

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	堅剛な地盤に建つ中層建物の地震観測記録を用いた固有周期と減衰定数(その2 部分空間法による同定結果)
Title(English)	Natural Period and Damping Factor of Medium-Rise Buildings using Seismic Observation Records Part 2: Identification by Subspace Method
著者(和文)	伊藤真二, 白山敦子, 佐藤大樹, 山下忠道
Authors(English)	ITO Shinji, SHIRAYAMA Atsuko, SATO Daiki, YAMASHITA Tadamichi
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造II, , pp. 169-170
Citation(English)	, 構造II, , pp. 169-170
発行日 / Pub. date	2024, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

堅剛な地盤に建つ中層建物の地震観測記録を用いた固有周期と減衰定数 (その2 部分空間法による同定結果)

地震観測記録 減衰定数 固有周期 正会員 ○伊藤 真二*1 同 白山 敦子*2
部分空間法 システム同定 東北地方太平洋沖地震 同 佐藤 大樹*3 同 山下 忠道*4

1. はじめに

その1では、建物概要と解析方法の説明を行った。その2では、得られた観測記録を用いて、部分空間法(N4SID)により算定した固有周期と減衰定数について検証する。

2. J1棟の検証内容

J1棟の加速度記録に対しては、地下1階のデータを入力、9階のデータを出力として解析を行う。採用するシステム次数は建物の層数と同じ10次とする。サンプリング時間は10秒とし、5秒ずつずらして解析を行う。用いた加速度データは、地震発生時50~110s、建物応答時110~170s、応答収束時170~230sと分け、それぞれ60秒間、11サンプリングとする。

3. J1棟の部分空間法による固有周期と減衰定数

図1、図2に部分空間法(N4SID)により10秒間毎に検討した1~3次までの固有周期と減衰定数を示す。表1には、図1、図2の結果の50~110s、110~170s、170~230sの時間における平均値を示す。

図1の1次固有周期は、地震発生時には0.6s以下であるが、地震動が大きくなると固有周期が長くなり、170~180sでは0.7s程度となっている。応答収束時には、長くなった固有周期が短くなる傾向が見られるが、地震発生時の固有周期には戻っていない。図2の1次減衰定数について、地震発生時は0.01~0.02程度であったが、地震動が大きくなると0.02~0.03程度となり、建物応答時には最大で0.05程度となっており、建物の応答が大きくなるほど減衰定数が増える傾向が見られる。応答収束時は0.02~0.03程度となり、地震発生時よりも大きな値となっている。

2次、3次について、2次固有周期は1次固有周期と同様に地震動が大きくなるほど長周期化する傾向が見られ、応答収束時には固有周期が短くなる傾向が見られるが地震発生時の値には戻っていない。3次固有周期の変動の傾向は、1次と2次の固有周期とは異なっており、建物応答時に固有周期が短くなり、応答収束時にはさらに短くなっている。また、表1の値にもその傾向が見られる。減衰定数について、2次減衰定数は、地震発生時は0.02~0.05と比較的小きな値であるが、建物応答時には最大で0.09程度と大きくなっており、応答収束時にも0.05~0.08程度と比較的大きな値となっている。3次減衰定数は、図2においてかなり大きな値となっている場合もあるが、地震発生時から地震動が大きくなるほど値が大きくなる傾向が見られ、建物応答時には2次減衰定数と近い値および傾向が見られる。応

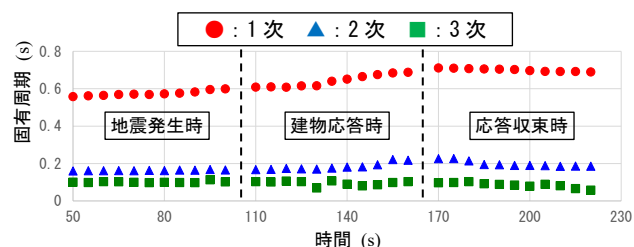


図1 J1棟のN4SIDによるX方向の固有周期(1出力)

