

# 木造 2 階建て建築物の耐震性評価について —福知山市大江町の大雲記念館の微動計測・起振器実験—

高谷富也<sup>1</sup>・西村良平<sup>2</sup>・西川隼人<sup>3</sup>・清水嵩史<sup>4</sup>

要旨：本研究は、平成 8 年に改修整備された木造 2 階建て建築物である福知山市大江町の大雲記念館の耐震性を評価するために、微動計測および起振器を用いた振動実験を行ったものである。特に、耐震診断を踏まえて、木造 2 階建て建築物の微動計測による耐震性評価の妥当性を検討するために、起振器による振動実験結果との比較も併せて行った。また、微動アレイ観測を通じて表層地盤の構造を推定し、微動計測および起振器の振動実験より得られる大雲記念館の固有振動数の観点より、強震時における大雲記念館の耐震安全性の検討を行った。

キーワード：微動計測，起振器実験，共振振動数，上部構造評点，伝達関数，耐震診断，アレイ観測

## 1. はじめに

著者らは、これまでに古民家建築物を対象として、起振器を用いて木造建築物の固有振動数や減衰定数を求めるとともに、常時微動計測による固有振動数の推定を行っている<sup>1), 2), 3)</sup>。

本研究では、明治 42 年（1909 年）に建てられ、平成 8 年（1996 年）に改修整備された木造 2 階建て建築物である福知山市大江町字北有路地区にある大雲記念館（旧平野家住宅主屋）を対象として、起振器を用いて大雲記念館の固有振動数や減衰定数を求めるとともに、常時微動計測による固有振動数の推定を行ったものである。特に、起振器実験と常時微動計測から得られる固有振動数の比較検討を通じて、木造建築物の微動計測による耐震性評価の妥当性を調べたものである。なお、平成 28 年（2016 年）8 月 26 日（金）には、大雲記念館の実測調査を行うとともに、併せて微動計測を行った。この実測調査に基づいて、耐震診断を実施した。さらに、平成 28 年（2016 年）12 月 5 日（月）には、起振器による振動実験と微動計測を行った。このため、2 回の微動計測を行ったことになる。

一方、大雲記念館周辺地盤上における微動アレイ観測を通じて表層地盤の構造を推定し、微動計測および起振器の振動実験より得られる大雲記念館の固有振動数の観点より、強震時における大雲記念館の耐震安全性の検討を行ったものである。

## 2. 対象とした大雲記念館について

Photo. 1 は、今回対象とした大雲記念館（旧平野家住宅）の写真を示したものである。大雲記念館となっている旧平野家主屋は、明治 42 年（1909 年）に竣工されており、1 階床面積が 392.73m<sup>2</sup>、2 階床面積が 277.89m<sup>2</sup>の地上 2 階建て木造建築物である。この大雲記念館（旧平野家住宅）は、京都府福知山市大江町字北有路に所在する伝統的な民家の平面形



Photo. 1 Full view of Ohkumo Memorial house

- 1 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科 教授
- 2 舞鶴工業高等専門学校 教育研究支援センター 技術職員
- 3 福井工業大学 土木建築工学科 准教授
- 4 舞鶴工業高等専門学校 専攻科課程 総合システム工学専攻 建設工学コース 1 年



Photo. 2 Full view of King-Post Truss



Photo. 3 Full view of Garden<sup>4)</sup>



(a) Second floor

(b) First floor

Fig. 1 Floor plan of Ohkumo Memorial house

式を基盤とした近代和風の木造建築物である。

Fig.1 に示す大雲記念館（旧平野家住宅主屋）の平面図に見られるように、床・棚・書院を構えた座敷、1間半幅の床を構えた座敷、続き座敷、矩折りの縁側、式台構えなど格式的な構成をもつ一方、数奇屋の意匠や茶室が見られるなど、多彩な座敷構成をもつ点は近代和風の建物らしいところを有している。2階の丈を十分にとった本2階建てとすることや、また Photo.2 に見られるように、小屋組みを洋小屋（キングポストトラス）につくることも近代期の傾向を示すものとなっている<sup>4)</sup>。

一方、Photo.3 に見られるように、庭敷廻りをはじめ全体的な保存状況も良好であり、棟札・祈禱札から建築年代・施主・大工などが判明し、また、家相図から屋敷と建物の変遷が知られる貴重な遺構であることが分っている<sup>4)</sup>。近代和風の建物として、また地域文化財としての価値も高く、建物・庭・石垣などかつての屋敷の規模・構成をよくとどめ、当地域の歴史的景観の中心的存在である<sup>4)</sup>。主屋は、入母屋造、棧瓦葺、本二階建の建物で、正面に西寄

