

地震に強い地域をつくる

4.2 常時微動測定によって建物の揺れ方を知る

北関東の歴史的市街地では、今も街道に沿って間口が狭く奥行きが長い地割を残すところが多い。そのような町並みでは、街道に面して木造や土蔵造の町屋が建ち、その背後に居宅や土蔵が連坦している建造物群が現存する。本項では複数棟が一体となっている2箇所の建造物群に対して常時微動測定を行い、固有周期の評価に留まらず、連坦する建造物の揺れ方を把握する。

対象建造物群をA邸およびB邸と称し、それぞれの外観と1階略平面を写真1、図1に示す。A邸は、栃木県内の建物であり、表通りから見世蔵と木造家屋が並ぶ。2階建ての見世蔵は明治期に建築されたと言われ、昭和初期の増改築によって、見世蔵の背後に現在の木造家屋が建てられた。当時は店舗兼用住宅として使われていたが、現在は飲食店や教室として活用されている。見世蔵と木造家屋は、戸境壁を共有するように接続している。なお、本対象建物は次項の強震観測を実施している建物でもある。B邸は、群馬県内の建物であり、表通りから主屋、文庫蔵、土蔵、奥座敷が並ぶ。主屋は大正12年に建てられた店舗兼用住宅の2階建て木造である。昭和12年に増改築が行われ、文庫蔵(RC造2階建)と土蔵(土蔵造平屋)、奥座敷(木造平屋)が連坦して建てられた。主屋と増築部分は付属屋を介して部分的に接続している。これらの建物の複数点にサーボ型速度計を設置して常時微動を測定し、そこから振動モードを評価した。振動測定の方法等は、2.2項を参照されたい。



写真1 対象建造物外観

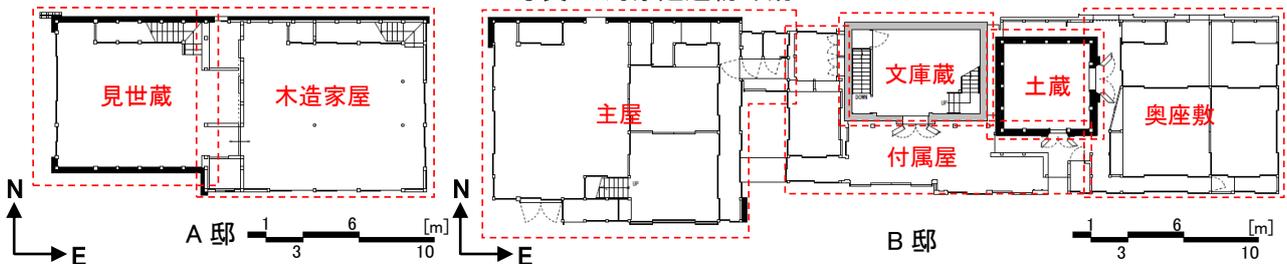


図1 対象建造物1階略平面

A邸の振動測定結果について示す。見世蔵と木造家屋の各方向の1次固有周期ならびに減衰定数を表1に示す。減衰定数は人力加振を行い、自由振動波形から対数減衰で評価した。見世蔵の固有周期はNS方向が0.20秒、EW方向が0.15秒であり、間口方向に大きな開口があることにより、NS方向の方が固有周期は長い。一方の木造家屋についてはNS方向が0.15秒、EW方向が0.12秒であり、見世蔵のEW方向と木造家屋のNS方向の周期が近似することがわかった。なお、減衰定数は、見世蔵が2.5~3.0%程度、木造家屋が4.0~6.0%程度であった。各棟の卓越周期時における建造物群の振動モードを確認したところ、見世蔵の卓越周期時において振幅が最も大きくなることがわかった。図2に見世蔵の卓越周期における振動モードを示す。建物ごとの同一平面を見ると、建物個々で水平構面は概ね一体となって振動している様子が確認できる。NS方向卓越時のモードは、1階に大きな開口を有する見世蔵NS方向の振幅が顕著となり、木造家屋がそれに連動して振動している。EW方向卓越時のモードは、見世蔵の小屋組レベルで大きい振幅を示すのに比べて2階床は小さく、EW方向成分は木造家屋と同程度になっている。見世蔵1階のEW方向は開口部が無く、北側の壁が木造家屋と連続

しているために剛性が高い。それに対して、見世蔵2階の EW 方向には大きな開口もあり、高さ方向の剛性バランスに偏りが見られる。そのため、見世蔵の2層部分のみが大きく振られていると見られる。また、見世蔵の EW 方向と木造家屋の NS 方向の卓越周期が近似しているために、この周期に共振する波が入力されると木造家屋では NS 方向に大きく振られて、建造物群としてねじれ振動を励起する可能性が窺える。

