

各種振動測定装置の性能比較に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○永井 孝宏
東京都市大学 正会員 丸山 収

1. はじめに

現在、日本において構造物の維持管理が最重視されており、従来の目視や打音による点検から効率的かつ定量的に判断するために構造物に設置した振動測定装置から得られる応答波形を基にモニタリングシステムを構築する試みがなされている。本研究では、橋梁を対象にして各種加速度センサーの性能比較を行うことにより、ヘルスマニタリングに対する適用性についての検討を行う。

2. コヒーレンス

コヒーレンスとは、異なる2つの時刻歴波形がある場合の両者の各周波数帯域での相関を示す指標であり以下の式で表せる。

$$0 \leq coh^2(\omega) = \frac{|S_{xy}(\omega)|^2}{S_{xx}(\omega)S_{yy}(\omega)} \leq 1 \quad (1)$$

(1)式より、コヒーレンスの値が1に近づくほどその周波数帯域においての高い相関が認められる。¹⁾

3. 加振実験による各種加速度センサーの性能比較

本実験は、図-1にあるように市販の9種類の加速度センサーを振動台の上に設置し、パソコンから実橋梁での応答を計算したデータを変位制御により振動台に送信し、加振させることにより各種加速度センサーの計測を行った。また、振動台の変位制御が精度よく行われているのかを検証するために不動点からレーザー変位計を用いて振動台の変位量の測定を行った。一般的にレーザー変位計は、不動点から対象物の変位量を測定するので、高い精度が得られることが知られている。振動台の精度検証結果として図-2にレーザー変位計で計測された変位波形と実橋梁の変位波形を比較したグラフを示し、図-3に各種加速度センサーで計測された加速度波形と実橋梁の加速度波形を比較したグラフを示す。当初、本研究では、パソコンに収録された実橋梁の加速度波形(=真の波形)に対して各種加速度センサーで計測された加速度波形(=計測波形)がどの程度正しいのかを、コヒーレンスを用いて性能比

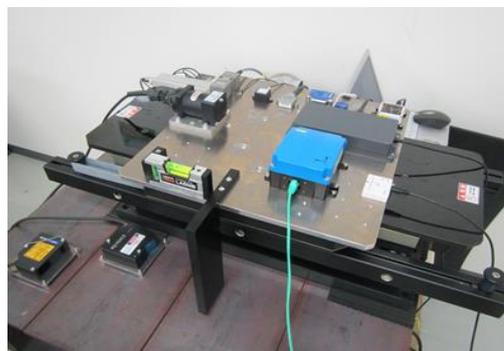


図-1 加振実験概要図

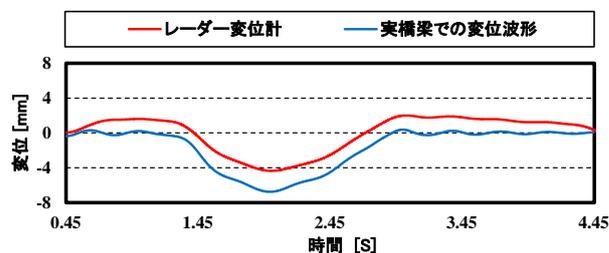


図-2 レーザー変位計と実橋梁の変位波形

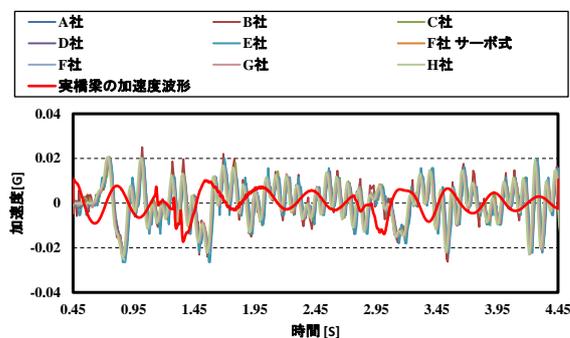


図-3 各種加速度センサーと実橋梁の加速度波形

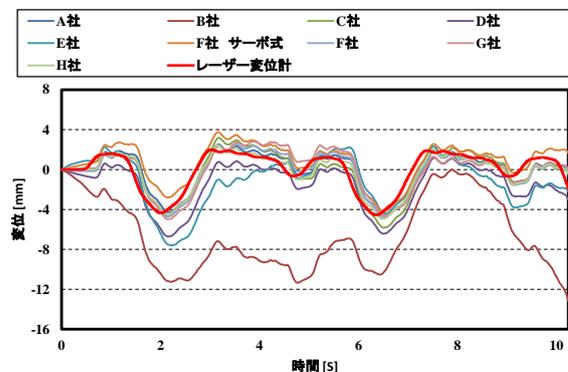


図-4 各種加速度センサーの変位積分結果とレーザー変位計での計測結果

キーワード ヘルスマニタリング, 加速度センサー, コヒーレンス

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL. 03-5707-0104 E-mail : g1218062@tcu.ac.jp

