ISSN 2186-5647

P-7

日本大学生産工学部における強震観測

－その１　観測システムの概要－

日大生産工(学部) ○高畠　秩　日大生産工　藤本利昭
日大生産工　師橋憲貴　日大生産工　下村修一
日大生産工　桜田智之　日大生産工(非常勤) 工藤一嘉

１．はじめに

日本大学生産工学部津田沼キャンパスでは，2007年より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，強震観測を継続して行ってきた[1)~4)]。更に今年度，強震計の2次利用として，4号館への強震計の新設と37号館の強震計の再整備が行われた。

また37号館では，来校者や在学生への防災意識の向上などを目的として，強震観測結果を地震発生直後に学内で表示するシステムも導入された。

本報告は，新たに整備された強震観測システムの概要と，観測事例について報告する。

２．観測概要

2.1　既存の観測システム概要[1)~4)]

2007年6月より現在まで観測が行われている強震観測システムについて概説する。図1に津田沼キャンパスの配置図を示す。これまでは，キャンパス内の建物2棟（5号館，37号館）および自由地盤上の1か所で観測が行われている。

5号館は，鉄筋コンクリート（以下RC）造の4階建ての建物であり，キャンパス内の北側に位置する建物である。5号館では，屋上階（RF），2F，1Fの南側に各1か所，合計3か所センサーが設置されており，観測に使用している強震計は，SMAC-MDU型強震計（9成分一体型：ミツトヨ製）を使用している。

37号館は，鉄骨（以下S）造の8階建ての建物であり，キャンパスの南側にある正門を入ったほぼ正面で敷地内の中央よりやや南側に位置する建物である。37号館には，8Fの東西の端に2箇所，4F，1Fには西側に各1か所の合計4か所にK-NET95型強震計（全て3成分）を設置している（図2参照）。

自由地盤上の観測は，5号館より北北東約60mに地表面の観測を目的に強震計を設置し，観測を行っている（図1参照）。観測に使用し

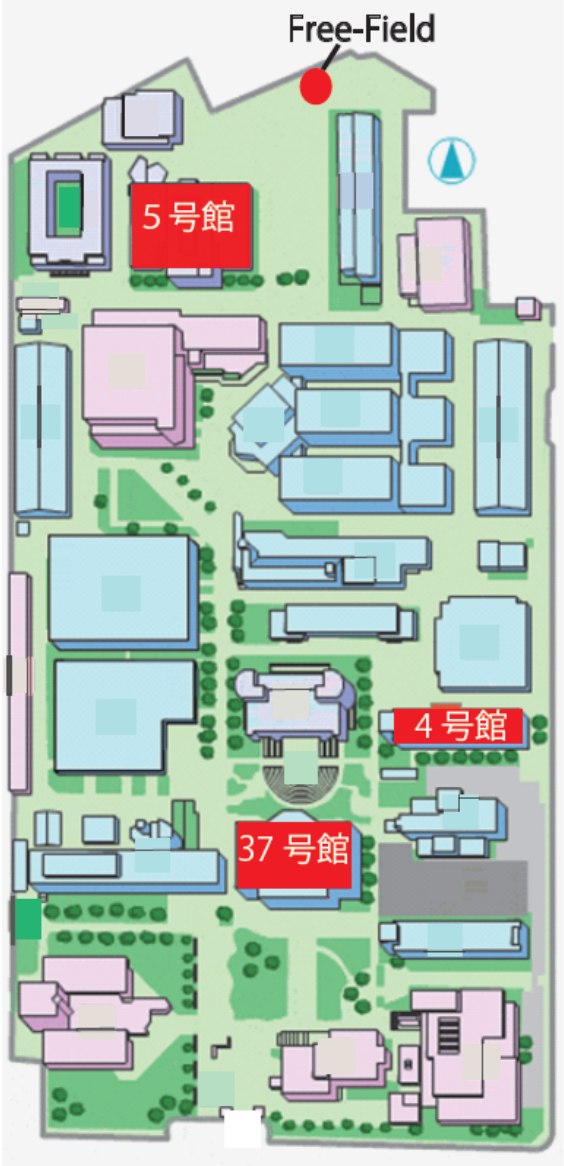


図1　津田沼キャンパス強震計配置図

Strong-motion Observation of College of Industrial Technology, Nihon University
－ Part 1 Outline of Strong-motion Observation System －

