

重要伝統的建造物群保存地区における茶屋街建物の動特性

Dynamic Characteristic of Wooden Houses of Chaya-machi in Important Preservation Districts for Groups of Historic Buildings

池本敏和¹・小林史彦²・後藤正美³・鈴木祥之⁴

Toshikazu Ikemoto, Fumihiko Kobayashi, Masami Gotou, Yoshiyuki Suzuki

須田 達⁵・宮島昌克⁶・村田 晶¹

Tatsuru Suda, Masakatsu Miyajima and Akira Murata

¹金沢大学助教 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

Assistant Professor, Kanazawa University, School of Environmental Design

²金沢大学講師 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

Assistant Professor, Kanazawa University, School of Environmental Design

³金沢工業大学教授 工学部建築学科 (〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1)

Professor, Kanazawa Institute of Technology

⁴立命館大学教授 グローバル・イノベーション研究機構

(〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Global Innovation Organization

⁵木四郎建築設計室 (〒605-0811京都市東山区大和大路通四条下ル四丁目小松町148-1)

Engineer, Kishirou Architectural Design Office

⁶金沢大学教授 理工研究域環境デザイン学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

Assistant Professor, Kanazawa University, School of Environmental Design

A dynamic characteristic of traditional wooden houses of “Chaya machi” in important preservation districts for groups of historic buildings of Japan is evaluated by a survey of the structural detail and microremor measurement. As results of microtremor measurement of the traditional houses, the predominant frequency and damping ratio of the houses are obtained. The horizontal stiffness of the amount of bearing wall components are compared with those calculated from the experimental data. The difference of the both values is also discussed. Moreover, we investigated the characteristics of the traditional houses of Kanazawa and Kyoto.

Key Words: *predominant frequency of traditional wooden house, microtremor measurements, Chaya machi, preservation districts for groups of historic buildings*

1. はじめに

「東山ひがし」、「主計町」は富山方面からの金沢城下町への人口である浅野川大橋近くに位置する。北側を城下の北辺を流れる浅野川に画され、南側には浅野川の河岸段丘が迫る東西に細長い地区に、伝統的な茶屋建築が軒を並べている。また、隣接する旧彦三一番丁・母衣町や旧新町には、それぞれ武家町、町家の町

並みがよく残っているほか、浅野川大橋の右岸から卯辰山にかけての東山一帯にも、卯辰山山麓寺院群をはじめ、町家の連なる旧観音町や武上系の旧御歩町など、多様な町並みがまとまって残っている。JR金沢駅からは直線でほぼ1.5～2.0kmに位置し、金沢市の中心部の一角をなす地区でありながら、今なお歴史的風情を色濃く残す地区である（図1）。

「ひがし」の廓が、現在の地に成立したのは文政3年(1820)のことである。江戸時代初期の元和6年(1620)には、浅野川に近い堀川町に遊女の存在が記録され、寛永5年(1628)の「金沢町中御定之条々」¹⁾に記録されている。元和期に造成された中河原町や犀川を越えてできた野町などでは風呂屋が湯女を置いて漂客を誘っていた²⁾。寛永年間には遊女出合宿に関する禁令が重ねて出され、この地が盛況であったことがわかる。寛永8年(1631)の御法度³⁾は出台屋を禁じ、同14年(1637)、同16年(1639)にも、これらと同様の禁令が出されただけでなく、その後もしばしば出合宿に関する禁令、定などが見られる。しかし、禁令にもかかわらず「ひがし」は次第に栄え繁盛していた。

一方、明治35年(1902)2月9日の北国新聞の「東廓と主計町の藝妓」という記事に「客月中東廓及び主計町にて藝妓娼賣を始めた者二十三名あり廢磨めたる者十乙名あり現在総数二百十八名なり」との記述があり、また明治39年(1906)発行の「金沢廓の栞」や昭和4年(1929)発行の「金城名花揃」には、東・西・北の各茶屋街と並んで、主計町の茶屋や藝妓が紹介されていることから、実質的には茶屋街として成立していたことが伺われる。

当時の主計町の様子を、泉鏡花の小説から窺うことができる。明治29年に発表された「三之巻」⁴⁾では、母衣町辺りから主計町にかけての様子を以下のように描いている。「水底の土の色なるべし。水の流黒ければ名としたり。岸にのぞみたる石垣の高さ四五間もあらむ。其上に板塀あり。石垣と連りて、町の角をめぐりて立てり。いろいろの草石垣の間に生ひ、灌木は枝を交へたるに、小笹、熊笹茂れり。この淵の流れいと緩やかなれば、夜は静なれども、水の音せず。土手、石垣の間、路はいと細うして、衣の袖の茨の棘にかゝらざるやう、人一人肩をすばむれば通るを得べし。横ざまに延びたる楊柳の葉は、頭に支ふるばかりなり。川上三町ばかりの間は、市街の中央を横切りて遊里の岸を流るゝより、人音、物音遙に繁く、冴え切りたる婦人の聲の、聞えてはまた止みなどす。」

