

# 木造建築物の常時微動測定を用いたモニタリングによる構造特性評価に関する研究

正会員 ○櫻井 暢二\*<sup>1</sup>  
同上 戸田 充\*<sup>2</sup>

大規模伝統木造建築物 常時微動測定 固有値解析  
耐震補強工事

## 1. 研究の背景と目的

伝統的木造建築物を構成する部材の多くは、その材料特性や構造特性にばらつきが大きく、材料実験や構造要素実験の結果から推定される建物の特性と実際との間には、隔たりが生じる可能性がある。このことから、微振動測定データをもとに建物の振動特性を直接推定する手段が有効であると考えられている。また、各構造要素が振動特性に与える影響を検証することは建物の構造特性を把握する上で有用であると考えられる。そこで、本研究では、耐震補強工事中である奈良ホテル本館（木造）の建物に対して補強工事過程の2段階（補強前、補強後）で微振動測定を行い、耐震補強前後の振動特性の変動を考察するとともに、解析モデルと常時微動測定の結果との整合性を検証する。

## 2. 対象建物の概要

### 2.1 建築概要

対象建築物は、明治42年に竣工した総2階建て、延床面積約4,500m<sup>2</sup>の大規模伝統木造建築である。令和2年3月末に各ブロック毎の耐震補強工事を完了した。



写真1: 補強前



写真2: 補強後

## 3. 常時微動測定

### 3.1 測定概要

測定はAブロックとし、各ケース（補強前・補強後）において、固有振動数、振動モード形状を推定する目的で測定を行った。測定は、3軸加速度計測器(RS-ONE)を各階柱頭・柱脚および地盤レベルに設置した。サンプリング周波数は100Hzとし、各ケースとも180秒間の連続したデータを複数計測した。測定位置は図2に示す。

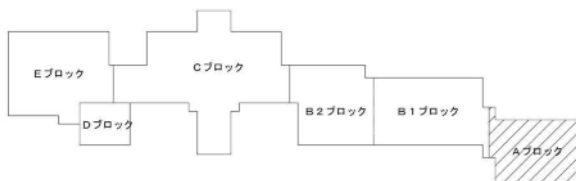


図1 建物全体キープラン

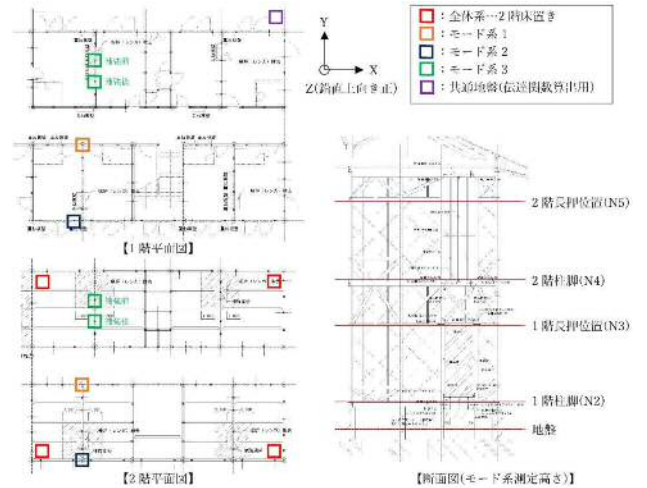


図2 測定位置

### 3.2 測定結果

各モード系の測定データより、FFT解析を行い各計測点のフーリエスペクトルを算出した。また、各計測点のフーリエスペクトルを地盤レベルの計測点のフーリエスペクトルで除した伝達関数を算出した。図3～図5（補強前）図6～図8（補強後）に分析結果を示す。

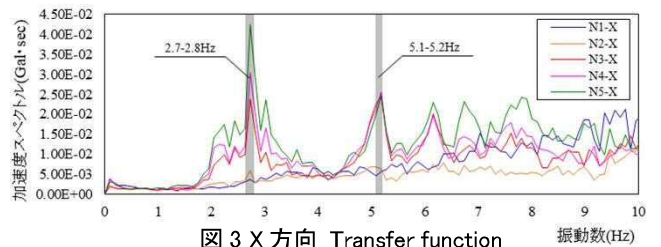


図3 X方向 Transfer function

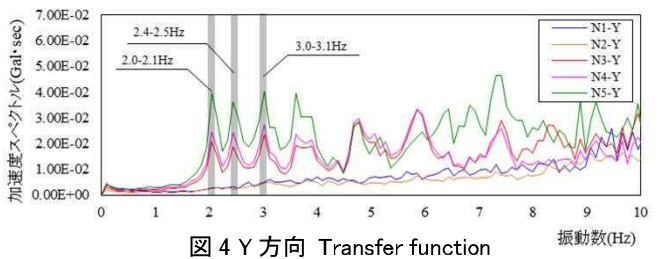
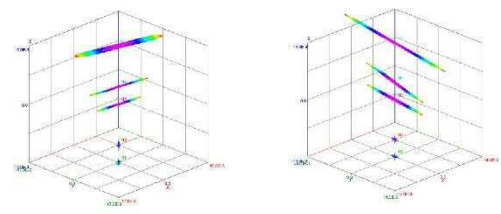


