

# ワイヤレスセンサネットワークを用いたひずみセンサノードの開発に関する基礎的検討

Fundamental Investigation on Development of Strain Sensor Nodes Using Wireless Sensor Network

室蘭工業大学工学部建設システム工学科

○正会員 矢吹信喜 (Nobuyoshi Yabuki)

室蘭工業大学大学院工学研究科建設工学専攻

学生員 志谷倫章 (Tomoaki Shitani)

室蘭工業大学工学部建設システム工学科

学生員 尾山寿史 (Toshifumi Oyama)

## 1. はじめに

構造物の長寿命化や維持管理・補修費用の削減のために、構造物のヘルスマニタリングシステムの重要性が認識されつつある<sup>1)</sup>。これまでもセンサを利用したヘルスマニタリングが実際に行われてきたが、有線によるヘルスマニタリングが大半であった<sup>2)</sup>。有線によるヘルスマニタリングは、センサシステムのケーブルそのものおよび敷設する作業にコストがかかるため、特に重要な構造物に適用が限られ、数多くの構造物で実地するのが困難である<sup>2)</sup>。

一方、近年ワイヤレスセンサネットワークが注目されており、ケーブルコストの問題を解決する手段として期待されている。特にアドホックセンサネットワークは、安価なセンサノードを数多く配置できることから注目されている。しかし現在のアドホックセンサネットワークは、加速度、温度、音、光、磁気などの物理量を計測するためのセンサボードはあるが、土木構造物の応力の計測に必要なひずみを測定できるセンサボードがないのが弱みである。長山らの研究においては、Crossbow 社の MOTE を利用したひずみセンサが作成されたが、相当複雑な回路を自作しなければならなかった<sup>3)</sup>。

そこで、本研究では Crossbow 社の MOTE を用いて、より簡便なひずみセンサノードを開発することとした。

## 2. MOTE を用いたワイヤレスセンサノードの開発

ワイヤレスセンサネットワークである MOTE キットは、カリフォルニア大学バークレイ校の研究者によって開発され、米 Crossbow 社から市販されている。MOTE は、アドホックネットワークを構築することができる。アドホックネットワークはそれぞれのノードが受信も送信もできるため、非常に多くのノードでネットワークを構築することで、遠く離れたノードからもノードを中継することで基地局にデータを送ることができる。また遮蔽されても、ノードが別の経路を自動的に選択し、データを送ることができる。MOTE キットには、加速度、温度、音、光、磁気などの物理量を計測するためのセンサボードや、センサ自体はないが容易に拡張することのできる MDA300CA (汎用ボード) などがある。しかし、ひずみを計測するセンサボードがないことが欠点である。

本研究では、図-1 に示す 2 ゲージ法の Wheatstoneブリッジ回路を開発し、Crossbow 社の MPR420 及び MDA300CA、に接続することにより、ひずみセンサノードを開発した。尚、ブリッジ回路は温度によって生じるひずみを無視できるように、2 ゲージ法を用いた。

