

中低層建築物の固有振動数・減衰定数に関するデータベース構築

正会員 浜田 栄太\* 同 小島 宏章\*\*  
同 福和 伸夫\*\*\* 同 飛田 潤\*\*\*\*

データベース 固有振動数 減衰定数  
中低層建物

1. はじめに

1998 年の建築基準法改正により建物の設計が仕様規定型から性能規定型に移行し、建物の地震応答を設計時に正確に予測することがこれまで以上に重要となった。建物の振動特性を考える上では固有振動数と減衰定数が重要となる。しかし、構造設計において、特に減衰定数の設定根拠が議論されることは稀であり、議論の主対象も高さ 60mを超える高層建物に限られる<sup>1)</sup>。合理的な耐震設計を進めるには、中低層建物も含んだ信頼性の高い実測資料を、建物に関する諸情報とともに体系的に収集整理する必要がある。

本論では 1994 年度から 2003 年度にわたり名古屋大学で実施してきた多数の中低層建築物の観測記録と建物情報を体系的に整理し、データベース化するとともに、それらを用いて中低層建物と高層建物の比較を行う。

2. データベース収集概要

2.1 対象建物概要

対象建物の建物階数と構造種別毎の棟数を図 1、建物階数と用途毎の棟数を図 2 に示す。全棟数は 118 棟であり、その内訳は RC 造 103 棟、S 造 11 棟、SRC 造 4 棟である。RC 造の主な用途は名古屋大学内の研究棟、および名古屋市内の小学校である。また、S 造については、10 階建ては大学内の 1 棟であり、15 階以上は名古屋市内の高層評定を受けた 9 棟である。SRC 造は 15 階建ては名古屋市内の高層評定を受けた 1 棟、それ以下に分布している SRC 造はすべて大学内の建物である。そのうち 2 棟は増築前後の同一建物である。用途の「その他」には宿泊施設、複合施設が含まれている。図 3、図 4 は小学校を除いた対象建物の概要である。

2.2 対象建物の実測方法に関して

データベースには強震記録、常時微動記録、振動実験の 3 種類の観測が収集されている。

常時微動記録は 屋上 1 点 3 方向による建物応答分析、地盤・1 階中央・屋上中央(・1F 端部)によるそれぞれ 3 方向の観測(1F 端部は上下のみ)、建物の立体振動性状の分析できる高密度計測、がある。

15 階建て以上の高層建物は 常時微動記録による。は小学校および学内建物における常時微動記録に当たる。

表 1 は強震観測されている建物の階数、構造、建築面積、基礎種別を示す。10 階建て以下の建物の様々なケースの強震観測を行っていることが分かる。強震観測の観測点構成は以下のものがある。

- A) GL、1F それぞれ 3 方向を観測しているもの
- B) GL、1F、RF それぞれ 3 方向を観測しているもの
- C) B)に加えロッキング、ねじれを観測しているもの
- D) B)、C)に加え中間階を観測しているもの
- E) B)、C)、D)に加え地中に観測点を置いているもの
- F) B)、C)、D)に加え PHC 杭中に観測しているものである。また建物の建設段階毎に計測を行い、階数依存を検討したものも収集されている。