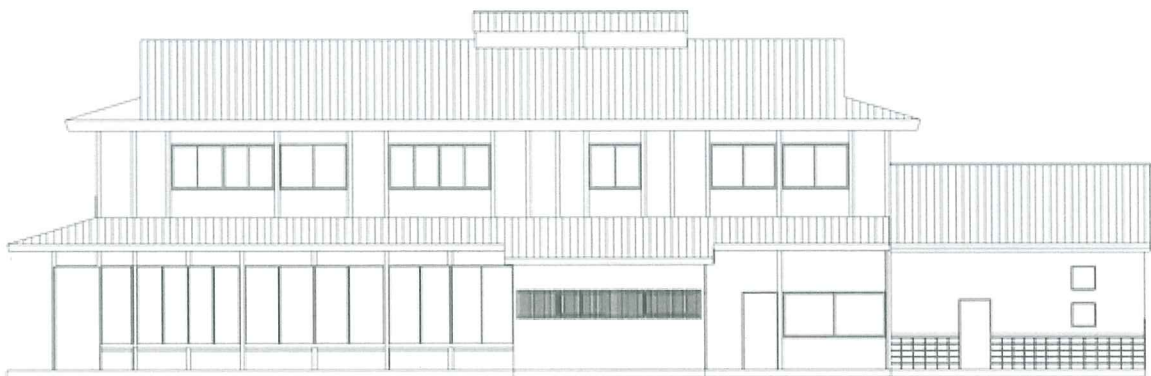
りに玄関を設けて、東寄りに式台を構え背面は、北東隅に階段を設け、区座敷（8畳）を配し、その北を前室（3畳）としている。その西に座敷（8畳）2室並べる配置となっている。また、南面及び東面の庭に面した部分に縁を矩折りに廻し、背面側通りは廊下となっている<sup>4)</sup>。

2階は中央の階段を上ったところを板間とし、東側中央に床・棚を構えた上座敷（8畳）、その南に次の間（8畳）を配置している。板間の西南寄りに置き床をしつらえた控の間（10畳）を配し、その北を納戸とし、その北を座敷（8畳）としている。北東の角には床付きの茶室（4畳半）を配し、その西を前室（4畳）としている<sup>4)</sup>。

主屋軸組は伝統的な技術によって構成され、小屋組は洋小屋となり、和洋折衷の構造体となっている。柱位置に礎石を据えて土台を敷き廻し、柱を建てる。1階床は、足固め、大引、根太で床組みを造る。2階は大梁、小梁、根太で床組みを造る。柱頭は、身たように、小屋組にはキングポストトラスが用いられており、土間ホール上部では化粧小屋組となつて

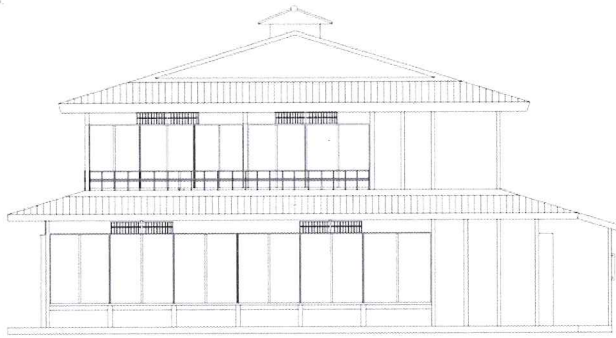


(a) South elevation

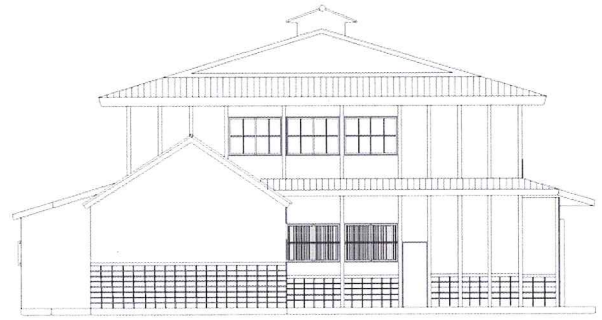


(b) North elevation

Fig.2 North and south elevations of Ohkumo Memorial house

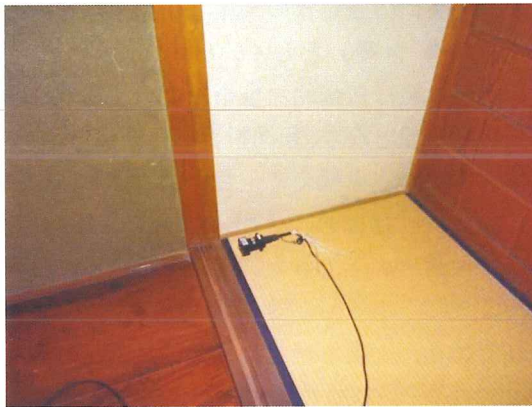


(a) East lateral elevation

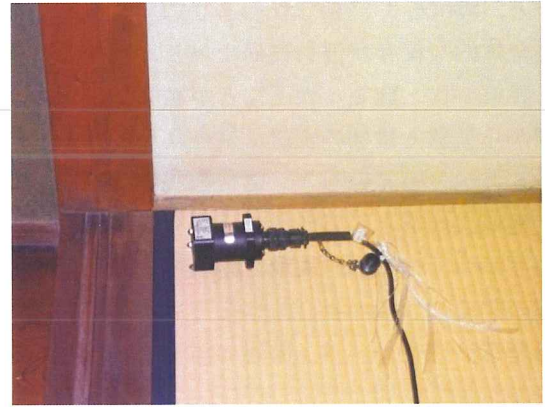


(b) West lateral elevation

Fig.3 East and west lateral elevations of Ohkumo Memorial house



(a) CH1 (Second floor)



(b) CH2 (Second floor)