Satoshi TAKABATAKE, Toshiaki FUJIMOTO, Noritaka MOROHASHI,
Shuichi SHIMOMURA, Tomoyuki SAKURADA and Kazuyoshi KUDO

ている地震計は，37号館と同様にK-NET95型強震計（3成分）である。

なお，5号館及び自由地盤に設置している強震計は，GPSを用いた時刻校正を行っているが，37号館の強震計では時刻の自動校正はされていない。

2.2　新観測システムの概要

2013年8月に，新たに37号館と4号館に強震計を設置した。前述のように，37号館では既に地震観測を行っているが，時刻の自動校正ができないという課題があったことから，新たに8F，4F，1Fの東側に各1か所の合計3か所に強震計を設置した（図2参照）。

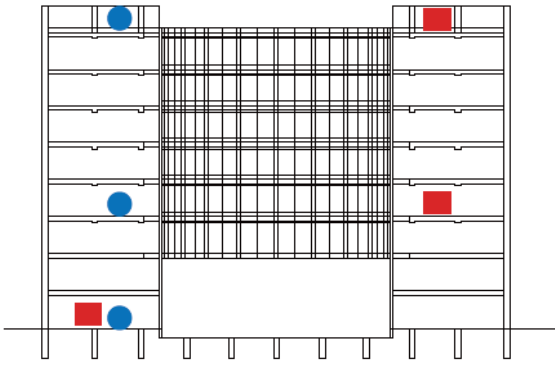
また4号館は，RC造の地上4階，地下1階建ての建物であり，キャンパス内37号館の東側に位置する建物である。この建物は昭和30年代後半に建設された建物であり，学内でも歴史のある建物と言える。4号館は4FとB1Fに強震計を設置しており，東西方向に細長い平面形状であることから，4Fでは長辺方向の東西ならびに中央付近の3か所に設置した。一方B1Fでは，地震時の建物短辺方向のロッキング振動を測定する目的で，南側1か所と北側はB1F床面と柱頭部の2か所の合計3か所に強震計を設置した（図3参照）。

今回新たな観測には，37号館はSMAC-MDU型強震計とSMAC-MD型強震計を使用し，4号館はSMAC-MD型強震計を使用している。なお4号館及び37号館に設置している強震計は，従来とは違いラジオを用いた時刻校正を行っており，8月に設置完了後，9月より従来の5号館，自由地盤と共に観測を継続して行っている。

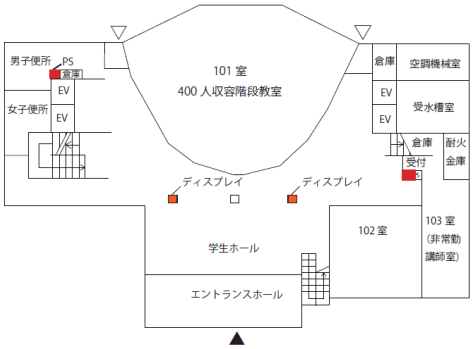
また，37号館においては，今回新たに設置した強震計を利用して，学内および学外の来校者に向けた地震観測結果の即時表示を開始した。

