

地震観測記録に基づく神奈川県横浜キャンパス3号館の振動特性評価

正会員 ○荻本孝久\*<sup>1</sup> 同 犬伏徹志\*<sup>2</sup>  
 同 佐藤 成\*<sup>3</sup> 同 栗山利男\*<sup>4</sup>  
 同 落合 努\*<sup>4</sup>

地震観測 伝達関数 固有振動数  
 振幅依存性

1. はじめに

建物の地震時挙動や耐震性能の検討において、固有振動数や減衰定数等の振動特性の把握は必須である。著者らは、前報で神奈川県横浜キャンパス3号館を対象に実施した起振機実験の結果を報告した<sup>1)</sup>。同建物では地震観測も行っており、本報では、得られた観測記録から本建物の水平方向の1次固有振動数について分析を行った結果を報告する。

2. 地震観測システム概要

本建物の地震観測システムとして、建物内に3箇所（4階、1階、B2階）と、数十m離れた場所に位置する地盤中に2箇所（地表（盛土を除く）、工学的基盤位置）加速度計を配置している。建物内の加速度計設置位置を図1に示す。各加速度計は水平2方向と上下方向の3成分を計測し、工学的基盤位置でトリガーレベル（1gal）を超える加速度を感知した場合に収録装置に記録される。本報の検討で使用する地震観測記録を表1に示す。建物の最大加速度が100gal以下であり、観測記録はすべて1年以内のものであるため、建物は無損傷で経年変化もほぼ無いと考えられる。起振機実験との比較のため、本報では1階と4階の観測記録を用いる。

表1 地震観測記録一覧

発生日	震源	深さ(km)	地表面最大加速度(gal)		建物最大加速度(gal) 4F/1F	
			X方向	Y方向	X方向	Y方向
2015/03/23	埼玉県南部	78	5.4	4.4	3.7/1.8	1.7/2.1
2015/03/28	千葉県北西部	68	6.1	6.1	5.1/2.5	2.5/2.9
2015/05/13	宮城県沖	46	2.3	3.0	7.8/2.5	6.7/2.4
2015/05/25	埼玉県北部	56	26.8	30.9	71.6/26.8	36.8/16.9
2015/05/30	小笠原諸島西方沖	682	13.0	13.6	35.2/10.7	32.3/11.1
2015/08/06	茨城県沖	55	6.2	6.2	4.1/2.7	6.1/2.9
2015/08/09	千葉県南部	67	8.3	6.6	6.8/3.8	7.8/3.8
2015/09/12	東京湾	57	76.8	83.1	59.1/46.9	86.3/35.7
2015/10/24	千葉県北西部	66	6.6	5.9	4.6/2.2	9.0/5.5
2015/11/07	茨城県南部	101	5.7	7.9	5.2/3.0	5.1/4.0
2015/12/26	東京湾	23	12.9	6.6	5.5/5.3	6.7/4.6
2016/02/05	神奈川県東部	26	69.3	83.5	16.3/30.8	22.4/30.3
2016/02/19	千葉県北西部	63	5.4	6.6	2.0/2.6	3.2/3.4

