

常時微動測定による重要文化財古民家の耐震性判定に関する研究

前川 秀幸

1. 研究の目的

近年、伝統的な木造建築の再評価の動きの中で、各地で伝統的な木造建築物の復元、移築工事が実施または計画されている。また、住宅レベルでみた場合、建築基準法が制定される以前に建てられた伝統的な木造住宅の中には、質が高く十分な耐震性を有すると考えられるものも少なくないが、一方、明治時代以降の地震被害からも推定されるように、構造上あるいは経年変化のため、耐震的に問題のある建物も残されていることも事実である。これらの伝統的な木造建築物は、歴史学的、民俗学的な観点からの研究は比較的多いが、構造学的な観点からの研究データの蓄積が少ない。ここでいう伝統的な木造住宅とは、筋かいの考え方が導入される以前から我が国の各地にあった木造住宅であり、筋かいを用いずまたは用いても補助的であることをさしている。

伝統的な木造建築の構造特性に関する研究としては、太い柱の転倒に伴う復元力に着目したもの^{21) 22)}と貫構造における半剛節モーメント抵抗接合について実験的に検討を加えたものがある²³⁾。また、杉山英男等の実験²⁴⁾、坂本功等の実験²⁵⁾において伝統的な木造住宅の水平加力実験と加振器による強制加振実験が行われ、その水平剛性及び振動特性について報告がなされている。また、伝統的な木造住宅の振動特性に及ぼす根太天井、土壁の影響について筆者らは、施工段階別に強制加振実験と常時微動を測定し、その影響を明らかにしてきた。^{26) 27) 28) 29)}また、構造形式の異なる東日本の民家数棟について常時微動を測定し伝統的な木造住宅の振動特性に関する基礎的データを蓄積してきた³⁰⁾。

建物の復元力特性、最大耐力を知るには大変形をさせる水平加力実験が一般的であるが、費用がかかり過ぎること、現存する実験用に建てられた建物以外には破壊を伴う実験は困難であること等の問題がある。一般に建物の固有振動数は耐震性判定のための有力な材料であり、その固有振動数を調べる実験方法として、強制加振実験、自由振動実験、常時微動測定があるが、構造物に人工的な外力を与え大きく変形させることは、対象建物が重要文化財などの指定をうけている場合は困難であり、このような場合、常時微動測定が適当と考えられる。常時微動測定は、小変形における振動特性に限られるが、様々

な原因（地盤の振動、風等）によって構造物に生じている微小な振動を測定することによって、構造物の振動特性を推定するもので、建物に損傷を与えることなく、建物の固有振動数及び減衰定数等を比較的簡単に求めることができる。常時微動測定における振動源の性格は不明確であるが、それによって生ずる微動は、構造物という振動系が示す1つの応答である。一般に減衰がそれほど大きくない系の応答は、入力（外乱）の周波数特性に影響されることが少なく、たとえ入力の特性が不明確でも、この微小な振動を測定することによって、構造物の振動特性を推定することが可能となる。しかし、伝統的な木造住宅に関しては測定例が少なく、測定結果から耐震性の判定に結びつける方法も確立されていない。本論は、伝統的な木造住宅の振動特性を把握し、伝統的な木造住宅の耐震性判定のための基礎資料を得ることを目的としている。

2. 実験対象建物

2.1 建物概要

本論では伝統的な木造住宅の中で比較的保存状態が良く、竣工当時の構法を残していると考えられる重要文化財クラスの古民家を実験対象建物として選択した。表2-1に実験対象建物の概要を、図2-1に平面と梁間断面を示した。これらの古民家はいずれも日本民家集落博物館（大阪府豊中市）に昭和30年代に移築された民家で、重要文化財に指定されたもの3棟、大阪府指定有形文化財に指定されたもの3棟の計6棟である。

日本民家集落博物館は、大阪の郊外、豊中市の東南部に位置する服部緑地にあり、国指定重要文化財3棟、大阪府指定文化財5棟、重要有形民俗文化資料など、合計11棟の古民家が移築されている。

2.2 構造的特徴

(1) 旧泉家

旧泉家は大阪府の北端、丹波との境に近い能勢地方の山間の平坦部^{へいたん}にあった農家である。建物は能勢型民家の名で知られる妻入り農家の典型的なもので、丹波地方に広く分布する。平面は縦割型の妻入り農家と称されるように、縦割りに土間と床土部分が分かれている。泉家では床土は正面に「えんげ」があり、奥に行くにしたがっ

表 2 - 1 実験対象建物の概要

民家名	旧所在地	構造形式	創建年代	概要	敷地面積 (㎡)
旧泉家	大阪府豊能郡	四方下屋 (土壁)	17世紀前半	屋根の構造は垂木構造で、細い柱は栗材、土壁も厚く塗られているなど、時代が古く構造的に未熟な分、各部分が補強され、古民家特有のスタイルを形作る。 (重要文化財)	93.9
旧椎葉家	宮崎県東臼杵郡	竿屋造 (板壁)	19世紀中ごろ	椎葉の民家は「竿屋造」と呼ばれ、急な山の斜面に建てられるため、並列間取りの細長いつくりをしている。 (重要文化財)	219.8
旧山田家	長野県水内郡	中門造 (茅壁)	18世紀中ごろ	この地方では板壁にするための製材が困難であったため茅壁であること、寄棟造の主屋に正面を入母屋造とした中門が付属していることが特徴である。 (重要文化財)	124.2
旧丸田家	奈良県吉野郡	竿屋造 (板壁)	19世紀中ごろ	十津川村の集落は、山と谷にはさまれ、そのために間取りは横1列に部屋が並び背面はすべて板壁、前面は広縁と土間が設けられ谷に向かって大きく開口部をあけている。(府指定有形文化財)	121.9
旧山道家	福井県敦賀市	大浦型 (土壁)	不明	外壁は柱を塗り込めた大壁造で、梁や柱に非常に太い材を用いて豪雪に耐える構造となっている。平面は食い違い六つ住まいという間取りで部屋を6つ並べている。 (府指定有形文化財)	102.1
旧藤原家	岩手県紫波郡	曲り屋 (土、板壁)	不明	大きな「うまや」をカギ型に主屋に接続した曲り屋で、主屋は座敷、板張りの広間、狭い2つの「ねま」からなっている。「うまや」と主屋の接続部には台所と広い「にわ」がある。(府指定有形文化財)	229.8