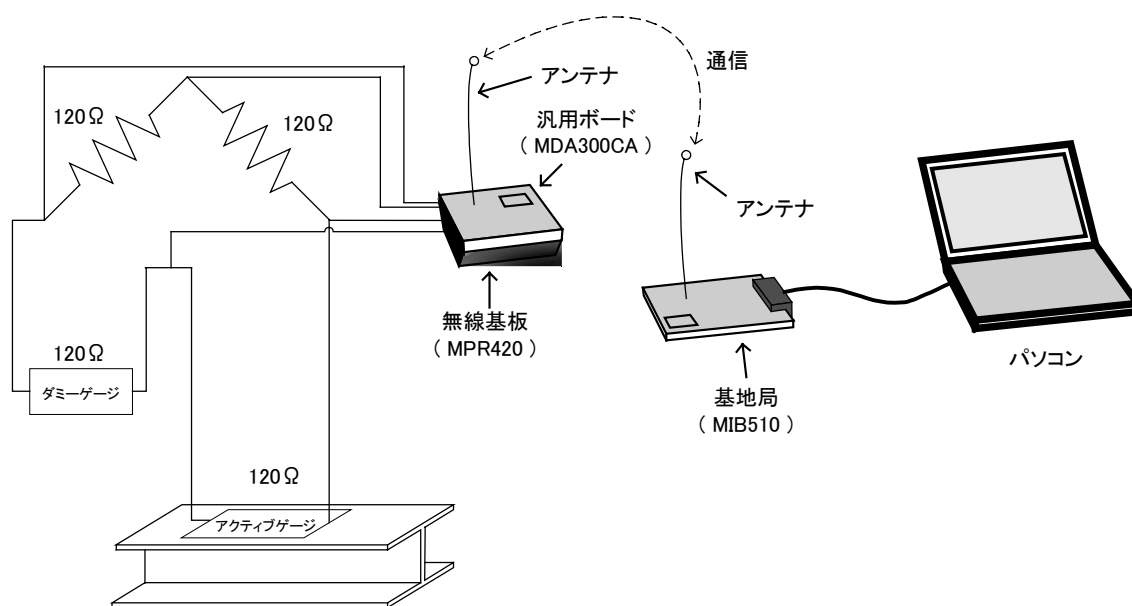


図-1 ワイヤレスセンサネットワーク MOTE を用いて開発したひずみセンサノードシステム

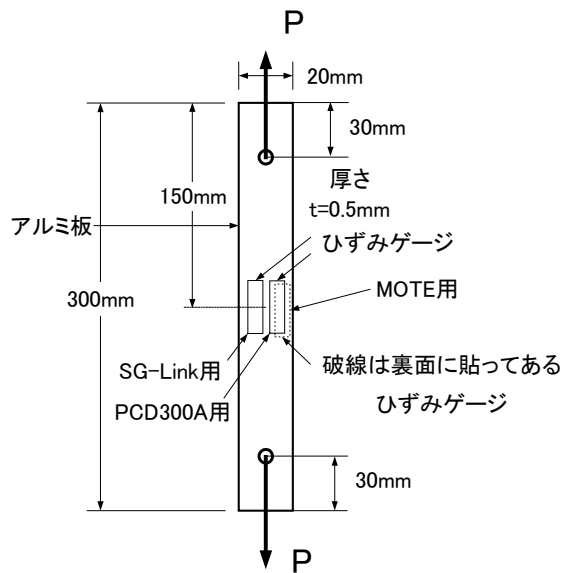


図-2 ひずみ測定実験

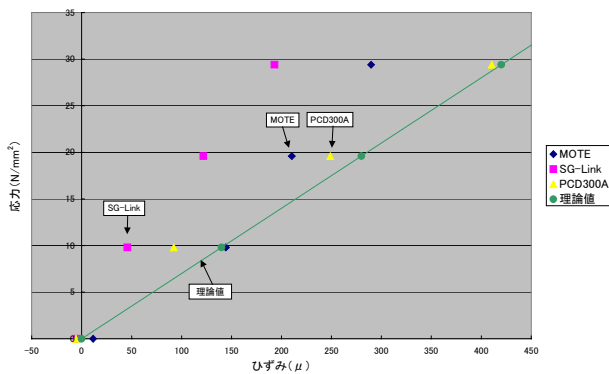


図-3 実験結果

### 3. ひずみセンサノードの検証実験

開発したひずみセンサノードの検証を行うために簡単なアルミニウム板の引張試験を行った。センサノードで測定したひずみと比較するために、通常のひずみゲージを直接測定する PCD300A 及び SG-Link を用いて近傍でひずみ計測を行った。図-2 に実験に用いたアルミニウム板及びひずみゲージの設置状況を示す。この板の両端を引張り、引張力を断面積で割って求めた応力と、測定したひずみのグラフを図-3 に示す。なお、図-3 の理論値は、アルミニウムの弾性係数を  $70\text{kN/mm}^2$  と仮定して求めたものである。今回の実験では、かなり大きな誤差が発生してしまった。今後実験方法を改善し、正確なデータが求められるよう努力していきたい。

### 4. おわりに

近年、モニタリング分野で注目されているアドホックワイヤレスセンサネットワーク技術を用いて簡便なひずみセンサノードを開発した。開発したひずみセンサノードを実験により検証したところ、作動し、ある程度の精度で計測できることが確認できた。しかしながら、より精度の向上を図るために今後研究を進めていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 高比良晋平, 三田彰: 構造ヘルスモニタリングのための損傷インデックスセンサに関する研究, 第 11 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.1969-1974, 2002.
- 2) 長井望, 三田彰, 矢向高弘, 佐藤忠信: 構造ヘルスモニタリング用ワイヤレスセンサに関する研究, 日本地震工学会論文集, 第 3 巻, 第 4 号, 2003.
- 3) Nagayama, T., Ruiz-Sandoval, M., Spencer Jr., B. F., Mechitov K. A., Agha, G.: Wireless strain sensor development for civil infrastructure, Proc., 1st International Workshop on Networked Sensing Systems, Tokyo, Japan, pp.97-100, 2004.