

常時微動計測に基づく社寺建築の移築・耐震補強に伴う振動特性の変化

正会員

○藤井 智規^{*1}

同

福和 伸夫^{*2}

同

飛田 潤^{*3}

同

伝統木造建築
常時微動社寺建築
固有振動数耐震補強
減衰定数

1. 序論

前報¹⁾で常時微動計測を行った愛知県津島市の淨蓮寺本堂について、移築及び耐震改修後に同様の常時微動計測を行った。本報では移築前後の振動特性の変化を計測し、固有振動数などから補強効果を検討する。

2. 建造物及び地盤概要

淨蓮寺の現在の本堂は、大正時代に愛知県津島市の津島神社付近に建立された真宗大谷派の社寺建築であったが、道路拡張に伴い移築となった。移築先は同市の市街地であり、以前の敷地から 1.2km 東で、いずれも濃尾平野西部の沖積層が厚い地盤条件である。

移築・改修前後の常時微動計測時の建物概要を表 1 に、外観を写真 1 に示す。工事着手前の屋根は葺き土有りであったが、改修前の初回計測時は既に屋根瓦、葺き土、野地板、垂木が撤去された状態であった。従って屋根重量の相違の影響は、改修後の新たな屋根瓦・葺き土の施工前後の計測により推定する。

改修前後の本堂の平面図を図 1 に示す。図 1(a)の太線は改修前の露出筋交い位置を、図 1(b)の太線は長押上の小壁に 45×90 の筋交いと厚 9mm のラスボードを用いて補強した箇所を示している。移築直後は露出筋交いの位置に、施工上の安全と建物の鉛直性維持のために仮筋交いを入れている。境内の縮小により本堂下陣の奥行きが 1.8m 短く、床面積が約 60m² 小さくなった。基礎は柱下に 450φ の支持杭を打っており、柱の根元が大きく動かないよう基礎が掘り下げられている。

3. 常時微動計測概要

常時微動計測には固有周期 1 秒の動コイル型速度計（以下、微動計）を用い、図 1 の●（小屋裏）と○（基礎）に示す位置に設置した。1 回の計測時間は 30 分間、100Hz サンプルングでデータ収録した。得られた速度波形記録を 41 秒間ずつ分割した後、30 サンプル以上でアンサンブル平均し、伝達関数を求めた固有振動数は、1 自由度の伝達関数フィッティングで求めた。計測は表 1 に示す改修前後 3 回に、加えて、仮筋交いの有無による影響を調べるための簡易計測を行っている。

4. 補強前後の常時微動計測結果の比較

初めに、移築前及び移築後の敷地地盤の H/V スペクトルを図 2 に示す。この計測のみ固有周期 5 秒のセンサーで実施している。いずれの敷地でも、0.2Hz（5 秒）付近と 1.2Hz 前後に共通のピークがあり、地震基盤が深く、表層地盤も類似の地盤状況であることがわかる。



写真 1 淨蓮寺本堂外観

表 1 改修前後の建物概要

	改修前	移築直後	改修後
表層地盤	沖積層	沖積層	→
本堂建立年 [年]	1912頃	→	→
棟高 [m]	15.58	15.57	→
面積 [m ²]	434	374	→
最大柱の径 [mm]	410	→	→
基礎	礎石	杭基礎	→
壁面補強	露出筋交い	仮筋交い	筋交い+ボード
屋根瓦	(撤去後)	→	葺き土の有無
葺き土の有無	(撤去後)	→	無し