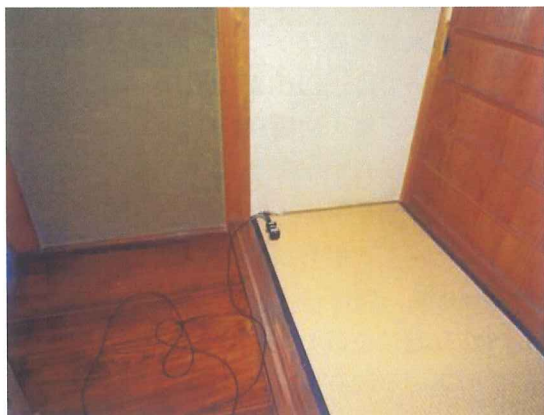


(c) CH3 (First floor)

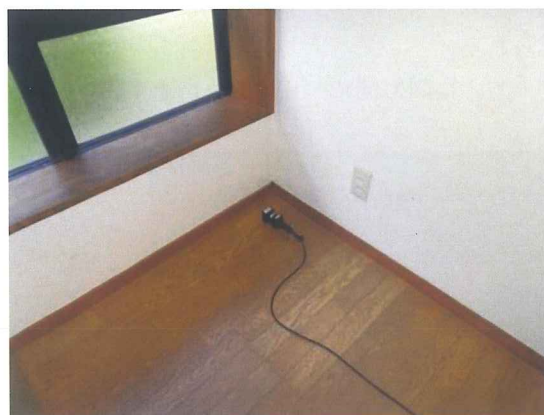


(d) CH4 (First floor)

Photo.4 Accelerometer installation (Ridge direction)



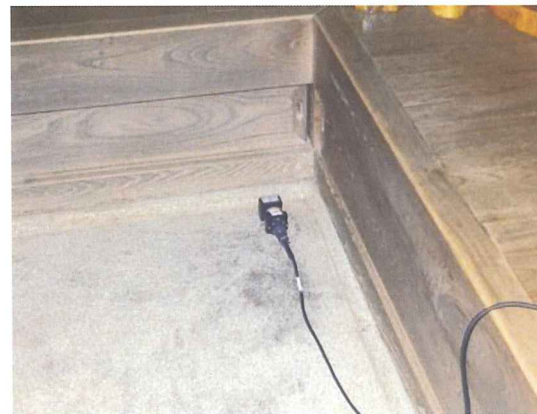
(b) CH1 (Second floor)



(b) CH2 (Second floor)



(c) CH3 (First floor)



(d) CH4 (First floor)

Photo.5 Accelerometer installation (Span direction)

いるため表面化粧が施されている。一方、居室部分にもキングポストラスが採用されているが、南側は縁側の側通を開放的なものにするために柱がなく、入側柱で小屋組を支える架構となる。そのため、キングポストラスとは非対称となり、陸梁は南側が高い位置に納まるようになっている<sup>4)</sup>。

主屋の南北立面図をFig. 2に、また東西側面図をFig. 3に示す。

### 3. 大雲記念館の微動計測について

平成28年(2016年)8月26日(金)に、大雲記念館の実測調査を行うとともに、第1回目となる微動計測を行った。Fig. 1に示す大雲記念館(旧平野家住宅主屋)の平面図には、CH1~CH4の加速度計の設置場所を明示している。CH1とCH2は2階に、またCH3とCH4は1階に設置している。なお、微動計測においては、Photo. 4に見られるサーボ型加速度計(三菱社製, V405-BR, 測定範囲:  $\pm 30\text{m/s}^2$ ,

振動数範囲：DC～400Hz)によって微動波形を記録した。主屋1階の土間に設置されたCH4とCH1～CH3の加速度計で得られた波形から求めたスペクトルの比(伝達関数)から木造建築物の共振振動数を求める。

Photo. 4 および Photo. 5 に、それぞれ桁行方向および梁間方向に設置した4つの加速度計の写真を示す。また、Photo. 6 は微動計測風景を撮ったものである。

Fig. 4 は、微動計測結果である伝達関数(1階に対する2階の振幅比)を示したものである。Fig. 4 より得られた桁行および梁間方向における第1次固有振動数を Table 1 に示す。桁行方向の伝達関数を示した Fig. 4 (a) から明らかなように、CH1 と CH2

の固有振動数のピーク値が異なっており、またスペクトル比も大きく異なっている。Table 1 より、桁行方向については、CH1 が 2.42Hz, CH2 が 2.66Hz となっており、第1次固有振動数が異なっている。

Fig. 1 から明らかなように、壁量が少ないために木造建築物の剛性が小さいことに起因して、低い振動数領域に第1次固有振動数が位置する結果となっている。また、CH1 は2階のほぼ中央に位置しており、CH2 は端に位置していることより、木造建築物の剛性の違いが固有振動数に現れたものと考えられる。このため、桁行方向については、建物が同じ方向に振動せず、ねじれ振動が発生しているものと考えられる。