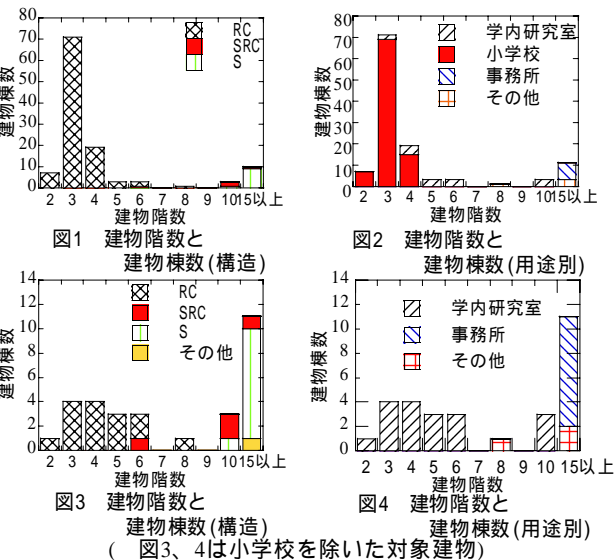


表 1 名古屋大学東山キャンパス内の強震観測建物の概要

建物名称	階数(階)	主要構造	建築面積(㎡)	基礎情報	強震観測						備考
					地上	種別	A	B	C	D	
理学部超低温実験室	2	RC	262.6	杭							
超高压電子顕微鏡研究室	1	RC	189.0	杭							
先端技術共同研究センター	1	S	466.1	直接							
年代測定資料センター	3	RC	1649.0	杭							
工学部4号館	4	RC	1155.0	杭							
工学部9号館西棟	6	SRC	604.0	杭							隣接した建物
工学部9号館東棟	3	RC	374.0	杭							増築前後の建物
工学部新1号館(L)	10	SRC	1502.0	杭							
工学部新1号館(コ)	10	SRC	1840.6	杭							
環境学新棟	7	PC	852.1	杭							
IB電子情報館	10	S	987.3	杭							
IB電子情報館A棟	5	RC		杭							隣接した建物
IB電子情報館B棟	7	S+SRC	3910.823	杭							
上記に加え、鶴舞キャンパス内の免震中央診療棟(建築中)、社寺1棟、木造住宅1、鉄骨住宅2、免震改修が予定される庁舎3棟、基礎免震建物1棟、中間階免震改修建物1棟、建築途中の超高層制震建物(計画中)の強震観測が実施中(一部予定)											

## 2.3 データベース収録方法

本データベースの構成を示す。表2、表3にデータベースの内容を示す。主な収集内容は文献<sup>1)</sup>と同様であるが本論では中低層建物を主対象にしているため、地盤-建物連成系(RF/GL)、基礎固定系(RF/1FとRF/(1F+H))を区別している。地盤条件は表層5m、10mの平均N値を示す。

## 3. データベースの考察に関して

一例として強震時と微動時の固有振動数・減衰定数の建物高さ依存性について示す。高層建物ではRD法、中低層建物では常時微動記録は伝達関数を1自由度系で、強震記録は線形多モードでカーブフィット法より推定した値、あるいはピーク振動数を示した。図5に軒高と固有振動数と減衰定数について示す。振動数・減衰定数ともに軒高の増加とともに低下している。中低層建物は主に長辺がラーメン形式、短辺が壁式であり、高層建物は主に長辺・短辺ともにラーメン構造である。図5を見ると軒高の増加に伴い振動数の低下と逸散減衰の低下を示している。図6にRF/GLとRF/1Fのフーリエスペクトル比から求めた固有振動数と減衰定数の関係を示す。振動数は長辺・短辺ともにRF/GLに比べRF/1Fの方が大きく、長辺の減衰定数はRF/GLの方がRF/1Fより大きい値を示す。両者の差が相互作用効果を示すことから中低層建物は地下逸散減衰の効果が期待できる。短辺の減衰定数については明確な傾向が表れていない。これは、ロッキング応答の影響が含まれているためと考えられる。

図7に強震観測を行っている建物の屋上最大加速度(PRA)とRF/1Fのフーリエスペクトル比による固有振動数・減衰定数を、常時微動における実測値(micro)と併せて示す。振動数はどの建物も振幅依存性が見られ微動時の結果は強震時の結果と連続性があるが、減衰定数は微動時の値の方がかなり大きくなっている。

## 4. まとめ

ここでは中低層建物の振動観測データベースをまとめ考察を加えた。今後、多くの建物の平均的な特性と詳細な計測が行われた個々の建物の比較など検討を進める予定である。

### 参考文献

- 1)日本建築学会:建築物の減衰,pp248-265,2000

表2 建物の概要に関するデータベースの内容

建物名称	竣功年	階数（階）			幹高（m）	建物用途	建築面積(m²)	延床面積（㎡）	1F寸法（mm）		主要構造	基礎情報		地盤		
		地上	地下	塔屋					長辺	短辺		種別	深さ（m）	平均N値		
														根入	杭先	5m
3F建物A	1975	3			11.26	小学校	534.0	1601.86	46200	9700	RC	杭	1.35	7.0	12.3	24.2
3F建物B	1964	3			15	小学校	443.1	1329.3	39000	9700	RC	直接	1.5		30.0	32.8
4F建物	1964	4			14.75	研究棟	1155.0	4,700	75000	15750	RC	杭	1.3	6.0	22.0	18.4
10F建物	1995	10	1	1	39.3	研究棟	1502.0	12,250	55000	28800	SRC	杭	8.1	45.0	21.0	17.7

