

地震時挙動に基づく免震・制振構造物の動特性について

日大生産工(学部) ○涌井 建治 日大生産工(院) 皆川 勝

日大生産工(院) 高橋 史憲 日大生産工 神田 亮

日本大学櫻丘高等学校 小瀬古 正徳 日本大学櫻丘高等学校 猪俣 亜紀夫

1. はじめに

構造物の耐震設計を行う際、地震時挙動を正確に予測する必要がある。そのためには、構造物を適切な振動系モデルに置換すること、構造物の質量、剛性、固有円振動数、減衰などを正確に予測すること、また構造物に入力される地震動を正確に予測することなどが必要である。実構造物の地震観測を実施することは、これらのことがらを検証する最もよい方法の一つである。そこで、日本大学のキャンパス内にある校舎に地震計を設置し地震観測を実施することとした。本論文では、現在までの観測結果について報告する。

2. 観測概要

観測対象構造物は、日本大学櫻丘高校新校舎（以下：櫻丘）と日本大学経済学部7号館（以下：経済学部）である。構造物概要を表1に示す。櫻丘は、5階建ての鉄筋コンクリート造建物で基礎部と地盤の間に免震装置が設置されている。また、経済学部は、15階建ての鉄骨造建物で各階の桁行き方向・梁間方向にビンガムダンパーが設置されている。櫻丘では、免震ピット床、1階床、5階床に加速度計を設置した。

表1 構造物概要

名称	桜丘高校新校舎	経済学部7号館
竣工年	2006年	2005年
場所	東京都世田谷区	東京都千代田区
地盤種別	Ⅱ種(東京礫)	Ⅱ種(東京礫)
支持層	GL-3.3m	GL-16.3m
基礎形式	直接基礎	直接基礎
階数	地上5階 地下1階	地上14階 地下3階 塔屋1階
建物高さ	21.5m	65.5m
延べ床面積	11,663.58m ²	11,014.2m ²
構造種別	RC造	地上S造、地下SRC造
デバイス	免震	ビンガムダンパー
地震計種別	加速度計	加速度計

○：加速度計設置場所

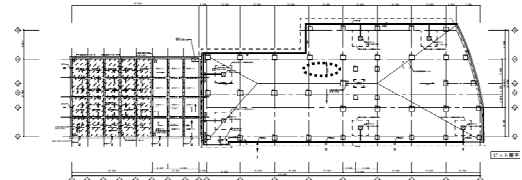


図1 日本大学櫻丘高校新校舎平面図

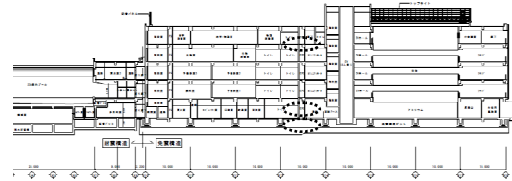


図2 日本大学櫻丘高校新校舎断面図

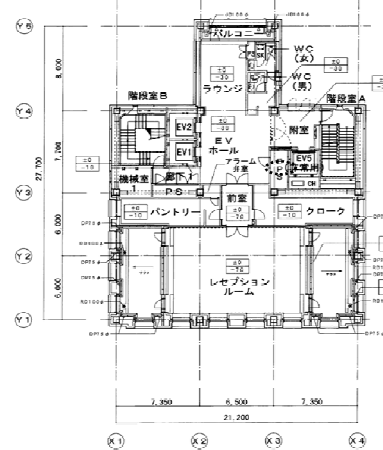


図3 日本大学経済学部7号館平面図

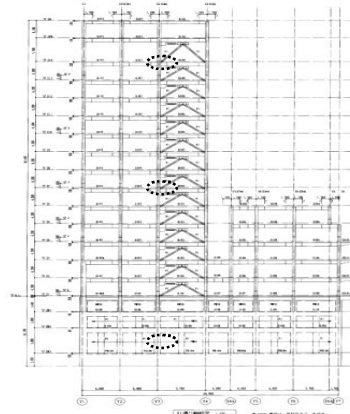


図4 日本大学経済学部7号館断面図

Dynamic Characteristics of Base Isolated or Vibration Control System Structure
Based on Behavior Earthquake

