

耐震改修予定の社寺建築の常時微動計測に基づく振動特性データベース

社寺建築 耐震補強 正会員 ○藤井 智規\*<sup>1</sup> 同 飛田 潤 \*<sup>3</sup>  
 常時微動 固有振動数 同 福和 伸夫\*<sup>2</sup>  
 振動実験  
 減衰定数

1. 序論

本論は、前報<sup>1)</sup>に引き続き愛知県及び岐阜県にある 2 棟の社寺を対象に常時微動計測を実施したのでその結果を報告する。これらの社寺は明治期以降に建てられた一般的な社寺建築の様式を継承しており、現在耐震改修が進められている。

工事完了後は、再び常時微動計測を実施し、改修前後の比較とその検討を行う予定である。これにより従来から蓄積してきた社寺計測のデータベースの充実を図り、一般的な振動特性や耐震改修前後の変化に関する検討を行う。

2. 社寺建築の概要

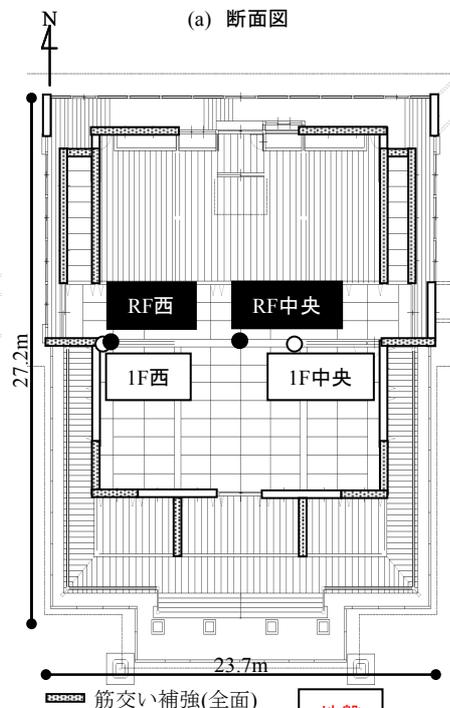
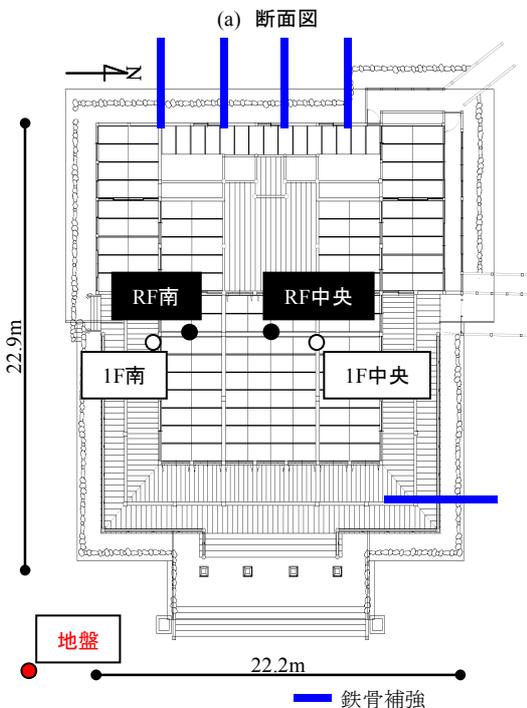
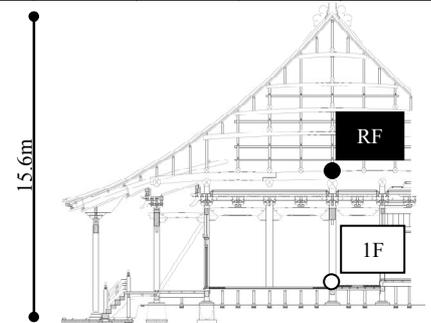
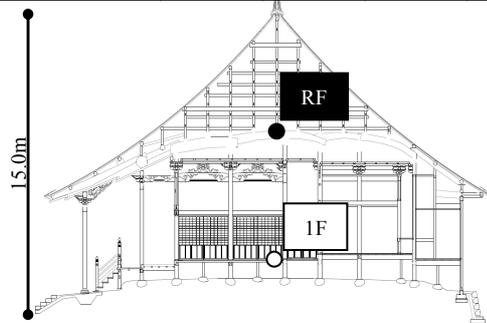
佛照寺及び浄蓮寺の概要を、既存調査対象社寺建築と比較して表 1 に示す。佛照寺の平面図及び断面図を図 1(a)及び(b)に、浄蓮寺の断面図及び平面図を、微動計の設置点及び特筆すべき補強箇所と共に図 2(a)及び(b)に示す。

