

地震に強い地域をつくる

22 北関東の歴史的建造物の耐震上の特質～振動特性の傾向～

地震時の建物の揺れの大きさが、建物個々の固有周期や減衰性状に大きく依存することは周知の通りである。そこで、各対象建造物に対し、振動測定を実施し固有周期と減衰定数の傾向について把握する。詳細については、文献1)～3)を参照されたい。

振動測定を実施した建造物の内訳は表1に示す通りであり、土蔵造 24 棟(土蔵 20 棟、見世蔵4棟)を含む 45 棟の歴史的建造物に対して、常時微動測定(一部の建造物については人力加振測定を併せて実施)を行い、固有周期を評価した。振動測定の実施要領を表2、振動測定の様子を写真1に示す。



写真1 振動測定の様子

表1 建造物内訳

建造物種別	棟数
土蔵	20
見世蔵	4
木造	14
石蔵	2
組積造	2
モルタル	1
RC	1
その他	1
計	45

表2 振動測定実施要領

測定方法	常時微動測定 (一部、人力加振測定を併行)
振動計	サーボ型速度計
設置位置	地盤、各階床、小屋組
サンプリング周波数	100Hz(一部、200Hz)
測定時間	10分間
スペクトルの平滑化	Hanningウィンドウ(バンド幅:0.029Hz)
伝達関数	パワースペクトル比
減衰評価 ⁴⁾	常時微動測定 RD法 人力加振測定 自由振動波形から対数減衰



東京測振製 VSE-15D6

測定は、サーボ型速度計を地盤と各階床、小屋組の図心位置付近に設置し、間口方向と奥行方向についてそれぞれ計測した。測定サンプリング周波数は、100Hz(一部 200Hz)とした。速度波形を 4000 個(40 秒)ずつ抽出して、それぞれのパワースペクトルを求め、それらをアンサンブル平均したスペクトルの卓越周期から1次固有周期を評価した。評価方法の概念図を図1に示す。

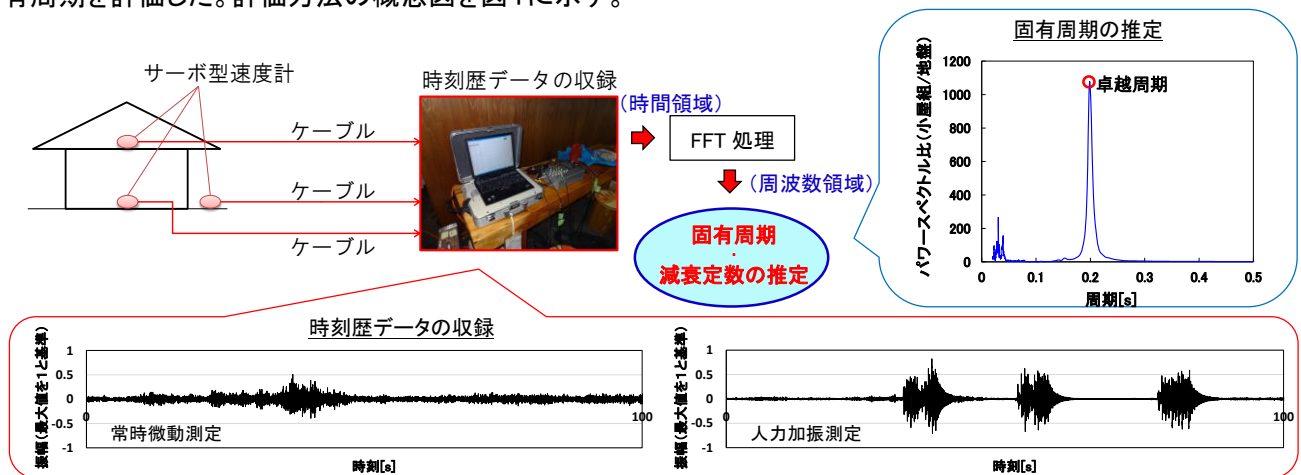


図1 評価方法の概念図

図2には、北関東に現存する歴史的建造物の長辺方向と短辺方向の固有周期の関係を示している。このデータは、これまでに栃木市と桜川市、さらには桐生市で実施してきた歴史的建造物のデータを示している。構造種別ごとの固有周期に地区による差異は見られず、以下のような傾向が見られる。

土蔵: 全ての棟で間口や奥行の方向に関係なく、短辺方向(妻側)の固有周期が長辺方向(平側)よりも長くなり、短辺方向で0.119~0.460秒、長辺方向で0.093~0.245秒であった。これは、短辺方向では負担する建物重量に比べて剛性に寄与する土塗壁が少ないことが最も影響していると思われる。短辺方向の固有周期が長い上位3棟は、辺長比(短辺方向の長さに対する長辺方向の長さの比)が2.7~3.3と大きく、測定を実施した他の土蔵に比べて特異な平面形状をしているものであったために、その影響が顕著に表れている。