て「おもて」「だいどこ」「なんど」となる。土間は入口を入ると「うまや」があり、奥の「にわ」は釜屋になる。この住宅では「おもて」だけが畳敷きで柱間が畳割りになるが、他の部屋は板敷きで、「おもて」正面は1間ごとに柱が立ち、2間とも板戸2枚、明障子1枚をたてるが、ここ以外の外回りはすべて袖壁付きの開口部で、閉鎖性が強い。この建物では上屋柱がほとんど省略されていて、「うまや」回りと「なんど」の「にわ」境に立つだけである。したがって、床上は梁間方向はすべて差鴨居が通されて上屋通りに東が立てられ、中央に立つ柱が構造上最も重要な柱になり、桁行方向は差物や差梁で緊結される。平面図で見れば、床上の部屋境には柱が1間ごとに立つように見えるが、中間の柱はすべて差鴨居下に立つ

管柱である。細い柱は、栗の材を1間ごとに使い、土間も厚く塗られているなど時代が古いために未熟な分、各部分が補強され、古民家特有のスタイルを形作っている。小屋組は梁上に地棟を置き「おだち」(真束)を立てる垂木構造になる。この建物では3本の「おだち」が立つが、上に棟木がのるだけで貫が通されていない。

(2) 旧椎葉家

椎葉家の民家は「竿屋造」と呼ばれる並列間取りの細長いつくりをしている。これは、急峻な山の斜面に建てられるため、奥行が短かく山村の民家に特有のものである。間取りは、「どじ」(土間)、「うちね」(茶の間)、「でい」(下座敷)、「こざ」(上座敷)の各部屋が1列に並んでいる。各部屋の1/3くらいのところに無目敷居が



0 2 4 6 8 10m

図 2 - 1 実験対象建物の平面と梁間の断面

あって「うちえん」となり、その外に「ほかえん」がつづく。この建物の背後は山腹に接して、窓の無い板壁となっており、物入れ戸棚、床などが並べてある。屋根は下地にむしろをかぶせ、この上から茅で葺く。寄棟の屋根には、「うし」と呼ぶ自然樹木の置千木をのせて、棟押さえとしている。

(3) 旧山田家

旧山田家は、いわゆる中門造で、寄棟造、茅葺の主屋の前面に、正面を入母屋造とした茅葺の中門が突き出している。移築前にも中門はあったとされているが、これは柿葺、切妻造の2階建てで後世に改造したものであった。間取りは広間型で、「にわ」「ちゃのま」がそれぞれ梁間いっぱいになり、この上手は表に「でい」、奥に「へや」があり、中門は「にわ」の前であって、出入口と便所と「うまや」からなる。内部では板張りに床がなく土間や土間の上に茅を敷き込みその上にむしろを敷いた土間である。「でい」以外は天井がなく梁や屋根裏がそのまま見える。外部に面する開口部には板戸、障子など建具をたてるが、内部の間仕切りには建具をたてず開放的である。この民家は一部復元された箇所はあるものの2本の掘立柱を残し、茅の外壁と、土座の「ねま」が建立当初のまま現在も残されている点で貴重な遺構である。構造は上屋と下屋からなる形式で、4方向に下屋が組まれている。外観は、屋根が茅で葺いてあるばかりでなく、壁も茅で、開口部が少ないのが特徴である。この民家は、上屋柱が太く、しかもその数が11本と多く、そのうち「にわ」後部中央と「ちゃのま」、「へや」境に立つ2本は掘立柱である。

(4) 旧丸田家

旧丸田家の旧所在地である大和十津川は険しい山間部にあるため、一般に民家は斜面を削った狭い敷地に建ち、山の斜面に沿った横長の平面をもつものが多く、この民家もその典型的な例である。部材は19世紀初頭以前のものもあり、少なくとも2度にわたる改築があったとみられ、建物の原形の建設年代はさらにさかのぼるとされている。この民家の特色は、各部屋が1列に並ぶことと、前面に広縁と土間が設けられることである。間取りは「ざしき」、「なかのま」、「だいどこ」の3室からなり、「ざしき」のみが畳敷きで、浅い床が付き、他は板敷きである。外観の特徴としては軒先に霧除けがめぐる。各部屋の背後には「なんど」があるが、「なかのま」は半間の奥行の物入れが付いている。また、差鴨居を梁間桁行両方向に入れており、強固な差鴨居構造となっている。柱に着目すると、上屋まで通す柱が1本もなく、すべて梁を通してから、その柱の位置の上に束を立てて、上屋を構成している。屋根は切妻造の柿葺で、屋根勾配は他の民家と比較してかなりゆるくなっている。

(5) 旧山下家

琵琶湖の北岸、滋賀県湖北地方から福井県西部地方には湖北型と呼ばれる特色のある民家が分布し、そのうちこの平入りの民家は大浦型と呼ばれ、間取りは「食い違い六つ住まい」と呼ばれるものである。入口から見て奥の「なんど」、「くちのま」、「ざしき」は床が高く張られ、「だいどこ」はかつて「にゅうじ」と呼ばれた土間住まいの名残で、床が1段低く張られている。昔は床を張らずにたたき固めた土の上に糶殻や糠を敷いてむしろを置き、丸太で土間との仕切りをしていたとみられる。外壁は柱を塗り込めた大壁造で、梁や柱も非常に太い材を豪快に組み合わせていて、豪雪に耐えるべく造られている。上屋が高い位置にあり、その下の位置に二重に下屋が配置され、上屋を高い位置で維持している。