このように栄え繁盛していた廓も時代とともに影を潜める時期があったが、ようやく町家が見直され始め、藩政期の貴重な文化遺産として保存していく方向に向かっている。

そこで本研究では、重要伝統的建造物群保存地区における金沢の2つの茶屋街の建物の構造実態調査を行うとともに、常時微動測定から建物の振動特性について検討した。さらに剛性評価を行うとともに、茶屋街の建物ではないが同程度の規模の京町屋のそれと比較、検討する。

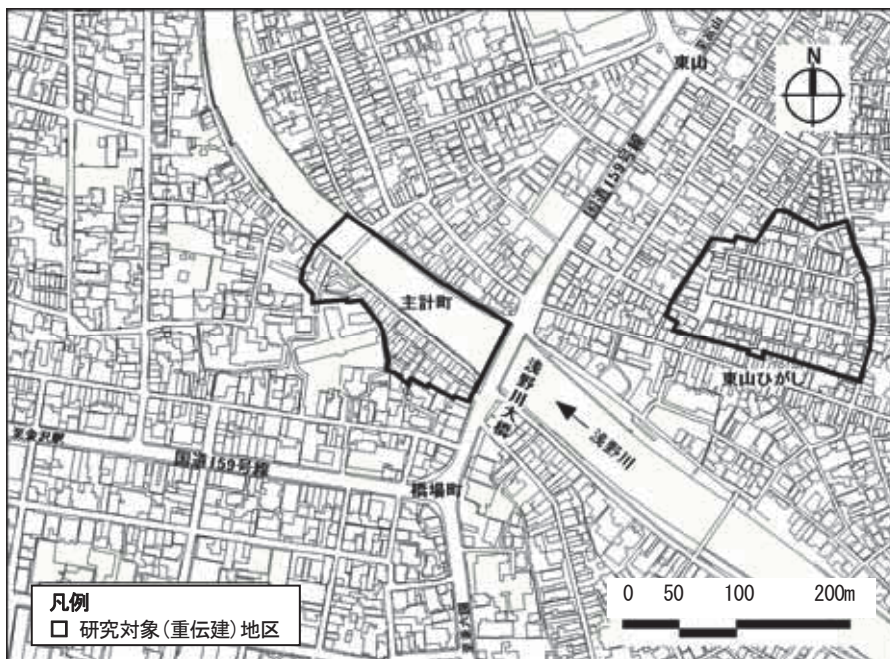


図1 「東山ひがし」, 「主計町」茶屋街の位置

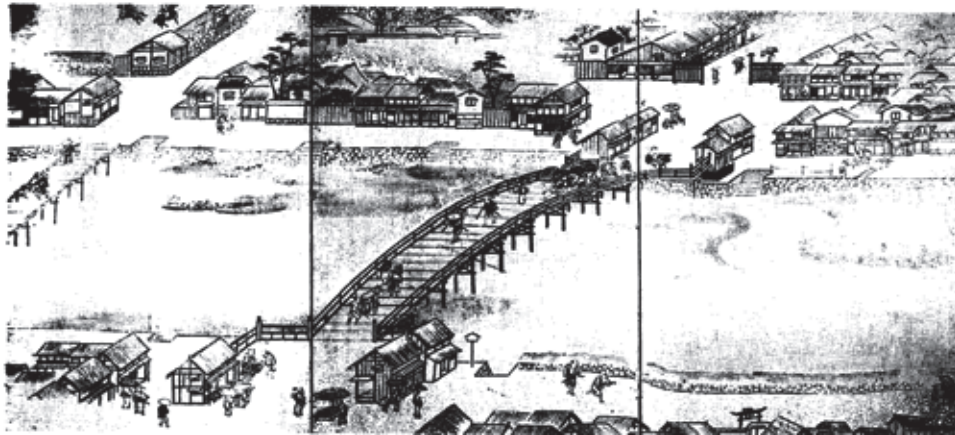


図2 『金沢城下図屏風』⁵⁾

浅野川左岸（主計町側）から右岸方向を眺めている左の橋が一文橋（現在の中の橋）、中央の橋が浅野川大橋である。

2. 茶屋街建物の構造実態調査

現在、両地区に現存するほとんどが伝統的な木造建築である。今後これらを残していくことには歴史的にも大変意義のあることである。一例として「主計町」の代表的な棟の連続立面の一部区間と建物(3)の平面図を掲載する。特に、「東山ひがし」地区の120棟以上の建物は築年数100年を越えるものが多く、耐震の観点からこれらの建物の安全性を確認しておく必要がある。ここでは、地震時の建物の安全性を評価することを目的に、抽出した建物を対象に構造実態調査を行い、壁量に基づいた達成率（＝存在壁量/必要壁量×100）を評価することにした。