一方、梁間方向については、Fig. 4 (b) から明ら



Photo. 6 Microtremor observation full view

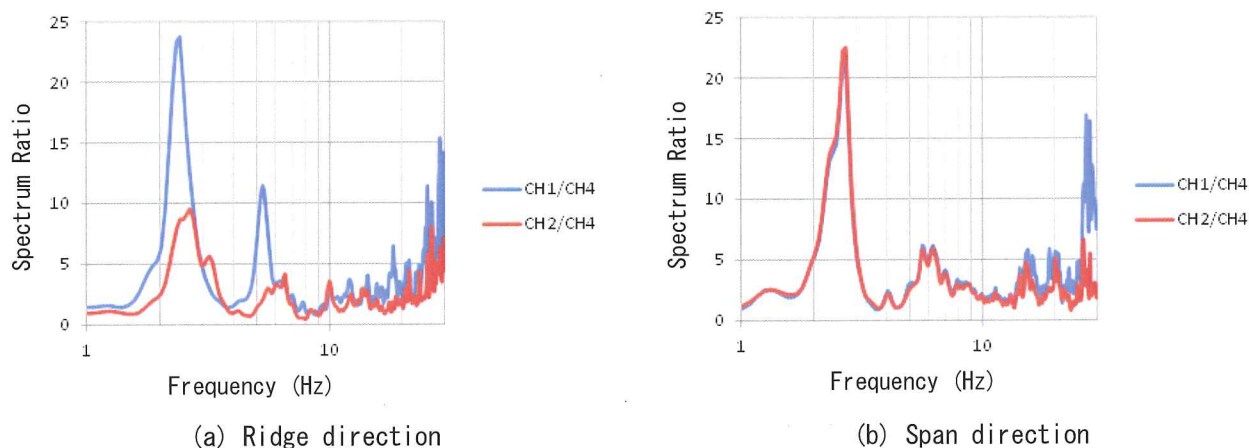
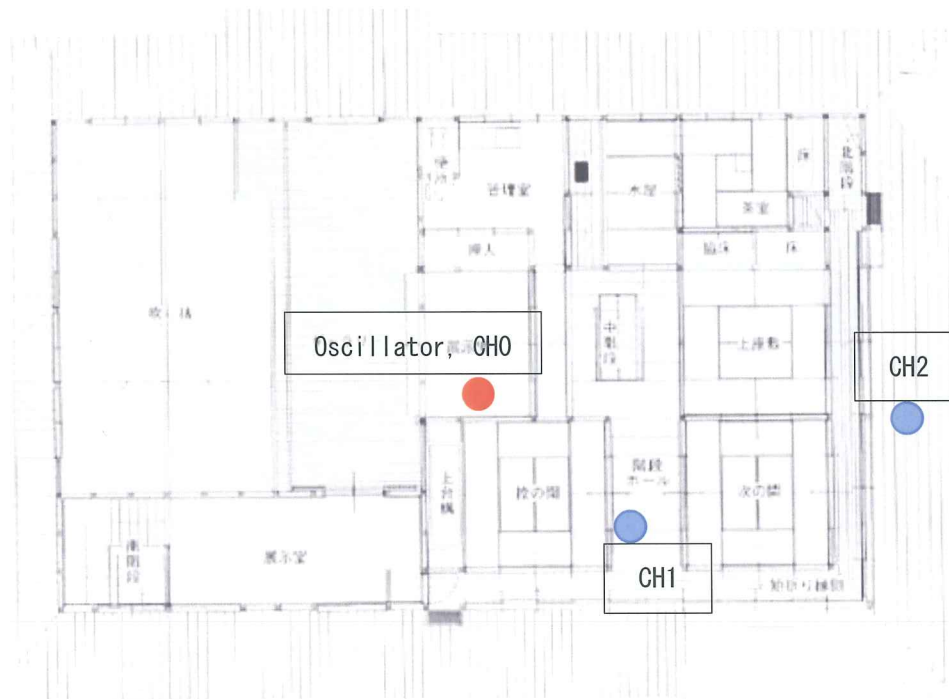


Fig. 4 Spectrum ratio

Table 1 First natural frequency (unit: Hz)

	CH1	CH2
Ridge direction	2.42	2.66
Span direction	2.73	2.73



(a) Second floor

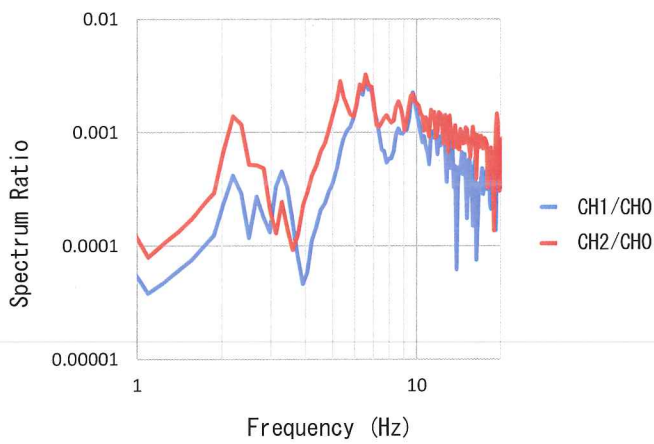


(b) First floor

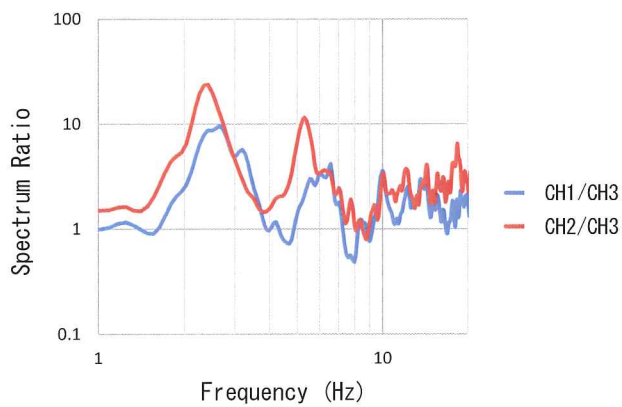
Fig.5 Oscillator and accelerometer installation in Ohkumo Memorial house



