

MEMS 型加速度計によるプレストレスコンクリート橋の振動測定

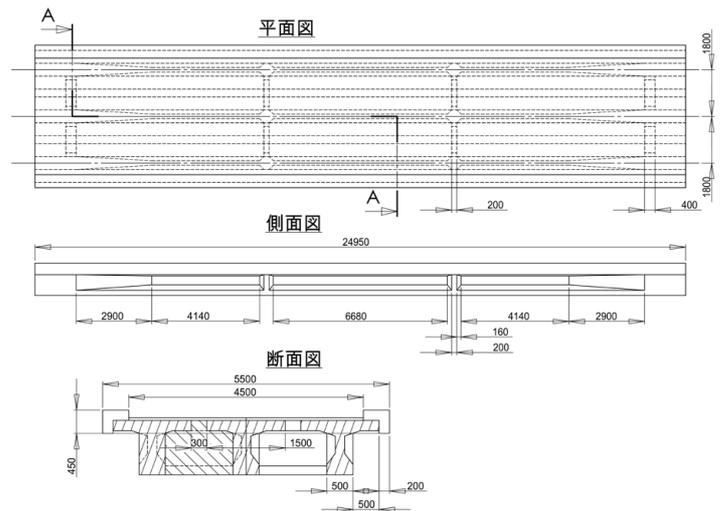
日本航空電子工業(株) 正会員 ○富岡 昭浩 非会員 市川 真太郎

1. はじめに

構造物の劣化による弾性係数の低下や、損傷による剛性の低下により構造物の卓越振動数が低下することはすでに知られている。今回、損傷状況に差がある同一構造の橋梁に対する振動測定の機会を得たので、卓越振動数の比較を行った結果について報告する。また設計データから得られた卓越振動数と測定結果との比較を行い、構造物の劣化の進行に対する強度診断の可能性について検証を行った。測定結果から、損傷の進行により卓越振動数の優位な低下が確認され、卓越振動数を測定することで損傷の進行をモニタリングできる可能性を確認した。

2. 測定橋梁

岩手県下閉伊郡普代村に架橋されている岩手県管理の単純ポストテンション方式PCT桁の普代水門の管理橋で測定を実施した。橋長は100.5m、支間は22mである。(図1)全体は4連で構成されている。津波による甚大な被害を受けたため、第1,2径間は落橋し、第3径間は第4径間に比較して大きな損傷を受けている。



図一1 測定橋梁概略図

3. 測定内容

本橋は3主桁で構成されており、測定は9個のMEMS型加速度計を直線状に等間隔に配置して1桁ずつ、重錘落下による加振を行って測定した。測定された加速度データはAD変換後FFT処理を行い、振動スペクトルとして結果の表示を行っている。モード推定は加速度計の応答から振動の腹、節の位置を大まかに特定して行っている。

4. 卓越振動数測定結果

表-1に第3径間と第4径間での測定結果を示す。損傷の大きい第3径間の1次から3次のすべての卓越振動数が、第4径間に比較して低下していた。モード形状は加速度計の応答から3次ねじれまで推定した。中央のG2桁での応答が小さい卓越振動数はねじれのモードであると推定している。測定された卓越振動数は、事前に実施した有限要素法による固有値解析結果に近い値となった。表-1にある3,4径間比、4径間解析比の値はG3桁の値を使用している。解析結果との比較では、低次モードの固有振動数の解析結果が実測値よりも低くなっている。有限要素法による解析モ



図一2 測定状況

ード形状は加速度計の応答から3次ねじれまで推定した。中央のG2桁での応答が小さい卓越振動数はねじれのモードであると推定している。測定された卓越振動数は、事前に実施した有限要素法による固有値解析結果に近い値となった。表-1にある3,4径間比、4径間解析比の値はG3桁の値を使用している。解析結果との比較では、低次モードの固有振動数の解析結果が実測値よりも低くなっている。有限要素法による解析モ

キーワード MEMS 型加速度計, プレストレストコンクリート橋, 調査, 振動試験

連絡先〒196-8555 東京都昭島市武蔵野 3-1-1 日本航空電子工業(株) 商品開発センター TEL 042-549-9214

デルを図-3 に、解析に使用した定数を表-2 に示す。拘束条件は支承中央位置でのエッジ拘束となっている。4 径間の G1 桁と G2 桁の測定された振動スペクトルをグラフ-1, グラフ-2 に示す。G1 桁のスペクトルで観察された 7, 18, 34Hz の卓越振動数が中央の G2 桁のスペクトルでは観察されていないことがわかる。