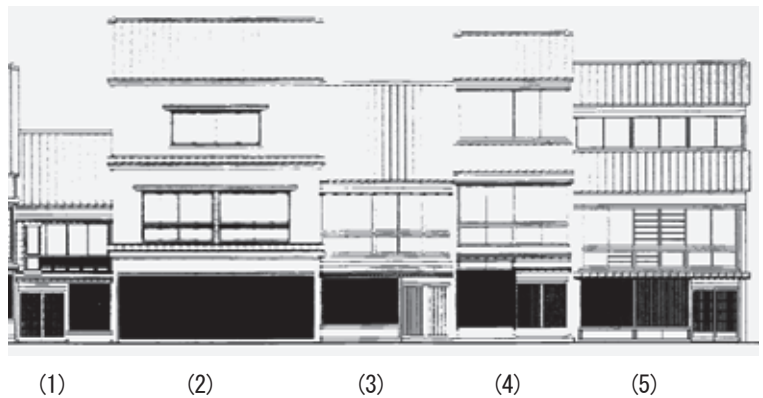


図3 連続立面図

(1) 調査の目的

図3 連続立面図木造建物には図面からはわからない施工精度や老朽化などの不確定要素が多く存在することから、その建物の性能を知ることは容易ではない。さらに伝統的な建物であり、詳細な図面が存在しないものも多い。そこで、壁の種類、配置、開口部の大きさなどを把握し、壁量による達成率を求めるとともに、振動特性との関係について考察する。

(2) 調査対象建物の緒元

両地区の建物を床面積や間口と奥行き比率（縦横比）で分類し、各分類に該当するように調査建物12棟（東山ひがし）、9棟（主計町）の調査を行った。調査対象建物の一覧を表1に示す。

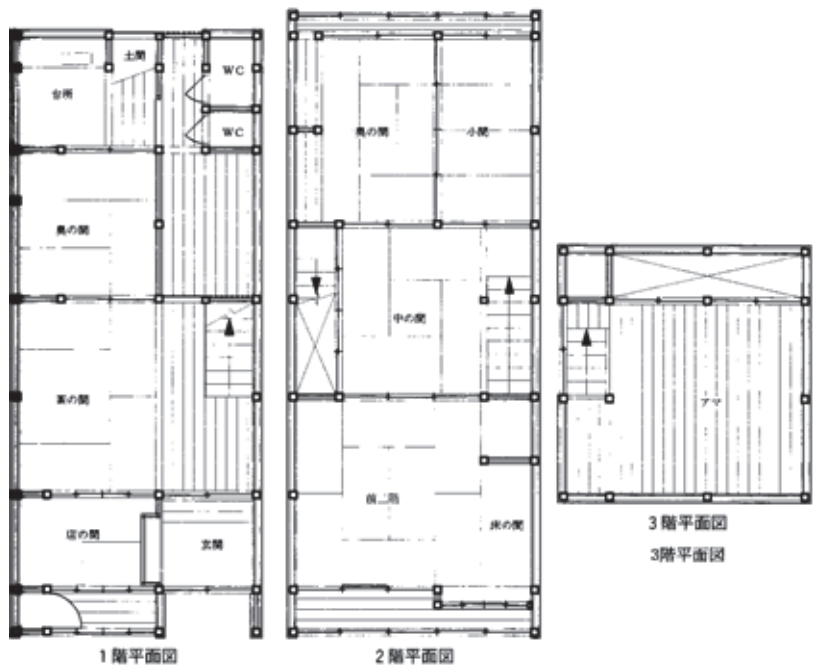


図4 建物(3)の平面図

表1 対象建物の分類

建物	床面積 (m ²)				形状	縦横比	建設年
	1階	2階	3階	延床面積			
A邸	58.34	56.57	-	115	長方形	1.5	1868
B邸	53.83	46.38	-	100	長方形	2.6	1871
C邸	80.66	63.77	-	144	長方形	3.3	1914
D邸	87.80	87.80	14.90	191	長方形	3.1	1871
E邸	93.71	94.40	55.21	243	長方形	3.5	1903
F邸	143.62	135.35	74.41	353	長方形	2.5	1882
G邸	125.92	74.53	-	200	長方形	2.9	1881
H邸	126.13	126.13	-	252	長方形	3.2	1878
I邸	208.65	202.41	31.76	443	L字	4.1	1878
J邸	116.73	116.76	-	233	長方形	2.0	1871
K邸	94.23	94.23	49.58	238	長方形	1.5	1868
L邸	64.59	62.12	34.78	161	長方形	2.5	1918
M邸	47.00	44.00	44.00	135	長方形	1.6	1922
N邸	48.00	48.00	36.00	132	長方形	2.7	1923
O邸	31.00	31.00	20.00	82	L字	3.2	1898
P邸	55.00	53.00	25.00	133	L字	2.1	1923
Q邸	64.00	64.00	17.00	145	長方形	2.2	1908
R邸	180.00	183.00	103.00	466	長方形	1.5	1931
S邸	45.00	44.00	19.00	108	長方形	2.3	1916
T邸	39.00	36.00	34.00	109	長方形	2.8	1928
U邸	40.00	44.00	17.00	101	長方形	2.1	1928