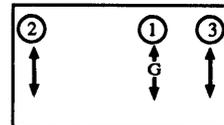
(6) 旧藤原家

元の南部藩に属する旧藤原家の旧所在地のあたりは、かつて馬の産地として栄え、大きな「うまや」をカギ型に主屋に接続した曲り屋が多い。主屋は座敷、板張りの広間、狭い2つの「ねま」からなっている。「うまや」と母屋の接合部には台所と広い「にわ」がある。上屋は主屋と「にわ」の上部に配置され、「うまや」の部分には上屋はなく、直接下屋のところに屋根がきている。全体的な架構は「にわ」と「うまや」の部分が主屋の上屋の部分と下屋にかかっている状態となっている。

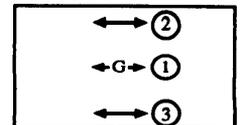
3. 実験方法及び解析方法

建物の微動は速度ピックアップ（感度：0.5V/mkine）3台を土間、梁または2階床上に図3-1に示すパターンで順次配置し、アンプを介して、応答速度波形をデータレコーダに収録した。写真3-1、写真3-2は地盤

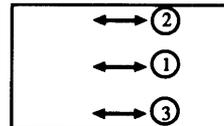
1. 梁間方向



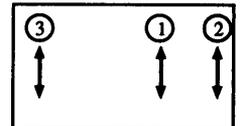
2. 桁行方向



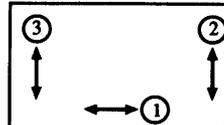
3. 桁行方向



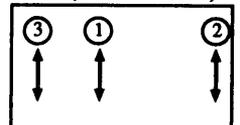
4. 梁間方向



5. 梁間+桁行方向



6. 長者柱(オプション)



※ ←G→ 地動測定位置 ←→ 小屋梁上の測定位置

図3-1 測定基本パターン

上と梁上に設置した速度ピックアップを示したものである。本実験で用いたピックアップは、速度だけでなく変位も測定できるが、感度が落ちることから、微動の測定は基本的に速度で行い、一部変位測定に切り替えてデータ収録を行っている。測定で得られた微動波形データは、A/D変換器より、サンプリング時間間隔 $\Delta t=0.05$ 秒で、2048個のデジタルデータに変換し、パーソナルコンピュータを用いて、フーリエスペクトルを求めた。次に、地動の振動成分による影響を取り除くために梁上と地盤上のスペクトル比を基本に、各チャンネル間で共通する振動数成分を抽出し、固有振動数を決定した。建物の各固有振動数における振動モードは、スペクトルの振幅比と微動波形の和及び差のフーリエスペクトルより求めた。なお減衰定数は、図3-2に示す $1/\sqrt{2}$ 法によって1次と2次のピークについて求めている。

4. 実験結果及び考察

4.1 常時微動波形

日本民家集落博物館内に移築された建物は、正式には「旧〇〇家住宅」のように旧の字を付けるのであるが、以下の考察では「〇〇家」と省略している。

各実験対象建物（以下「供試建物」とする）の地盤上（地動）と梁上で測定された常時微動波形の例を図4-1に示した。梁上で測定された微動波形はランダム波ではあるが、高周波成分が比較的小さいため、供試建物の基本振動数は概ね3 Hz前後と推定することができる。本試験の範囲で地動の原波形の最大速度は2 m/s程度、梁上の応答速度は10m/s程度であった。梁上の応答変位は最大で概ね数 μm である。地盤の振動と異なり、風は建物の上部に直接力を加えるため、常時微動のような微動波形をもとに建物の固有振動数を求めようとする場合、強風の影響は無視できない。本実験の測定時の風速は最大で1 m/secをやや超える場合もあったが、平均風速は概ね1 m/sec以内で振動特性に及ぼす風の影響はほとんどないと考えられる。

4.2 フーリエスペクトル

図4-2に梁間方向と、桁行方向を同時に測定した場合の梁上のフーリエスペクトルを、また図4-3に梁上と地動のスペクトル比を示した。ピークにおける最大応答倍率は40倍程度である。計算したスペクトルはいずれも7回の平均化を行ったのみで、特別なスムージング処理は行っていない。梁上のフーリエスペクトルと地動で除したスペクトル比を比較すると、振幅の主要なピークは概ね共通しているといえる。同じ供試建物でもピックアップ配置によりピークがやや異なる場合もあったが、梁上と地盤上のスペクトル比におけるピークを基本とし、各測定パターンに共通するピークを数点選び、各供試建