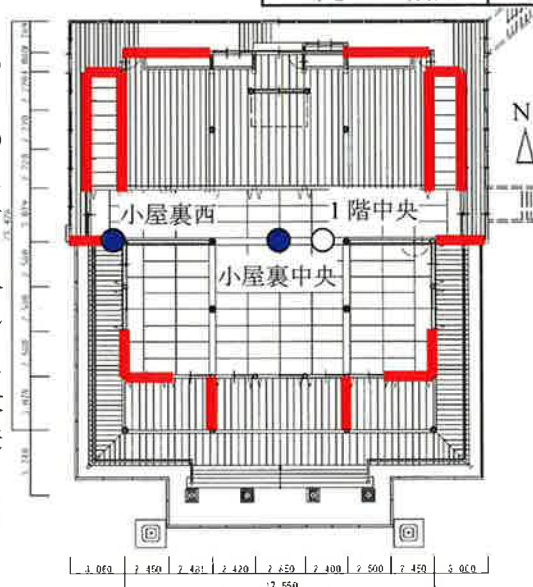


図 1(a) 改修前平面図

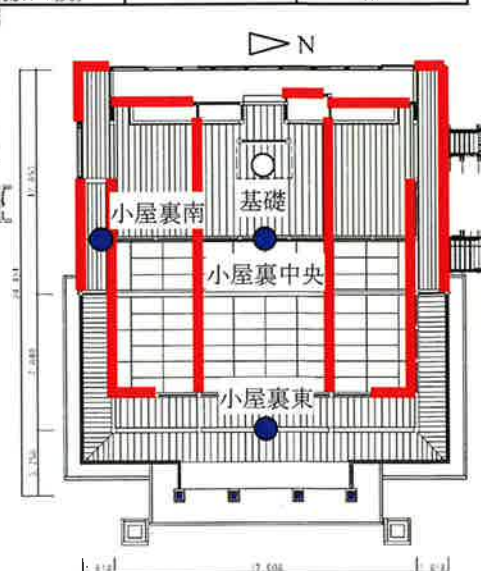


図 1(b) 改修後平面図

次に、地盤に対する小屋裏中央の伝達関数を図 3 に示す。また、改修前、移築直後及び改修後の固有振動数、減衰定数を表 2 にまとめて示す。減衰定数は RD 法を用いて微動波形から自由振動波形を求めて、直交方向も考慮した 2 自由度カーブフィット法により求めた。表 2 より、改修後の固有振動数は梁間方向で小さく、桁行方向で大きくなった。ただし、改修前の計測条件は屋根瓦、葺き土、野地板、垂木等が撤去されたときであるため、建立当時の固有振動数は表 2 の値よりも低かったと考えられる。一方、減衰定数は移築で大きな値を示した。これらの結果を、既往の社寺建築の計測結果と重ねて図 4 に示し、棟高と固有周期の関係を図 5 に示す。改修によって固有周期は短くなり、過去の改修済の社寺建築に近い傾向となった。一方、減衰定数は全体の平均的な値になっているが、ばらつきが大きく、改修前後の傾向も明確ではない。現状では同一建物の改修前後の計測例が少ないが、今後に予定される改修に伴って計測を実施することで、データを蓄積していく予定である。

移築直後の仮筋交いは、図 6 に示すように梁間・桁行方向ともに 12 箇所配置されている。この影響を調査するため、桁行方向の仮筋交いを 1 本撤去する前と後で簡単な計測を行うと、固有振動数の変化は 2.38Hz→2.37Hz となった。これより仮筋交い 1 本あたりの剛性を概算し、移築直後の仮筋交いの影響を考慮すると、仮筋交いの無い桁行方向の固有振動数は約 2.27Hz となる。

5. 結論

本報では、社寺本堂の移築、減築、耐震補強に伴う固有振動特性の変化を常時微動計測によって推定し、その傾向を検討した。本建物の屋根瓦・葺き土および小屋組の詳細な荷重の評価を継続して行うとともに、一般的な社寺建築の振動特性を蓄積していく予定である。

【参考文献】

- 1) 藤井智規, 福和伸夫, 飛田潤: 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 437-438, 2007.8