*C邸、F邸は蔵を考慮していない(床面積、重量には含まれない)。

*3階建ての対象建物は2階・3階重量を合計し、2層重量として解析に用いている。

*F邸、I邸、R邸は本来の茶屋が2、3棟まとまって、現在は1邸として料亭などに使われているので延床面積が大きい。

建物の壁量を算出し、達成率を表2に示す(表では、梁間方向は奥行き方向、桁行方向は間口方向として表記している)。表より、達成率が100%以下の建物がほとんどであり、現行の規定を満足していないことがわかる。壁のほとんどが土壁であることから現行規定では相当に低い評価になってしまうことを考慮に入れても、耐震要素に欠けているのが現状である。また、土壁の壁倍率は0.5としているが、各種の実験結果によると壁倍率が2相当の性能を有している場合のあることを考慮に入れても、かなり小さな数値があると考えられる^{6),7)}。

表2 壁量による評価一覧表

建物	存在壁量 (m)						必要壁量 (m)			達成率 [%]					
	1階		2階		3階		1階	2階	3階	1階		2階		3階	
	梁間	桁行	梁間	桁行	梁間	桁行				梁間	桁行	梁間	桁行	梁間	桁行
A邸	13.90	3.03	10.80	5.64	-	-	19.26	11.88	-	72.17	15.73	90.91	47.47	-	-
B邸	15.02	3.19	10.92	2.73	-	-	17.77	9.74	-	84.52	17.95	112.11	28.03	-	-
C邸	20.48	7.74	16.61	7.75	-	-	19.23	7.66	-	106.50	40.25	216.84	101.17	-	-
D邸	22.69	4.33	17.45	5.01	4.33	0.91	43.90	34.24	3.58	51.69	9.86	50.96	14.63	120.95	25.42
E邸	23.44	10.33	19.11	8.05	18.43	7.75	46.86	36.82	13.25	50.02	22.04	51.90	21.86	139.09	58.49
F邸	22.80	17.07	19.19	10.70	14.95	6.83	66.22	48.43	17.93	34.43	25.78	39.62	22.09	83.38	38.09
G邸	49.31	18.90	19.21	5.24	-	-	41.55	15.65	-	118.68	45.49	122.75	33.48	-	-
H邸	33.24	10.70	24.78	7.74	-	-	41.62	26.49	-	79.87	25.71	93.54	29.22	-	-
I邸	82.10	60.14	27.11	21.25	4.74	1.37	104.33	78.94	7.62	78.69	57.64	34.34	26.92	62.20	17.98
J邸	20.93	6.83	18.66	12.29	-	-	38.52	24.52	-	54.34	17.73	76.10	50.12	-	-
K邸	16.85	6.93	17.53	7.28	6.36	2.73	47.12	36.75	11.90	35.76	14.71	47.70	19.81	53.45	22.94
L邸	17.07	3.64	15.48	5.46	7.06	2.28	32.30	24.23	8.35	52.85	11.27	63.89	22.53	84.55	27.31
M邸	11.12	10.56	7.42	8.47	7.19	5.22	23.50	17.16	10.56	47.3	44.9	49.4	43.2	49.4	68.1
N邸	16.83	3.48	13.65	1.91	8.95	3.79	24.00	18.72	8.64	14.5	70.1	10.2	72.9	43.9	103.6
O邸	12.56	2.25	14.07	4.54	5.43	3.65	15.50	12.09	4.80	14.5	81.1	37.6	116.5	76.1	113.1
P邸	17.44	9.84	12.08	4.80	5.85	2.40	27.50	20.67	6.00	35.8	63.4	23.2	58.4	40	97.5
Q邸	19.35	7.40	12.75	3.15	4.49	3.51	32.00	24.96	4.08	23.1	60.5	12.6	51.1	86.1	110
R邸	12.06	37.66	12.92	44.53	6.37	21.39	90.00	71.37	24.72	52.8	13.4	62.4	18.1	86.5	25.8
S邸	18.93	6.94	12.61	6.02	5.24	4.73	22.50	17.16	4.56	30.9	84.1	35.1	73.5	103.7	114.9
T邸	14.49	3.98	10.58	3.08	10.81	2.36	19.50	14.04	8.16	20.4	74.3	21.9	75.4	28.9	132.5
U邸	13.85	4.87	10.47	2.46	-	-	13.20	9.24	-	36.9	104.9	26.6	88.3	-	-

地区内において近年、改修を施した木造 3 階建物では、柱、火打ちばり、ホールダウン、山形プレート、鉄筋コンクリートベタ基礎などの耐震構造補強をして、構造全体を剛にしている。これらの対策により、建物自身の地震抵抗強度が増すこと、隣棟している中に耐震強度のある建物が存在すると、建物群の強度も増加するものと考えられる。

