

MEMS 加速度センサ IC タグの超低周波特性考察

茨城大学 正会員 ○齋藤 修
 茨城大学 学生会員 千葉 宣朗
 茨城大学 正会員 村上 哲
 茨城大学 正会員 安原 一哉

1. はじめに

活断層直上に位置する日本は、地震による地盤災害が後を絶たない。地震の被害規模は、地震の大きさや震源の深さ、また震源からの距離と深く関わりを持っている。また、地震波の増幅特性は表層地盤での S 波速度に大きく依存する。そのほか地震基盤から工学的基盤までの地盤構造の違いによっても、その変化は大きく異なる。さらに近年、長周期地震や、やや長周期地震による災害が懸念されている。現在、一般的に地震動を計測する手法として、強震観測網がある。しかし、高価であり高密度の多点計測は難しい。そこで、その補助ツールとして、加速度センサ IC タグの適用が研究されている。安価・小型・低消費電力であるセンサ IC タグは広範囲の多点測定を実現するツールとして期待される。しかし、長周期地震の地震動測定ではセンサの低域周波数特性が問われる。今回、茨城大学で利用した、加速度センサ IC タグの低域裸特性を検証し、長周期地震の地震動測定の可能性を検討した。

2. 加速度センサ IC タグ

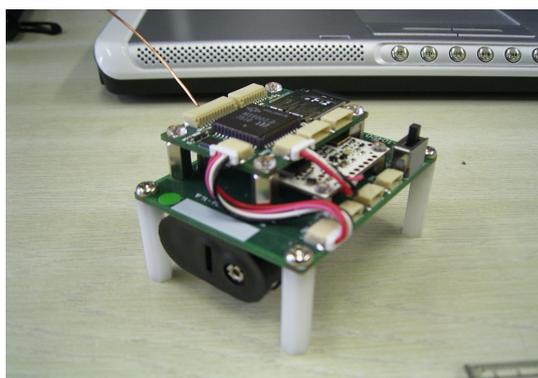


図1 S-NODE 加速度センサ IC タグ

表1 S-NODE 加速度センサ IC タグ仕様

通信方式	微弱無線 303.2MHz
測定データ	1軸加速度 ±2G/16bit
加速度センサ	Colibrys MS8002D
測定範囲	0.1gal~2000gal
メモリー	SDメモリーカードFAT16 2GByte
サンプル周波数	240Hz 8msec
記録データ	90万データ/3.6MByte/時間
測定モード	通常SDカード記録 リアルタイム
電池寿命	12mA 単三電池/180時間



図2 HMB 加速度センサ IC タグ

表2 HMB 加速度センサ IC タグ仕様

加速度計タイプ	ピエゾ式
サンプリング周波数	100Hz
測定時加速度分解能	0.04gal
A/Dコンバータ	24bit
計測成分	3軸
最大加速度	±2G

茨城大学ではこれまで各種の加速度センサ IC タグを利用して、橋梁の車両通過時の振動測定によるモニタリングや列車通過による振動を用いて盛土・切土に着目したモニタリングを研究してきた。本研究は安価な MEMS(Micro Electro Mechanical System: マイクロ・エレクトロメカニカル・システム)加速度センサを用いて、加速度センサ IC タグを作り、センシングネットワークを構成するものである。本研究で選択した無線 IC タグ(RFID:Radio Frequency Identification)は

低価格、低消費電力、小型を実現した S-NODE シリーズ (図1に S-NODE 加速度センサ IC タグの外観例を、キーワード 地震動, 加速度センサ, 低周波, センサ IC タグ

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 TEL 0294-38-5166

表 1 に、その仕様例を示す) と、MEMS 加速度センサをピエゾ抵抗素子方式で独自開発し、完成度の高い、北九州プロジェクトである HMB 有限協同組合の 3 軸加速度センサ IC タグである(図 2 に HMB 加速度センサ IC タグの外観を、表 2 にその仕様を示す)。

3. 低周波加振での加速度センサ IC タグ測定データ

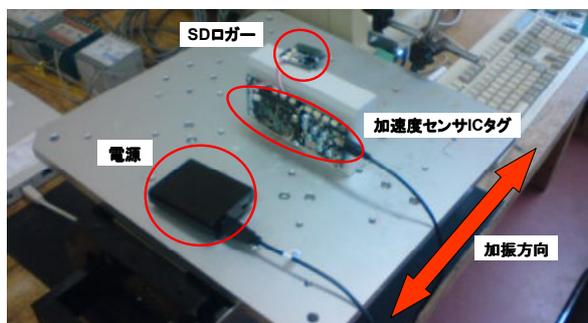


図 3 振動実験の様子

計測方法として、振動方向の加速度を捉えるため、加速度センサ IC タグを図 3 のように設置し、振動台と接着剤で固定した。無線通信時のノイズを避けるためにデータ授受に USB インタフェース、あるいは SD カード等のメモリを利用する方式の、センサ IC タグを用いた。振動台はサンエス SSV-125 地震波振動台、基準

