

## 39号館の地震観測に関する研究

日大生産工(学部) ○伊藤 洵 日大生産工 藤本 利昭  
日大生産工(院) 郡司 和弥

### 1 まえがき

津田沼キャンパスでは2007年にキャンパス内の建物(5号館, 37号館)および自由地盤上に強震計を設置して以来, 継続的に地震観測を行っている。その一環として, 2014年8月には39号館に強震計が新設された<sup>1)</sup>。

本研究では, 観測開始から2017年8月末までの3年間で設置した強震計から得られたデータを活用し, 39号館の振動特性とその変化について報告する。

観測点では, 水平2方向(NS, EW)および鉛直方向(UD)の3成分を測定している。全てのセンサー部が1台の記録部に接続されている。観測記録は建物内で収録装置に記録され, ネットワーク回線を通じて, 遠隔操作によりデータ回収できるシステムとなっている。なお, 本研究ではNS, EW方向について検討した結果について報告する。

### 2 強震観測システム概要

#### 2.1 対象建物概要

写真1に39号館の外観写真を示す。39号館は, キャンパス内西側に位置する2012年に竣工した新しい建物である。構造は鉄骨造の純ラーメン構造であり, 平面形状は約47m×約53m, 地上6階建ての建物高さ30.90m(軒高30.08m)の建物で, 6階西側がセットバックしている。

#### 2.2 強震観測概要

図1に39号館の強震計設置階平面図, 図2に断面図上の強震計設置位置を示す。

強震計は建物内の地上1階中央と地上3階, 6階の北側の3箇所に設置している。強震計の各

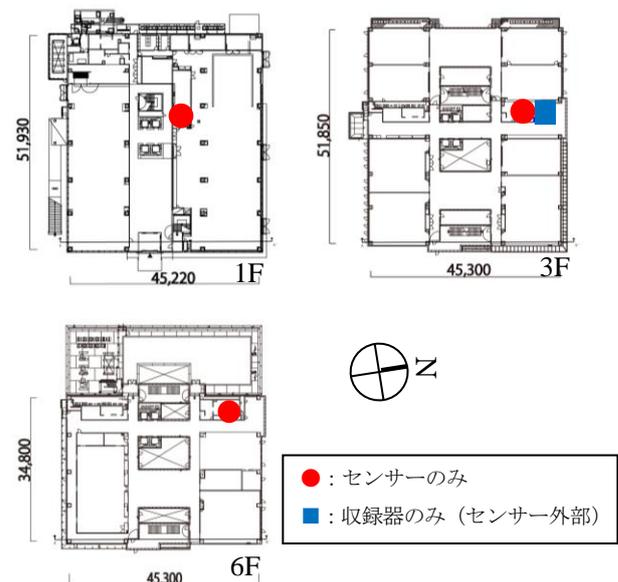


図1 強震計設置位置



写真1 39号館外観図

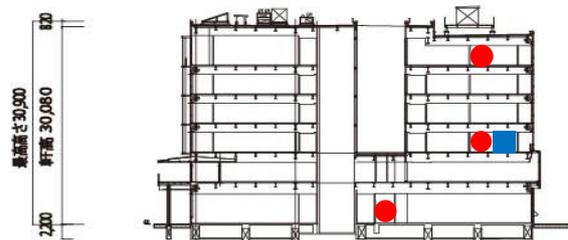


図2 A-A'断面図

Study on Seismic Observation of Building No. 39

Makoto ITO, Toshiaki FUJIMOTO and Kazuya GUNJI

### 3 検討地震概要

検討対象地震数は、64地震である。対象とした地震は、強震計にて観測された2014年8月の観測開始から約3年間の地震とした。

習志野市鷺沼の観測所において、対象地震の中で最も大きな震源深さを観測したのが2016年12月28日(水)21時13分頃、茨城県北部を震源地としたM6.3の地震である。この地震の最大震度は6弱、習志野市鷺沼の震度は3であった。39号館1階における計測震度は2.4であった。

39号館の強震計で観測された地震の震度およびマグニチュードを地図上にプロットして図3に示す。図3から39号館で観測された地震は、茨城県北部、茨城県南部、福島県沖を震源とする地震が多いことが確認できる。マグニチュードは3から5の範囲が多く、震源深さは5kmから682kmの範囲になっている。

### 4 観測結果

#### 4.1 固有振動数(固有周期)

習志野市鷺沼で最も大きな震度を観測した2016年12月28日(水)の観測記録を一例に、39号館の振動特性について検討を行った。観測記録をフーリエ解析し、基礎固定に相当する1階に対する各階のスペクトル比を求めた結果を図4に示す。なお、スペクトルの平滑化にParzen型ウインドウのバンド幅0.1Hzを用いた。図4から推定した1次、2次、3次の固有振動数(固有周期)を表1に示す。