また現地調査では、冬期の雪荷重のため主母屋部材断面の上部から半分以上が折損していた。幸いにも改修工事によって発見、再建されたため、事故には至らなかったが、もしこのまま茶屋として利用され、豪雪時に地震が襲っていたら大きな被害に発展する可能性があった。著書らの研究によれば、積雪載荷時の建物の固有周期はかなり大きくなり、変位が増大することがわかっている⁸⁾。当該地区には同年代の建物も多く現存していることから早急な点検と改修、あるいは豪雪時には屋根雪下ろしが有効な手段となるが、地区内の高齢化とともに検討しなければいけない課題である。

3. 常時微動測定および剛性評価

(1) 常時微動測定

常時微動測定から建物の卓越振動数を算出し、その建物の振動特性を検討する。測定方法は、微動計を敷地内の地盤、建物の 1 階床、2 階床、3 階床に桁行き方向及び梁間方向について同時測定する。床面では、振動計を柱付近に配置し、じゅうたん等は振動を吸収してしまうため避ける。対象建物が際立って長方形をしている場合には、なるべく対角線上に配置する。

対象建物 1 棟につき、サンプリング周波数 100Hz、60,000 点の 10 分間計測を基本設定パラメータとした計測を行った。これによって得られた時刻歴波形を FFT 処理によってフーリエスペクトルを算出し、成分ごとの振動特性を明らかにした。FFT 処理を行う際、10 分間の計測データから波形の安定した部分のデータ個数 4,096 点を複数個切り出し、平均化を行うとともに、平滑化のために Parzen ウィンドウ (ウィンドウ幅 0.1Hz) を施した。これらの処理により算出した伝達関数、位相差、スペクトル比などから卓越部分を読みとり対象建物の卓越振動数を算出した。

表 3 に求めた卓越振動数とそれを基に算出した各階の微小領域内の剛性を示す。木造建物の壁構面の実験結果と表 3 の結果を比較すると、初期剛性はやや確保されていると言えるであろう。このことは、地区の建物が群として構造的には作用しており、個々の建物の振動を抑制する効果を有しているものと考えられる。対象建物群の卓越振動数は、1 戸の長辺方向 (梁間方向) で 2.3~6.0Hz に分布しており、短辺方向 (桁行方向) では、3.2~7.1Hz に分布していた。桁行方向の方が梁間方向に比べて高い振動数を示すのは、対象建物群の平面が長方形であり、梁間方向で隣接するため桁行方向の連棟による効果が現れたと考えられる。

調査を行った建物の多くには、土壁が使用されているために建物の重量を推定すると、金沢の一般的な住宅と比較してやや重い建物が多い。使用されている壁の種類は土壁が大半であったので、現行の壁量計算では規定を満足していない建物がほとんどであった。常時微動測定の結果と一般の土壁の実験結果と比較すると、調査対象建物の剛性が低くなる。この原因としては、地区の建物はほとんどのものが隣同士と接している連棟型であり、構造的にも繋がっていると判断される。連棟建物の場合、それぞれの家同士の境目は外壁とは呼べず、内壁に近い構造となっている。隣り合った建物の卓越振動数の値が同程度であったり、計測データを処理して得られるスペクトル線図が非常に似ていたりしていることから、同地区の建物が群として構造的な相互作用をしており、個々の建物の振動を抑制する効果を有しているものと考えられる。しかし、現状ではその力学的な評価は十分にできておらず今後の課題である。

また、卓越振動数時の振動モードを図 5 に示す。図より立面的には 1 階と 2 階は同様に揺れが大きくなっている。しかし 3 階部分はそれ以上に大きく揺れている。これは、3 階部分は戦後まもなく増築されており、屋根裏において通し柱部材の連結箇所を調査したところ、必ずしも構造的に十分でないところが多かったためと考えられる。2 階部分の 3 箇所で計測されたデータから平面的な振動モードに注目すると、対象地域の建物は道路に面した建物正面側の方が、建物の側面部や奥側に比べて若干大きく揺れていた。しかし、逆位相となる建物のねじれや大きな振幅差は示さなかった。