B 邸の振動測定結果について示す。それぞれの棟の各方向の卓越周期を表2に示す。最も卓越周期が長いのは主屋の NS 方向で 0.42 秒となり、その EW 方向は 0.28 秒であった。主屋は東西面に大きな開口を有する一方で、北側外壁面は厚い防火壁となっており、NS 方向に比べて EW 方向の剛性が高い。その様子が固有周期からも明らかに確認できる。また、主屋の EW 方向と奥座敷の NS 方向の周期が近似することが確認できた。なお、RC 造の文庫蔵については、NS 方向が 0.085 秒、EW 方向が 0.071 秒となり、他の建物に比べて剛性が著しく高いことにより、短周期なことがわかった。各棟の卓越周期時における建造物群の振動モードを確認したところ、主屋の卓越周期時において振幅が最も大きくなることがわかった。図3に主屋の卓越周期における振動モードを示す。A 邸と同様に建物ごとの同一平面では、水平構面が概ね一体となって振動している様子が確認できる。主屋は、表通りに面して大きな開口を持つことから、NS 方向の壁量が少なく剛性も低い。そのため、他に比べると振幅の大きさが顕著である。特に NS 方向卓越時のモードを見ると、主屋の西側構面付近の振幅が大きく、東側構面は小さい傾向が見られ、ねじれを伴っている様子が見て取れる。しかし、主屋とその他の建造物群の振動性状に相関は見られない。そのため、主屋の EW 方向と奥座敷の NS 方向の周期が近似していても、微動レベルでは主屋の振動性状が背後に連続する建造物群へ及ぼす影響は見られなかった。

以上のように、常時微動測定から建造物群で見ると主屋や見世蔵の間口方向の振幅が大きくなる様子を視覚的に理解することができた。特にその大きさは表通りに面する構面が顕著になる傾向が見られ、背後の建造物との接続状態によっては、建造物群でねじれを引き起こす可能性があることがわかった。また、1層だけが連坦するような建物では高さ方向の剛性バランスに偏りが生じ、上層の振幅が大きくなる様子が確認できた。

表1 A 邸の固有周期と減衰定数

	方向	見世蔵	木造家屋
固有周期: T[s]	NS	0.197	0.152
	EW	0.152	0.118
減衰定数: h	NS	0.029	0.040
	EW	0.026	0.057

表2 B 邸の卓越周期 [s]

方向	主屋	付属屋	文庫蔵	土蔵	奥座敷
NS	0.422	0.362	0.085	0.119	0.295
EW	0.281	0.372	0.071	0.139	0.122

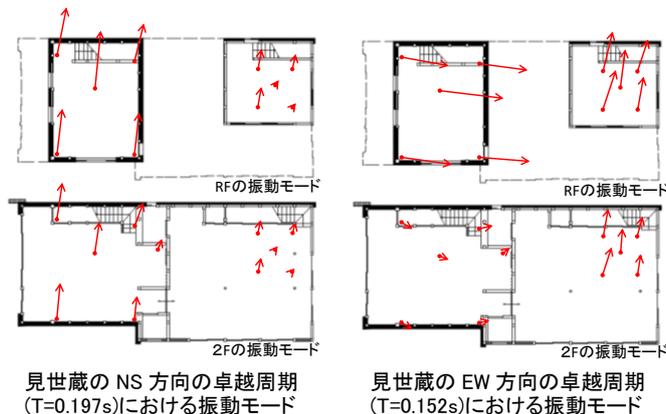


図2 A邸主要周期時の振動モード

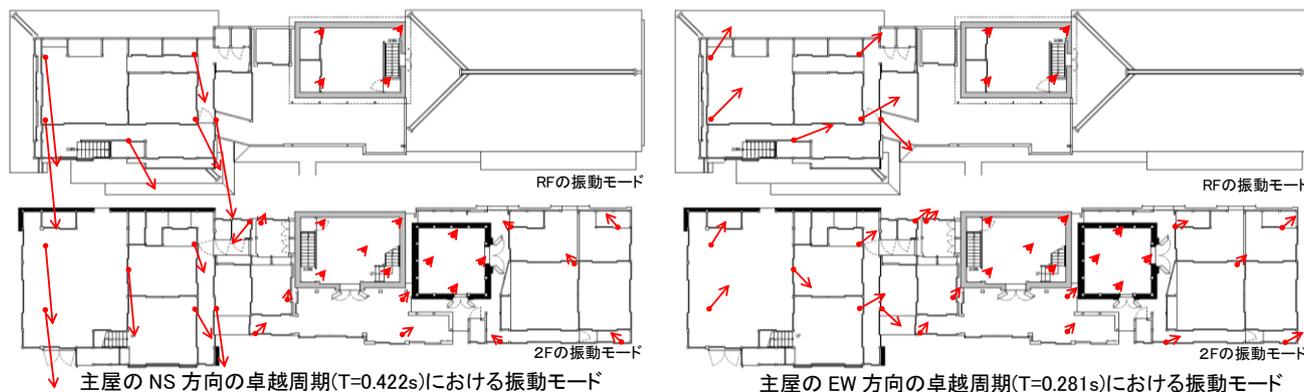


図3 B邸主要周期時の振動モード

参考文献 (下線の文献は本項に関する発表論文等を示す)

- 1) 石川達, 野村佳亮, 横内基, 大橋好光: 歴史的町並みの地震防災対策に関する研究(その 16 連坦する建造物の振動性状)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.509-510、2015 年 9 月