図4 Y方向 Transfer function



2.7-2.8Hz★

2.0-2.1Hz★

図5 固有振動モード

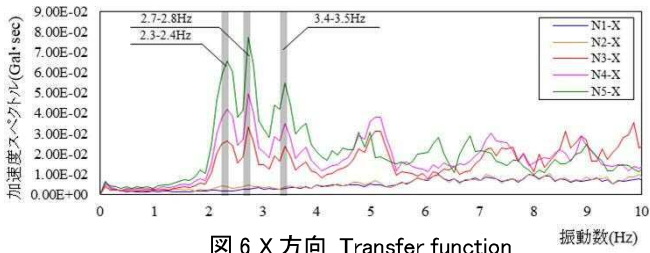


図 6 X方向 Transfer function

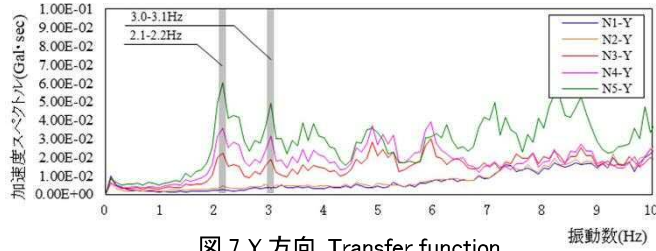


図 7 Y方向 Transfer function

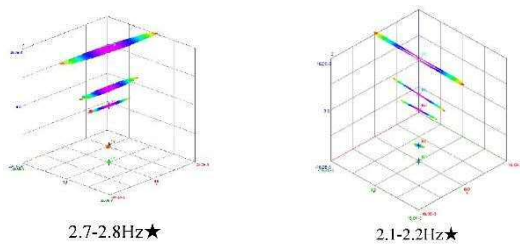


図 8 固有振動モード

表 3.1 一次固有振動数 (並進モード)

	補強前		補強後	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
全体系	—	—	2.7-2.8Hz	2.1-2.2Hz
モード系1	2.7-2.8Hz	2.0-2.1Hz	2.7-2.8Hz	2.1-2.2Hz
モード系2	2.7-2.8Hz	—	2.7-2.8Hz	—
モード系3	—	2.0-2.1Hz	—	2.1-2.2Hz

補強前・補強後共 2.7-2.8Hz 付近に X 成分の固有振動モード、2.0-2.2Hz 付近に Y 成分の固有振動モードを有している。各モード系の挙動は概ね、1 次モードから順に張間方向並進、桁行方向並進と考えられ、建物全体としてのねじれのモードは観測されなかった。また、各フレームが独立して挙動するような固有振動モード<sup>1)</sup>は確認できなかった。

#### 4. 固有振動モード解析

##### 4.1 解析モデルの概要

汎用解析プログラム midas-Gen を用いて 3 次元フレームモデルを作成し、弾性固有値解析を実施した。屋根の水平構面剛性は、板要素の板厚を変動させ測定値の振動モードと整合するよう解析を行った。

表 4.1 固有値解析結果

	1次モード		2次モード	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
補強前	0.752Hz	0.738 Hz	2.139 Hz	2.109 Hz
補強後	1.010 Hz	0.941 Hz	2.472 Hz	2.450 Hz

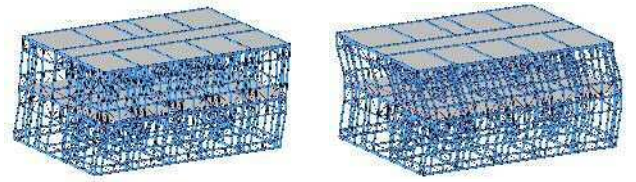


図 9 補強前:1 次モード(X方向) 2 次モード(X方向)

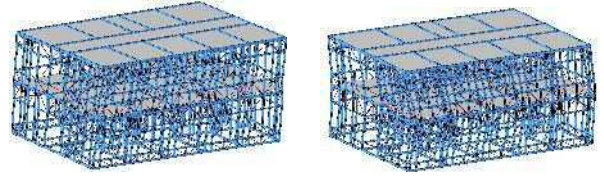


図 10 補強後:1 次モード(X方向) 2 次モード(X方向)

#### 4.2 増分解析結果

各ケースの静的変位増分解析を行い、荷重変形関係を得た。解析は、最大層間変形角が 1/10rad に到達するまで行うこととした。結果を以下に示す。

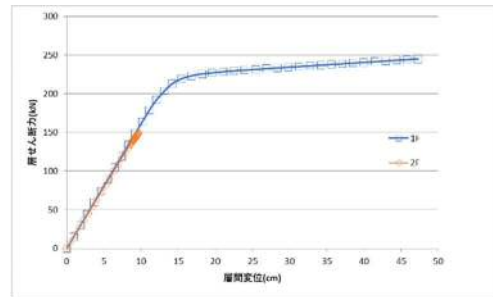


図 11 補強前:X 方向解析結果

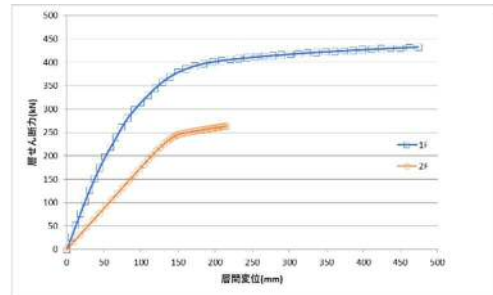


図 12 補強後:X 方向解析結果

#### 5. 結論

耐震補強工事中の建物に対して常時微動測定を行い、各ケースでの振動特性を推定した。常時微動測定の結果から、剛性はほとんど変わらず耐力のみ増大していることが確認された。フレームモデルを構築した上で測定した振動特性の実測値との整合性の検証は整合しなかった。水平構面剛性の変動が影響をもたらしていると推測し、今後はより詳細なパラメトリックスタディにより変動させた場合を検証していく予定である。

##### 参考文献

- 1) 高岩 裕也, 他 3 名: 近代中規模木造建築物の振動特性と水平剛性の相関性に関する研究, 日本建築学会構造工学論文集 Vol.61B, pp. 229-236, 2015. 3

\*1 株式会社能勢建築構造研究所

\*2 ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社

\*1 Nose Structural Engineering Company

\*2 JR West Japan Consultants Company