

寺院建築の常時微動を用いた振動特性の評価

金沢大学工学部土木建設工学科 榎谷亜紗子
 金沢大学工学部自然科学研究 大窪 建史
 金沢大学理工研究域 正会員 池本 敏和

1. はじめに

寺院建築は古くから存在しており、各地域の歴史的な象徴であると言える。一方で、広い境内をもつ寺院建築は、地震災害が起こった際に、一時的に非難場所として活用できると考えられる。

しかし、1995年兵庫県南部地震、2003年宮城県北部地震、2004年新潟県中越地震、2007年能登半島地震、新潟県中越沖地震などの大地震では多数の寺院建築の本堂や庫裏が半倒壊または全壊などの被害が発生している。また本堂や庫裏だけでなく、山門の半倒壊または全壊の他、墓石や鳥居、石灯籠の転倒等の被害も受けた。

例えば、図1のように最大震度6強を観測した2007年能登半島地震により、輪島市門前町にある興禅寺では、山門を残して、本堂や鐘楼などが全て倒壊する大きな被害を受けた¹⁾。

寺院建築の主な被害特徴として以下の3つが挙げられる。

屋根に押しつぶされる。

建物が基礎から離れ、移動する。

建物全体が転倒する。

寺院建築は屋根重量が重く、壁が少ないため、このような被害が生じてしまうと考えられる。また、とについては、柱脚と基礎が接合されていないためと考えられる。

このように過去の被害事例から、寺院建築は一般の木造住宅と比べて古く、構造的にも異なる特徴があるため、振動特性に不明な部分が存在し、耐震性に不安がある。

そこで、本研究では、常時微動測定によりの寺院建築の振動特性の解明を行う。本研究により、寺院建築の振動特性を解明し、耐震性を把握することは、歴史的景観の保全と防災対策を考える上で非常に重要であると考えられる。また、地震が発生した際、非難場所の確保による人的被害の防止と歴史的価値の高い寺院建築の保全に貢献できると考えられる。



図1 被害事例¹⁾

2. 対象とする寺院

さらに、金沢市は、2009年1月に「歴史都市」に認定され、これにより、国から文化財保全や文化財周辺の景観などが支援されることになる。寺町台地のような地域に対して文化財や、景観の保全を行うことは、いっそう重要と思われる。

そこで、本研究では、図2に示してある寺町台地内の寺院建築を対象とする。寺町台地は、およそ70棟の寺院建築が立ち並び、その中には文化財に指定されているものもあり、歴史的景観を有する地域である。

一方で、図2から分かるように、寺町台地には非難場所が残り存在していない。よって、寺町台地に存在する寺院建築を本研究の対象と定めた。

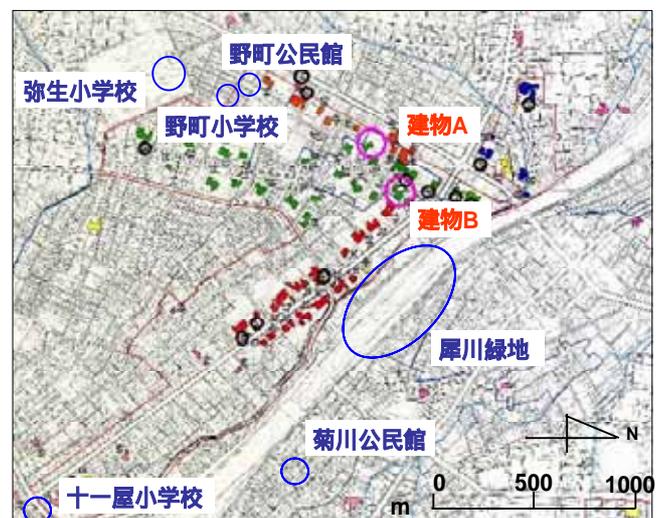


図2 寺町台地

3. 振動特性の解明

対象となる寺院建築の振動特性を常時微動測定より解明する。

3.1 測定方法

測定に用いる計器は、携帯用振動計（東京測振 SPC-35N）およびサーボ型振動計（東京測振 VSE-15D）である。

計器の配置例は図3に示す。図3は、敷地地盤と建物の床1箇所ずつ、梁1箇所計3箇所所で測定した。なお床、梁については1箇所につき梁間方向及び桁行方向の2方向に計器を配置し、敷地地盤は鉛直方向を含め計3方向設置した。