Kenji WAKUI, Masaru MINAKAWA, Fumikazu TAKAHASHI, Makoto KANDA,
Masanori KOSEKO and Akio INOMATA

また、経済学部では、地下3階床、7階床、14階床に加速度計を設置した。図1, 2に櫻丘, 図3, 4に経済学部の加速度計設置場所を示す。

3. 観測地震波概要

今回の観測時の地震波は、2009年8月9日19時56分頃東海道南方沖を震源として発生し

たM6.9の地震時の観測データを用いた。観測データの時刻歴を図5.6に示し、その時の最大応答加速度を表2.3に示す。また、櫻丘の免震層および経済学部の地下3Fの地動加速度のトリパタイト応答スペクトルを図7.8に示す。

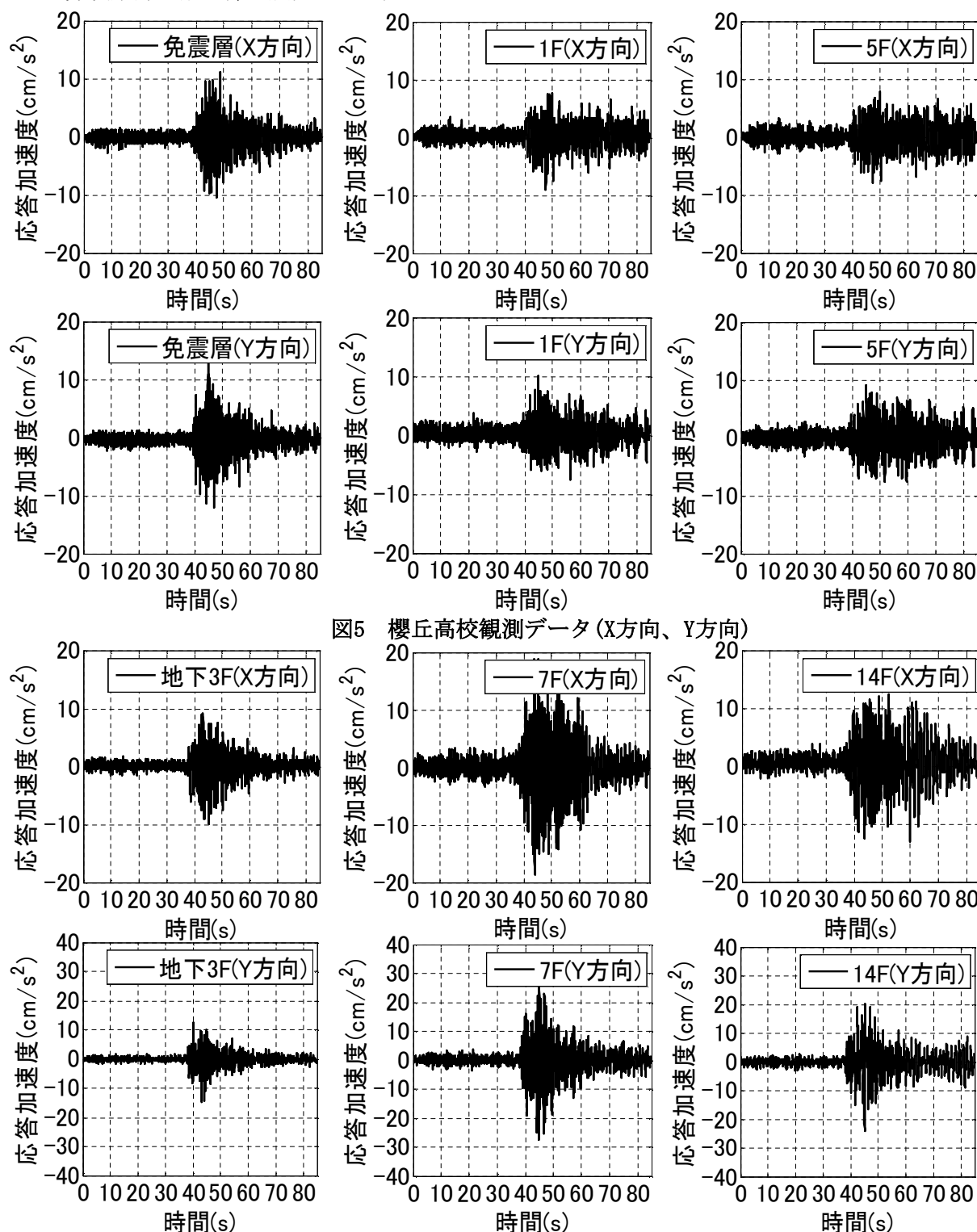


図5 櫻丘高校観測データ (X方向、Y方向)