2.3　地震表示システム

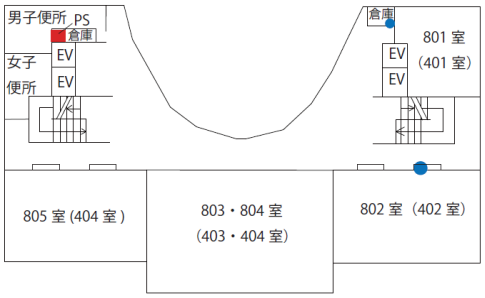
今年度より37号館1階には強震計より得られた観測値を表示する地震表示システムを設置した。表示装置は，37号館1階エントランスに設置されていた既存の液晶ディスプレイ2台を利用している。本システムの設置目的は，地震発生時に本学部の学生ならびに来校した一般の人に，発生した地震の情報を直ちに確認できるようにすることと，大地震発生時の対応の補助や防災意識の向上である。この情報は，37号館1階講師室に設置された強震計に接続されたPCにより発信されるシステムになっている。またこのPCはキャンパス内11号館の研究室のPCによりリモートコントロールできるよう設



(a) 断面



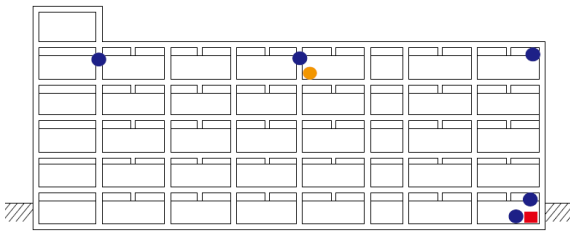
(b) 1階平面



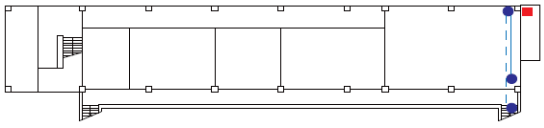
●：センサーのみ　■：センサー内蔵の収録器
●：収録器のみ（センサー外部）

(c) 4，8階平面

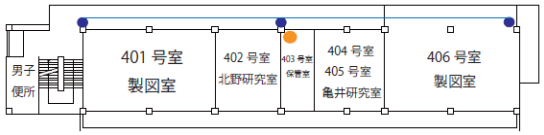
図2　強震計設置箇所（37号館）



(a) 断面



(b) 1階平面



(c) 4階平面

図3　強震計設置箇所（4号館）

定されており，研究室からディスプレイの確認，操作ならびに強震記録の回収が可能である。

３．観測および動作事例

3.1　観測地震概要

本年9月に本観測システムの正式運用を開始した直後の2013年9月4日（水）9時18分頃，鳥島近海を震源地としたマグニチュードM6.8の地震が発生し，本観測システムが作動した。観測地震の概要を表1に示す。最大震度は4で，習志野市の震度は2であった。本キャンパスの自由地盤上の観測結果も震度相当値は2であった。

表1　観測地震の概要

発生日時	2013 年 9 月 04 日 09 時 18 分頃
震 源 地	鳥島近海
震　　央	29°56.1'N　139°25.0'E
震源深さ	約 445km
ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	M:6.8
震　　度	震度 2（習志野市鷺沼）
最大震度	震度 4（宮城，福島，千葉，神奈川）

3.2　観測結果概要

a）37 号館の観測結果

37 号館での観測結果を表 2 に示す。最大加速度は 8F で 28.1gal, 4F で 21.0gal, 1F で 5.6gal であった。

観測記録をフーリエ解析し，基礎固定に相当する 1F と各階のスペクトル比（システム関数）を求めた結果を図 4 に示す。なおスペクトルは全て Hanning ウインドウでスムージングを掛けている。図 4 から推定した 1 次～3 次の固有振動数を表 3 に示す。固有振動数は，文献 2)で報告されている強震時の固有振動数（NS 方向 1 次 1.17Hz, 2 次 3.5Hz, 3 次 6.21Hz, EW 方向 1 次 1.1Hz, 2 次 3.32Hz, 3 次 5.57Hz）に比べ若干小さい値であった。これは，文献 3),4)で報告されているように，2011 年東北地方太平洋沖地震による影響と考えられる。