図4より、NS方向では1.06Hz(0.942s)、3.14Hz(0.319s)、5.03Hz(0.199s)、EW方向では、1.01Hz(0.987s)、3.03Hz(0.330s)、4.92Hz(0.203s)に1次、

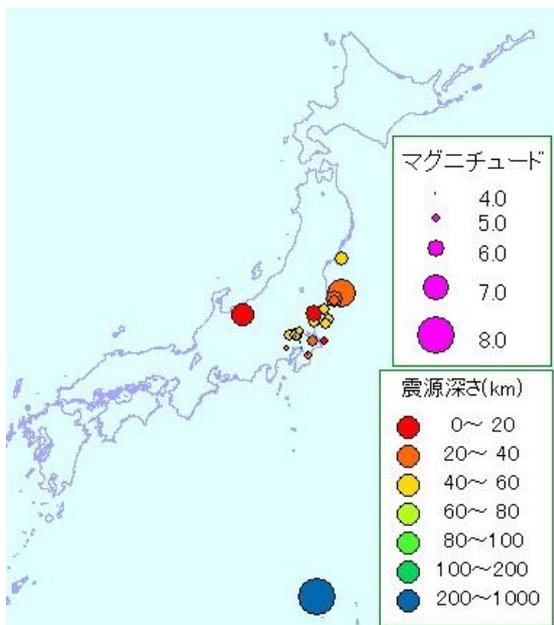


図3 39号館で観測された地震概要<sup>2)</sup>

2次、3次固有振動数と考えられるピークが見られる。また、1.31Hz(0.76s)に小さなピークが見られるが、これは捩れモードの振動数であると考えられる。

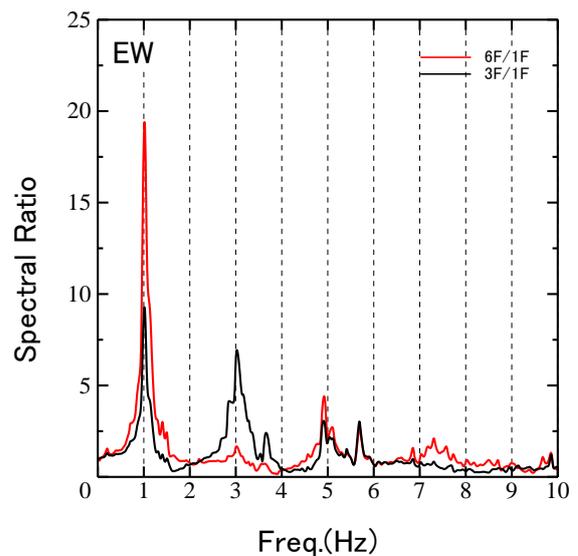
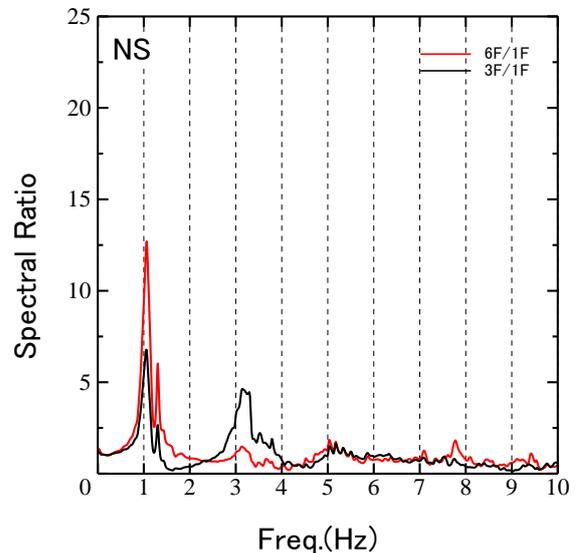


図4 フーリエスペクトル比

表1 39号館の固有振動数

方向	1次	2次	3次
NS	1.06Hz (0.942s)	3.14Hz (0.319s)	5.03Hz (0.199s)
EW	1.01Hz (0.987s)	3.03Hz (0.330s)	4.92Hz (0.203s)

( )の数値は固有周期

表1より、NS方向、EW方向ともに2次、3次固有振動数が1次固有振動数の約3倍、5倍となっているため、39号館のモード形状はせん断型と推定される<sup>3)</sup>。

#### 4.2 振動モード

前述の地震を一例に、フーリエスペクトルと位相差スペクトルの関係から推定した各方向の1次、2次、3次固有振動数におけるモード形状を図5に示す。なお、同図は各次固有振動数時の最大振幅である階に対する各階の振幅比を求めて作図したものである。表2に1Fと各階のフーリエスペクトル比を示す。