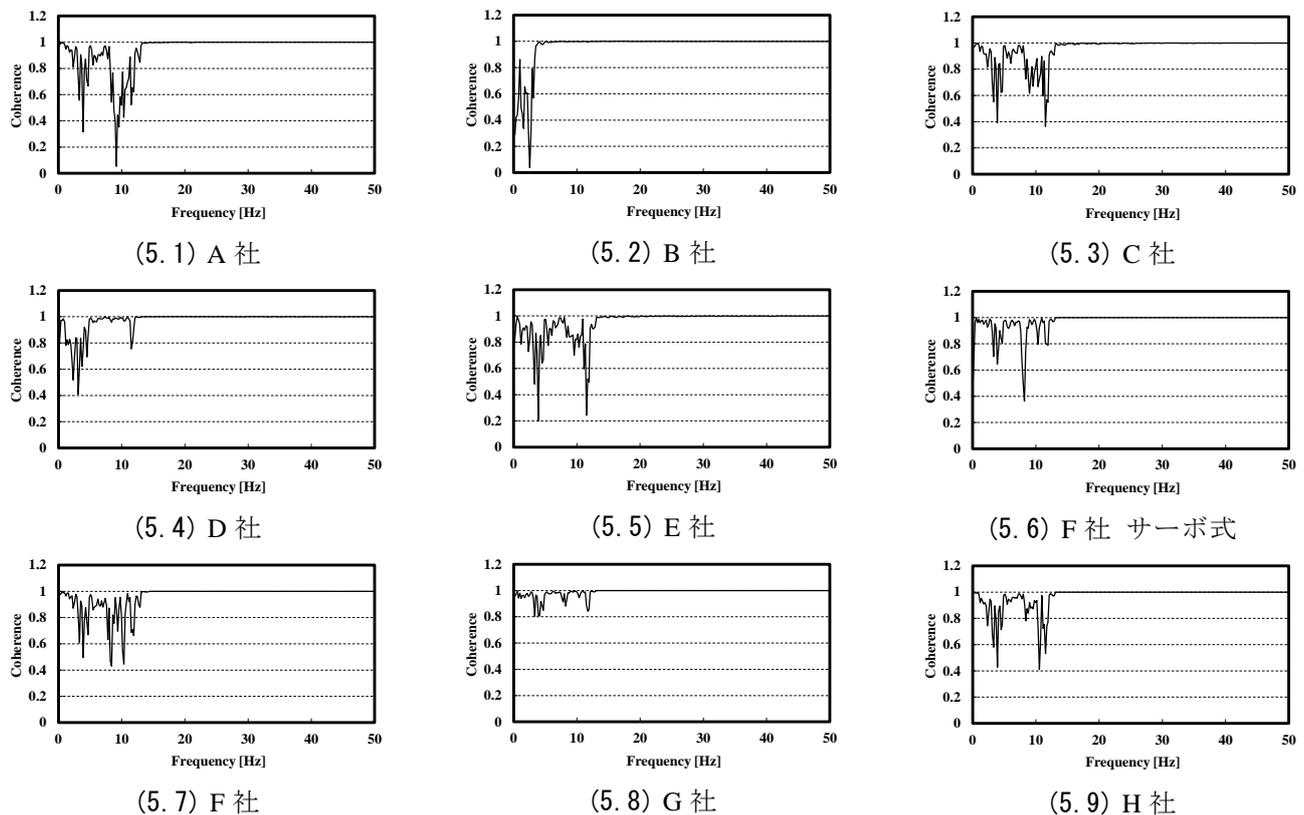


図-5 コヒーレンスを用いたレーザー変位計に対する各種加速度センサーの性能比較

較を行うことを目的としていた。しかし、図-2、図-3より振動台そのものの精度が悪く、性能比較に影響を及ぼすと考え、精度が良いとされるレーザー変位計で計測された変位波形が真の波形であると仮定した。ところで、コヒーレンス算出にあたっては、両者の時刻歴波形を加速度、または、変位に揃える必要がある。よって、今回は各種加速度センサーで計測された加速度波形を積分²⁾し、変位波形に変換することにより性能比較を行った。図-4に各種加速度センサーで計測された加速度波形を変位波形に積分した結果とレーザー変位計で計測された変位波形を比較したグラフを示し、図-5に図-4の変位波形をもとにレーザー変位計に対する各種加速度センサーのコヒーレンスを計算した結果を示す。図-5より、全種類の加速度センサーは、15[Hz]以降に高い相関があり、高周波数帯域では測定精度が良いことが分かる。その反面、15[Hz]以下では各加速度センサーにより相関にばらつきがあり、今回の加振実験では図-5より、低周波数帯域においてA社が最も精度が悪く、G社が最も精度が良いという結果が得られた。一般的に橋梁の固有振動数は0.1-10.0[Hz]の間にあり、外力に対する応答も低周波数帯域に集中することが知られている。よって、低周波数帯域での測定精度が橋梁でのモニタリングにおいて重要となるが、一般的に加速度センサーは原理上、低周波数帯域において自己ノイズが大きくなり、測定精度が落ちることが知られている。よって、加速度センサーを橋梁でのモニタリングに適用する際には、特に低周波数帯域において、コヒーレンスの値が常に1に近い加速度センサーを選定する必要がある。

4. まとめと今後の予定

コヒーレンスを用いて、レーザー変位計に対する各種加速度センサーの性能比較を行った。その結果、各周波数帯域における相関をグラフ化し、加速度センサー間の性能比較がある程度可能となった。今後の予定は、レーザー変位計で計測された変位波形を微分し加速度波形に変換し、レーザー変位計と各種加速度センサーの加速度波形を基にコヒーレンスを用いて性能比較を行う。

参考文献

- 1) 日野幹雄：スペクトル解析，朝倉書店，pp.63-66，pp.231-234，1977.
- 2) 大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版社，pp.153-162，1994.