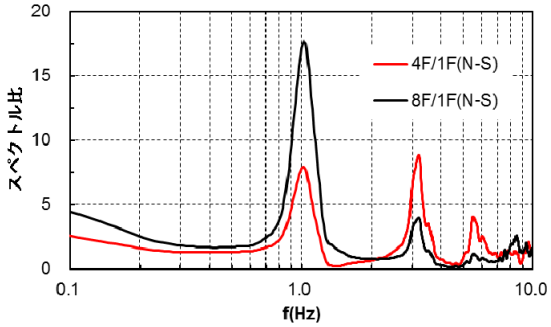
また今回の地震では，地震表示システムも初めて作動した（写真 1 参照）。当日は本キャンパスで土木学会全国大会が開催されており，37 号館 1 階はその受付が行われていたこともあり，多くの人々が観測結果の表示されたディスプレイに見入っていた。

表2　37号館各部の観測値一覧

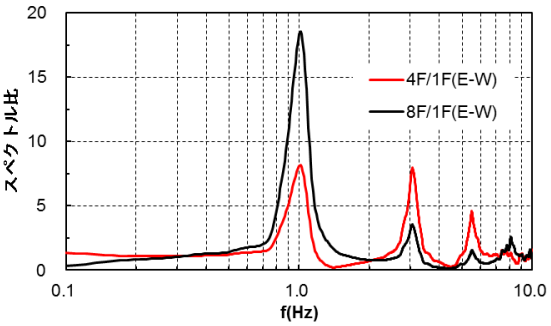
	最大加速度一覧(Gal.)			震度分布(換算値)	
	NS(短辺)	EW(長辺)	UD(鉛直)	計測震度相当値	SI 値
8F	28.1	18.6	3.4	3.7	5.1
4F	20.7	21.0	2.9	3.1	3.0
1F	5.6	5.1	2.5	2.1	0.9

表3　37号館各部の固有振動数一覧

	1 次	2 次	3 次
NS 方向 (短辺)	1.03Hz (0.975 秒)	3.20Hz (0.313 秒)	5.53Hz (0.181 秒)
EW (長辺)	1.01Hz (0.987 秒)	3.05Hz (0.328 秒)	5.53Hz (0.181 秒)

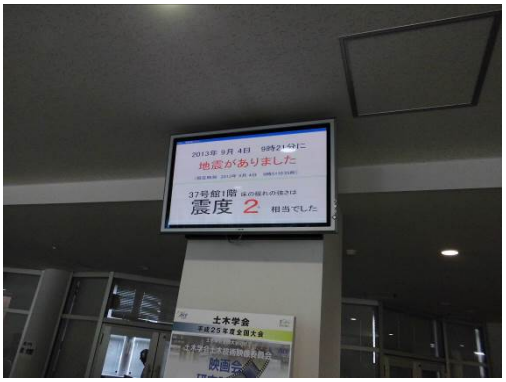


（a）N-S（短辺）方向



（b）E-W（長辺）方向

図4　観測結果によるシステム関数（37号館）



（a）ディスプレイ表示状況

（b）表示時の 37 号館の状況

写真1　地震表示システム稼働風景

b）4 号館

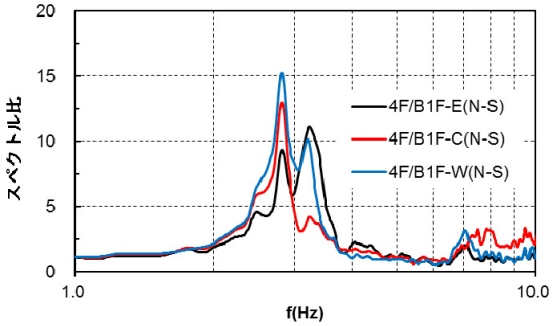
4 号館で観測された最大加速度は，4F で 54.2gal，B1F で 18.1gal であった。

