

小型半導体センサーと小型情報機器を用いた橋梁の振動計測

オイレス工業	正会員	○横川英彰
東京大学	学生員	青木 茂
オイレス工業	正会員	小南雄一郎
東京大学	フェロー	藤野陽三
日本大学	正会員	塩尻弘雄

1. はじめに

近年の半導体技術の著しい発達にともない、コンピュータやセンサーは小型化、高性能化が進み、安価なものも開発されつつある。これらの情報機器を用いて、振動計測を行なった研究として、小塩ら¹⁾や、青木ら²⁾の研究などが挙げられるが、非常に例が少ない。今後、橋梁等のヘルスマonitoringが重要になってくることが考えられ、センサーや情報機器の低価格化、小型化そして高性能化は社会からの要請であると考えられる。

ここでは、それらの要請に答えるべく、新たに安価な小型マイコンを小型情報機器(データロガー)として用い、半導体の最新技術である MEMS (Micro Electro Mechanical System)による加速度センサー³⁾を用いた計測システムを構築した。これらのシステムを用いて橋梁の簡単な振動計測を行ない、既往の計測機器(パソコン+計測アンプ+サーボ型加速度計)を用いた結果と比較する。

2. 開発したシステム

小型情報機器(データロガー)を図-1 に、MEMS センサーを図-2 に示す。これらの機器のコストとして、小型情報機器は数万円程度、センサーは数千円程度で製作可能である。また、本システムの概要を図-3 に示す。

このシステムに用いた A/D コンバータは測定レンジを切り替えて測定可能なものである。電源が限られた場所で用いる低電圧出力のセンサーだけではなく、既往の振動実験に用いられていた高電圧出力のセンサーでも計測が可能である。また、データ転送は一般的に用いられている LAN ケーブル(10BASE-T)を用いているため、パソコン上でコントロールでき、ほとんど手間がかからない。しかも、小型情報機器は電源に乾電池を用いており、ノートパソコンを端末として用いることにより、屋外でも商用電源や発電機などの大掛かりな設備無しで計測が可能である。



図-1 小型情報機器(データロガー)