3. 1次固有振動数の分析結果

各地震記録の伝達関数を算定し、それらのピーク値を読み取ることにより本建物の1次固有振動数を推定する。

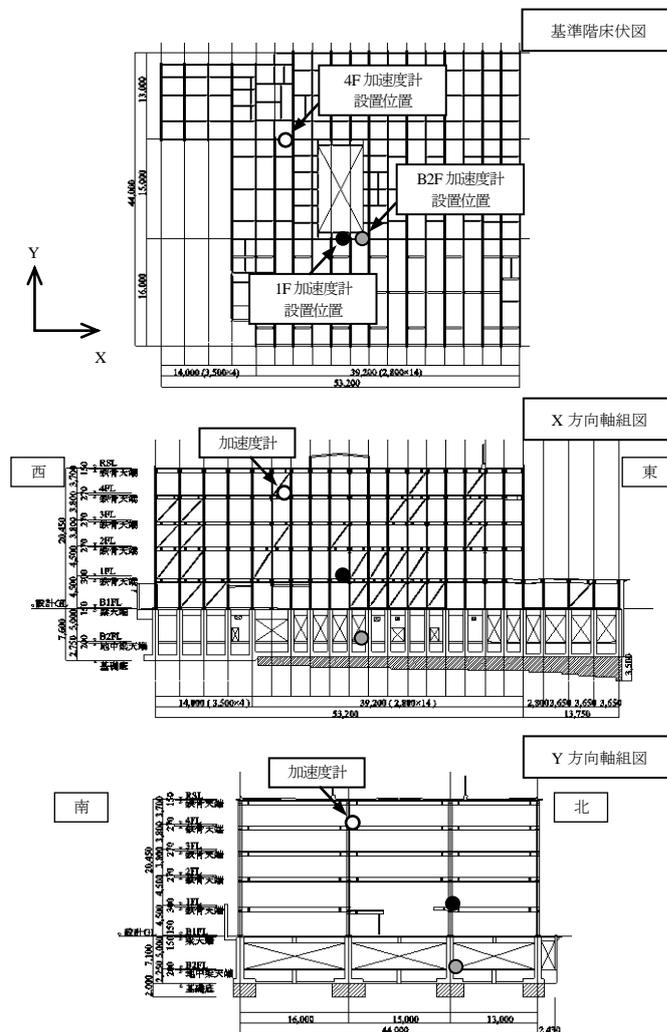


図1 建物概要と各センサー設置位置

伝達関数を求めるにあたり、フーリエスペクトルにはバンド幅0.2HzのParzen Windowによる平滑化処理を行う。各地震記録の伝達関数を図2に示す。いずれの記録も小振幅ではあるが、その中でも比較的振幅レベルの大きい地震（表1で4Fの加速度が30galを超える地震）と、それら以外の比較的振幅レベルの小さい地震に分けて示している。

X方向の1次固有振動数は、振幅レベルの大きい地震では2.20～2.29Hz、振幅レベルの小さい地震では2.40～2.56Hzと明確な振幅依存性が確認できる。Y方向については、振幅レベルの大きい地震では2.62～2.69Hz、振幅レベ

ルの小さい地震では2.76~2.95Hzと、X方向同様に振幅依存性が確認できる。なお、センサー設置階は地震観測と起振機実験で異なるため単純な比較はできないが、起振機実験の1次固有振動数（X方向：2.38Hz、Y方向：2.64Hz）は最大振幅レベルの大きい地震の数値に近づいている。

#### 4. 地震継続時間中の1次固有振動数の変化

建物で記録された加速度が最大で、X・Y両方向で1次固有振動数が最も短くなった2015/05/25の地震について、継続時間中の1次固有振動数の変化の様子を調べる。同地震の観測記録を図3に示す。100秒間の加速度記録が得られており、X・Y両方向ともに20秒付近から加速度振幅が大きくなり、60秒以降は4Fで最大6gal程度の小振幅となっている。

継続時間中の1次固有振動数の変化の様子を図7に示す。推定区間は20.48秒とし、2.0秒でランニングさせながら各区間の伝達関数を求め、それらのピーク値を読み取ることにより本建物の1次固有振動数を推定している。また、図中のプロット点は、推定区間の中央としている。X方向の1次固有振動数は、最初の区間では2.34Hzであるが、60秒付近までは2.20~2.34Hzとやや小さくなり、それ以降は2.29~2.59Hzと大きくなっている。1次固有振動数は図3の加速度波形と対応するように変化しており、加速度振幅との関連性が顕著に見られる。さらに、60秒以降の1次固有振動数は、表1の振幅レベルの小さい地震で得られた数値（2.44~2.58Hz）と対応している。この傾向はY方向についても見られ、60秒付近までは2.59~2.73Hzとやや小さくなり、それ以降は2.69~3.03Hzと大きくなっている。このように、小振幅レベルの地震中においても、建物の固有振動数が変化していることがわかる。

#### 5. まとめ

本報では、地震観測記録を用いて対象建物の1次固有振動数を推定した。その結果、X・Y両方向ともに、最大加速度振幅が大きくなるほど固有振動数が小さくなる傾向が確認できた。また、建物で最大加速度が記録された地震観測記録の継続時間中においても、加速度振幅に応じて固有振動数が変化の様子が確認できた。

#### 謝辞

神奈川大学の新保貴也君（現 長谷工コーポレーション）にはデータ整理に関してご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 荏本孝久, 犬伏徹志, 佐藤 成, 栗山利男, 小谷野一尚：神奈川大学横浜キャンパス3号館の起振機実験, 日本建築学会学術講演梗概集（関東）, pp.857-858, 2015.9

