

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

はじめに

近年、構造物の老朽化が進んだことによるメンテナンス費用の増加が懸念されている。効率的なメンテナンスの実施のために劣化の度合いを的確に診断する手段を提供することが課題となっており、劣化診断の一つの方法として橋梁の振動測定を行ってその結果から劣化診断を行う試みがなされている。橋梁の振動測定では構造物の加振は困難な場合があり、常時微動により卓越振動数の測定が可能であることが求められている。また橋梁の1次の卓越振動数が数 Hz 程度の低周波領域に存在していることから、橋梁の振動測定には低周波から測定可能で高感度なサーボ型加速度計が使用されている。一方、橋梁の挙動をより正確に把握するために、複数個の加速度計からのデータを分析し振動モード形状を特定することも求められている。これらの要求を満足するためには低周波域から測定が可能で感度が高く、価格の安い加速度計が必要となる。MEMS 技術の発展により加速度計はゲーム機に応用されるまでに低価格化が進行しているが、橋梁測定に適用できる高感度なものは存在していない。そこで本測定は、新たに開発した高感度 MEMS 型加速度計 JA-M を使用して実際の橋梁での測定を行い、橋梁の劣化診断のために必要な情報である卓越振動数と振動モード形状を常時微動から測定可能なことを実証することを目的として実施した。

測定橋梁

茨城県常総市に架橋されている常総市管理の単純 PC プレテン中空床版橋(2 連)の道路橋で測定を実施した。主桁および横桁の配置を図-1 に示す。1 連あたり 10 本の主桁と 5 本の横締め部で構成されている。

測定内容

片側 1 連の主桁 5 本を測定した。5 個の MEMS 型加速度計 JA-M (写真-1) を主桁の長さの 1/6、1/4、1/2、3/4、5/6 に配置してそれぞれの桁 (G1~G5) の直上で測定を実施している。また比較のためサーボ型加速度計 JA-40GA (日本航空電子工業製) 5 個を JA-M の近傍に置き同時に測定した。(写真-2) 重錘落下時の衝撃を利用する衝撃加振法により加振を行った加振時と加振を実施しない常時微動時に振動測定を行った。

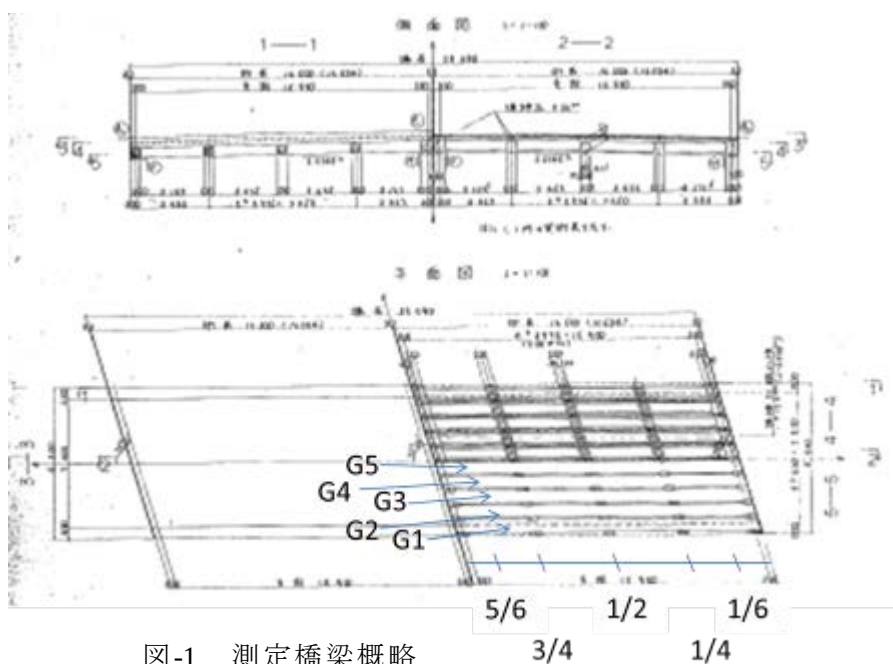


図-1 測定橋梁概略

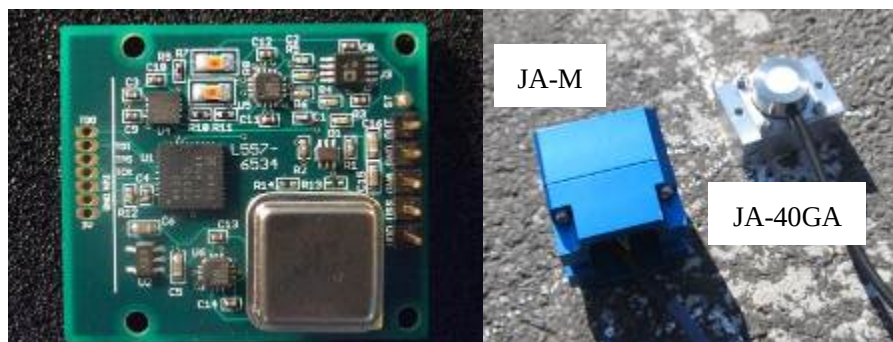


写真-1 MEMS 型加速度計 JA-M

写真-2 測定状況

キーワード MEMS 型加速度計、プレストレスコンクリート橋、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