Photo.7 Oscillation experimental full view (Oscillation direction : Span direction)

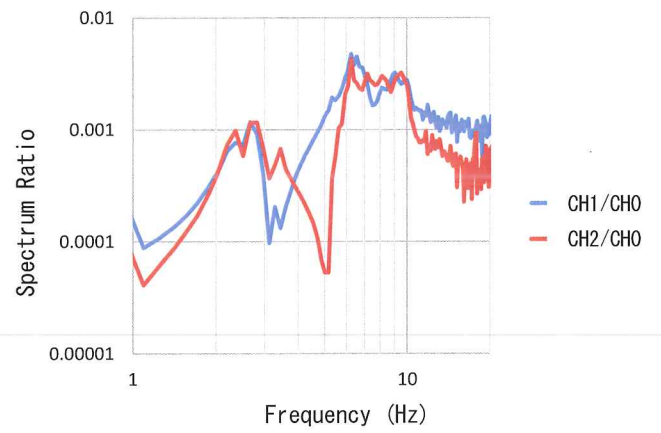


(a) Oscillation

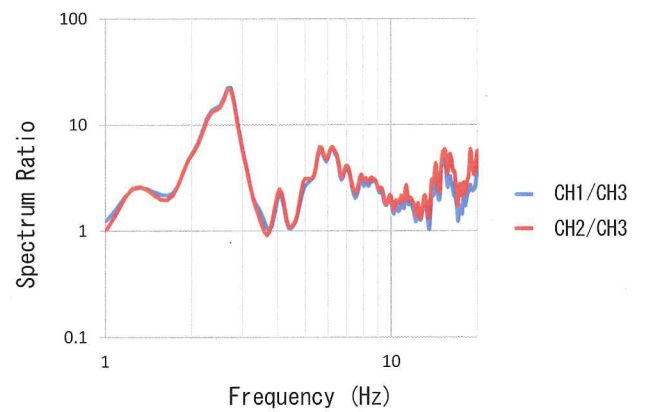


(b) Microtremor

Fig.6 Transfer function of ridge direction



(a) Oscillation



(b) Microtremor

Fig.7 Transfer function of span direction



かなように、CH1 および CH2 共に同じような伝達関数となっており、第1次固有振動数は2.73Hzである。梁間方向については、建物全体が同じ方向に振動していることが明らかとなった。

以上より、大雲記念館（旧平野家住宅）の建物については、桁行および梁間方向における固有振動数は2Hz台となっており、耐震性が低いことが明らかである。これは、木造建築物の床面積に対する壁量が桁行および梁間方向ともに非常に少ないことに起因するものである。

#### 4. 大雲記念館の起振器による振動実験について

平成28年（2016年）8月26日（金）に行った大雲記念館の実測調査に基づいた耐震診断を実施するとともに、平成28年12月5日（月）には、大雲記念館の起振器による振動実験と第2回目となる微動計測を行った。

Fig. 5 に、起振器および加速度計の設置位置を、また Photo. 7 に起振器実験風景を示す。

Table 2 Natural frequency of ridge direction  
(Oscillation case, unit: Hz)

	First	Second
CH1	2.19	2.66
CH2	2.19	3.28

Table 3 Natural frequency of ridge direction  
(Microtremor case, unit: Hz)

	First	Second
CH1	2.66	5.55
CH2	2.42	5.31

Table 4 Natural frequency of span direction  
(Oscillation case, unit: Hz)

	First	Second
CH1	2.34	2.66
CH2	2.34	2.81

Table 5 Natural frequency of span direction  
(Microtremor case, unit: Hz)

	First	Second
CH1	2.73	5.63
CH2	2.73	5.63

Table 6 Damping coefficients for ridge and span directions

	Ridge direction	Short direction
CH1	2.57%	-
CH2	2.62%	2.46%

振動実験の測定システムは計測部、起振部および解析部などから成っている。測定は、起振器（サンエス社製、永久磁石起振器 SSV-125、最大加振力：490N、振動数範囲 0.1～100Hz）によって固有振動数 3～10Hz のスイープ波加振を 360 秒間実施するとともに、微動計測に用いたサーボ型加速度計によって振動波形を記録する。起振器と加速度計で得られた波形から求めたスペクトルの比（伝達関数）から木造建築物の共振振動数を求める。続いて、求めた共振振動数を固有振動数とする正弦波加振によって木造建築物を振動させ、定常時に起振器を急停止させて得られた減衰自由振動波形から木造住宅の減衰定数を評価する。

Fig. 6 および Fig. 7 は、それぞれ長辺方向および短辺方向の伝達関数を示したものであり、微動計測結果も併せて示しておいた。Table 2 と Table 3 および Table 4 と Table 5 は、それぞれ Fig. 6 および Fig. 7 に示す長辺方向および短辺方向の伝達関数から読み取った CH1 と CH2 の固有振動数を占めたものである。平成28年（2016年）8月26日（金）に行った微動計測結果を示した Fig. 4 および Table 1 の第1次固有振動数の値は、Fig. 1 および Fig. 5 に示されているように加速度計の設置位置が異なるにもかかわらず、Table 3 と Table 5 に示されている固有振動数と一致していることがわかる。これにより、地盤の常時微動によって誘起される木造建築物の微動は数十～百マイクロン程度の振動のため、加速度計の設置位置に関わらず木造建築物全体の振動がほぼ同じ微振動を行っているものと考えられる。また、これらの図と表より、起振器実験から算定された固有振動数は微動計測結果のそれらに比べて小さな値となっていることが分かる。これは、起振器による建物の振動を計測した場合、柱、梁および壁などの構造部材等の仕口部分や接続箇所等の剛性の影響を総合的に評価することによるものと考えられる。一方、微動計測は起振器により発生する振動に比べて非常に小さな振動を計測しているためと考えられる。

