

常時微動計測に基づく博物館明治村における近代建築物の振動特性に関する研究
 (その2) 近代建築物の振動特性に関する分析

正会員 千賀英樹*1 同 吉田明義*2
 同 藤井智規*2 同 福和伸夫*3
 同 小島宏章*4 同 飛田 潤*5

常時微動 博物館明治村 近代建築物
 振動特性 固有周期 壁率

1. 研究の背景と目的

(その1)では博物館明治村にある51件の近代建築物の常時微動計測を行い、その振動特性のデータベースを構築した。本論ではこのデータベースに基づき、近代建築物の各種特徴ごとの振動特性を分析する。

2. 計測結果

計測対象建築物と固有振動数及び減衰定数の一覧を表1に示す。なお、表1中の固有振動数及び減衰定数は、地盤-建物連成系の特性である。建築物の用途に着目すると、木造住宅、商業施設、医療施設等の民間建築物は、長辺・短辺ともに概ね3~6Hz付近の1次固有振動数を持っていることがわかる。一方、教育施設や官公庁施設等の公共建築物の1次固有振動数は、約2~5Hz付近であり、民間建築物に比べ長周期となっている。公共建築物は大きな部屋を設けることが多く、床面積に対して壁量が少ないためと考えられる。減衰定数は、概ね1~3%であることが分かるが、木造の用途による違いは見られない。

図1に主構造別の固有周期と最高高さの関係(長辺方向)を示す。木造建築物の方が、鉄筋コンクリートの柱や壁を有する混構造やRC造、SRC造建築物より固有周期が長いことが確認できる。2件のS造建築物の推定値は、木造と混構造建築物のほぼ中間の固有周期を有していることがわかる。また木造、混構造及びS造建築物は、最高高さの増加と共に固有周期が長くなっている。

3. 木造建築物の振動特性の分析

ここでは、サンプル数が十分ある木造建築物の固有周期及び固有振動数に着目した振動特性の分析を行う。

3.1 建築年及び移築年と固有周期の関係

木造住宅13件における建築年及び移築年と固有周期の関係を図2、図3に示す。建築年には固有周期との相関は見られないが、一部の建築物を除き、移築年が新しいほど短周期になる傾向が現れている。これは、移築時の建築基準法に従って、壁の中に筋交いを新設したり、土壁を塗り替えたりしたことにより、建物の剛性が大きくな