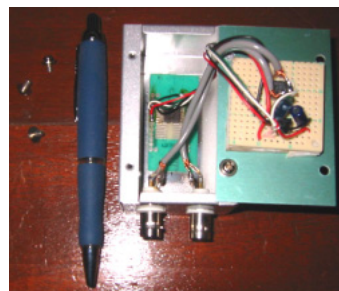


図-2 MEMS センサー

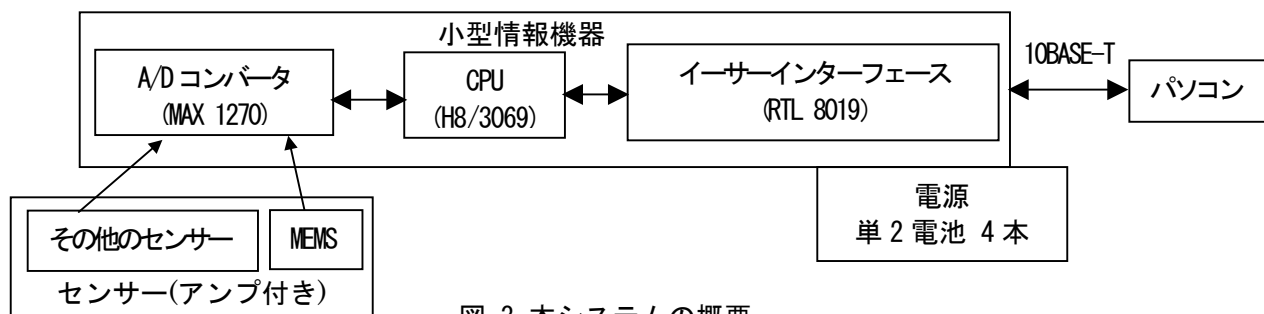


図-3 本システムの概要

キーワード：ヘルスマonitoring，振動計測，小型情報機器，MEMS

東京都港区芝大門 1-3-2 オイレス工業株式会社 免制震カンパニー

Tel 03-3578-7930, Fax 03-3578-7934

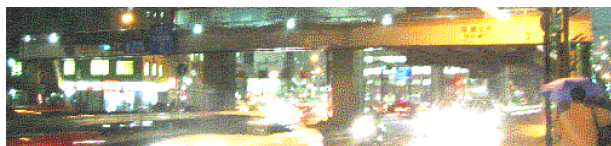


図-4 対象橋梁

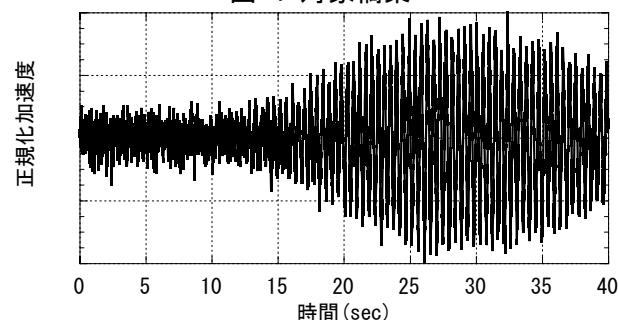


図-6 本システムによる計測結果

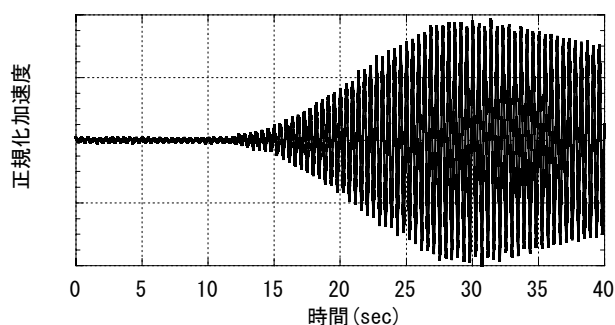


図-7 既往の計測機器による計測結果

表-1 橋梁のパラメータ

固有振動数(Hz)	減衰定数(%)
曲げ1次	2.21
	0.43

表-2 計測のパラメータ

サンプリング周波数	100Hz
データ数	4096



図-5 MEMS センサー設置状況

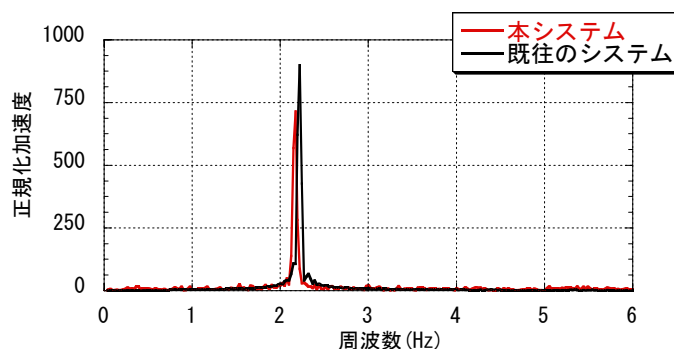


図-8 フーリエスペクトルによる比較

3. 計測対象橋梁・計測パラメータ

対象とする橋梁は参考文献⁴⁾と同じ場所である。橋梁のパラメータを表-1に、図-4に対象橋梁を示す。MEMSセンサーは、図-5に示すようにウェブに両面テープで固定した。計測パラメータを表-2に示す。計測のパラメータは、既往の計測機器、本システムともに同じとした。

4. 計測結果

本システムによって計測した加速度を図-6に、既往の測定機器によって計測した加速度を図-7に示す。双方の荷重条件が異なるため、最大加速度で正規化して比較する。また、双方のフーリエスペクトルの比較を図-8に示す。なお、ここに示すのは、けた中点の計測結果である。

図-6、図-7から、本システムによる計測結果では、センサーのフィルター回路がなかったため、ノイズがのっているものの、波形の形状などから、既往の計測機器とほぼ同じような精度で計測が可能であることが分かる。また、図-8の双方のピーク値に着目すると、既往の計測機器の結果と比較して、周波数で1%程度低い値を示しているが相対的な誤差は極めて小さく、本システムは実用となることが分かる。

5. まとめ

安価な小型情報機器とMEMSセンサーを用いた計測システムを紹介した。本システムで、既往の計測機器と比較して簡単に計測ができることが分かった。また、ノイズ除去の方法を確立し、より高精度なシステムを構築する所存である。

謝辞: 日本大学理工学部土木工学科塩尻研究室の卒論生のデータを一部使わせて頂きました。ここに謝意を示します。

参考文献 1) 山田, 山田, 小塩: 振動による変位とその頻度を計測する簡易な計測器の開発と適用試験, 橋梁振動コロキウム'03, 土木学会, pp. 363-368, 2003. 9. 2) 青木, 藤野, 阿部: 分散型情報技術によるインテリジェントモニタリングシステムの開発, 第58回年次学術講演会, 土木学会, CS-11-002, 2003. 3) アナログ デバイセズ株式会社: ADXL202 データシート. 4) 小南, 横川, 塩尻: 加振力の測定を兼ねた歩道橋の振動計測とその解析, 第59回年次学術講演会, 土木学会.