加速度センサとして有線センサ ARF-20A を用いて、入力周波数を 0.5Hz, 1Hz, 加速度を 30gal, 各加振時間を 10s の条件で加振した。周波数 1Hz の波形をみると、ノイズは見られるが、正弦波を出力している。しかし、0.5Hz では正弦波形が正しく出力できていないことがわかる。つまり、1Hz 以下の波形は S-NODE 加速度センサ IC タグでは正確に計測できない。今回の測定は一部の静電容量型 MEMS 加速度センサの裸特性を検証したものである。本報告には間に合わなかったが、ピエゾ抵抗素子方式の HMB センサ IC タグの計測も順次実施する。加速度センサ IC タグの超低域特性改善については回路構成や新技術を用いた報告がなされている。今後さらに MEMS 加速度センサについてピエゾ抵抗素子方式を含め、低域特性の改善を試み、長周期地震、やや長周期地震動測定の可能性を検討する。

参考文献

- ・ 齋藤 修, 千葉 宣朗, 村上 哲, 安原一哉: 地震動測定による地盤特性評価のための加速度センサ IC タグ性能検証, 地盤工学会第 45 回地盤工学研究発表, 2010. 3.
- ・ 齋藤 修, 村上 哲, 安原一哉: 地震動時における加速度センサ IC タグの特性検証と地盤モニタリングシステムの可能性: 土木学会平成 21 年度全国大会第 64 回年次学術講演会, 2009.9.
- ・ 齋藤 修, 堀江和也, 石山大祐, 安原一哉, 桑原祐史: MEMS 加速度センサを用いた IC タグによる地盤振動の解析と可能性, 社団法人日本測量協会応用測量論文集, Vol.19, pp.81-90, 2008.6.
- ・ 齋藤 修, 堀江 和也, 安原一哉: 地盤振動測定時の MEMS センサ IC タグの問題点と最新技術 Geo-Kanto2008.
- ・ 佐藤 悠樹, 宮下 剛, 長井 正嗣: 構造ヘルスマニタリングのためのスマートセンサノードの既設橋梁への適用, 第 26 回社団法人土木学会関東支部新潟会研究調査発表会, 2008.11.
- ・ 相澤隆生, 伊東俊一郎, 木村俊則, 尾西恭亮: 地震探査のための MEMS 加速度センサの検討, 社団法人物理探査学会第 116 回(平成 19 年度春季)学術講演会, 2007.5.

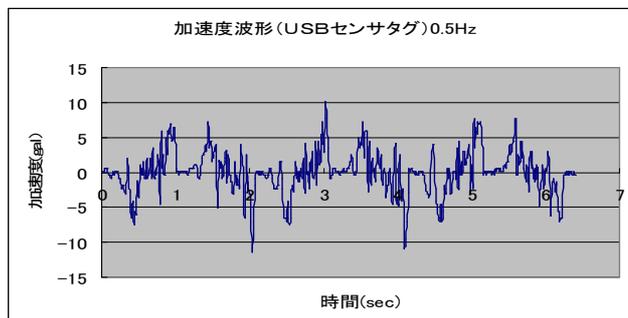


図 4 S-NODE センサ IC タグ出力 (0.5Hz)

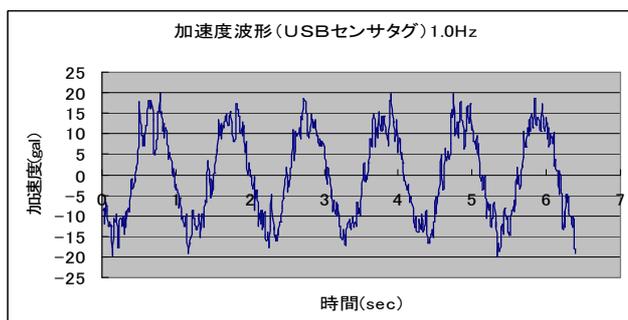


図 5 S-NODE センサ IC タグ(1.0Hz)