはいるが、解析結果はビートの初期の包絡線で0.25程度に収束している。これを加振実験値と比較すると、準定常理論による曲げ振動の空力減衰付加分（平均風速30 m/s時の概算で対数減衰率0.05程度）を加算しても、観測値に対し大きめの推定値を示している。

謝辞 本解析データは本州四国連絡橋公団より提供して頂き、また研究の一部は同公団の助成による。ここに深甚なる謝意を表す。

参考文献 1) H.A.Cole, NASA CR-2205, 1973. 2) 田村、第12回風工学シンポジウム論文集、1992。
3) 岡内ほか、第10回風工学シンポジウム論文集、1988。

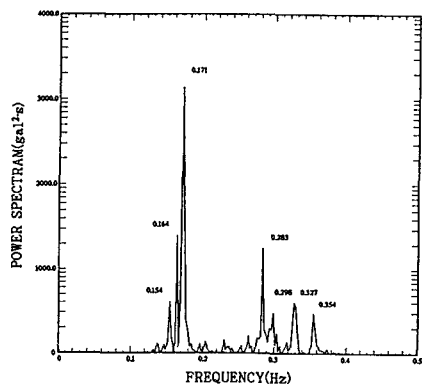


図1 曲げ波形のパワースペクトル

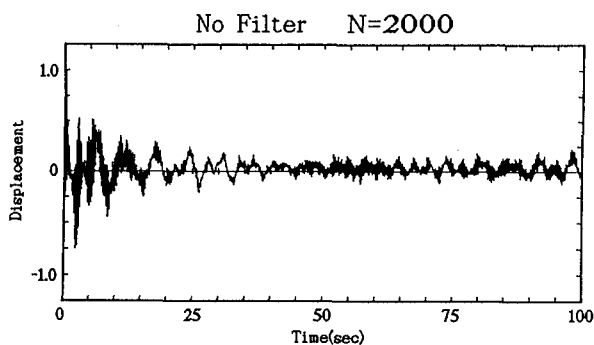


図2 曲げ波形へ直接RD法を適用した例

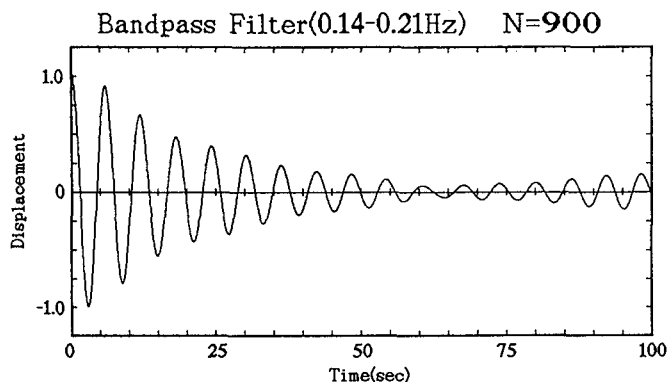


図3 a バンドパスフィルター処理をした場合の減衰波形例

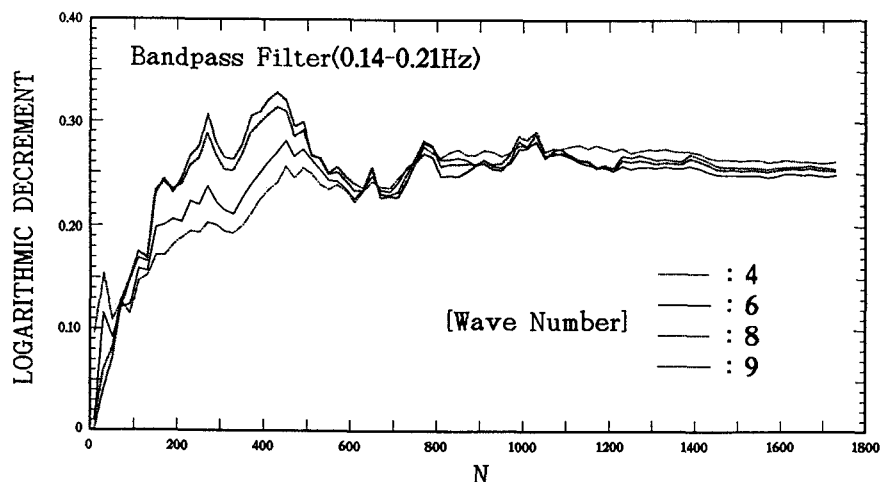


図3 b RD法による減衰推定値と重ね合わせ波数の関係