図6 経済学部観測データ (X方向、Y方向)

表2 櫻丘高校最大加速度 (cm/s²)

観測場所	免震層	1階床	5階床
X方向観測データ	11.19	9.03	7.91
Y方向観測データ	13.28	10.07	9.10

表3 経済学部最大加速度 (cm/s²)

観測場所	地下3階	7階	14階
X方向観測データ	9.85	12.99	29.49
Y方向観測データ	18.81	14.56	24.04

表4 固有周期

	櫻丘高校		経済学部	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
推定値(s)	0.36	0.35	0.93	1.07
略算値(s)	0.64		1.31	

表2に示すように、推定した上部構造の固有周期は略算式より求めた固有周期に比べて、櫻丘のX方向では0.28[s], Y方向で0.29[s]短くなった。経済学部では、X方向では0.38[s], Y方向で0.24[s]短くなった。また、図11, 12の位相スペクトルより上部構造の位相は推定した周期においてほぼ0度となり、実挙動に支配的で直線的なモードであることがわかる。

5. まとめ

本論文では、2009年8月9日19時56分頃東海道南方沖を震源として発生したM6.9の地震時の観測データの観測結果を示した。

免震・制振構造物の観測データより、各方向の時刻歴とその最大値を示した。

櫻丘の免震層および経済学部の地下3Fの観測データをトリパタイト応答スペクトルで示した。また、伝達関数より、対象構造物の固有周期を推定し、略算式と比較し、検討項目を示した。

-参考文献-

- (1) 安達洋, 塩尻弘雄, 中西三和, 神田亮, 仲村成貴, 高橋史憲: 構造物の地震時挙動シミュレーションに関する研究 その1対象構造物と振動モデル, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009年
- (2) 安達洋, 塩尻弘雄, 中西三和, 神田亮, 仲村成貴, 高橋史憲: 構造物の地震時挙動シミュレーションに関する研究 その2地震時挙動シミュレーション, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009年
- (3) 仲村成貴, 林弘昭, 鈴木順一, 花田和史: 地震動および常時微動観測に基づく構造物の動特性, 土木学会第62回年次学術講演会平成19年9月, pp1199-1200

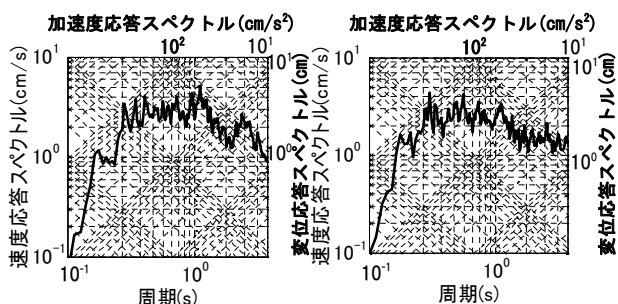


図7 応答スペクトル(櫻丘高校X方向, Y方向)

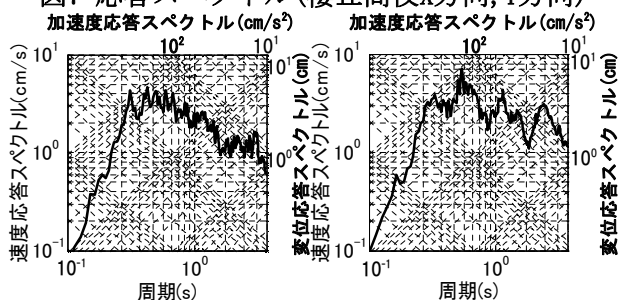


図8 応答スペクトル(経済学部X方向, Y方向)

