

都市インフラ構造物のワイヤレス加速度センサ技術に関する研究

茨城大学大学院 学生会員 ○金子 祐介
 茨城大学 正会員 呉 智深
 茨城大学 正会員 原田 隆郎

1 序論

近年、老朽化した構造物に対する補修・補強、診断技術の開発や研究が多くなされ、実際に適用されているものもある。これに関して著者らはセンサのワイヤレス化を進めてきた。そして効率よいセンサ配置やシステム構成、トータルコストの減少、管理の簡素化を目的として進めてきた。本研究では、先進的なセンサである高精度小型化技術を応用し、土木構造物の重要な指標である加速度に注目し、要求性能を満たすワイヤレス加速度センサを提案と初歩的な性能を確認していった。

2. ワイヤレス加速度センサの適用構想

センサネットワーク構想に適合可能なデバイスを製作する。各デバイスはネットワーク内でノードとして働く。各ノードはマイクロコントローラを搭載し、データを収集・処理する機能を有し、分散配置され、アドホックネットワークを形成する。本論では、まず初歩的段階としてワイヤレスセンサデバイスに着目しPCとの1対1の関係から考えを進めていき、サンプリング周波数や演算機能等からセンサの基本的な性能について有意性を検証していく。

3 土木構造物におけるワイヤレス加速度センサへの要求性能

センサネットワーク構築に必要なスリープ



図-1WISP 外観

機能や効果的・自律的な動作、データの一時的な蓄積機能等を構築可能なセンサとして、所属研究室と共同研究を行っているノースカロライナ州立大学が開発したマイクロコントローラ搭載のワイヤレスセンサ WISP(Wireless Intelligent Sensor Platform) (図1)の実装に携わった。そこで、本研究はWISPを用い進めていくことにした。

WISP に搭載されているマイクロコントローラには ATMEL の Atmega64L が使用され、クロックスピードは 4MHz を有する。また、チップ内部には書き換え可能な 64kbyte の Flash や、2kbyte の EEPROM, 4kbyte の内部 SRAM を備えている。内臓周辺機能としては 10bit の A/D コンバータ等がある。通信部では Chipcon の RF チップである CC2420 を使用しており ZigBee (IEEE. 802. 15. 4) での通信が可能である。通信速度は 250kbps であり効果的なデータ送信を行うことができ、省電性にも優れている。センサは温度・湿度センサ、加速度センサなど各種センサを搭載することが可能である。本研究で入手した WISP には加速度センサを搭載させた。加速度センサには Analog Devices の ADXL203 を用いており測定レンジは±1. 7G まで可能である。また WISP のサンプリング周波数は約 225Hz に増やしてある。