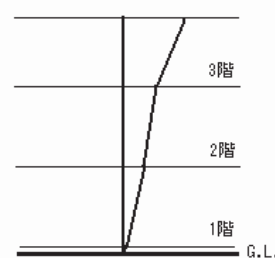


図 5 立面の振動モード

表3 卓越振動数と剛性評価

建物番号	振動数 [Hz]		常時微動から求めた剛性 k_m (kN/cm)				壁量から求めた剛性 k_c (kN/cm)			
	梁間方向	桁行方向	梁間方向		桁行方向		梁間方向		桁行方向	
			K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
A邸	6.0	7.1	44.1	82.0	129.8	100.9	2.0	3.7	9.2	7.2
B邸	4.5	6.5	42.6	38.0	102.9	78.1	2.0	1.8	9.6	7.3
C邸	5.3	5.3	52.1	54.2	61.6	51.9	4.4	4.6	11.6	9.8
D邸	4.0	5.5	42.2	57.8	104.2	100.0	2.8	3.8	14.5	13.9
E邸	2.3	3.5	15.8	25.1	37.2	62.0	6.1	9.7	13.8	23.0
F邸	2.3	3.5	25.0	26.7	42.9	66.8	10.0	10.7	13.4	20.9
G邸	2.3	4.7	43.3	12.5	151.5	61.3	10.7	3.1	27.9	11.3
H邸	3.5	5.3	68.3	49.4	152.7	113.8	6.5	4.7	20.3	15.2
I邸	5.4	4.3	412.8	161.2	256.6	103.4	34.1	13.3	46.5	18.7
J邸	2.8	4.3	19.2	35.9	79.9	74.1	4.0	7.5	12.3	11.4
K邸	2.5	4.3	18.6	26.9	54.2	76.8	4.1	5.9	9.9	14.0
L邸	2.4	4.3	10.7	21.8	48.7	61.5	2.5	5.1	11.9	15.0
M邸	3.1	3.2	27.0	30.3	28.5	32.5	6.2	7.0	6.5	7.4
N邸	3.4	3.2	26.6	37.7	27.3	31.7	2.0	2.9	9.9	11.5
O邸	3.2	3.2	6.5	26.8	13.9	24.4	1.3	5.4	7.4	13.0
P邸	3.2	4.5	34.6	28.6	53.4	62.1	5.8	4.8	10.3	11.9
Q邸	2.7	4.5	22.0	22.4	61.7	62.1	4.4	4.4	11.4	11.5
R邸	2.7	4.2	38.0	75.1	98.9	178.9	22.1	43.8	7.1	12.8
S邸	2.4	4.1	12.1	18.8	52.0	49.1	4.1	6.3	11.1	10.5
T邸	2.4	4.1	11.3	15.4	31.0	45.8	2.3	3.2	8.5	12.6
U邸	3.0	5.3	30.1	17.2	74.7	63.8	2.9	1.6	8.1	7.0

以上のように、地区内で行った調査結果から、現行規定での評価および常時微動による評価でも、耐震性能には不安を残す結果となった。しかし、耐震壁の連棟としての効果の力学的な役割についての十分な調査、構造解析等の検討が必要であることがわかった。

(2) 剛性評価

木造建物の弾性限界の層間変形角と考えられる $1/120$ [rad]は中規模地震時の変形程度を表している。一方、常時微動による建物の振動は極めて微小な領域での変形である。常時微動から求まる卓越振動数や剛性は地震時のそれとはかならずしも合致していないものの、ある程度の相関性があると考えられ、常時微動から得られる卓越振動数を用いて、2質点系の運動方程式を解くことで「動的な剛性 k_m 」を算出した。結果を表3に示す。これらは木造軸組で土壁・貫を有する伝統的構法で建てられた構造である。築後100年前後を経過し、戦前は2階建てであったが戦後に3階部分を継ぎ足し、現在に至っている。主計町より東山ひがしの方がその比率(3階建ての建物数/全棟数)は大きい。

建物の卓越振動数(1次固有振動数と合致している)と減衰定数の関係を図6に示す。同図からわかるように梁間方向の値は、そのほとんどが卓越振動数2.3~6.0Hz、減衰定数は0.02~0.08の領域に分布している。その中でも、卓越振動数に対する減衰定数の値が大きな群れが見られる(特に図中の楕円領域内)。連棟形式の建物では構造的につながっている場合があり、振動実験においても隣家が同時に揺れていることが確認されている。このため梁間方向のエネルギー消費量が増え、この領域における梁間方向の減衰定数の値が引き上げられたと考えられる。

次に、常時微動から求めた剛性と壁量から求めた剛性の比較を図7に示す。壁量から求めた梁間方向の剛性は、ほとんどの建物において15kN/cm以内に、常時微動から求めた剛性は82kN/cm以内であった。壁量から求めた剛性に比べ、常時微動から求めたそれが大きいのは、壁倍率の過小評価や他の構面による耐震効果による影響と考えられる。また、桁行方向の剛性は、壁量から求めたもののほとんどは8~30kN/cm、常時微動のそれは24~200kN/cmである。質量が同じであるため、卓越振動数の差が常時微動から求めた剛性の差になっている。常時微動から建物の剛性を算出し、調査により建築年代が明らかになっている建物の関係を主計町と東山ひがしに分けて図8に示す。主計町の結果では、全体的には梁間、桁行に関係なく築年数が大きいほど剛性が低い傾向にある。一方、東山ひがしでは必ずしもそのような傾向が見られない。この理由として、茶屋町の格と建築年が関係しているのではないかと考えている。すなわち、主計町では茶屋街としての格が下であったため、建物にあまり手をかけていない。東山ひがしは築年数が長く、格も上であったために