佛照寺は、本堂の北面及び東面に鉄骨補強がなされている。改修では鉄骨を撤去し、格子壁補強を行い、屋根を葺き替えて軽量化する。計測当時は改修工事中で天井板が撤去されていたが、建物本来の動特性に及ぼす影響は小さいと考えられる。

浄蓮寺は、約 2km 離れた地点への移築と同時に耐震改修を行う計画である。現在は小壁及び一部の開口部に筋交い補強がなされているが、改修では開口部筋交いを撤去し、全ての小壁にたすき掛けの筋交いを加え、屋根

表 1 社寺建築の概要

社寺名称	佛照寺	浄蓮寺	浄照寺	円楽寺	興禪寺	光西寺	海蔵寺	永平寺別院山門
所在地	岐阜県	津島市	豊田市	豊田市	犬山市	阿久比町	吉良町	名古屋市
表層地盤	沖積層	沖積層	洪積層	洪積層	洪積層	沖積層	沖積層	洪積層
本堂建立年 [年]	1800頃	1891頃	1898	1848	1881	1805	1769	2005
軒高 [m]	15.05	15.58	14.19	12.69	11.51	11.80	13.21	7.55
面積 [㎡]	302	434	322	309	214	341	250	52
柱の径 [mm]	200	410	300	260	200	250	260	350
計測時の補強	鉄骨	筋交い	鉄骨	無	鉄骨	無	無	無
耐震補強	未	未	未	未	未	未	制震	免震
宗派	浄土真宗	浄土真宗	浄土真宗	浄土真宗	臨濟宗	浄土真宗	浄土宗	曹洞宗
常時微動計測	○	○	○	○	○	○	○	○
スウィープ試験			○	○	○			
自由振動実験	△	△	○	○	○			
強震観測			○					○
地盤探査			PS検層	PS検層	表面波探査			



(b) 平面図  
図 1 佛照寺

(b) 平面図  
図 2 浄蓮寺

は葺き替えて軽量化を図る。外陣は一間縮める。計測当時は改修工事中で屋根瓦及び土が撤去されていたため、他の社寺の計測条件と異なる

### 3. 2棟の社寺の振動特性

常時微動計測に基づく地盤の H/V スペクトルの卓越振動数、地盤-建物連成系の伝達関数にカーブフィット法を適用した 1 次固有振動数、ねじれ振動数及び RD 法による減衰定数を表 2 に示す。

佛照寺は揖斐川沿いに、浄蓮寺は濃尾平野の西部に立地している。浄蓮寺の地盤の卓越振動数は明確なピークが見られず、2Hz 以下の振動数が増幅する傾向にあった。いずれも長周期が卓越している。

建物-地盤連成系の 1 次固有振動数では、浄蓮寺の梁間方向の固有振動数が高くなっている。これは梁間方向の筋交い補強のためと考えられる。

佛照寺にねじれ振動数が確認でき、浄蓮寺に確認できなかった理由として、佛照寺は内陣に壁が集中し、且つ内陣側を鉄骨で補強しているため、非常にねじれやすい構造をしていることと、浄蓮寺は筋交い補強が比較的バランスよく配置されていることが挙げられる。

減衰定数はいずれの社寺も 1.2%~1.5%程度を示し、これまで計測を行った社寺建築とほぼ同様の結果であった。

### 4. 既往の計測との比較

一般に、質点が高いほど建物は長周期化する。そこで社寺の軒高と固有周期の関係、改修の有無の情報と共に図 3 に示す。図中では佛照寺及び浄蓮寺と、過去に計測を実施した 6 棟の社寺を比較したところ、概ねよい対応が得られた。浄蓮寺の梁間方向は多くの筋交い補強がなされていたため、耐震改修済みの社寺に近い剛性になったと考えられる。

屋根荷重と固有周期の相関を図 4 に示す。屋根荷重を求めるための基準屋根荷重及び社寺建築の調整係数を表 3 及び表 4 に示す<sup>2)</sup>。この図より、耐震改修により軽量化した社寺建築は明快に固有周期が短くなるのがわかる。

### 5. まとめ

耐震改修前の 2 棟の社寺の常時微動計測を実施し、建物の特徴及び振動特性を計測済みの 6 棟と比較検討した。佛照寺は過去に計測を行った改修前の社寺とほぼ同等の特性を示していた。今後の格子枠補強及び屋根軽量化によって、他の社寺の補強方法と比較検討を行う貴重な資料となり、今後も継続的することが重要である。

