

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

茨城大学 学生員 ○齋藤 修
 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

近年, 社会建設物では耐震設計は向上し災害の軽減が進められている. しかし, 平成 19 年新潟県中越地震の被害にみられるように, 地盤の崩壊による災害が顕著である. 河川の埋め立てや丘陵地域での大規模な造成などのよる軟弱地盤の形成がこれらの災害の引き金となったと考えられる. 本研究では地盤振動に着目した. その際に重要な点は, 軟弱地盤を通過する S 波を測定することにある. 地震発生時に大きな被害をもたらす S 波は複雑な地盤の中で増幅され被害を及ぼすことが指摘されている. また, 工場・自動車・電車などから発生する常時微動も S 波であり, 地盤内で地震と同じように重複反射を行っている. そこで安価なセンサ IC タグを多数, 宅地盛土の斜面に設置して地震波や常時微動を計測することにより盛土地層厚, 地下水位などの影響も把握できると考える. 安価なセンサ IC タグでは分解能や感度不足により常時微動の測定は不可能である. しかし, 地震動のような強振動は捉えることが出来る. そこで今回センサ IC タグで観測した地震波形と地震計との違いを検証し, その結果から低価格で多点の測定を可能にするモニタリングシステムの構築の可能性を検討した.

2. センサ IC タグ

茨城大学ではこれまで加速度センサ 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. 加速度データから導かれる卓越周波数でのヘルスモニタリングについては様々な研究が報告されているが, 的確な診断は確立されていないと考えられる. 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, 微弱無線(300MHz)帯域を利用した無線ネットワークを持つ無線 IC タグと組み合わせて加速度センサ IC タグを作り, センシングネットワークを実現するものである. 本研究で選択した無線 IC タグ(RFID:Radio Frequency Identification)はプログラミングが可能で I/O(Input/Output)を持ち, さらにセンサからの測定データを格納できる大容量のメモリを搭載し低価格, 低消費電力, 小型を実現した S-NODE

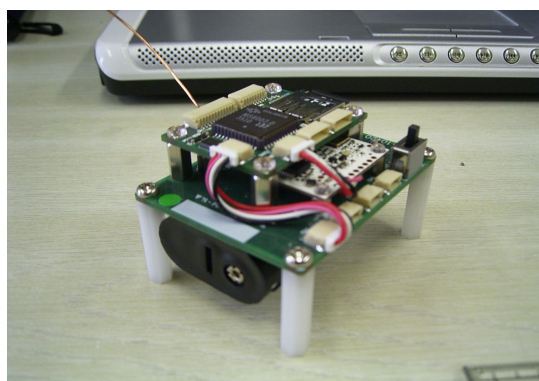


図1 高性能加速度センサ IC タグ外観

表1 高性能加速度センサ 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 $\pm 2\text{ G}/16\text{ bit}$
加速度センサ	Colibrys MS8002D
測定範囲	0.1gal $\sim$ 2000gal
メモリ	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

である. S-NODE は独立行政法人産業技術総合研究所とワイマチック株式会社が共同研究開発し, システム応用で茨城大学が参画した汎用性の高い無線 IC タグである. 加速度センサは当初 ST マイクロ社の製品を選択したが, センサ IC タグを構成したときのサンプリング周波数や感度不足, 分解能が低いなどの問題があり,

キーワード 地震動, 加速度センサ, モニタリング, 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

常時微動の測定には不向きであった。また現地測定を繰り返した結果、加速度センサ IC タグとしても種々の不具合が発見され改善を行った。図 1 にそれらの不具合を改善した高機能加速度無線センサ IC タグの外観を示す。加速度センサ、A/D コンバータ、記録部分等に改善を行ったものである。表 1 にその仕様を示す。

3. 地震計との比較方法

本研究は水戸地方気象台の全面的な協力を得て行う。明星電気株式会社製の S200 計測震度計である。センサ部分の仕様を表 2 に示す。図 2 に水戸気象台での地震計と高機能加速度無線センサ IC タグの設置状態を示す。

表 2 地震計センサ部仕様

センサー形式	フォースバランスサーボ型加速度計
測定範囲	0～±3000gal
分解能	24bit
サンプル周波数	100Hz
出力形式	RS422シリアル出力(38.4kbps)
防水性	JIS C0920保護等級7
外形寸法/重量	約φ200x130mm/約5kg
環境条件	温度-10～+50℃

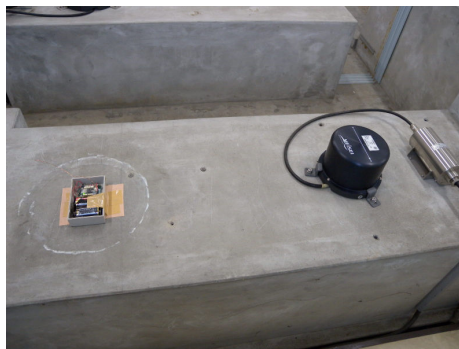


図 2 高機能加速度センサ IC タグ設置状態

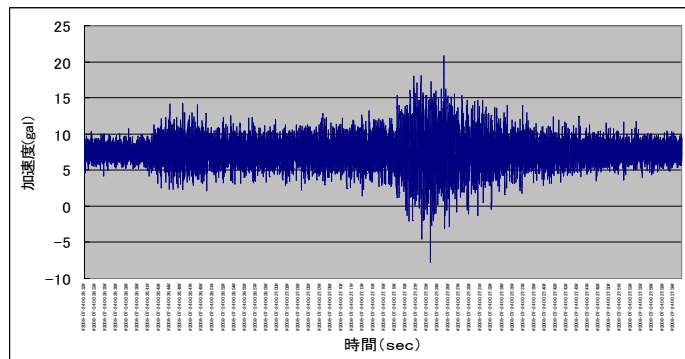


図 3 岩手県沿岸北部震源の地震波形

比較して、その特性を検証する。図 3 は 2008 年 7 月 24 日深夜に発生した岩手県沿岸北部深さ 120km を震源地とした M6.8(速報値)の地震動を茨城大学工学部敷地内で計測したものである。測定環境が違うために今まで地震計との比較は K-NET 等の公開された測定値との比較のみであったが、今後、地震計との比較により加速度センサ IC タグの新たな特性を取得し、その運用方法に展開できると考える。

参考文献

- ・ 齋藤 修, 安原一哉: 社会基盤施設の振動解析のためのセンシングネットワークの適用の可能性, 第 15 回地理情報システム学会研究発表会, 2006.
- ・ O.saitou, K.yasuhara: Implementation of visualizing ground and environmental Information by applying wireless IC sensor tag, Proc. of Vietnam-Japan Symposium on Mitigation & Adaptation of Climate-change-induced Natural Disasters, pp.253~256, 2007.9.
- ・ 齋藤 修, 堀江 和也, 安原一哉: 宅地防災への MEMS 加速度センサ IC タグの応用, 地盤工学会第 43 回地盤工学研究発表会, 2008.
- ・ 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.