修理や茶屋として上等の仕上げを行っていたといえる。このことは現地・ヒアリング調査でも明らかである。

以上のように、柱、梁などの主要構造体が70年以上経過している建物の振動特性や剛性評価を行えたことは興味深い。概ね壁量から求まる剛性は常時微動から求まるそれに比べてかなり小さく評価される。したがって今後の木造建物の調査には、耐力限界法によるベースシア係数によって耐力評価を行うことが重要である。

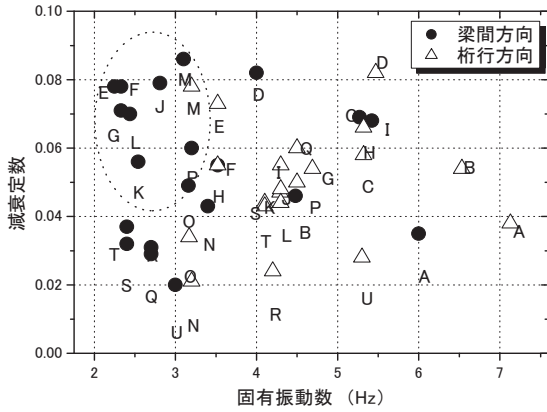


図6 建物の卓越(1次固有)振動数と減衰定数

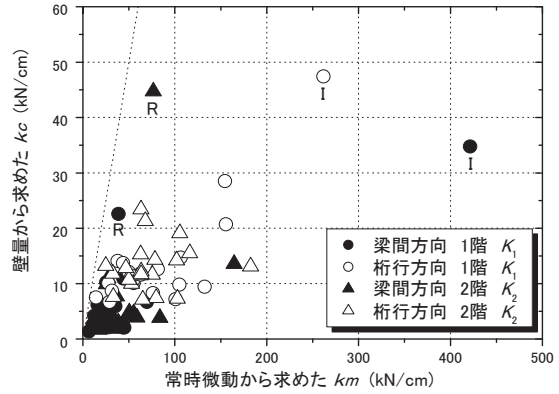
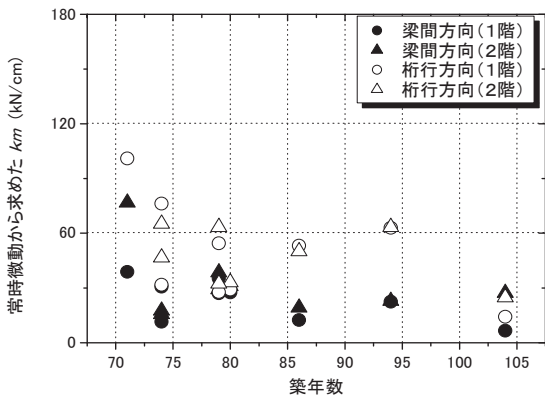
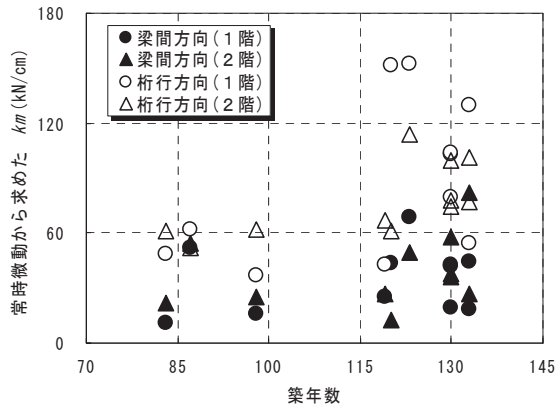


図7 K_m と K_c



(1) 主計町



(2) 東山ひがし

図8 築年数と剛性

(3) 京町家の構造特性と耐震補強^{9),10)}

第3~5著書らが構造的観点から京町家の調査を行い、30棟を対象に統計的に分析を行って構造特性を明らかにしている。本調査では、建物の規模や構法、構造部材の構成などに基づいて京町家の統計的な構造特性として間口、奥行き寸法、各階の高さ、主要構造部材の断面寸法などを明らかにした。また耐震性能をベースシア係数により示した。その際の建物重量は土壁や瓦、葺き土を実測に基づいて単位重量を設定して算出し、復元力は調査対象建物の仕様に応じて既往の研究に基づいて算出している。

対象建物は2階、中2階であり、延床面積は50m²から291m²(平均値は114m²)であり、金沢の茶屋街の建物と大きな差は見られない。30全棟のベースシア係数は梁間方向0.25から0.73、桁行方向で0.04から0.7であり、平均値と標準偏差は、梁間方向で0.44と0.14、けた行方向で0.19と0.12である。