観測記録をフーリエ解析し，基礎固定に相当する B1F と各階のスペクトル比（システム関数）を求めた結果を図 5 に示す。なおスペクトルは全て Hanning ウインドウでスムージングを掛けている。図 5 より，EW（長辺）方向に関しては，4F の 3 か所の記録はほぼ同じ結果となっており，2.82Hz に明瞭なピークがあり，1 次モードと推定される。一方 NS（短辺）方向は，測定位置によって差異があり，2.82Hz と 3.21Hz にピークがあり，西側および中央では 2.82Hz が，東側では 3.21Hz が卓越している。

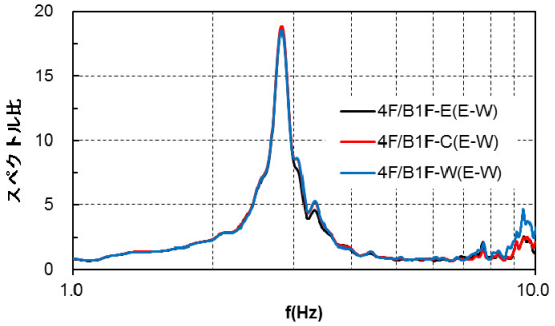
4 号館の振動性状については，山辺らの起振機実験による研究[5]があり，この研究では，短辺方向を対象に起振機実験が行われている。

文献 5)によれば，建物中央部と端部で 1 次固有周期が異なり，中央では約 0.33 秒（3.03Hz），階段側では約 0.36 秒（2.78Hz）で更に約 0.30 秒（3.33Hz）にねじれの周期があることが報告されている。

今回の観測結果は，文献の値とは僅かに異なるが，2.82Hz（0.355 秒）が 1 次固有振動数，3.21Hz（0.311 秒）がねじれ振動の周期であると考えられる。



(a) N-S（短辺）方向



(b) E-W（長辺）方向

図5　観測結果によるシステム関数（4号館）

表4　4号館各部の固有振動数一覧

	1 次	ねじれ
NS(短辺)	2.82Hz(0.355 秒)	3.21Hz(0.311 秒)
EW(長辺)	2.82Hz(0.355 秒)	ー

4．まとめ

2013年8月に新しく設置した強震観測システムの概要と観測事例について報告した。今後は，本システムにより得られるデータを活用して，地盤ならびに建築物の地震時挙動について研究を継続するだけではなく，キャンパスの防災活動に役立てていきたいと考えている。

謝辞

本強震観測システムは，先にも述べたように東京大学地震研究所の強震計の2次利用であり，設置にあたっては，元東京大学地震研究所技術職員坂上実氏の多大なご協力を得た。また強震計および地震表示システムの設置にあたっては，本学部事務局のご高配によるところが大である。ここに記して謝意を表する。

参考文献

1) 金子皓樹，須賀一裕，森井達之，師橋憲貴，工藤一嘉，桜田智之：日本大学生産工学部内におけるRC造およびS造建築の強震観測と地震時振動性状の把握，第13回（平成22年）日本地震工学シンポジウム，pp.2832 -2839

2) 金子皓樹，師橋憲貴,工藤一嘉,桜田智之：日本大学生産工学部内における建物の強震観測と地震時振動性状，第43回（平成22年度）日本大学生産工学部学術講演会建築部会講演概要，pp.113-116

3) 高橋和丈，師橋憲貴，工藤一嘉，桜田智之：2011年東北地方太平洋沖地震による日本大学生産工学部における強震動と建物の振動性状，日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)2012年9月，pp.683-684

4) 高橋和丈，師橋憲貴,工藤一嘉,桜田智之：2011年東北地方太平洋沖地震(群)の生産工学部津田沼キャンパスにおける強震動と建物の振動性状，第44回（平成23年度）日本大学生産工学部学術講演会建築部会講演概要，pp.567-570

5) 山辺克好，寺坂康成：実在建築物の振動性状に関する研究―本学部4号館における起振機実験の場合―，第30回（平成9年度）日本大学生産工学部学術講演会建築部会講演概要，pp.29-32