見世蔵: 間口方向(平側、長辺方向)が0.197~0.398秒、奥行方向(妻側、短辺方向)が0.152~0.313秒であった。それぞれの棟ごとの間口方向と奥行方向の固有周期に著しい差異は無いものの、全ての棟で短辺方向(奥行)に比べて長辺方向(間口)の固有周期が長くなり、土蔵とは全く逆の傾向となることが確認できた。すなわち、大きな開口部がある間口方向の壁量が少ないことが剛性に影響し、それが振動特性にも表れている。

木造住居・店舗: それぞれの建造物の間口方向と奥行方向とで固有周期に大きな違いは無く、概ね0.118~0.422秒である。屋根や壁量などの影響で建物によって差が大きい様子が見られる。

その他: 石蔵および組積造建物については、測定建物数が少ないものの、固有周期の値や、短辺方向の固有周期が長辺方向よりも長くなる様子は、概ね土蔵と同じ傾向である様子が確認できる。RC蔵とモルタル蔵については、1棟ずつの検証ではあるが、共に短周期の結果となっており、モルタルの長辺方向は短辺方向に比べ長い。一方のRC蔵については、各方向とも振動測定を実施した全建物中最も短い周期となっている。

間口方向と奥行方向の減衰定数の関係を図3に示す。木造建築物の地震応答解析では、内部粘性減衰定数として $h=3\sim5\%$ を用いることが多い。それに対して得られた減衰定数は、それぞれの棟における間口方向と奥行方向の減衰定数に大きな違いは無く、また建造物種別に拘らず概ね2~5%に集中する結果であった。

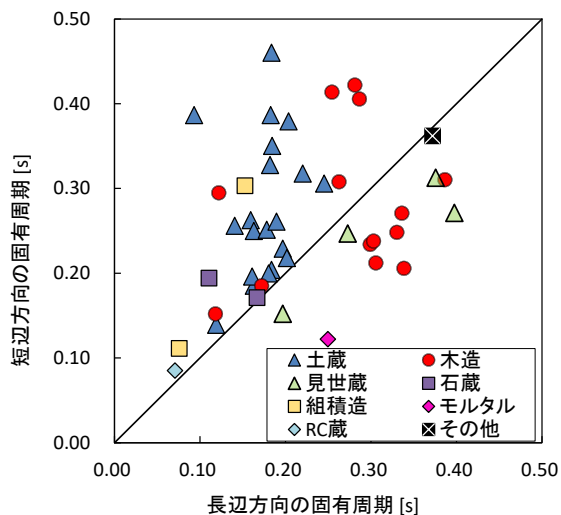


図2 各方向の固有周期の関係

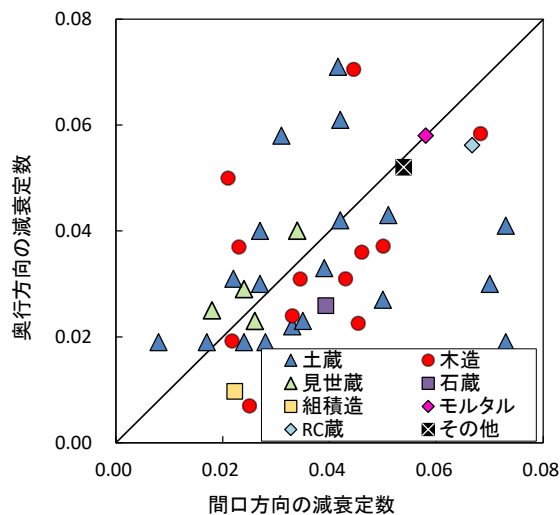


図3 各方向の減衰定数の関係

参考文献 (下線の文献は本項に関係する発表論文等を示す)

- 1) 横内基,野村佳亮,大橋好光: 栃木市に現存する伝統的建造物の地震被害および耐震性に関する研究(その3 伝統的建造物の振動性状)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.143-144、2012年9月
- 2) 野村佳亮,横内基,大橋好光: 栃木市に現存する土蔵造建物の構造特性に関する研究、日本建築学会関東支部研究報告集83(I)、pp.513-516、2013年3月
- 3) 田村菜月,野村佳亮,横内基,大橋好光,川上勝弥: 歴史的町並みの地震防災対策に関する研究(その12 北関東の伝建地区における歴史的建造物の固有周期と地震応答性状の分析)、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅳ、pp.861-862、2014年9月
- 4) 日本建築学会: 建築物の減衰、丸善株式会社、2000年10月