

## 16. 建物振動モニタリングおよび長周期地震動をターゲットとした地震観測（エイツー社との共同研究）

横田崇・倉橋奨・落合鋭充

### 1. はじめに

地震発生後早期に建築構造物の健全性や損傷度等を評価することは、建物の使用可否や耐震補強の必要性を判断するために重要である。建物の損傷度の評価を行う手法として王他（2012）は、常時微動記録を用いた逆重畳法に基づく層間せん断波伝播速度を測定する手法を提案している。この手法は、常時微動記録から建物内の上昇波と下降波を抽出し、その伝播時間からせん断波伝播速度を推定するものである。被災前と被災後のせん断波速度の変化を調べることにより、その建物の損傷度が評価できることが期待される。したがって、被災後の建物損傷度を評価するためには、予め健全な状態の建物のせん断波速度を推定しておく必要がある。また、実活用するためには、建物内にて常時微動を常時観測するとともに、逐次（または数秒・数分おきに）せん断波伝播速度を計算するアルゴリズムを構築し実装をしなければならない。

また、近年、高層ビルやマンションの建設が進み、長周期地震動に対する対策が注目を集めている。しかし、長周期地震動は、高層ビルやマンションのみならず、重機を用いた製品の作成や運搬が行われる製造業でもその影響が懸念される。特に重機は、強い地震動に対しては耐震性が高いが、大きな地震の後に継続してゆれる長周期地震動では被害が発生する可能性があり、大きな激しい揺れが収まり多くの人が安心して発生するため、一層甚大な被害に発展する恐れがある。その被害を軽減する方法の一つとして、長周期地震動に対応したワーニングシステムがある。対象建物に設置した地震計により、平時は建物の応答特性の抽出を行う。地震時は、抽出した応答特性と地表観測記録から上階の地震動を予測し、大きく揺れる前にアラートを出す。また、上階の地震計にて長周期地震動が観測されれば、その状況も実況し避難に役立てる仕組みである。

これらのシステムは、地表階と建物の最上階に地震計を設置し、常時観測することで、運用する仕組みである。この仕組みの運用を目指し、地震計の会社である株式会社エイツー社と共同して、愛知工業大学内の時計台の地表階と最上階に地震計を設置し、モニタリングするシステムを構築したので報告する。

### 2. 設置概要

#### 2.1 設置場所

愛知工業大学内の旧本部棟に繋がる時計台の地表階と最上階に地震計を設置した。地震計の設置概要図を図1に示す。時計台の高さは35mで、実際に設置した最上階の高さは33mである。

#### 2.2 システム概要

地震計情報の流れ及びシステムの概要を図2、図3に示す。地表階および最上階の地震計は、PoE対応の有線LANにより、旧本部棟2階（玄関前）に設置されたハブに繋がれている。さらにwifiルーターを経由して、学内LANに接続されている。地震計のデータは、地域防災研究センターのサーバにリアルタイムで保存されている。

また、地震計のリアルタイムデータは、ポータルサイトにて閲覧可能である。

#### 2.3 地震計の概要

株式会社エイツー社製の小型地震計である。地震計の概要を図4に示す。地震計の設置方向は、建物の辺に沿っ

て設置しているため、センサーの北方向は地表階：N31°E、最上階：N71°E磁北とずれている。地震計の方位は、座標変換によって補正されている。

### 3. 観測概要

地震計の設置は、2020年3月31日に完了し、地震観測は4月26日より実施されている。その一例として、5月19日13時13分に岐阜県飛騨地方で発生したM5.3の地震記録を図4に示す。地表階(図5の下2つのグラフ)では、大きな震動ではないが、屋上階(図4の上2つのグラフ)では、大きく震動し、かつ、継続時間がない様子が顕著に見られる。パワースペクトルから、この時計台の卓越周波数は約1.3Hz(周期：0.77秒)と推定される。