Table 7 Diagnosis of Ohkumo Memorial house

方向	階	必要耐力 $Q_r$ (kN)	保有耐力 $edQ_u$ (kN)	充足率 $edQ_u/Q_r$	判 定
X 方向 (桁行)	2 階	155.62	98.45	0.63	倒壊する可能性が高い
	1 階	298.48	94.41	0.28	倒壊する可能性が高い
Y 方向 (梁間)	2 階	155.62	96.01	0.55	倒壊する可能性が高い
	1 階	298.48	149.74	0.50	倒壊する可能性が高い

Table 8 Diagnosis of Ohkumo Memorial house (Seismic retrofit)

方向	階	必要耐力 $Q_r$ (kN)	保有耐力 $edQ_u$ (kN)	充足率 $edQ_u/Q_r$	判 定
X 方向 (桁行)	2 階	155.62	211.07	1.35	一応倒壊しない
	1 階	298.48	310.51	1.04	一応倒壊しない
Y 方向 (梁間)	2 階	155.62	182.02	1.16	一応倒壊しない
	1 階	298.48	319.02	1.06	一応倒壊しない

Table 6 は、長辺および短辺方向の第 1 次固有振動数で振動させた場合における減衰定数を算定したものである。この減衰定数が大きな値になれば、早く地震動の揺れが収まることを意味するもので、耐震性の高い建物と言える。同表に示されている値は通常の木造住宅の減衰定数に比べて小さな値となっているため、耐震性が良いとは言えないことが分かる。また、長辺方向の減衰定数が短辺方向に比べて小さな値となっているので、強地震動を受けた場合には長辺方向の揺れが大きくなり、揺れが弱まる程度が小さいと思われる。

## 5. 大雲記念館の耐震診断と補強について

平成 28 年 (2016 年) 8 月 26 日 (金) に行った大雲記念館の実測調査に基づいた一般診断法<sup>5)</sup>に基づく耐震診断結果を Table 7 に示しておく。なお、本研究では、ホームズ君「耐震診断 Pro」<sup>6)</sup>を用いて耐震診断を行った。Table 7 に見られる X 方向および Y 方向はそれぞれ桁行方向および梁間方向を意味する。この表より、現状の大雲記念館の上部構造評点は 0.28 (1 階 X 方向) となっており、「震度 6 強」または「震度 7」の地震動に対して「倒壊する可能性が高い」と判定された。1 階桁行方向の壁量が少ないことが大きな原因だと考えられる。なお、一般診断法による上部構造評点は次式により評価される。

$$\text{上部構造評点} = \frac{\text{保有耐力 (kN)} \quad edQ_u}{\text{必要耐力 (kN)} \quad Q_r} \quad (1)$$

(充足率)

起振器実験結果より算定された固有振動数を示し

た Table 2 と Table 4 から明らかなように、大雲記念館の X 方向 (桁行方向) の第 1 次固有振動数 2.19Hz は Y 方向 (梁間方向) の 2.34Hz に比べて小さな値となっている。これより、X 方向 (桁行方向) の耐震性が Y 方向 (梁間方向) のそれより低いことを明示しており、Table 7 に示す上部構造評点の妥当性を証明するものとなっている。上部構造評点の妥当性は、Table 3 と Table 5 に示されている微動計測結果にも表れていることがわかる。

次いで、大雲記念館の耐震補強案を考える。前提として、大雲記念館は地域資源として重要な要素であるため、建築様式としての特性や意匠をできるだけ損なわないようにしなければならない。そこで、大雲記念館の木造建築物としての価値を損なわないよう、見えないところで補強する案を採用することにした。耐震補強として、土壁の下地材を構造用合板として補強するものと、見えないところで金物補強を取り入れる。外からは構造用合板が見えず、現状の室内景観を崩さないように補強することができる。また、人の動線を考慮して開口部を壁とした。上述した補強条件を踏まえて実施した一般診断結果を Table 8 に示しておく。上部構造評点は 1.04 (1 階 X 方向) となり、判定は「1.0 以上～1.5 未満」で「一応倒壊しない」となった。

## 6. 微動アレイ観測について

本研究では、大雲記念館が建っている地盤の微動アレイ観測を行うことで、表層地盤の構造を推定する。微動アレイ観測は、常時微動の測定方法のひとつ

つで、複数の振動計を並べて微動を観測し、アレイ間の伝播する微動の速度を把握する方法である。円形アレイを用い、入射波の相関具合を知ることによって、地表面だけではなく地中内部の構造を把握することができる。アレイ半径が広いほど地中深くの地盤特性を知ることができ、アレイの個数が多いほど正確なデータを得ることができる。

この微動アレイ観測を用いることで、前述した大雲記念館の微動計測および起振器の振動実験より得られる大雲記念館の固有振動数の観点より、強震時における大雲記念館の耐震安全性の検討を行う。