表-1 測定結果

1/2加振 [Hz]	3径間			4径間			モード形状	3,4径間比 G3桁	解析	4径間解析比 G3桁
	3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	4-3				
f 1	3.07	3.07	3.07	3.80	3.73	3.80	1次	-19.3%	3.61	+5.3%
f 2	7.17	----	7.13	7.40	----	7.50	1次ねじれ	-4.9%	7.42	+1.1%
f 3	14.31	14.34	14.40	15.31	15.31	15.20	2次	-5.3%	13.27	+14.5%
f 4	17.55	----	17.56	18.84	----	18.88	2次ねじれ	-7.0%	19.56	-3.5%
f 5	27.99	28.03	28.04	30.88	30.85	30.76	3次	-8.8%	33.98	-9.5%
f 6	31.17	----	31.23	34.21	----	34.20	3次ねじれ	-8.7%	35.29	-3.1%



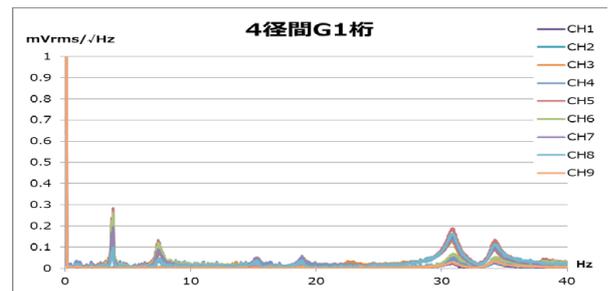
図-3 モデルメッシュ図

表-2 解析定数一覧

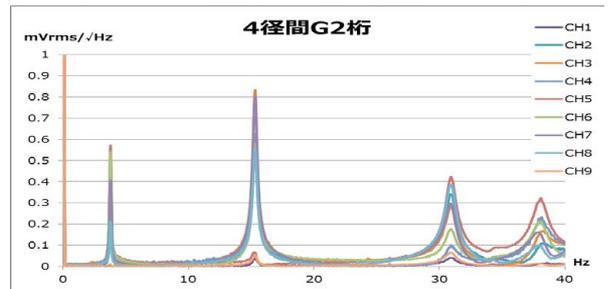
	ヤング率 N/mm ²	ポアソン比	剛性率 N/mm ²	密度 g/mm ³
桁	31000	0.2	12917	0.0025
間詰	28000	0.2	11667	0.0025
地覆	25000	0.2	10417	0.0025
舗装	3000	0.35	1111	0.0024

5. まとめ

本測定にて損傷の大きい 3 径間の卓越振動数が 4 径間より低下していることが確認された。このことから損傷の進行により卓越振動数が低下していくことが推定されるので、卓越振動数の継続的な測定により損傷のモニタリングが可能と判断できる。しかし一般に存在する橋梁では新設時の卓越振動数が測定されている例は少なく、現状では新設時からの卓越振動数の測定による劣化診断は困難な状況にある。測定時期での劣化診断を適切に実施するためには、有限要素法等による解析手法を用いて使用する弾性係数の値、支承条件等について適正化を行い、設計データに基づく固有値解析の精度を向上させ、劣化状態の卓越振動数を解析により推定する必要があると考えている。今回の測定では、加速度計を 9 個配置しているので、4 次モードまでの推定が可能と思われたが、3



グラフ-1 4 径間 G1 桁 振動スペクトル



グラフ-2 4 径間 G2 桁 振動スペクトル

次ねじれまでの推定となった。これは加速度計の設置位置と振動の腹、節との位置ずれの影響により、各加速度計間の応答の差が小さくなったことが原因と考えている。また本測定では 2 次モードの卓越振動数が他のモードの解析値に比較して高くなっていることが観察された。卓越振動数の低下が弾性係数や剛性のみならず依存するならば、モード周波数は一様に変化することが予想される。モード毎の卓越振動数変化に差が発生するならば、モード毎の卓越振動数比較を行うことで、弾性係数と剛性の変化だけによらない損傷等による劣化が位置を含めて検知できる可能性があると考えている。

謝辞: 本研究は、CAESAR メンテナンス技術交流会の活動として実施しました。関係各位に深く感謝します。