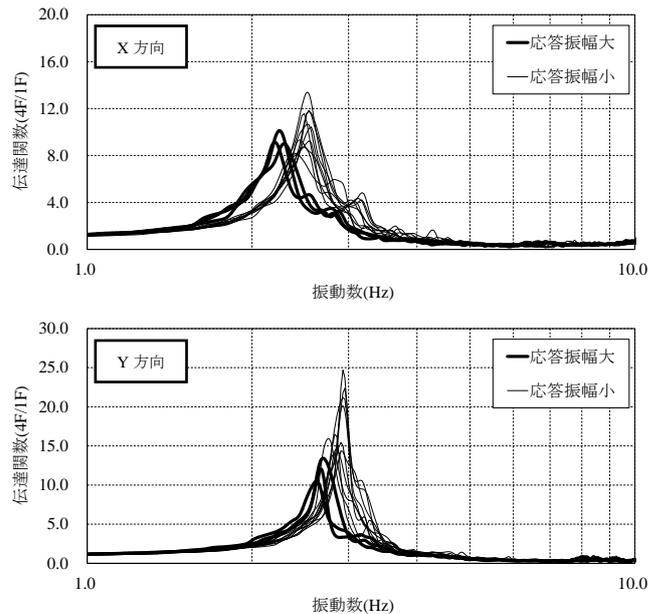


図2 伝達関数

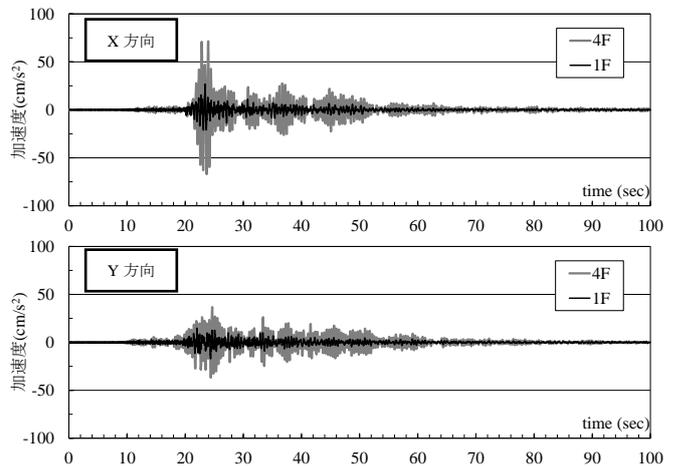


図3 2015/05/25の加速度波形

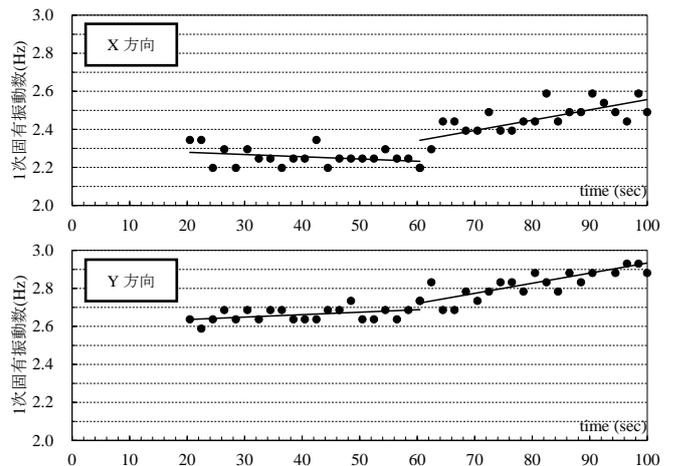


図4 2015/05/25地震中の1次固有振動数の変化の様子

\*1 神奈川大学工学部 教授・工学博士  
 \*2 神奈川大学工学部 助手・工学（修士）  
 \*3 テクニカルリンク  
 \*4 構造計画研究所

\*1 Prof., Dept. of Eng., Kanagawa University, Dr. Eng.  
 \*2 Research Assoc., Dept. of Eng., Kanagawa University, Ms. Eng.  
 \*3 Technical Link Co. Ltd.  
 \*4 Kozo Keikaku Engineering Inc.