本研究では、中心と円周上に4台のセンサーを配置する正三角形アレイに配置し測定を行った。また、測定箇所の広さによってアレイ半径を調節し、アレイ半径は1m, 3mで複数回行った。

微動アレイ観測は、以下の条件で行った。

- ・任意半径の円周上中心に、加速度計を配置する。
- ・計測時間は6分を1, 2セットとする。
- ・振動測定のサンプリング周波数は160Hzとする。



Photo. 8 Array observation instruments



Photo. 9 View of array observation

使用機材を Photo. 8 に示しておく。また、Photo. 9 に微動アレイ観測風景を写したものである。

観測した微動データは、微動アレイ解析を通じて SPAC 法<sup>7), 8)</sup> (空間自己相関法) を適用し、位相速度を抽出する。次に、得られた位相速度結果より、位相速度分散曲線の高周波数の値を読み取る。なお、SPAC 法は、微動アレイ探査における空間自己相関関数を用いた位相速度解析法である。目標探査度によって半径を変化させて微動アレイ観測を行う。

大雲記念館において実施した微動アレイ観測結果より得られた位相速度の理論値と観測値を Fig. 8 に、また Fig. 8 の理論値より算出した表層地盤の3層構造の諸数値を Table 9 に示す。この表より、大雲記念館の地盤は良好であることが分った。このため、大雲記念館の第1次固有振動数と表層地盤で予測される地震動のピーク振動数とは一致しないものと考えられる。より詳細な強震時における大雲記念館の耐震安全性を評価するためには、地震時倒壊解析の観点からの検証が必要になるものとする。

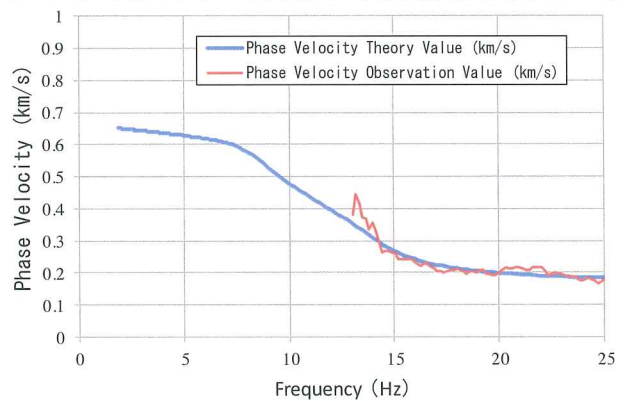


Fig. 8 Array observation result

Table 9 Optimal ground layer stratum

Layer	Thickness (m)	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Vp (m/s)	Vs (m/s)
1	5.8	1.692	1501	190
2	1.7	1.758	1606	285
3	-	1.999	2178	800

## 7. まとめ

対象とした木造建築物である大雲記念館 (旧平野家住宅主屋) の強震時における耐震性を評価するために、木造建築物を起振器で揺らし木造建築物が最

も揺れやすい振動数, いわゆる固有振動数を測定した。また, 大雲記念館において2回の微動計測を実施して, 起振器を使用せず固有振動数を算出することが可能かどうかの検討も行った。また, 木造建築物の揺れが弱まる程度を表す減衰定数を起振器による振動実験結果から算出した。以下に, 本研究の遂行により明らかとなった結論を示す。

- 1) 起振器実験および微動計測から得られた伝達関数より, 対象とした大雲記念館(旧平野家住宅主屋)のX方向(桁行方向)の剛性が, Y方向(梁間方向)に比べて小さい。これは, X方向に比べてY方向における壁が多く存在することによる壁量の違いが剛性に表れているものと考えられる。
- 2) 起振器実験から得られた減衰定数より, X方向(桁行方向)の減衰定数に比べてY方向(梁間方向)の減衰定数が小さく, X方向(桁行方向)における揺れが多少早期に弱まる。伝達関数の結果より, Y方向はX方向に比べて耐震性は高いと考えられるが, 揺れが早期に弱まらないことを示している。これは, Y方向における壁量の多さと木造建築物の構法に起因しているものと考えられる。
- 3) 起振器実験および微動計測から得られた伝達関数より, 木造建築物のX方向(桁行方向)における第1次固有振動数の値は, CH1およびCH2ともに, 同じ傾向を示した。しかしながら, 起振器実験による第1次固有振動数は微動計測のそれより小さな値となった。これは起振器による木造建築物の振動振幅は, 地盤の常時微動により誘起される木造建築物の微動振幅に比べて非常に大きな値となることによるものと考えられる。
- 4) 一般診断法による上部構造評点(充足率)を踏まえた結果, X方向(桁行方向)およびY方向(梁間方向)ともに「震度6強」または「震度7」の地震動に対して, 上部構造評点が0.7以下の値となっており「倒壊する可能性が高い」ことが判明しており, これは起振器および微動計測結果より得られた第1次固有振動数の値を裏付けるものとなっている。
- 5) 大雲記念館の耐震補強案として, 建築様式としての特性や意匠をできるだけ損なわないように, 耐震補強として土壁の下地材を構造用合板として補強するとともに, 見えないところで金物補強を取り入れ, さらに人の動線を考慮して開口部を壁とした補強条件を踏まえ