4 性能評価試験

4. 1 試験概要

性能評価試験における実験装置は図-2 のようになっている。初期振動実験を行ったところ、データの最大値は有線センサとの相関も高く有意性を

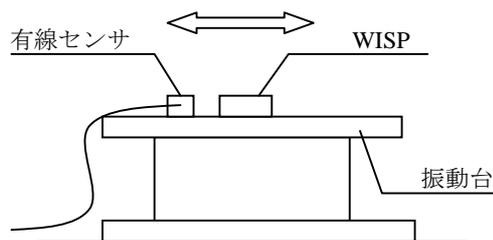


図-2 実験概要図

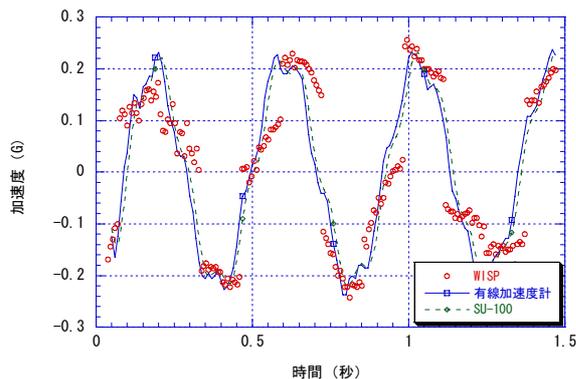


図-3 データ分布

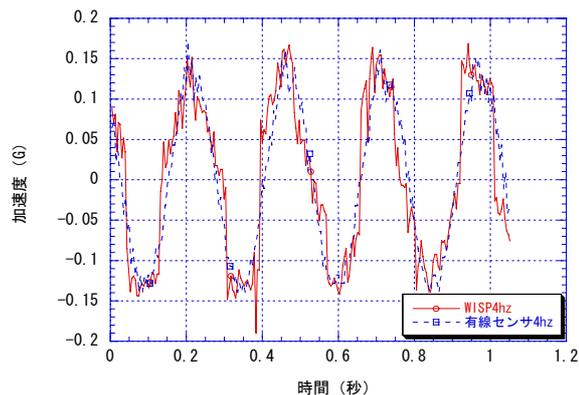


図-5 4Hzにおける加速度

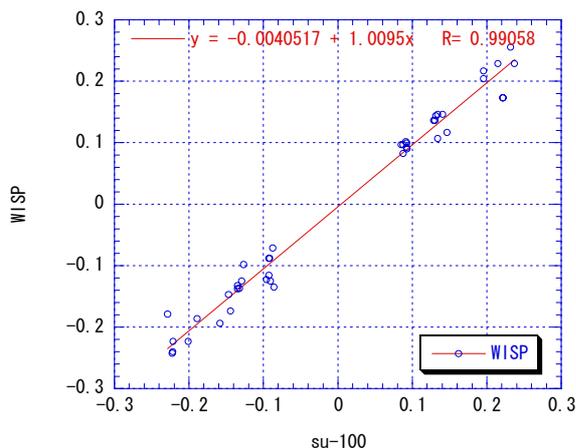


図-4 最大値の相関

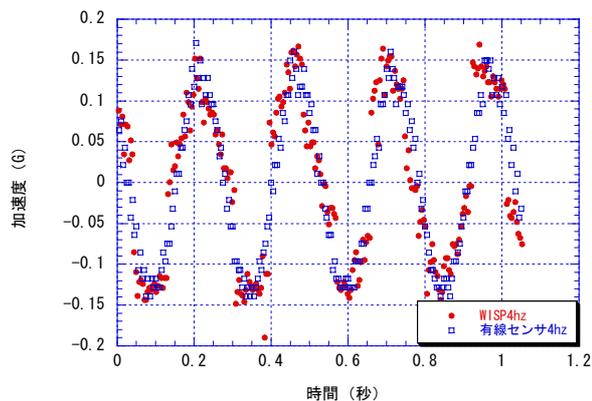


図-6 データ分布

持つことができた (図-4) が, su-100 (ワイヤレス加速度計) と有線加速度計と共に計測したデータの分布から見るとデータには偏りが見られ満足な結果を得ることができなかつた (図-3). そこで今回の実験ではデータ分布を均等なものにするためにサンプリング周波数を改善し, 以前の約 130Hz から約 225Hz に増大させたセンサ (WISP) を用いて振動実験を行った.

4. 2 結果と考察

今回の実験では図-5 からわかるように WISP のデータは有線センサと同様な挙動を示している. またデータ分布も以前の結果と比べると一様な分布を示していることが確認できた (図-6). これはサンプリング周波数を増加させたことによって観測点が増加した効果によるものと考えられる.

5. 結論

マイクロコントローラを搭載したワイヤレス加速度センサである WISP の開発に携わり, そのプロトタイプについての性能評価試験を行った. そ

の結果, 得られた加速度データの最大・最小値について相関をみたとき決定係数が 0.9813 と 1 に極めて近い値を得たことから, 最大・最小値は加速度センサとしての有意性があるものとわかった. 一方でデータ推移・分布に関しては図-3 からその他加速度センサと比較したとき, 明らかなデータの相違が見られた. そこで解決策としてセンサのサンプリング周波数を増加させた. よって観測点が増加しデータ分布の偏りを解決し, センサ性能の向上を図ることができた.

参考文献

- 1) 呉 智深, 許 斌, 原田隆郎 (2003): 都市インフラに関する構造ヘルスマモニタリングの現状と展望—展望論文—, 応用力学論文集 Volume 6, 2003, pp. 1043-1054.
- 2) L. Liu and F. G. Yuan, (2005): Development of wireless smart sensor for structural health monitoring in aerospace applications, Smart Structures and Materials, Proceedings of the SPIE, Volume 5765, 2005, pp. 176-186.