また、概算した屋根荷重と固有周期の関係から、屋根軽量化後の固有周期を推定し、実際の建物と比較検討す

表 2 社寺建築計測結果

社寺名称	佛照寺	浄蓮寺	浄照寺	円楽寺	興禅寺	光西寺	海蔵寺	永平寺別院山門
GL卓越振動数 [Hz]	0.79	2Hz以下	0.55	0.50	2.04	0.26	-	0.30
1次固有振動数 (伝達関数) [Hz]	梁間	1.76	3.08	1.68	1.61	2.13	1.95	2.34
	桁行	1.37	1.95	1.86	1.44	2.27	1.61	2.69
ねじれ [Hz]	3.30		2.54	2.20		2.78		
減衰定数 (RD法) [%]	梁間	1.44	1.27	1.86	2.27	1.59	1.69	2.76
	桁行	1.24	1.25	1.61	2.48	1.68	0.22	3.49

表 3 床面積に対する基準屋根荷重

屋根葺材料	(N/m <sup>2</sup> )	軒高(m)	調整係数
本瓦葺	3,300	10 以下	1.6
棧瓦葺(葺土あり)	2,400	10~12	2.0
棧瓦葺(葺土なし)	1,300	12~15	2.3
檜皮葺、こけら葺	1,300	15超	2.5
金属板葺	1,000		
茅葺(基準葺厚を0.6mとし葺厚によって調整する)	1,500		
板葺(右置板葺の場合、別途石の重量を加算する)	600		

表 4 調整係数

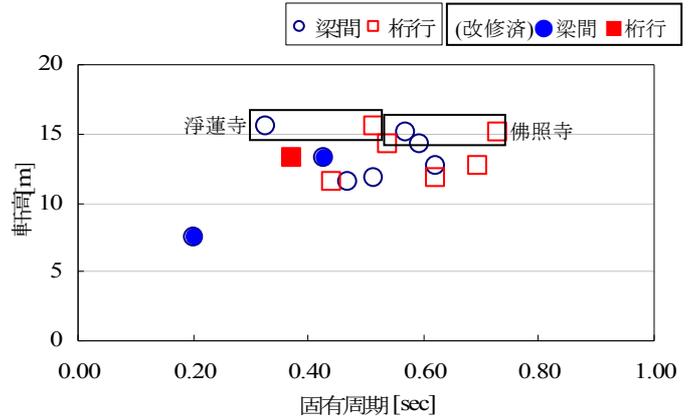


図 3 固有周期と軒高の関係

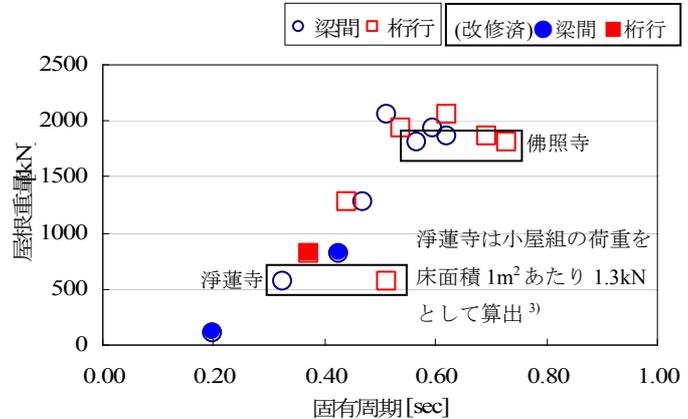


図 4 固有周期と屋根荷重の関係

ることが出来ると考えられる。

【謝辞】計測全般に関して、名古屋大学福和研究室の学生諸君の協力を得た。ここに謝意を表す。

#### 【参考文献】

- 1) 藤井智規, 福和伸夫, 飛田潤, 吉田明義: 文化財の耐震性向上のための社寺建築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, pp.465-466, 2006.9
- 2) 重要文化財建造物基礎診断実施要領, 文化庁
- 3) 三明寺本堂保存修理工事報告書

\*1 魚津社寺工務店・修士(工学)

\*2 名古屋大学大学院環境学研究所・教授・工博

\*3 名古屋大学大学院環境学研究所・准教授・工博

\*1 Uotsu Shaji Corporation, M.Eng

\*2 Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

\*3 Assoc. Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.