

## MEMS 加速度センサ IC タグを用いた災害時対応型橋梁モニタリングの検討

茨城大学(福山 C)正会員 ○齋藤 修  
 茨城大学 原田 隆郎  
 茨城大学 掛札 龍太  
 茨城大学 天川 達志  
 茨城大学 国際会員 安原 一哉

### 1. はじめに

2011年3月11日金曜日14時46分頃東日本に突然巨大地震が襲いかかった。気象庁発表 M9.0 を記録した東北地方太平洋沖地震である。筆者は土木学会関東支部研究報告会に出席のため3月10日より都内出張中であつた。11日午前中に研究報告を行い午後の研究報告を聞いている時の地震であつた。茨城県も震度6強を記録、さらに地震により引き起こされた津波のために甚大な被害を受けた。茨城県の報告によれば4月3日7時00分時点で通行止めとなっている道路は37箇所。その中に14橋梁1跨線橋が含まれる。実現場として茨城県水戸市の万代橋を選択し橋梁の健全性モニタリングシステムを評価中であつたがこの橋梁も一時不通となつた。茨城県内で未だライフラインも復旧していない地域もあるが、今回の震災の経験をもとに社会インフラを維持するために必要な ICT 技術(加速度センサ IC タグ等)を利用したセンサネットワークシステムの有効性を検討する。

### 2. センサ IC タグの構造物健全性評価への応用と課題

今回の地震で、茨城県行方市と鉾田市を結ぶ、北浦に架かる鹿行大橋の中央部が崩落した。2010年から架け換え工事を行っていた矢先である。構造物の健全度を把握する方法の一つとして、構造物の振動を計測して分析する方法がある。具体的には構造物に入力される振動をモニタリングして、その振動特性から構造物の健全性評価を行うものである。入力される振動としては常時微動や有感地震、車両通過時の振動である。常時微動測定には高感度のセンサが必要となるために高価となる。有感地震の場合は地震発生まで延々と振動を待ち構えるために、センサ IC タグに長時間動作が可能なバッテリーを必要とするため現実的ではない。しかし、今回の様な震災でライフラインが寸断された状況でもモニタリングを続けるには、既存のバッテリーを上手に利用する計測方法を検討する必要がある。茨城大学では2007年から茨城県ならびに茨城県内市町村の協力を得て、県内の橋梁を選択して MEMS 加速度センサ IC タグによる振動測定を開始し、MEMS 加速度センサ IC タグやシステムの改良を継続してきた<sup>3)</sup>。



図-1 水戸市万代橋外観

### 3. 万代橋での測定方法

今回、実証実験を兼ねて選択した茨城県水戸市に架かる万代橋は、ケーブルで橋げたを吊る茨城県内初の斜張橋であり平成7年9月に開通した(図-1 参照)。橋長357m、幅25mの4車線、高さ34mの2本の主塔から、外径139mm、136mm、162mmのケーブルそれぞれ24本で本体を吊っている。今回用いた MEMS 加速度センサ IC タグは多目的振動測定に適した HMB 有限協同組合の3軸加速度センサ IC タグである。表-1に HMB 加速度センサ IC タグの仕様を示す。HMB 加速度センサ IC タグのケーブル設置状態を図-3に示す。ケーブルの取り付け面

表-1 HMB 加速度センサ IC タグ

加速度計タイプ	静電容量
サンプリング周波数	200Hz
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	±70gal
通信方式	IEEE802.15.4 準拠

キーワード 橋梁, 加速度センサ, センサ IC タグ, モニタリング

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

から鉛直上向 120 c mの位置にそれぞれセンサを取り付けた。利用した加速度センサ IC タグは 6 個である。センサ IC タグ本体(ケース部)は木片の上に固定し、スチール板にその木片をボルトで固定する。振動測定は橋上を通過する車両の振動を入力として一定時間の振動を測定した。

#### 4. 測定結果とシステム考察

測定は測定間隔 10 分で 90 秒間の加速度測定を 3 回行った。図-3、に水戸方面の主塔から日立方面に伸びる長さケーブル条長 78.87m、図-4 に 69.01m、10m 間隔で隣りあわせの 2 本のケーブルの加速度測定例である。現在 6 本のケーブル加速度データを、交通量・測定時刻などの項目を変えて測定中であり、最終的には 10 本のケーブルを測定し、卓越周波数に注目した分析を行う予定である。