### 4. まとめ

建物振動モニタリングおよび長周期地震動をターゲットとした地震観測網を構築した。今後、観測を続けていく。

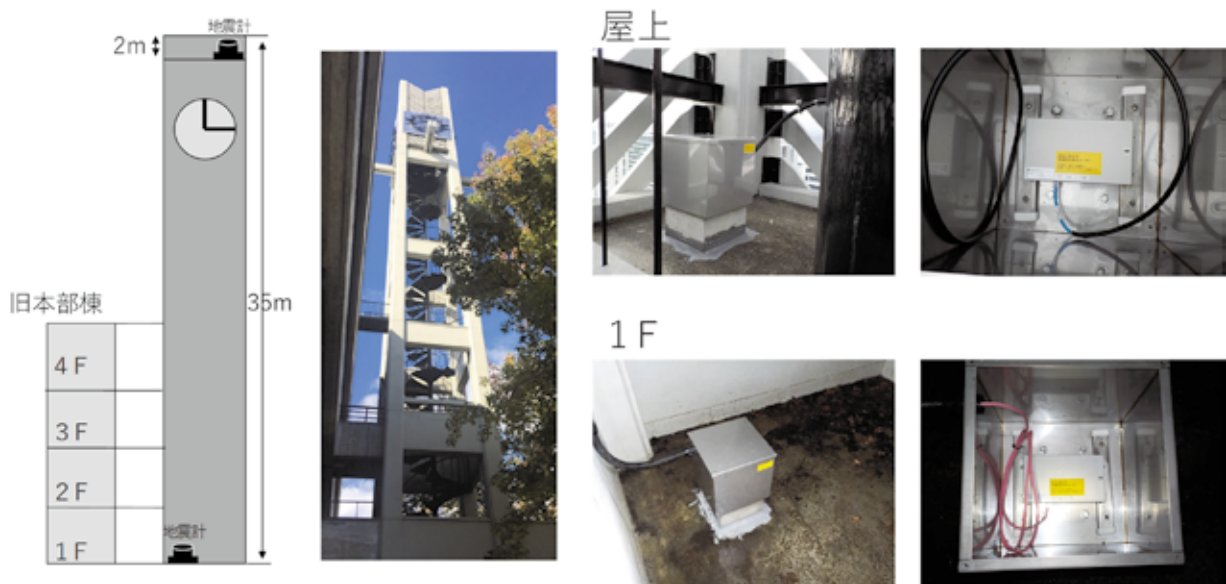


図1 愛知工業大学内の時計台の概要(左)と屋上階と1階の地震計設置写真

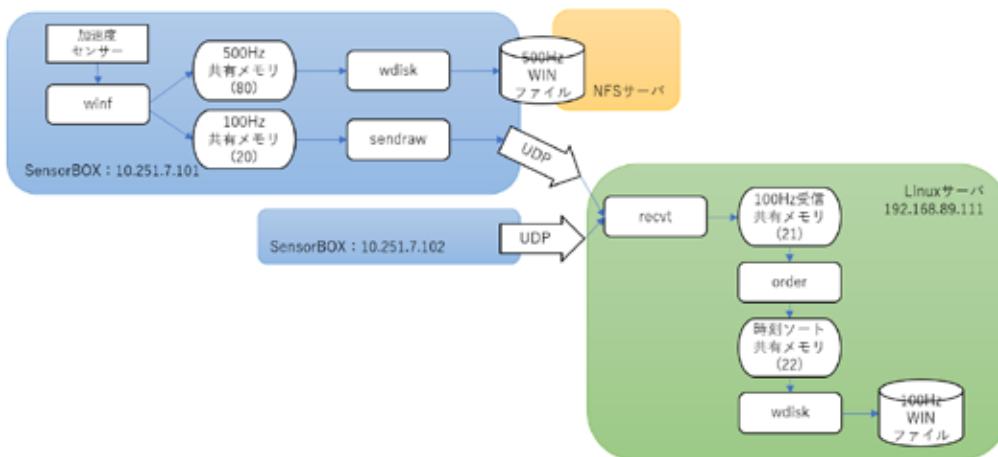


図2 情報の流れ

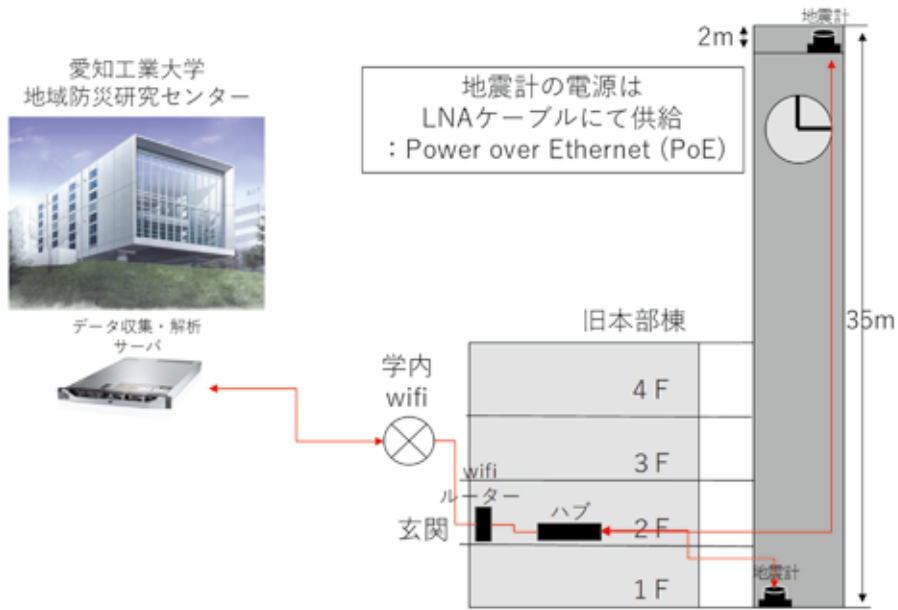
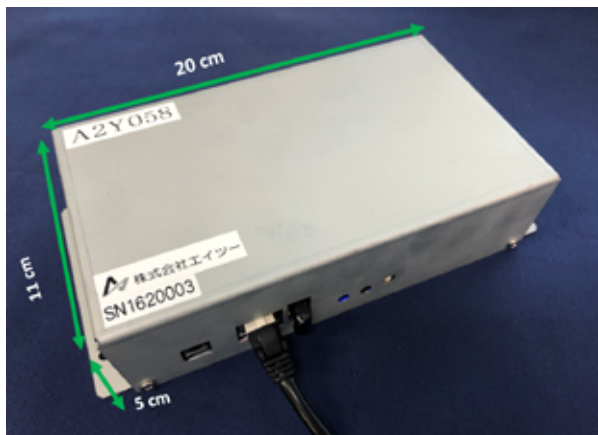


図3 地震観測のシステム概要図



仕様	
センサ	MEMS 加速度計 (ADXL 355) 3 成分
測定レンジ	± 2G (標準)
サンプリング周波数	100 Hz または 200 Hz (標準) ※ダウンサンプリング速度の500 Hz または 800 Hz データの保存可