表1 計測結果一覧

名称	構造	階数	用途	振動数(Hz)		減衰定数(%)		名称	構造	階数	用途	振動数(Hz)		減衰定数(%)	
				長辺	短辺	長辺	短辺					長辺	短辺	長辺	短辺
東松家住宅	木造	3	住宅	3.6	2.0	1.3	2.2	三重県尋常師範・蔵持小学校	木造	2	教育	2.3	2.5	1.6	1.5
学習院長官舎 北側	木造	2	住宅	2.9	3.1	1.4	1.3	千早赤阪小学校講堂	木造	2	教育	2.5	2.3	1.4	1.5
学習院長官舎 南側	木造	2	住宅	2.9	3.1	1.4	1.4	第四高校物理化学教室	木造	1	教育	4.0	4.0	2.2	4.2
西郷従道邸	木造	2	住宅	4.6	4.3	2.0	1.5	第四高校道場「無声堂」中央	木造	1	教育	3.0	2.1	1.3	2.0
幸田露伴住宅「蝸牛庵」	木造	2	住宅	4.1	3.8	1.4	1.8	第四高校道場「無声堂」東側	木造	1	教育	3.0	2.1	1.3	1.9
西園寺公望別邸「坐漁荘」	木造	2	住宅	3.8	4.2	1.7	1.9	大明寺聖パウロ教会堂	木造	1	教会	3.7	3.0	1.4	1.0
神戸山手西洋人住居 北棟	木造	2	住宅	4.9	3.3	2.1	2.3	三重県庁舎 中央	木造	2	官公庁	2.8	3.2	3.1	2.2
神戸山手西洋人住居 南棟	木造	2	住宅	4.0	5.1	2.2	2.4	三重県庁舎 端部	木造	2	官公庁	2.9	3.3	2.1	2.4
シアトル日系福音教会	木造	2	住宅	6.5	5.0	1.9	3.2	東山梨郡役所	木造	2	官公庁	3.6	3.7	1.7	1.6
ブラジル移民住宅	木造	2	住宅	6.5	6.0	2.6	1.1	歩兵第六聯隊兵舎	木造	2	官公庁	4.6	3.3	1.6	1.1
小泉八雲避暑の家	木造	2	住宅	6.0	2.1	1.3	2.3	近衛局本部付属舎	木造	1	官公庁	6.0	4.4	1.6	1.0
森鷗外・夏目漱石住宅	木造	1	住宅	4.1	3.8	1.5	1.2	宮津裁判所法廷	木造	1	官公庁	3.6	4.2	1.2	1.1
茶室「亦楽庵」	木造	1	住宅	6.2	5.7	1.7	2.0	前橋監獄雑居房	木造	1	監獄	2.4	3.4	1.8	2.3
長崎居留地二十五番館 北側	木造	1	住宅	4.4	4.5	2.1	2.6	金沢監獄看守所・監房 北側	木造	1	監獄	3.1	3.0	1.4	1.2
長崎居留地二十五番館 南側	木造	1	住宅	5.1	5.0	2.1	2.6	金沢監獄看守所・監房 南側	木造	1	監獄	6.1	9.6	1.8	1.0
ハワイ移民集会所	木造	1	住宅	6.3	4.6	2.1	2.1	京都七條巡査派出所	木造	1	交番	13.1	11.4	3.3	2.6
大井牛肉店	木造	2	商業	7.4	5.2	1.3	1.8	菅島燈台附属官舎	混構造	1	住宅		10.4		0.9
京都市中井酒造	木造	2	商業	4.2	2.8	0.9	1.4	札幌電話交換局	混構造	2	商業	7.0	6.0	1.5	1.3
安田銀行会津支店	木造	2	商業	4.1	4.0	2.4	1.5	内閣文庫	混構造	2	官公庁	8.4	7.2	9.9	4.4
本郷喜之床	木造	2	商業	4.7	3.2	1.0	1.5	聖ヨハネ教会堂 梁上	混構造	2	教会	7.2	7.2	1.1	2.1
呉服座	木造	2	商業	2.9	3.3	2.5	2.2	聖ヨハネ教会堂 塔	混構造	2	教会	4.4	4.1	4.1	3.2
半田東湯	木造	2	商業	4.6	3.2	2.0	2.3	聖ザビエル天主堂	混構造	1	教会	6.0	4.6	1.2	0.8
高田小熊写真館	木造	2	商業	5.1	5.8	1.6	1.2	工部省品川硝子製造所	混構造	2	製造業	8.9	4.8	1.9	1.3
宇治山田郵便局	木造	1	商業	4.5	4.9	1.4	2.3	菊の世酒蔵	混構造	2	製造業	4.7	3.3	1.5	1.3
清水医院	木造	2	医療	6.7	6.7	2.1	1.4	名鉄岩倉変電所	混構造	1	製造業	7.5	6.9		1.4
北里研究所本館・医学館	木造	2	医療	3.7	3.4	1.9	1.4	東京駅警備巡査派出所	混構造	1	交番	12.5	11.2	8.3	9.3
日本赤十字社中央病院病棟	木造	1	医療	4.4	4.6	1.1	1.5	鉄道局新橋工場	S造	1	製造業	5.6	3.4	0.7	1.3
名古屋衛戍病院 北棟	木造	1	医療	5.3	5.5	1.5	2.4	鉄道寮新橋工場・機械館	S造	1	製造業	6.6	3.8	2.2	3.1
名古屋衛戍病院 南棟	木造	1	医療	5.1	4.6	2.5	2.4	帝国ホテル中央玄関	SRC造	3	商業	8.2	8.7	11.2	7.5
								川崎銀行本店	RC造	3	商業	7.7	6.6	1.4	1.2

ったと考えられる。

3.2 固有周期と屋根重量

木造住宅及び同規模・構造を有する商業施設の屋根重量の影響を検討するために、屋根種類別の固有周期と最高高さの関係を図4に示す。瓦屋根の建築物は、板や金属板の屋根の建築物に比べ、長周期になっていることがわかる。また、同じ瓦屋根でも洋小屋より和小屋の建築物の方が長周期であることも確認できる。これは洋小屋の斜材が水平剛性に寄与していることも考えられる。なお、ここでの板や金属板の屋根の建築物はすべて洋小屋である。

3.3 平面形状と固有振動数

図5では、間口が狭く奥行きが長い町屋型の平面を持つ建築物と、その町屋を除く住宅を小屋組別に分類し、比較を行った。町屋型の建築物は奥行き、即ち長辺方向に壁量が多いため、他の住宅に比べて長辺と短辺の剛性の差が大きいことが読みとれる。

3.4 壁率と固有振動数の関係

3.2と同様に、木造住宅及び同規模・構造を有する商業施設の壁率と固有振動数の関係を図6に示す。ここでの壁率とは、耐震壁の長さを垂壁・腰壁を除く建築物の1階における壁の総延長とし、壁倍率を一律1.0として、以下の式より、長辺・短辺方向においてそれぞれ算出した。

$$\text{壁率}(\text{cm}/\text{m}^2) = \{1 \text{階壁総延長}(\text{cm})/\text{延床面積}(\text{m}^2)\} \times 1.0$$