4. 構造物の動特性に関する分析

観測データのパワースペクトルを図9, 10にまた、パワースペクトルを用いて伝達関数を算出した。櫻丘の伝達関数, 位相スペクトルを図11に、経済学部の伝達関数, 位相スペクトルを図12に示す。なお、本解析ではバンド幅0.3[Hz]のParzenウィンドウを用いて平滑化を行った。

図11, 12に伝達関数より固有周期を推定し、略算式より算定した固有周期と比較して表2に示す。なお、略算式を式(1)に示す。

$$T = h(0.02 + 0.01\alpha) \quad \dots (1)$$

T: 周期 h: 軒高

α : 鉄骨造部分の高さの合計/h

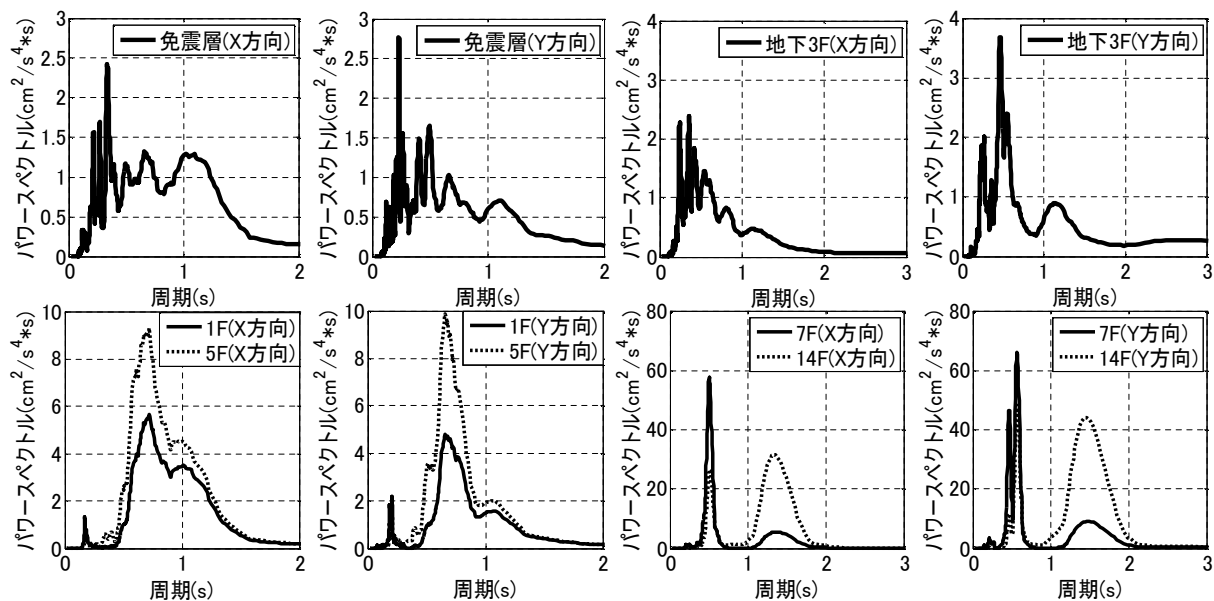


図9 パワースペクトル(櫻丘)

図10 パワースペクトル(経済学部)