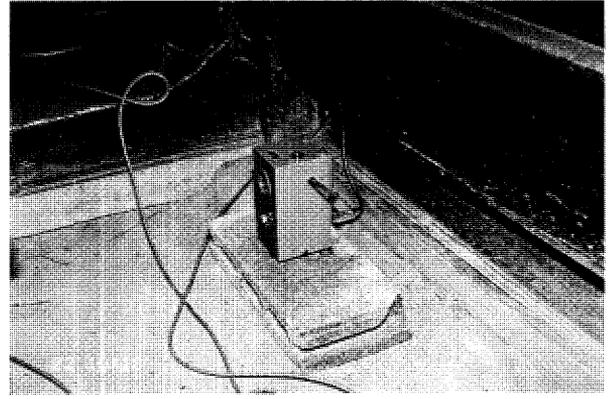


写真3-1 地動の常時微動測定

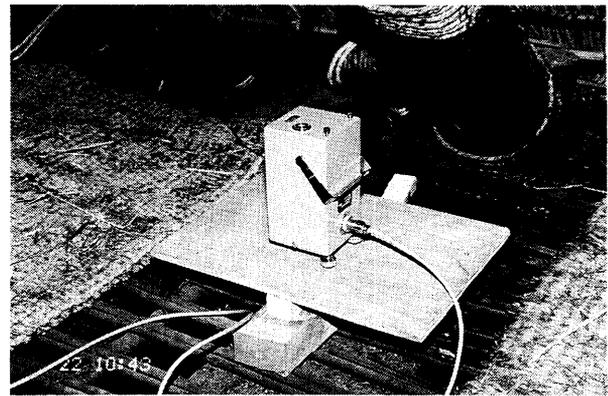


写真3-2 梁上の常時微動測定

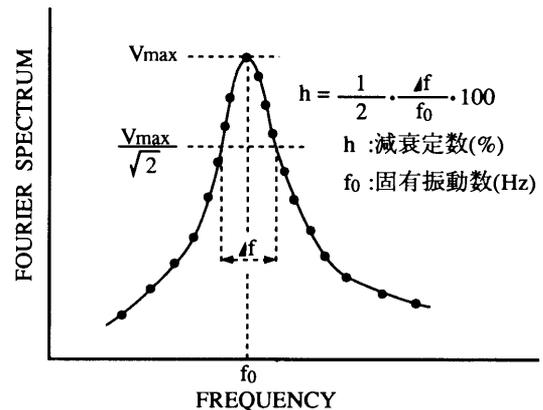


図3-2 $1/\sqrt{2}$ 法による減衰定数の算定

物の固有振動数とした。なお、泉家の梁上と地盤上のスペクトル比において、0.2Hz未満のピークがみられるが、これは0.5Hz未満の長周期領域では常時微動計の感度が低く、この範囲の地盤振動成分が十分捉えられていないことと、0.2Hz未満の超長周期領域では地盤の脈動等が減衰せず梁上で測定されたことによるものと考えられる。

4.3 固有振動数と振動モード

表4-1に各供試建物の固有振動数と $1/\sqrt{2}$ 法により

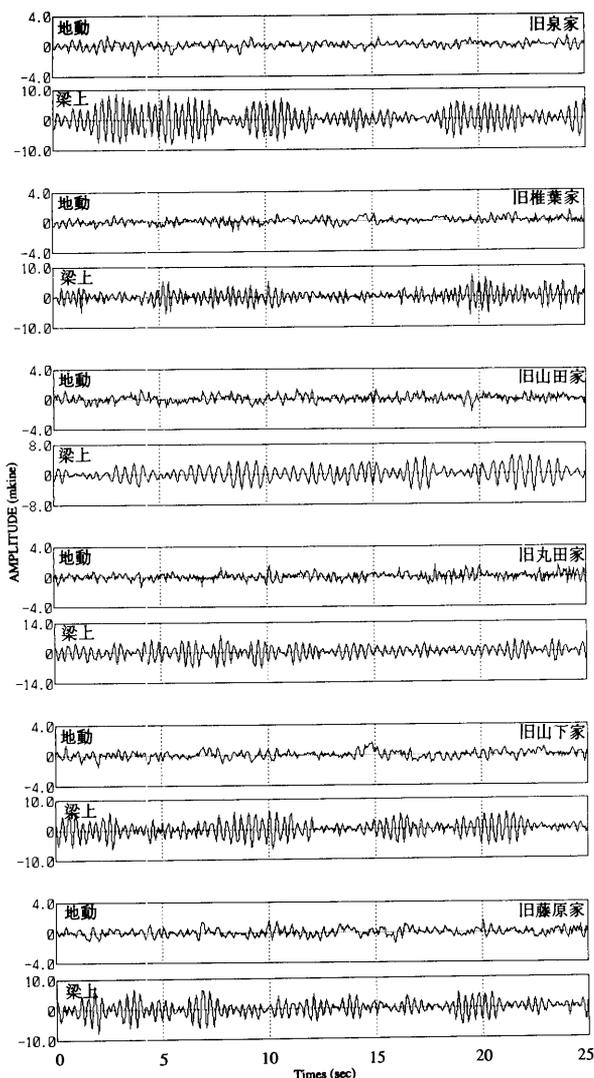


図 4-1 常時微動速度原波形

算定した減衰定数の一覧を示す。また図 4-4 に各固有振動数における、水平方向の振動モードを示した。振動モードは各測定点の中で最大振幅を示した点を 1.0 とした比で表している。各供試建物の 1 次の固有振動数は、椎葉家が 2.2Hz と最も低いのにに対し、丸田家が 3.47Hz と最も高く、6 棟の平均では 3 Hz 程度である。振動モードは山田家と藤原家が桁行方向の並進モードであるほかは、すべて梁間方向の並進モードを示している。泉家は東側部分の、椎葉家は西側部分のいずれも「にわ」に面した外壁通りには開口がないか、あるいは非常に少ないため、他の耐力壁通りに比較して振幅比が小さくなっており、これらの部分の壁剛性が高いことを示している。山田家は寄棟造の主屋の前面に入母屋造の中門が付属した形であり、構造的にも比較的独立した架構となっているが、振幅比でみるとほとんど一体化した振動モードを示している。藤原家は主屋に大きな「うまや」をカギ型に接続した曲り屋であるが、特に「うまや」部分の振幅比が小さいのは「うまや」回りに開口部が少なく壁で囲

まれた閉鎖的な空間であることによると考えられる。

2 次の固有振動数の平均は 3.3Hz 程度であり、1 次の固有振動数より 0.3Hz 高くなっているが、椎葉家、藤原家では 0.15Hz 程度の差にとどまっている。振動モードは、泉家・椎葉家・丸田家・山下家は桁行の並進モードであるが、山田家は梁間方向のねじれモード、藤原家は基本的に梁間方向の並進モードと考えられるが、西側壁部分の振幅比が大きいのにに対し、他の測定部位は梁間、桁行方向にかかわらずいずれも小さい。椎葉家・丸田家・山下家の 3 棟は、北側壁部分の振幅比が南側壁部分に比較していずれも小さく、北側部分の壁の剛性が高いことがうかがえる。一方、泉家では各桁行耐力壁線の振幅比がほぼ等しく、外壁と中央部内壁部分でほぼ剛性が等しいことを示している。