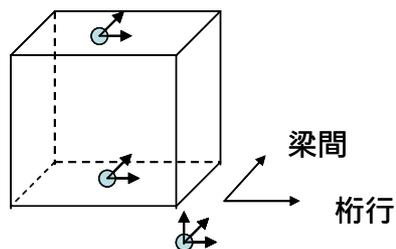


図3 振動計配置例

3.2 測定波形の処理

常時微動測定により得られた波形から、固有振動数、減衰定数を算出する。

はじめに、得られたデータから波形の安定した部分の4096点を5箇所抜き出し、高速フーリエ変換によって振動数領域に交換したスペクトルを求める。次に、得られたスペクトルを用いて応答倍率を求め、対象建物の1次固有振動数を算出した。

一方、減衰定数については、常時微動測定より得られた時刻歴波形から、RD法³⁾を用いて算出した。

3.3 結果

表1に建物A、Bの固有振動数と減衰定数の結果、図4に建物Bの伝達関数を示す。

建物Aは、切妻造平入の建物であり、2008年に改築されており、座禅堂を本堂としている。また、建物Bは1616年に建てられた切妻造妻入の建物である。

建物Bの梁間部においては、図4から分かるように、梁間方向で4.03Hz、桁行方向で2.71Hzと明瞭な卓越が見られた。

一般の従来軸組み工法の住宅(以下、一般住宅)は、固有振動数が5~6Hzに分布⁴⁾している。建物Aについては2008年に改築していた為、一般住宅の範囲内となったと考えられる。しかし、建物Bの結果から、寺院建築は一般住宅に比べて固有振動数が小さい傾向にあると推測できる。

次に、減衰定数について考察する。一般住宅は減衰定数が2~8%⁴⁾で分布している。それに対して結

果は2.9~4.1%で分布していた。したがって、寺院建築の本堂は、一般住宅との違いはあまり見られなかった。

表1 固有振動数と減衰定数

建物名	固有振動数(Hz)		減衰定数(%)	
	梁間	桁行	梁間	桁行
A	5.05	5.00	4.1	3.6
B	2.47	2.34	2.9	2.9

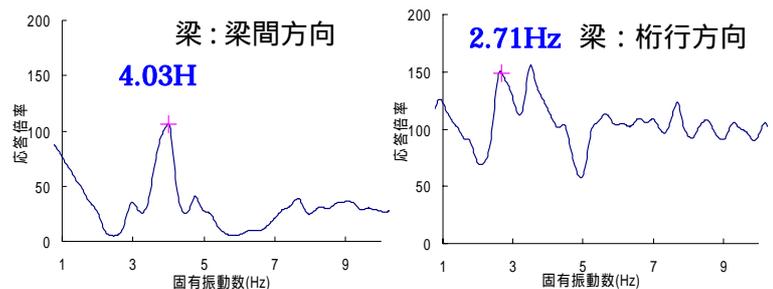


図4 建物Bの伝達関数

4. まとめ

本研究では、寺町台地に存在する寺院建築を対象に常時微動測定を行った。結果より、固有振動数に関して、一般住宅と異なる特徴があると分かった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、金沢市役所、金沢工業大学及び、寺院の住職の皆様にご支援頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) asahi.com : <http://www.asahi.com/special/070325/gallery/TKY200703260120.html>, 2009.12 現在。
- 2) 金子陽一：歴史的町並みにおける災害危険性の評価と寺社の耐震性能評価に関する研究，平成18年度金沢大学修士学位論文，2006。
- 3) 田村幸雄，佐々木涼，塚越治夫：RD法による構造物のランダム振動時の減衰評価，日本建築学会論文集 第454号，pp.29-38，1993。
- 4) 池本敏和，岩永真和：常時微動及び自由振動特性による木造建物の振動特性と剛性評価，日本建築学会構造工学論文集，Vol.50，pp.155-162，2004。