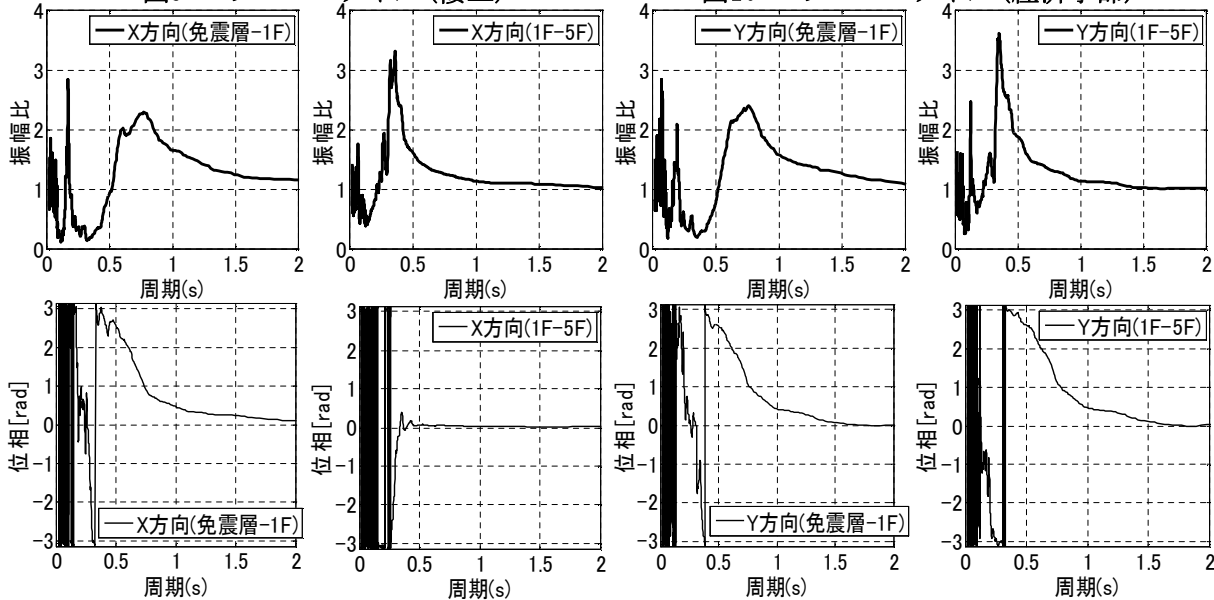


図11 伝達関数、位相スペクトル(櫻丘)

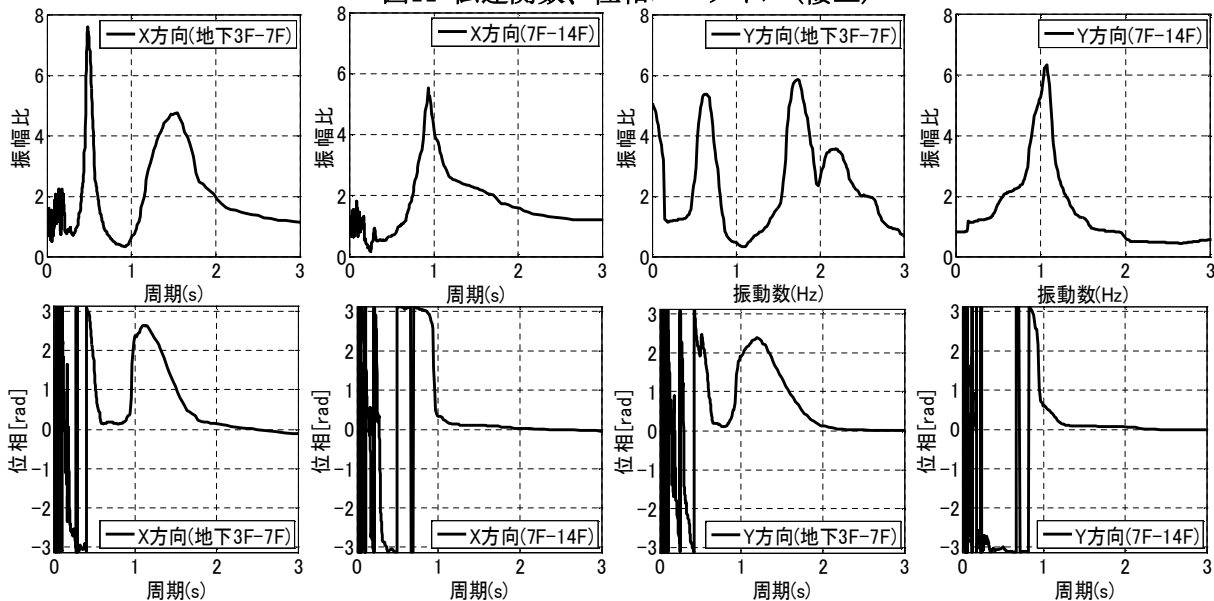


図12 伝達関数、位相スペクトル(経済学部)