山田家の 1 次の固有振動数における梁間方向と桁行方向の振幅比が 1 : 0.75 程度と比較的近い値となっていること、2 次の振動モードが梁間方向のねじれとなっており、これ以下の振動数領域で 2.85Hz 以外に明確なピークがみられないことは、山田家の梁間と桁行方向の固有振動数が比較的接近していることを示唆している。

山本等が行った木造在来構法、2 × 4 構法、木質パネル構法による住宅の常時微動実験結果²¹⁾によると現代の木造住宅の固有振動数は 6 ~ 12Hz の範囲にあり、平均は 9 Hz 程度である。実験時の微動の振幅は示されていないため、詳細に比較することは困難であるが、伝統的木造住宅の固有振動数は現代の木造住宅の概ね 1/3 程度であるといえる。

各供試建物の 3 次の固有振動数の平均は 3.7Hz 程度であり、振動モードはいずれも梁間方向のねじれのモードであるが、山田家・丸田家・山下家ではわずかであるが桁行方向にもねじれモードとなっている。

4 次については、山田家・丸田家の固有振動数は明確にはみられなかった。他の 4 棟の振動数の平均は 4.4Hz 程度である。泉家の振動モードは桁行方向のねじれモードであり、梁間方向では建物中央のみ、両側壁とは位相が異なっている。椎葉家では梁間方向に泉家と同様の中央部のみ位相の異なる振動モードが見られた。

表 4-1 実験結果一覧

民家名	固有振動数 (単位: Hz)				減衰定数 (%)
	1 次	2 次	3 次	4 次	
旧泉家	3.16	3.75	3.87	5.07	0.9
旧椎葉家	2.22	2.36	2.61	3.39	1.5
旧山田家	2.85	3.35	4.49	---	1.7
旧丸田家	3.47	3.70	4.88	---	0.6
旧山下家	3.00	3.20	4.17	5.35	1.0
旧藤原家	2.81	2.96	3.32	3.82	1.6