図5より、NS方向、EW方向ともにほぼ同じモード形状を示していることが確認できる。1次モードの1、3、6階の振幅比が高さ方向に対してほぼ比例分布になっている。ここから、振動モード図からも39号館のモード形状はせん断型であると考えられる。

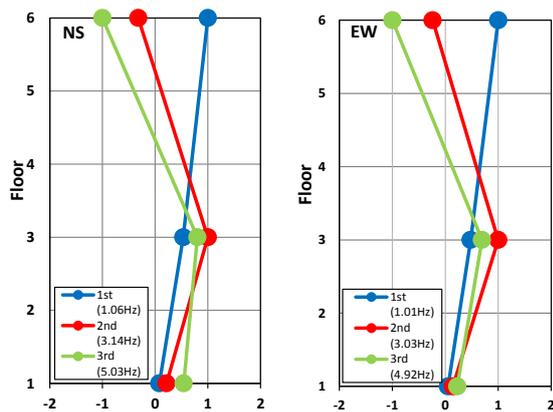


図5 39号館振動モード図

表2 フーリエ振幅比

階	N-S		
	1st (1.06Hz)	2nd (3.14Hz)	3rd (5.03Hz)
6	12.6	-1.47	-1.84
3	6.75	4.63	1.48
1	1.00	1.00	1.00
階	E-W		
	1st (1.01Hz)	2nd (3.03Hz)	3rd (4.92Hz)
6	19.4	-1.66	-4.40
3	9.28	6.94	3.05
1	1.00	1.00	1.00

#### 4.3 経年変化

固有周期の経年変化を検討するため、観測開始から約3年間の観測記録による水平2方向の固有周期の変化を図5に示す。

図6より、NS方向、EW方向ともに1次固有周期で若干のばらつきがあるが、NS方向の固有周期は、観測開始からそれぞれ0.90s、0.30s、0.18s付近に分布し、ほぼ一定の値を取っている。同様に、EW方向の固有周期も、それぞれ0.90s、0.30s、0.18s付近に分布し、ほぼ一定の値を取っており、39号館の固有周期の変化はほとんど認められなかった。

#### 4.4 最大相対変位

1次固有周期のばらつきを検討するために建物の固有周期と最大相対変位との関係について考察する。39号館の1次、2次、3次固有周期と最大相対変位との関係を図7、8、9に示す。

最大相対変位は、観測された加速度波形を2回積分し、39号館の1次、2次、3次固有周期を含む狭帯域のバンドパスフィルターを施し、6階と1階との差より算出した。

図7より、1次固有周期は最大相対変位が大きくなるに従い、伸長する傾向が見られた。一方、図8、9より、2次、3次固有周期は最大相対変位が大きくなるに従い伸長する傾向はあるものの、1次固有周期に比べてわずかである。