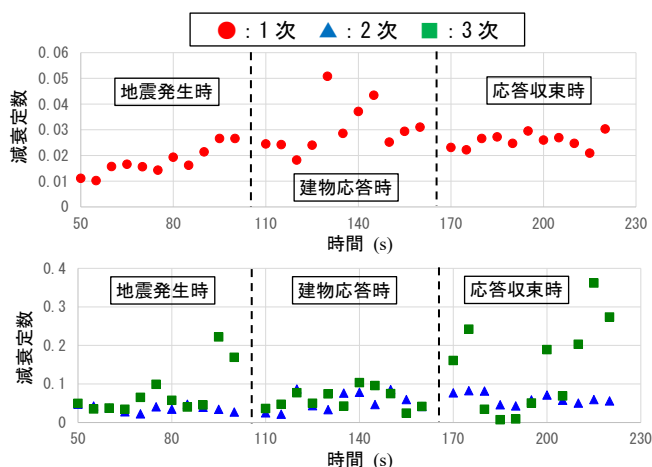


図2 J1棟のN4SIDによるX方向の減衰定数(1出力)

表1 J1棟のN4SIDによるX方向の固有周期と減衰定数の平均(1出力)

時間 (s)	1次			2次			3次		
	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230
固有 周期 (s)	0.5743	0.6418	0.7002	0.1631	0.1838	0.1981	0.1009	0.0951	0.0848
減衰 定数	0.0176	0.0306	0.0256	0.0366	0.0545	0.0623	0.0778	0.0608	0.1457

答収束時には0.01~0.36程度と大きくバラついている。また、図2、表3より各次の減衰定数を比較すると、1次が最も小さく、2次、3次と大きくなる傾向が見られる。

4. S2棟の検証内容

S2棟の加速度記録に対しては、X、Yの水平2方向の検討を行う。1階のデータを入力、4階と7階のデータを出力として解析を行う。採用するシステム次数は建物の層数と同じ7次とする。検討に用いる加速度データの時間の分け方とサンプリング方法はJ1棟と同じとする。

5. S2棟の部分空間法による固有周期と減衰定数

図3、図4、表2にS2棟のX方向(短辺方向)の固有周期と減衰定数の検討結果を示し、図5、図6、表3にY方向(長辺方向)の結果を示す。

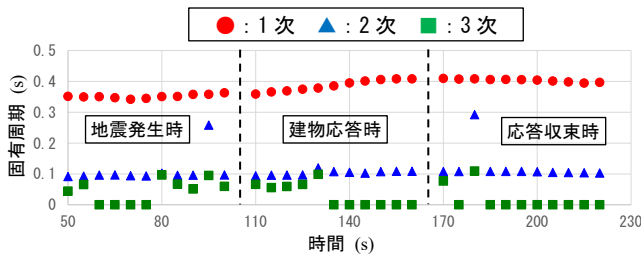


図3 S2棟のN4SIDによるX方向の固有周期(2出力)

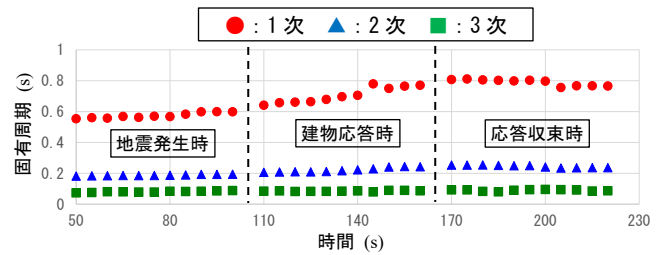


図5 S2棟のN4SIDによるY方向の固有周期(2出力)

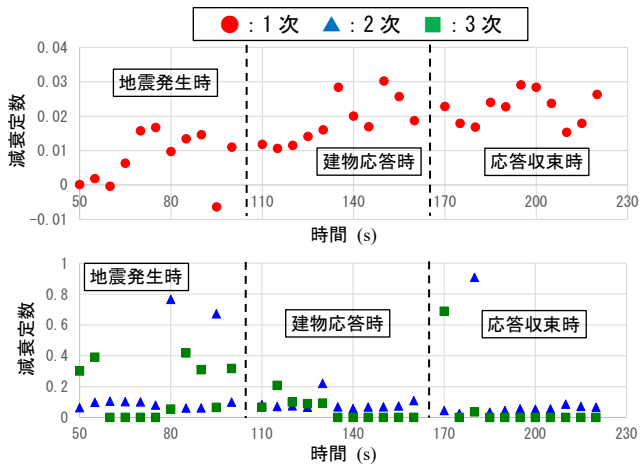


図4 S2棟のN4SIDによるX方向の減衰定数(2出力)