図より壁率が大きいほど、即ち1階の壁量が多い建築物ほど高振動数であることが確認できる。また、その傾向は小屋組によって明瞭に分類することができ、同じ壁

率では、和小屋の建築物がより固有振動数が低いことが分かる。しかし、洋小屋かつ瓦屋根のサンプル数が少ないこともあり、屋根種別すなわち屋根重量による振動特性の傾向を把握することは困難である。

4. 結論

本論では、博物館明治村に移築・保存されている年代・構法の異なる51件の近代建築物を対象として常時微動計測を行った。そして得られた実測記録を整理し、建築物の規模や構造と振動特性の関係を分析した。

今後の課題として、構造や平面形状が複雑な建築物について、より詳細な計測と分析が必要である。特に減衰定数に関しては、様々な構造的特徴や、実測方法及び評価手法の影響など、様々な検討が必要である。

さらに、移築時の構造的な変更点や、補強工事の履歴などを詳細に把握するとともに、強震記録の分析を行うことで、より高度な振動特性の分析が可能となると考えられる。

謝辞

常時微動計測を行うにあたり、博物館明治村・西尾雅敏氏、石川新太郎氏、魚津社寺工務店・村上美徳氏、名古屋大学技術職員・平塚義正氏をはじめとする皆様に多大な御協力と御配慮を頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 文化庁「文化財の保護」 <http://www.bunka.go.jp/>
- 2) 博物館明治村 <http://www.meijimura.com/>
- 3) 日本建築学会: 建築物の減衰
- 4) 小野塚浩基, 他: 常時微動測定による軸組構法木造住宅の振動特性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-1, pp.219-220, 1998, 9

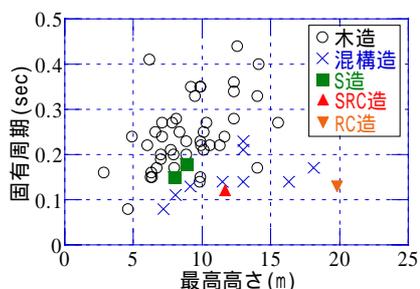


図1 固有周期と最高高さ(長辺方向)

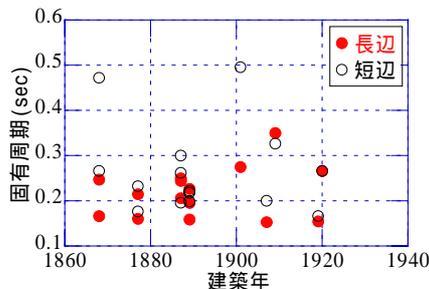


図2 建築年と固有周期

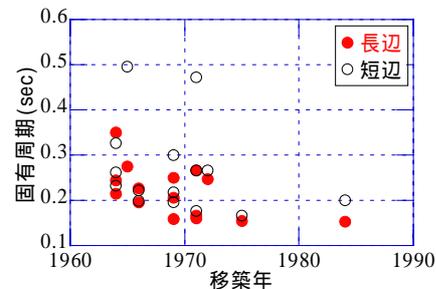


図3 移築年と固有周期

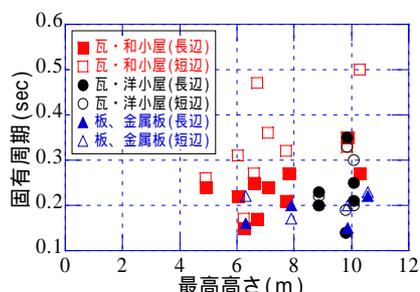


図4 屋根種別の固有周期

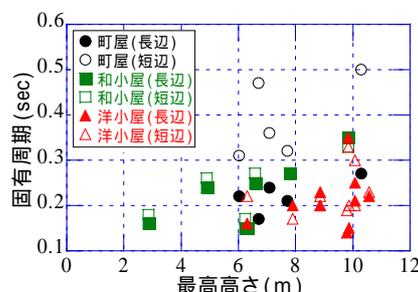


図5 平面形状と固有周期

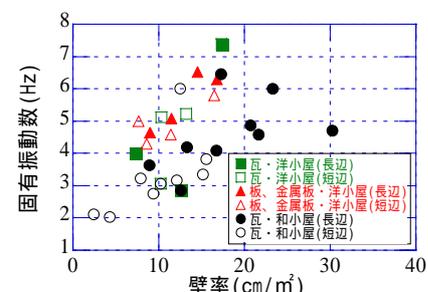


図6 壁率と固有振動数

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生
 *2 魚津社寺工務店・工修
 *3 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博
 *4 名古屋大学大学院環境学研究科・助手・博士(工学)
 *5 名古屋大学大学院環境学研究科・助教授・工博

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
 *2 Uotsu Shaji Corporation, M.Eng.
 *3 Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.
 *4 Res. Assoc., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.
 *5 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.