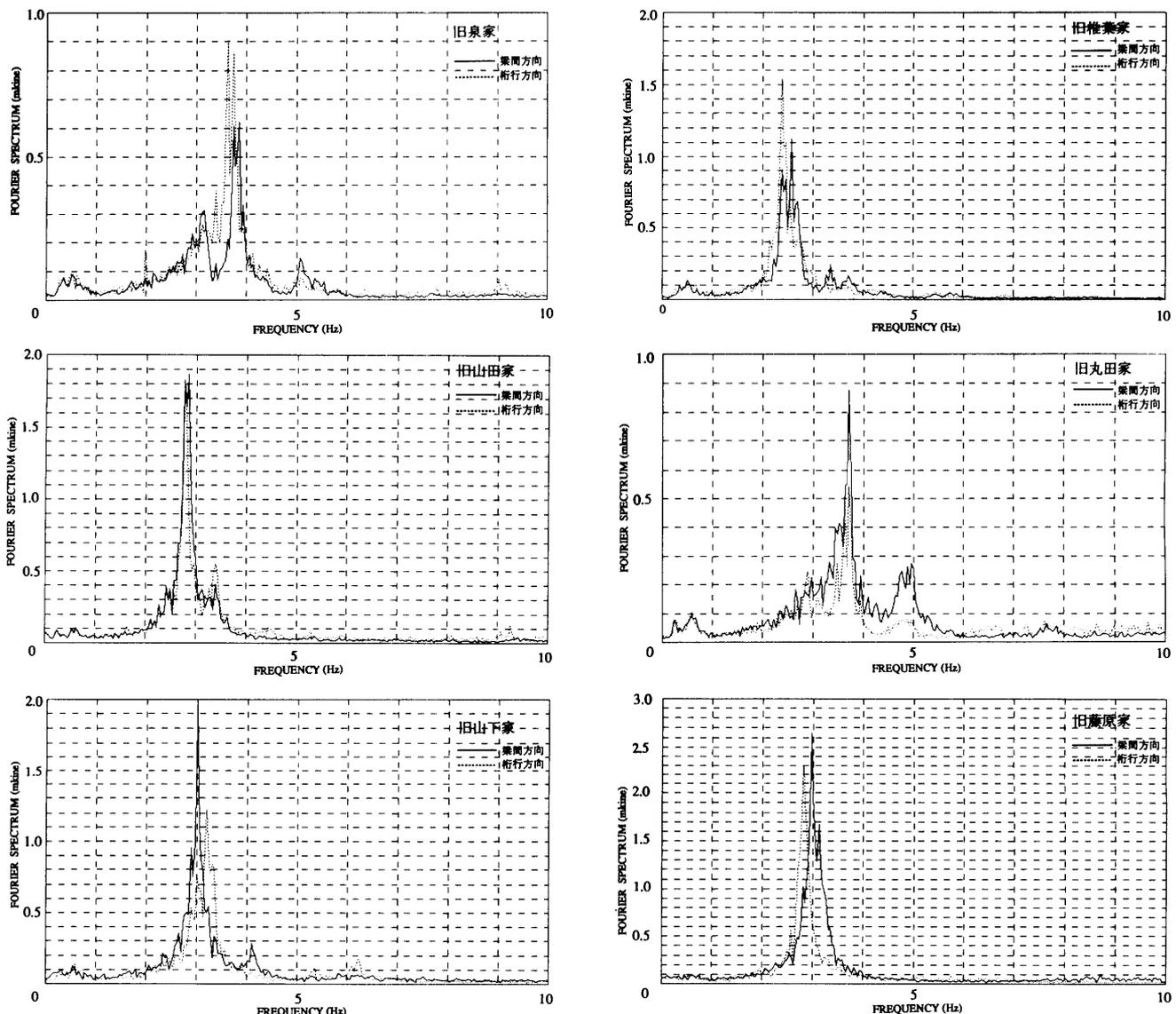


図4-2 フーリエスペクトル

4.4 壁率と固有振動数の関係

供試建物の梁間方向及び桁行方向の壁率を図4-5に示した。壁率は梁間または桁行方向の壁長さを平面積で割ったものと定義した。但し、垂れ壁、腰壁等は除いている。同図には、大越等による全国の重要文化財古民家80棟について調査した結果^{文12)}についても併せて示してある。同古民家80棟の壁率の平均値は梁間方向0.15m/m²、桁行方向0.17m/m²で桁行方向の方がやや大きい傾向にある。本供試建物6棟の壁率の平均は梁間方向0.17m/m²、桁行方向0.2m/m²であり、梁間方向、桁行方向とも全国平均に比較して壁率はやや大きい値となっている。現行の建築基準法施行令第46条では、地震、風に対し所要の壁率が規定されている。同施行令によると地震力に対する必要壁率は平屋建てで軽い屋根葺き材の建物の場合、0.11m/m²である。供試建物の壁種類を土壁と仮定すると、同施行令に規定された土塗壁の壁倍率は0.5であるため実質的に壁率はそれぞれ梁間方向0.09m/m²、桁行