表3 観測記録の分析結果に関するデータベースの内容項目

建物名称	実測方法	計測年月日	建物状況(計測場所)	1次実測固有振動数(Hz)						1次実測減衰定数(%)					
				地盤-建物連成系			RF/1F			減衰評価手法	短辺	長辺	減衰評価手法	短辺	長辺
				振動数評価手法	短辺	長辺	振動数評価手法	短辺	長辺						
3F建物A	常時微動	1997	南校舎棟	伝達関数フィット	7.0	7.0	伝達関数フィット	7.5	7.8	伝達関数フィット	8.5	10.0	伝達関数フィット	7.0	8.5
3F建物B	常時微動	1997	西校舎棟	伝達関数フィット	6.1	6.1	伝達関数フィット	6.7	6.3	伝達関数フィット	8.3	6.9	伝達関数フィット	10.1	
4F建物	強震観測	98.11.07	GL・1F・RF	線形多自由度フィット	4.5	4.4	線形多自由度フィット	4.7	4.7	線形多自由度フィット	2.7	2.2	線形多自由度フィット	1.5	2.1
10F建物	強震観測	97.03.16	GL・1F・RF	伝達関数フィット	1.6	1.6	伝達関数フィット	1.7	1.8	伝達関数フィット	2.2	5.3	伝達関数フィット	1.9	4.6

\*名古屋大学大学院 大学院生

\*\*名古屋大学 大学院生・修士(工学)・日本学術振興会特別研究員

\*\*\*名古屋大学環境学研究科・教授・工博

\*\*\*\*名古屋大学環境学研究科・助教授・工博

\*Graduate Student,Nagoya Univ.

\*\*Graduate Student, Nagoya Univ., M. Eng., JSPS Research Fellow

\*\*\*Prof., Grad.School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

\*\*\*\*Assoc.Prof., Grad.School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

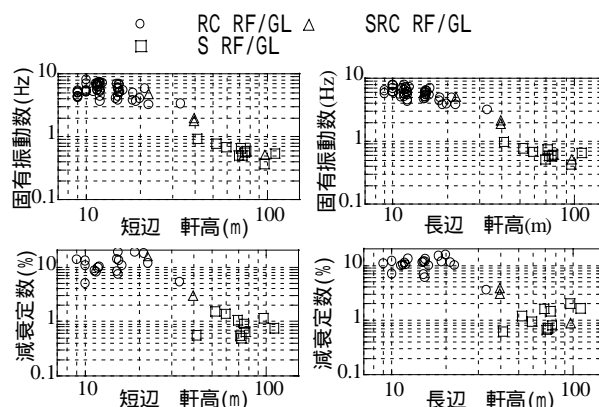


図5 軒高と実測値の相関について

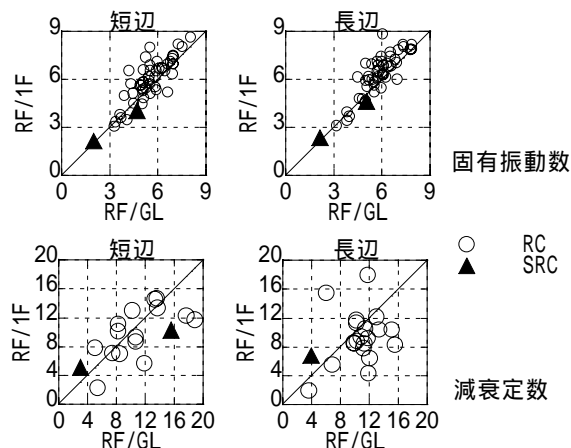


図6 RF/GLに対するRF/1Fの関係(推定良好なもの)

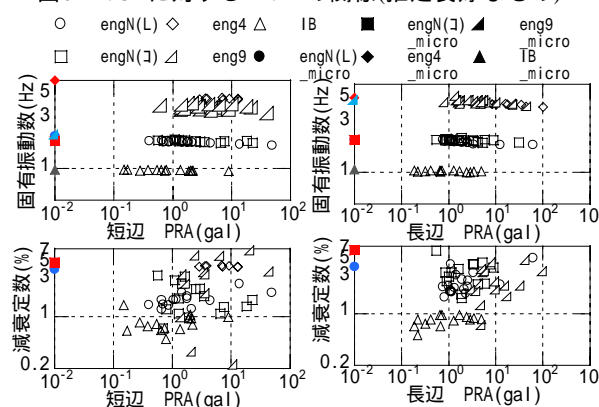


図7 屋上最大加速度に対する実測値の関係