周波数特性	DC-サンプリング周波数 20% (標準)
位相特性	直線位相 ※ご要望に応じて設計可
収録形式	常時または トリガー (P波検知→検知時刻 1 分前から保存開始)
データ保存先	100/200 Hz : ネットワーク転送 500/800 Hz : NFSサーバ
時刻同期	NTPサーバ利用 ※数 msec で特別同期
通信方法	Ethernet
データフォーマット	winフォーマット (1分ファイル)
材質	ベース板・カバー : SECC
寸法 (ネジ止め含)	207 X 110 X 50 [mm] ※別表図面参照

図4 地震計の概要及び仕様

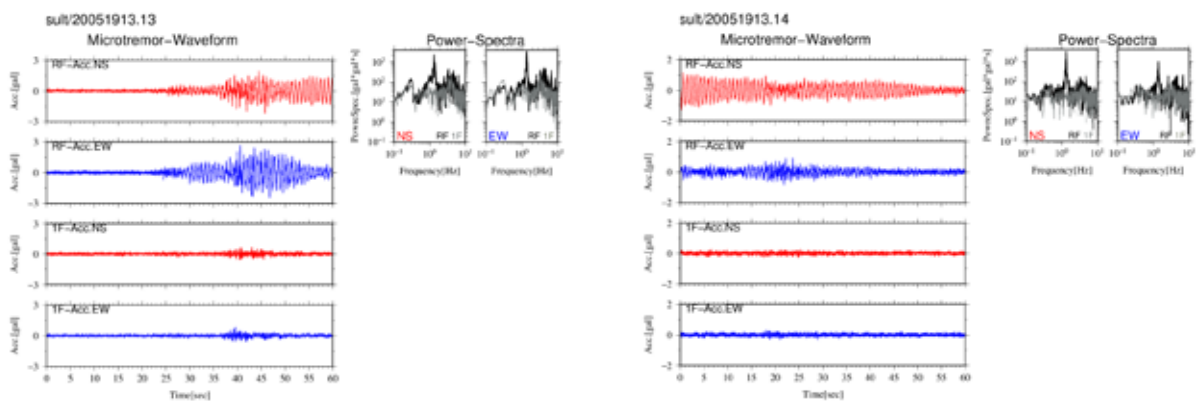


図5 2020年5月19日13時13分 岐阜県飛騨地方の地震 (M5.3) の地震記録