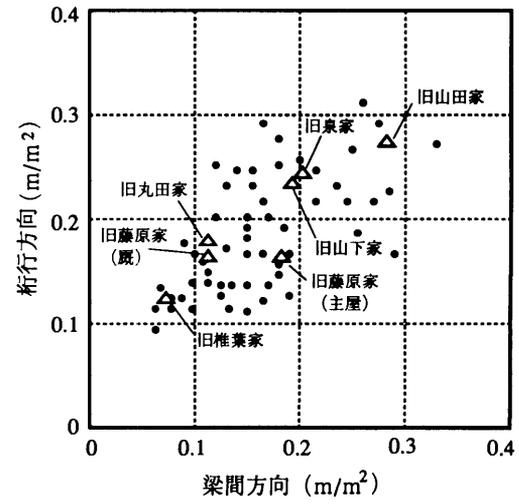


図4-5 壁率

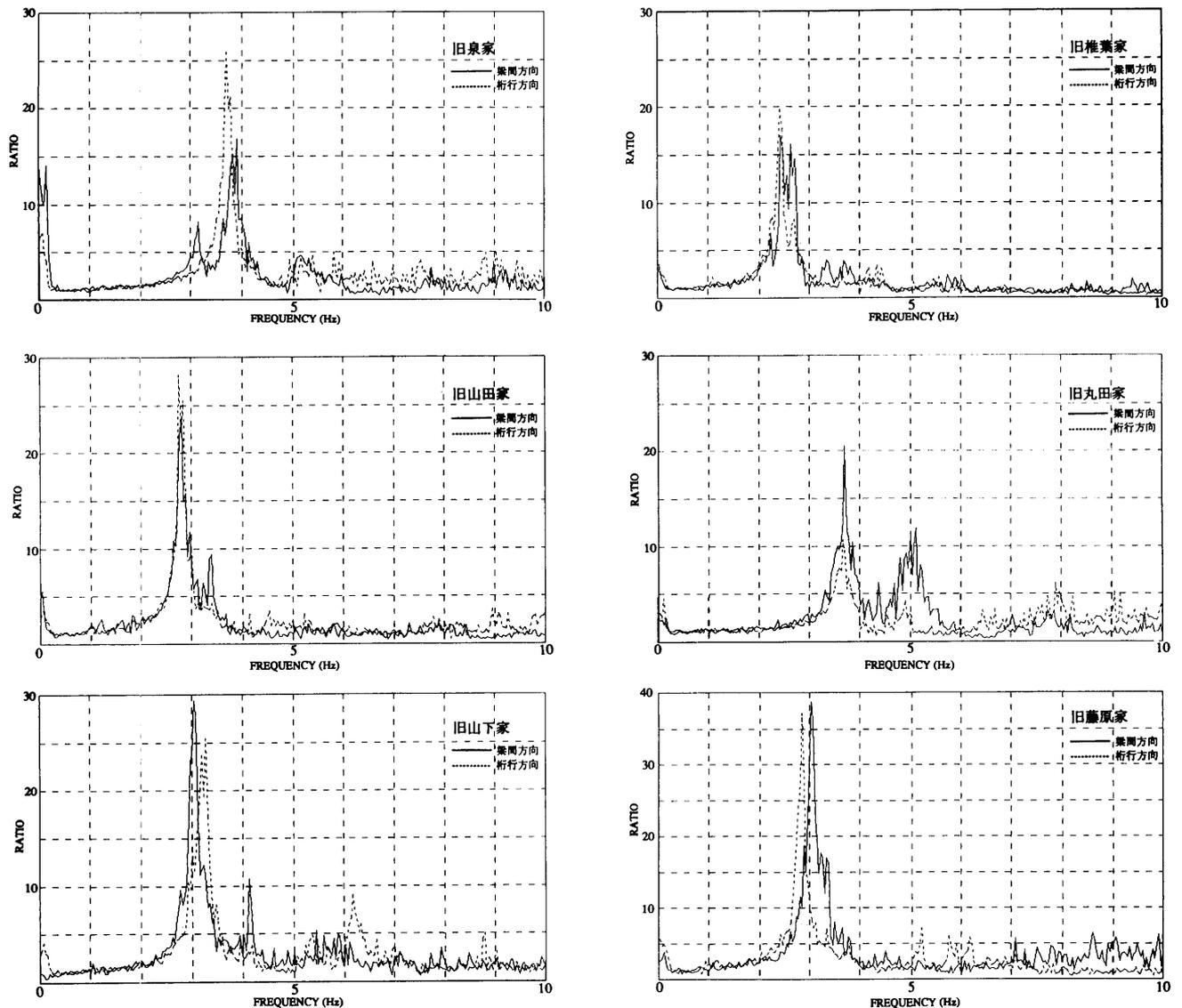


図4-3 フーリエスペクトル比

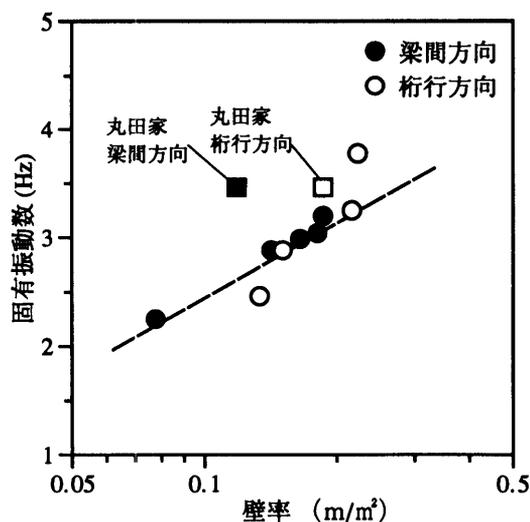


図4-6 壁率と固有振動数の関係

方向 $0.1\text{m}^2/\text{m}^2$ となり、施行令の壁率の規定をやや下回る結果となる。山田家の壁率は方向にかかわらず $0.27\text{m}^2/\text{m}^2$ 程度とかなり大きい、外壁の壁仕様が貫、胴縁に茅を留めつけた茅壁であることから、土壁仕様の民家と比較すると水平剛性がかなり低いと考えられる。山田家の場合水平耐力は差鴨居及び貫と太い柱の仕口の回転剛性に依存しているといえよう。

壁率と固有振動数の関係を図4-6に示した。なお、同図の壁率は対数表示としている。但し山田家は、外壁の壁仕様が他の古民家と異なり茅壁であることから、壁の剛性を土壁の60%と仮定し修正を加えてある。同図で丸田家に着目すると、壁率に対して固有振動数がやや大きい傾向がみられるが、これは、丸田家の場合、切妻造で屋根はゆるい勾配の柿葺となっており、他の古民家と異なり屋根荷重が相当小さいことによると考えられる。同図には柿葺仕様の丸田家を除いた5棟について、線形最小二乗法によりカーブフィットを行った結果を破線で