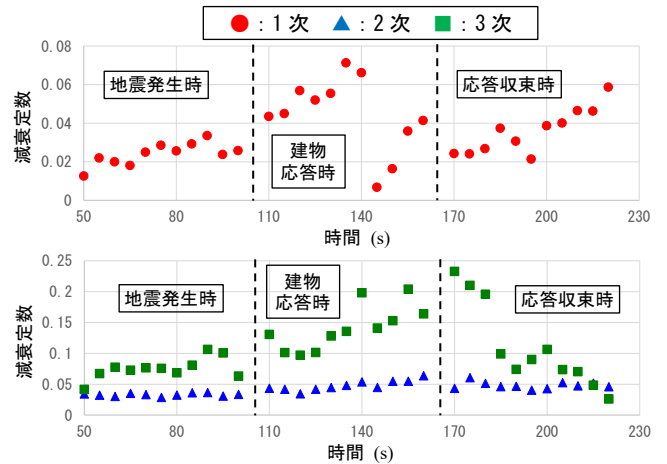


図6 S2棟のN4SIDによるY方向の減衰定数(2出力)

表2 S2棟のN4SIDによるX方向の固有周期と減衰定数の平均(2出力)

時間 (s)	1次			2次			3次		
	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230
固有 周期 (s)	0.3515	0.3864	0.4035	0.1105	0.1040	0.1233	0.0437	0.0315	0.0169
減衰 定数	0.0075	0.0185	0.0223	0.2010	0.0876	0.1316	0.1687	0.0506	0.0659

表3 S2棟のN4SIDによるY方向の固有周期と減衰定数の平均(2出力)

時間 (s)	1次			2次			3次		
	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230	50 ~110	110 ~170	170 ~230
固有 周期 (s)	0.5744	0.7063	0.7891	0.1876	0.2218	0.2449	0.0807	0.0847	0.0894
減衰 定数	0.0240	0.0446	0.0359	0.0330	0.0478	0.0480	0.0755	0.1413	0.1115

図3、図5の1次固有周期は、図1のJ1棟の1次固有周期と同様に地震発生時から地震動が大きくなるに応じて長周期化する傾向が見られ、応答収束時には固有周期は短くなる傾向が見られるが、地震発生時の値には戻っていない。1次減衰定数については、X方向は地震発生時には0.00~0.02以下程度と小さいが、建物応答時と応答収束時は最大で0.03程度となる場合もある。Y方向の1次減衰定数は、地震発生時には0.02~0.03程度とX方向に比べて大きく、建物応答時も地震動が大きくなると減衰定数が大きくなる傾向はX方向と同じだが、X方向よりも値は大きい。

2次固有周期についても、X方向、Y方向ともに、J1棟の結果と同様に、地震発生時から地震動が大きくなると長周期化する傾向が見られ、応答収束時には短くなる傾向が見られる。X方向の3次固有周期は安定していない。Y方向の3次固有周期は地震発生時、建物応答時、応答収束時とわずかに長周期化する傾向が見られる。X方向の2次の減衰定数は、地震発生時には0.10程度となる場合も見られるが、建物応答時、応答収束時には突出して大きい値を

除けば0.05~0.08程度の範囲を変動しているように見える。Y方向の2次、3次の減衰定数とも地震発生時から地震動が大きくなると減衰定数が大きくなる傾向が見られ、応答収束時には小さくなる傾向が見られる。また、X方向の1次、2次の減衰定数、Y方向の1次、2次、3次の減衰定数の関係においては、次数が大きいほど減衰定数大きい傾向が見られ、この傾向はJ1棟と同じである。

6. まとめ

その2では、東京工業大学の2棟で観測された東北地方太平洋沖地震の加速度データについて、部分空間法により1~3次の固有周期と減衰定数を同定し、地震動の大きさの変化による変動特性について検証を行った。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築物の減衰、2000
- 2) 日本建築学会：建築物の減衰と振動、2020
- 3) 日本免震構造協会：応答制御建築物調査委員会報告書、2012
- 4) 伊藤真二他：近年の知見に基づく建築物の減衰と固有周期に関する検討 その2 3.11地震における建物の観測記録とシミュレーション結果の分析、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造II、PP.509~510、2017

*1 大和ハウス工業(株) 東京構造設計部・博士(工学)

*2 徳島大学大学院 社会産業理工学研究部 講師・博士(工学)

*3 東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授・博士(工学)

*4 ダイナミック コントロール デザイン オフィス 代表・博士(工学)

*1 Daiwa House Industry Co., Ltd., Dr. Eng.

*2 Assoc. Prof., Graduate School of Tokushima Univ., Dr. Eng.

*3 Assoc. Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

*4 Dynamic Control Design Office, Dr. Eng.