た結果, 上部構造評点は1.04となり, 「震度6強」または「震度7」の地震動に対して, 「一応倒壊しない」ことが判明した。

- 6) 大雲記念館において実施した微動アレイ観測結果より得られた位相速度の理論値と観測値より算出した表層地盤の3層構造の諸数値を踏まえて, 大雲記念館の地盤は良好である。

今後, 大雲記念館(旧平野家住宅主屋)周辺地盤の微動アレイ計測から得られた表層地盤情報に基づいた地震動を作成して, 著者らが行ってきている柱, 梁, 壁から構成されるFig.9に示す木造架構モデルを用いた地震時倒壊解析<sup>9)</sup>を通じて, より詳細に大雲記念館(旧平野家住宅主屋)の耐震性の評価を明らかにするとともに, 提案している耐震改修の妥当性についても地震時倒壊解析を通じて検証したいと考えている。これについては, 稿を改めて報告したい。

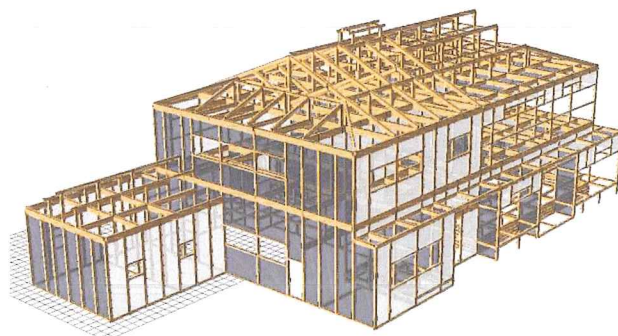


Fig.9 3D Wooden frame model of Ohkumo Memorial house

**謝辞:** 最後に, 福知山市教育委員会生涯学習課長補佐兼文化財保護係長の松本学博様および福知山市大江支所地域振興係長の伊藤正和様には, お忙しい時期に対象とした福知山市大江地区の「大雲記念館(旧平野家住宅主屋)」における2回の微動計測並びに起振器による振動実験へのご協力を頂き, 紙面を借りて感謝の意を表します。

#### 参考文献:

- 1) 高谷富也, 西川隼人, 西村良平: 起振器を用いた木造古民家住宅の耐震性評価について, 舞鶴工業高等専門学校紀要, 第51号, pp.31-41, 2016.
- 2) 高谷富也, 西川隼人, 西村良平, 平野竜一朗: 起振器を用いた木造古民家住宅の耐震性評価について -小浜西組における町並み資料保存館を対象として-, 舞鶴工業高等専門学校紀要, 第52号, pp.29-38, 2017.

- 3) 高谷富也, 西川隼人, 西村良平, 清水嵩史: 木造2階建て建築物の耐震性評価について -綾部市志賀郷公民館の起振器実験-, 舞鶴工業高等専門学校紀要, 第53号, pp.33-40, 2018.
- 4) 大江町教育委員会: 京都府文化財 旧平野家住宅修理工事報告書(大雲記念館), 2000年11月.
- 5) (財)日本建築防災協会: 2012年改訂版「木造住宅の耐震診断と補強方法」, 2012.
- 6) 住宅性能診断士 ホームズ君「耐震診断 Pro」Ver.4.2 ユーザーズマニュアル, 2016.
- 7) 岡谷智一, 鈴木晴彦, 中川博人: 微動計 McSEIS-MT NEO の開発と微動探査手法概説, 応用地質技術年報, No.31, pp.75-84, 2012.
- 8) 中村 豊: 常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定, 鉄道総研報告, Vol.2, No.4, pp.18-27, 1998.
- 9) Tomiya Takatani and Hayato Nishikawa : Seismic Collapsing Behaviour of Three-story Wooden House under Strong Earthquake Ground Motion, Journal of Civil Engineering and Construction (ISSN: 2051-7769, eISSN: 2051-7777), 2015.

(2018. 12. 7 受付)

## EVALUATION OF SEISMIC PERFORMANCE OF TWO-STORY WOODEN HOUSE -Microtremor and Oscillation vibration of Ohkumo Memorial house, Ōe town in Fukuchiyama city-

**Tomiya TAKATANI, Ryohei NISHIMURA, Hayato NISHIKAWA and Takashi SHIMIZU**

**ABSTRACT :** In order to evaluate seismic performance of an old Japanese-style two-story wooden house, Ohkumo Memorial house (Former Hirano house), Ōe town in Fukuchiyama ciity, against a strong earthquake motion with the Japan Meteorological Agency “6 upper” or “7” seismic level, a microtremor observation and an oscillation vibration for this structure were conducted. In this paper, a seismic diagnosis of this Japanese-style two-story wooden house was carried out, and also the predominant frequencies and damping coefficients for both long span and short span directions were evaluated from a microtremor observation and an oscillation vibration experiment. In addition, the predominant frequencies for both long span and short span directions were done from the microtremor observation. A validity of microtremor observation to seismic performance evaluation of an old Japanese-style wooden structure was discussed based on the oscillation vibration experiment results. In addition, surface ground layer stratum was evaluated by a microtremor array observation, and seismic performance evaluation of Ohkumo Meromrial house against a strong earthquake was investigated from both a natural frequency of Ohkumo Memorial house and an amplifying characteristic of surface ground layer stratum.

**Key Words :** *Microtremor, Oscillation vibration, Predominant frequency, Upper structural index, Transfer function, Seismic diagnosis, Array observation*