京町家30棟のうち5棟について常時微動計測を行い、微小領域における建物の卓越振動数を明らかにし、変形モードについて分析を行った。対象町家は4棟が戸建て、1棟が連棟であった。京町家の常時微動測定の結果、卓越振動数は桁行方向で2.2~3.7Hz、梁間方向で4.6~5.3Hzであり、いずれの建物も桁行方向の振動数が梁間方向に比べて低い。これは平入りのため間口の壁が不足するためである。ちなみに連棟の卓越振動数は桁行方向で3.7Hz、梁間方向で4.8Hzであった。対象建物中、桁行方向の卓越振動数が最も大きくなっている。これは金沢の茶屋街の建物と同様に連棟としての効果であると考えられる。

スペクトル比と位相差から求めた振動モードでは、1次の並進モードであっても、耐震要素の配置が偏在す

ることで局部的に建物の変形が大きくなっていった。この傾向は建物の方向に関係なく、桁行方向では、外壁面の開口部が多い構面、梁間方向では、側壁に比べると極端に耐震要素が少ない通り庭と居室に挟まれた構面でそれぞれ変形が大きくなっていった。

4. まとめ

本研究では、重要伝統的建造物群保存地区における金沢の2茶屋街建物の耐震構造調査を行うとともに、常時微動測定から建物の振動特性および剛性評価について検討した。茶屋街の建物ではないが同程度の規模の京町屋のそれと比較することができた。その結果、以下の成果が得られた。

- (1) 建物の壁量を算出し、達成率が100%以下の建物が多く存在しており、現行の規定を満足していない建物がほとんどであった。壁のほとんどが土壁であることから、耐震要素に欠けているのが現状である。
- (2) 対象建物群の卓越振動数は、1戸の長辺方向（梁間方向）で2.3～6.0Hzに分布しており、短辺方向（桁行方向）では、3.2～7.1Hzに分布していた。桁行方向の方が梁間方向に比べて高い振動数を示すのは、対象建物群の平面が長方形であり、梁間方向で隣接するため桁行方向の連棟による効果が現れたと考えられる。
- (3) 卓越振動数時の揺れ方は、立面的には1階と2階は同様に揺れが大きくなっている。しかし3階部分はそれ以上に大きく揺れている。2階部分の3箇所計測されたデータから平面的に振動モードを見ると対象地域の建物は、道路に面した建物正面側の方が、建物の中心部やそれより奥側に比べて若干大きく揺れている。
- (4) 50年以上経過している建物の振動特性や剛性評価を行った。概ね壁量から求まる剛性は常時微動から求まるそれに比べてかなり小さく評価される。主計町の結果では、全体的には梁間、桁行に関係なく築年数が大きいほど剛性が低い傾向にある。一方、東山ひがしでは必ずしもそのような傾向が見られない。この理由として、主計町では建物にあまり手をかけていなく、一方、東山ひがしでは築年数が長く、建物の修理や茶屋として上等の仕上げを行っていたことが考えられる。
- (5) 金沢の茶屋街の建物と京町屋を比較した。建物規模は京町屋の延床面積は金沢の茶屋街のそれと大きな差は見られない。京町家の常時微動測定の結果、卓越振動数は桁行方向で2.2～3.7Hz、梁間方向で4.6～5.3Hzであった。ちなみに桁行方向では、連棟の卓越振動数が最も大きくなっている。

謝辞：調査・測定を行うに当たり、同地区の住民の方々には快く協力を頂きました。また、実態調査、耐震診断、常時微動の測定からデータ処理まで京都大学防災研究所、金沢工業大学、金沢大学の皆様に多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 『金沢古蹟志』、加賀藩資料、1661.
- 2) 『加能越金砂子』、石川県史編纂、1931. 石川県図書館協会、復刻版、1970. 寛文11年(1671)から元禄13年(1700)の間に成立した『加越能舊跡緒』なる書に基づいている。
- 3) 『萬治巳前提香 御法度』、加賀藩資料、1668.
- 4) 『鏡花全集巻二』、春陽堂、p.137、1927.
- 5) 『金沢市史18資料編 絵図・地図』より転載、喜楽彦三家蔵、金沢市市史編纂、1999.
- 6) 須田達、奥田辰雄、後藤正美、小嶋伸仁：地域の特色ある伝統構法木造住宅の構造調査 石川県金沢市東山及び主計町地域、日本建築学会大会学術講演梗概集C-1（北陸）、pp.407-408、2002.
- 7) 鈴木祥之、中治弘行：木造住宅土塗り壁の実大実験による耐震性能の再検討、日本建築学会構造系論文報告集、第515号、pp.115-122、1999.
- 8) 北浦勝：雪国における木構造物の耐震安全性、日本地震工学シンポジウム講演集、pp.1457-1464、1982.
- 9) 須田達、田原賢、後藤正美、北原昭雄：常時微動に基づく在来構法2階建木造住宅の耐力評価に関する基礎的研究、日本建築学会北陵支部研究報告集、No.41、pp.63-66、1998.
- 10) 須田達：京町家の耐震性能評価法と耐震補強設計の構築と実大振動実験による検証、京都大学博士学位論文、pp.32-58、2007.