図-2 ケーブルへの設置状況

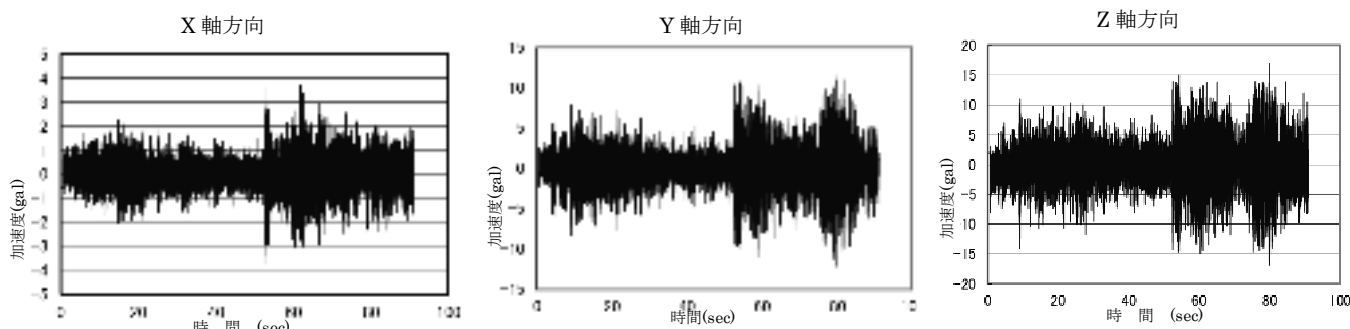


図-3 ケーブル(78.87m)の加速度測定値

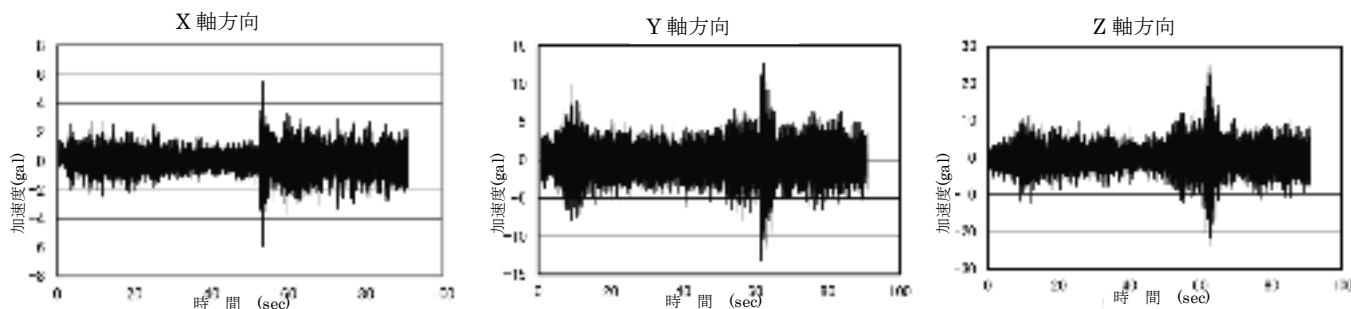


図-4 ケーブル(69.01m)の加速度測定値

#### 5. まとめ

本実験は(財)日本建設情報総合センター研究助成により実施しており、継続的な計測を行う予定である。また、橋梁点検効率化を目的として、PC を車載して移動通信を行う実験も実施予定である。

#### 参考文献

- 1) 長井正嗣・川畑 治・有村英樹：斜張橋の桁曲げ、ねじれおよびケーブルの基本振動数の相対的關係の検討：土木学会構造工学論文集， pp.1143-1152.1992
- 2) 山本 紘希・水野 祐介・藤野 陽三・長山 智則：構造物のモニタリングの開発とそのリスク評価への応用 土木学会 平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会， pp.801-802.
- 3) 齋藤 修・安原 一哉・桑原 祐史(2007)：無線 IC タグを利用した水戸市千歳橋での橋梁振動測定方法の検討 土木学会 平成 19 年度全国大会第 62 回年次学術講演会， pp.767-768.
- 4) 川島一彦・萩本英典・渡邊学歩・西 弘明：強震記録に基づく PC 斜張橋の減衰特性：土木学会論文集 Vol.65No2, pp.426-439.2009.5