卓越振動数測定結果

MEMS 加速度計 JA-M とサーボ型加速度計 JA-40GA での加振時と常時微動での測定結果を示す。(図-2、図-3) 加速度計からのデータを FFT にてスペクトル分析を行い 5 個の卓越振動数を得た。サンプリング周波数は 2KHz、常時微動の計測時間は 32 秒間で、加振時は衝撃印加後 6 秒間のデータを使用した。常時微動では加振時に比較して振動レベルが小さく、一般の MEMS 型加速度計のノイズレベル ($1000 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ 程度) では、常時微動の振動スペクトラムは加速度計のノイズレベル以下となり卓越振動数の測定は不可能となるが、今回使用した MEMS 型加速度計 JA-M ではノイズレベルが $1 \mu\text{G}/\sqrt{\text{Hz}}$ と非常に小さいためサーボ型加速度計と同様に加振時とほぼ同じ卓越振動数が測定できていることがわかる。

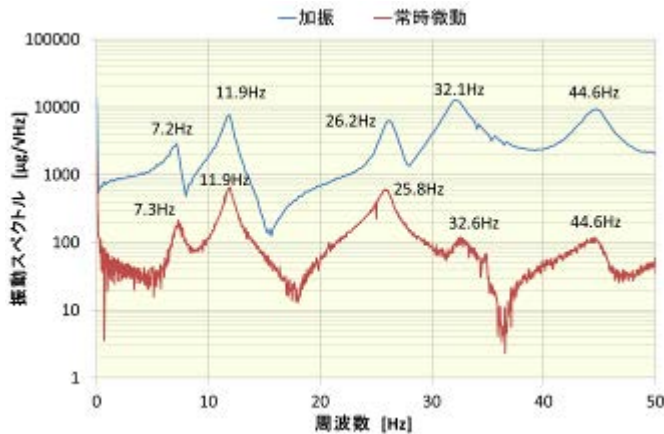


図-2 MEMS 型加速度計による振動スペクトル

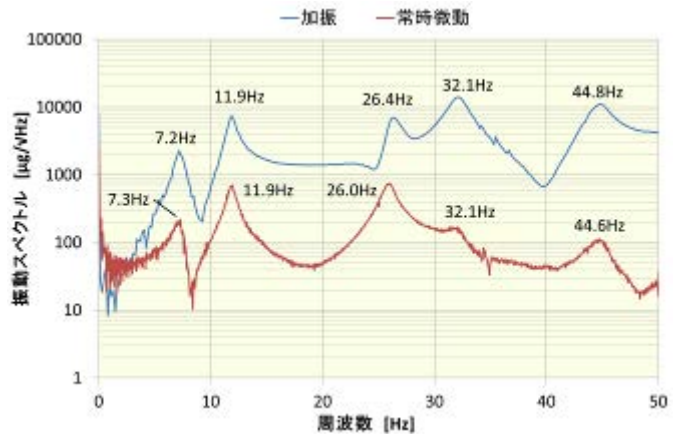


図-3 サーボ型加速度計による振動スペクトル

モード形状推定

常時微動のデータから 11.9Hz の卓越振動数に対して 10 次のバターワースフィルタを使ってモード形状を推定した。モード形状は解析で得られた形状 (図-4) と一致した 1 次ねじれとして推定できた。(図-5) それ以外の卓越振動数について、7.3Hz は 1 次、25.8Hz は 2 次、32.6Hz は 2 次ねじれとして推定できたが 44.6Hz の形状は推定できなかった。この 44Hz 付近のモードに関しては解析や加振時のデータからも特定できていない。今後は加速度計をメッシュ状に配置し同時に測定することによってより高次のモード形状の推定が可能かを実証していく。

まとめ

新規開発の MEMS 型加速度計を使用して、橋梁の供用状態の振動と同等な常時微動から橋梁の卓越振動数の測定およびモード形状の推定を実施することができた。これらの結果から MEMS 型加速度計 JA-M を用いて劣化診断につながる可能性がある常時微動による共振周波数の測定とモード形状の推定が可能であることが確認された。

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致します。

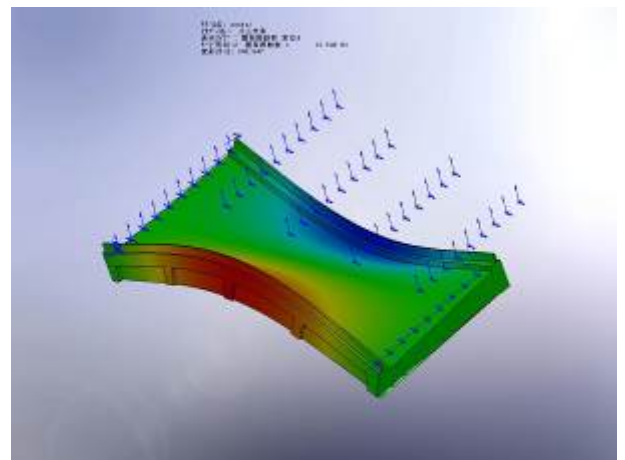


図-4 解析によるモード形状

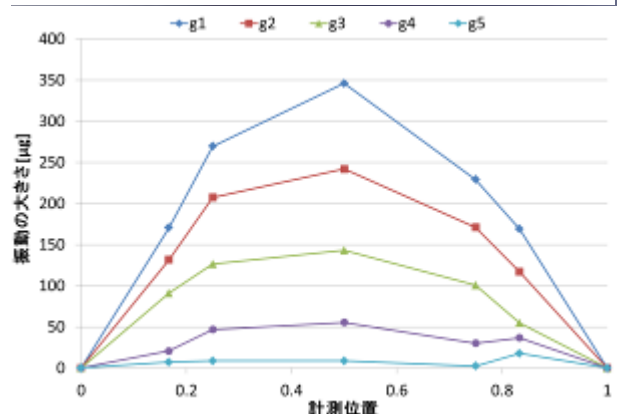


図-5 推定されたモード形状