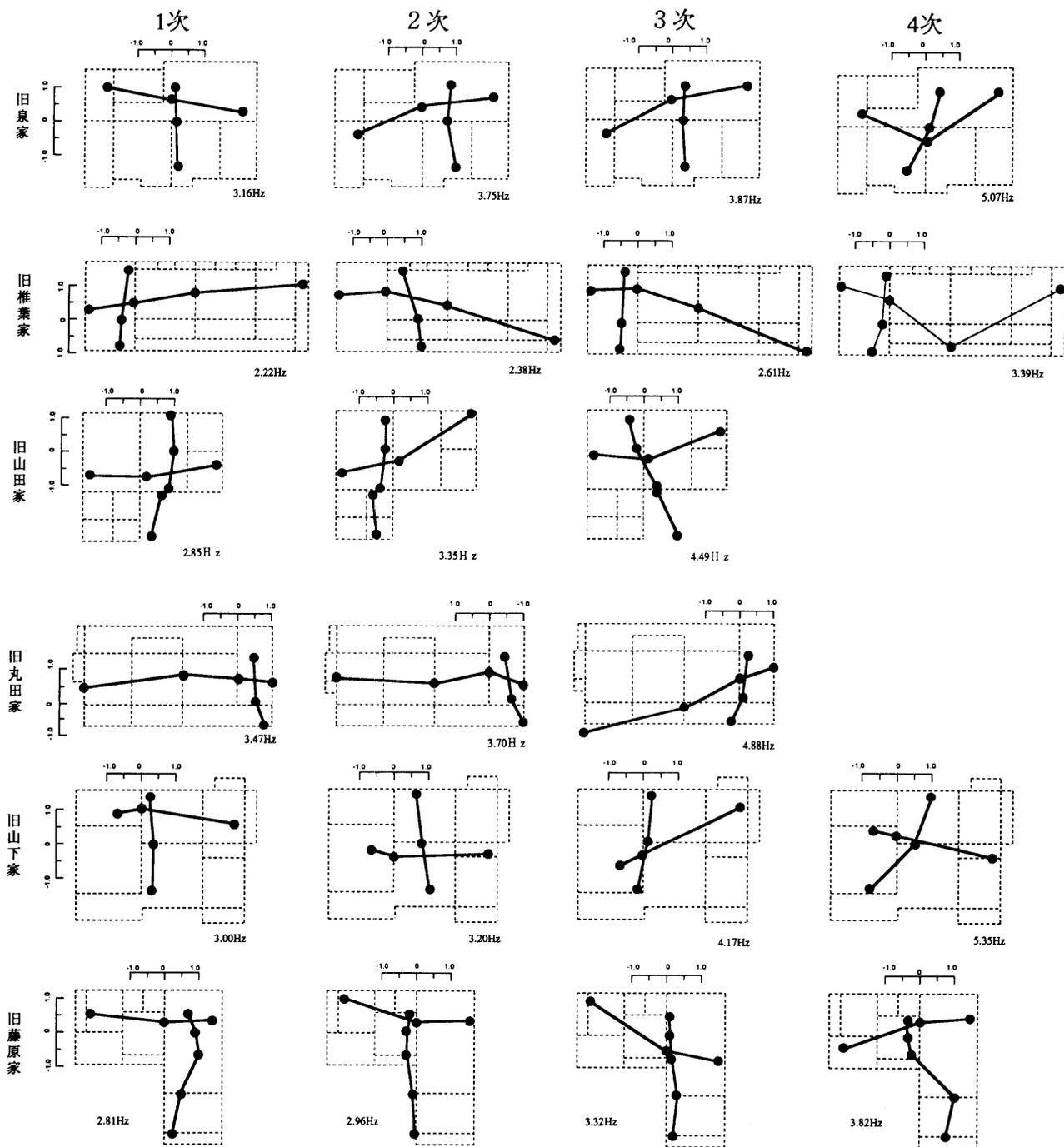


図4-4 振動モード

示してある。相関係数は0.81となり、屋根荷重が同程度であれば、伝統的木造住宅でも壁率と固有振動数は一定の関係があることがわかる。但し、伝統的木造住宅の場合、壁量計算に含まなかった垂れ壁の量も多いので、差鴨居と柱の回転剛性ととも、これらの耐力評価も併せて考える必要がある。一般的に重要文化財に指定された古民家はいずれも建築年代が古いことから、屋根の葺き替えや、壁の補修等の部分的な補修工事だけでなく、解

体を伴う大規模な解体修理がなされているものが多い。建物の剛性に特に影響を及ぼすと考えられるのは壁体部分の解体修理であり、古い土塗壁と解体修理を施した土塗壁では、後者の方が剛性が高くなると考えられる。これに対して仕口の回転剛性も解体修理によってやや変化すると考えられるが、その影響度合いについては明確ではない。また、本供試建物の場合、いずれも現地で解体の後、移築し修理組立てを行っているが、移築に伴う建

物の剛性への影響度合いは少ない。但し、移築前と移築後の地盤の固さ等の差により、建物の揺れ方に少なからず影響を及ぼすと考えられる。

4.5 減衰定数

減衰定数は0.6~1.7%の範囲にあり、建物別、方向別に顕著な差はみられなかった。常時微動における建物の梁上の変形量は数 μm 程度と非常に小さいため、減衰定数もやや小さくなる傾向にあると考えられるが、詳しい検討は今後の課題である。なお最近の在来木造住宅の減衰定数は、2~10%程度で、軸組のみの状態より外装モルタルを施した状態の方が減衰が大きい傾向にある^{文13)}。本実験の範囲では伝統的木造住宅の減衰定数は在来木造住宅よりやや小さいと言えよう。

4.6 結論

常時微動実験により、数 μm という小変形領域ではあるが、重要文化財古民家の基本的な固有振動数と、振動モード、減衰定数等の振動特性が把握できた。今回の実験結果は、現代の木造住宅と比較して古民家の耐震性がやや低いことを示唆しているが、壁量だけでなく、差鴨居仕口の回転剛性を含めた弾塑性応答解析について、今後試みる必要がある。

5. まとめ

実験結果の考察で述べたことをまとめると次のようになる。

- (1) 1次の固有振動数の平均は3 Hzであり、旧藤原家を除いては梁間方向の並進モードを示した。
- (2) 2次の固有振動数の平均は3.4 Hzであり、振動モードは概ね桁方向の並進モードであるが、一部梁間方向のねじれモードも見られた。
- (3) 減衰定数は各民家による差はみられず、概ね1~2%程度である。
- (4) 建物の壁率と固有振動数は一定の関係にある。

重要文化財クラスの古民家について常時微動実験を行い、簡便に振動特性を得ることができることを示したが、建物の微動という小変形領域での性状のみから建物の耐震性を判定するには限界があり、伝統的木造住宅のモデル化を行うには大変形領域まで含めた壁単体の耐力、土壁の物性、差鴨居等の回転剛性等のデータが必要となるこれらの蓄積と、モデルの弾塑性動的応答解析については今後の課題としたい。

<参考文献>

- 1) 坂静雄「社寺骨組の力学的研究第1部 柱の安定復元力」日本建築学会大会論文集第21号 pp.252-258, 1941.4

- 2) 河合直人「古代木造建築の柱傾斜復元力と耐力壁の効果に関する実大実験」日本建築学会学術講演梗概集 pp.1021-1022, 1993.9
- 3) 安村基「木造軸組構法等の開発事業報告書 貫構造差鴨居構造設計方法の開発」(財)日本住宅・木材技術センター 1986.3
- 4) 杉山英男他「江戸時代に建築された農家の水平加力試験の結果」日本建築学会構造系論文報告集第360号 pp.20-30, 1986.2
- 5) 坂本功ほか「伝統的木造住宅の水平加力ならびに振動実験その1~その3」日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) pp.1227-1232, 1985.10
- 6) 前川秀幸・河合直人「民家の振動特性に関する研究 その1 根太天井の振動特性に及ぼす影響」日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) pp.35-36, 1989.10
- 7) 河合直人・前川秀幸「民家の振動特性に関する研究 その2 平面型振動モデルの適用」日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) pp.37-38, 1989.10
- 8) 河合直人・前川秀幸「民家の振動特性に関する研究 その3 土壁施工後の強制振動実験と常時微動測定」日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) pp.133-134, 1992.8
- 9) 前川秀幸・河合直人「伝統木造住宅の振動特性に及ぼす土壁の影響」日中伝統民家・集落研究シンポジウム論文集2, pp.255-260, 1992.10
- 10) 前川秀幸・河合直人「民家の振動特性に関する研究 その4 東日本の古民家の常時微動実験」日本建築学会大会学術講演梗概集(関東) pp.1029-1030, 1993.9
- 11) 山本浩之ほか「木造住宅の振動特性に関する研究 常時微動測定による固有周期」日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp.131-132, 1992.8
- 12) 大越直子ほか「江戸時代民家の構造的考察と地域性(その2)」日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.1027-1028, 1993.9
- 13) 日本住宅・木材技術センター「昭和55年建設省委託木造住宅在来工法合理化促進開発業務報告書」構造方法の合理化 1981

<研究組織>

主査 前川 秀幸 職業能力開発大学校建築工学科 講師

委員 河合 直人 建設省建築研究所 主任研究員