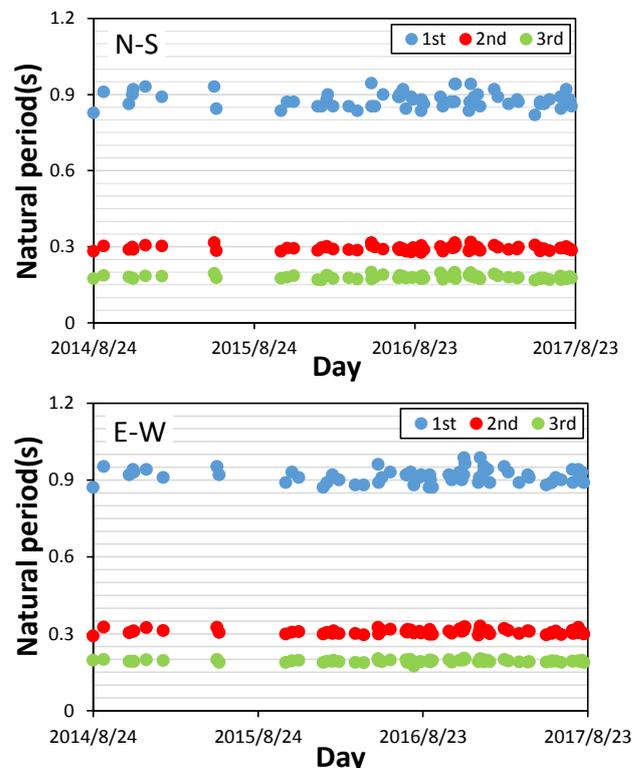


図6 39号館の固有周期と経年変化

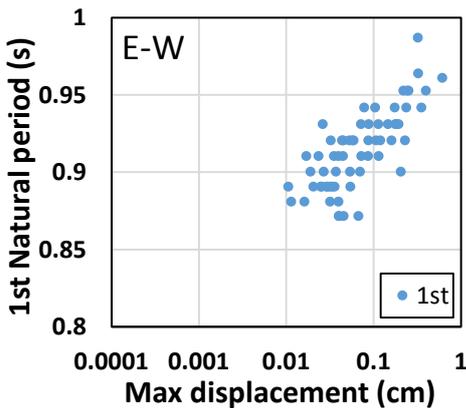
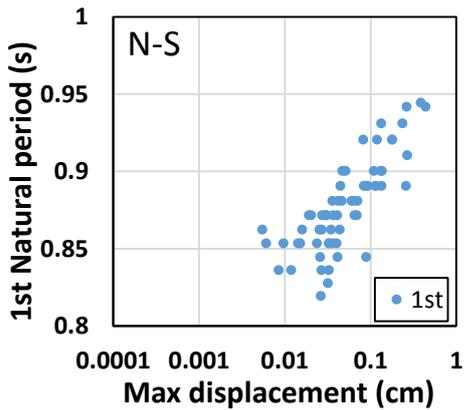


図7 1次固有周期と最大相対変位

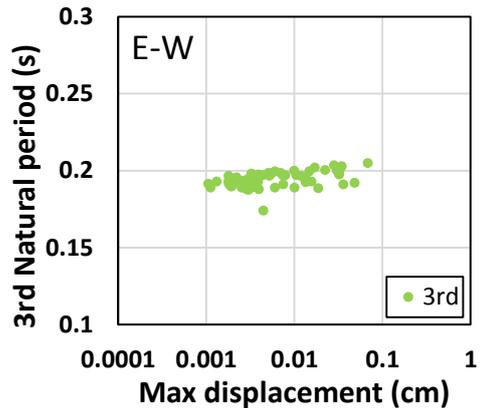
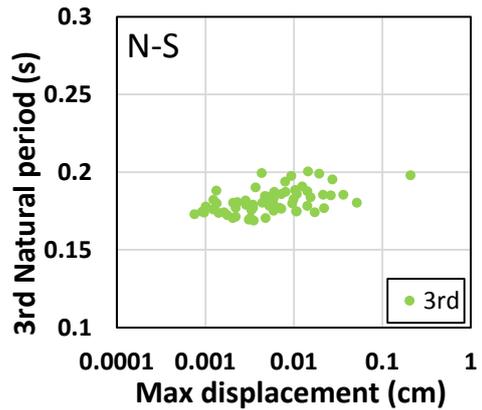


図9 3次固有周期と最大相対変位

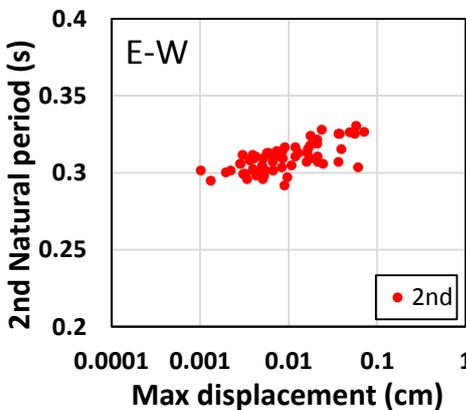
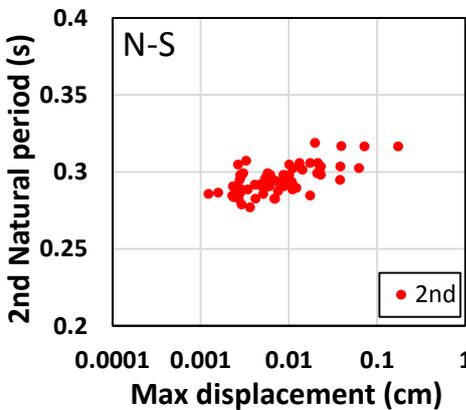


図8 2次固有周期と最大相対変位

## 5 まとめ

日本大学生産工学部津田沼キャンパス39号館の約3年間における強震観測記録を基に振動特性の変化について検討した。その結果、以下の知見を得た。

- 1) NS 方向 EW 方向のモード形状がほぼ同じであることが確認できた。
- 2) 観測開始から3年間で固有周期の変化は見られなかった。
- 3) 1次固有周期は最大相対変位が大きくなるにつれて伸長する傾向が見られた。
- 4) 2次、3次固有周期は最大相対変位が大きくなっても、固有周期にあまり変化は見られなかった。

### 「参考文献」

- 1) 藤本利昭, 師橋憲貴, 下村修一, 高畠秩: 日本大学生産工学部における強震観測 -その3 39号館における観測の概要-, pp.1-4, 2014.12
- 2) 地震検索システム EQLIST : <http://www5b.biglobe.ne.jp/t-kamada/CBuilder/eqlist.htm>, 2017.10
- 3) 社団法人日本建築構造技術者協会: 耐震構造設計ハンドブック, 株式会社オーム社, 2008.10