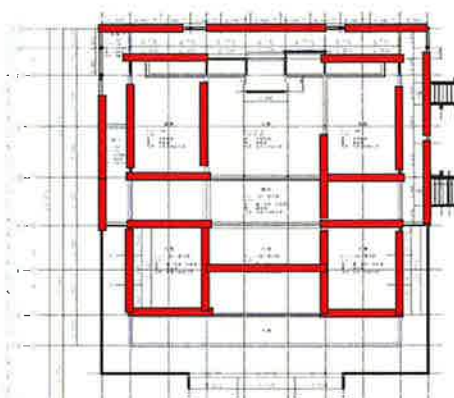


図 6 仮筋交い配置図

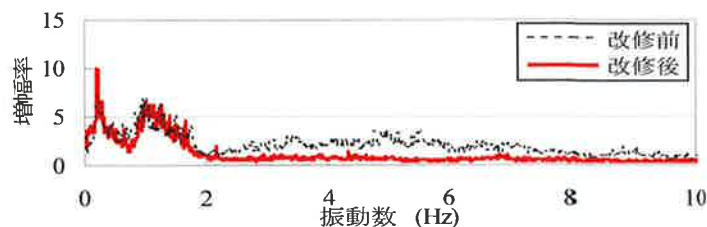


図 2 地盤の H/V スペクトル

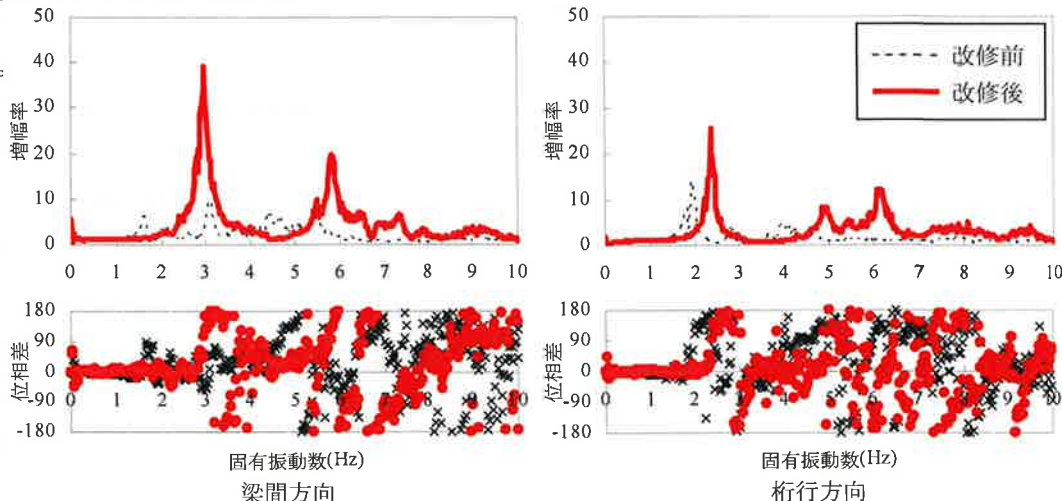


図 3 小屋裏中央/地盤 伝達関数

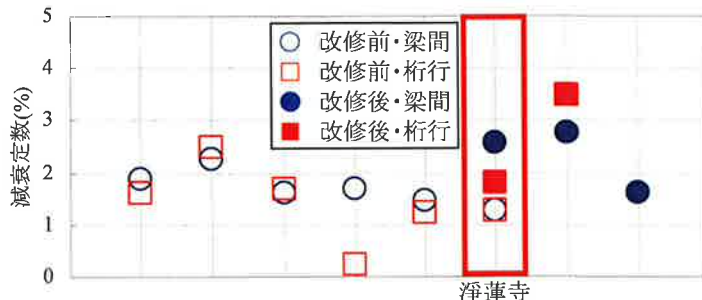


図 4 社寺建築 (改修前・改修後) の減衰定数

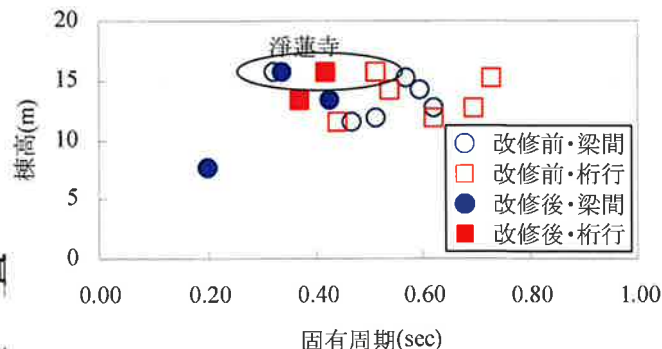


図 5 社寺建築 (改修前・改修後) の固有周期と棟高の関係

表 2 移築・改修前後の固有振動数と減衰定数

	固有振動数(Hz)		減衰定数(%)	
	梁間	桁行	梁間	桁行
改修前	3.08	1.95	1.27	1.25
移築直後	2.38	2.38	2.75	3.39
改修後	2.94	2.38	2.56	1.80

*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科・教授・工博

*3 名古屋大学大学院環境学研究科・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