

# 実測結果に基づく木造建造物の振動特性に関する研究

長岡技術科学大学 地震工学研究室 佐藤翼

## 1. はじめに

2019年の山形県沖を震源とする地震では、震源近傍の村上市府屋で震度6強の揺れが観測されたが家屋の倒壊はなかった。家屋が倒壊しなかった要因として、家屋の応答が大きかったが家屋の耐震強度が高かった、家屋の応答が小さかったため家屋の耐震強度を超えなかったなどが考えられる。本研究では、村上市府屋の木造建造物の固有振動数を算出し、山形県沖の地震で木造建造物の振動が増幅した可能性を調査する。

## 2. 常時微動による固有振動数の算出

木造建造物の固有振動数は、常時微動から算出を行った。常時微動の計測を行い、得られた常時微動の波形から伝達関数を用いた。伝達関数を計算することにより、木造建造物の振動特性が分かり、増幅率が最大となっている箇所を固有振動数とした。

$$Z(\omega) = 2F(\omega)/1F(\omega) \quad (1)$$

ここで、

$Z(\omega)$  : 伝達関数

$2F(\omega)$  : 2階の微動のフーリエスペクトル

$1F(\omega)$  : 1階の微動のフーリエスペクトル

## 3. 常時微動の計測

常時微動の計測は、微動計を用いて行った。使用した微動計は、水平2方向と鉛直1方向の計3方向をサンプリング周波数100Hzで計測を行うことができる。本研究では、水平2方向は、桁行方向と梁間方向の計測を行った。

また、木造建造物の固有振動数の算出には、

微動計を2台用いて図1のように設置した。

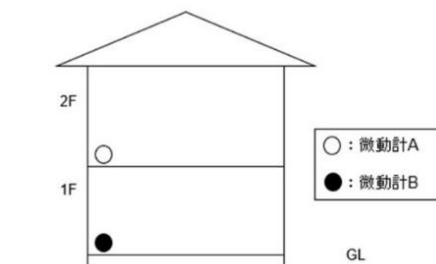


図1 微動計の設置

## 4. 対象とする木造建造物

常時微動の計測は、村上市中浜で行った。村上市中浜は、村上市府屋と約3km離れ、震源により近い地区である。村上市府屋と同様に地震による家屋の倒壊はなかった。村上市中浜で、2棟の木造家屋の固有振動数を算出した。

(以下、木造家屋Aと木造家屋Bとする。)

木造家屋Aは、1963年に建てられた築57年の旧耐震基準の2階建て木造家屋である。山形県沖の地震で、壁にひびや亀裂が発生した。また、新潟地震を経験している。



図2 木造家屋A

木造家屋Bは、1983年に建てられた築38年の新耐震基準の2階建て木造家屋である。山形県沖の地震では、被害がなかった。



図3 木造家屋 B

## 5. 固有振動数の結果

固有振動数の算出結果を表1に示す。

表1 固有振動数の結果

	桁行方向	梁間方向
木造家屋 A	3.8Hz	4.0Hz
木造家屋 B	5.7Hz	5.0Hz

## 6. 固有振動数の逆転について

木造家屋 A では、桁行方向より梁間方向の方が固有振動数は大きくなった。梁間方向の固有振動数が大きくなる要因について、まず家屋が持つ構造的特徴によるものが挙げられる。しかし、木造家屋 A では、新潟地震による影響も考えられる。木造家屋 A は、新潟地震によって主に桁行方向に対してひび割れが発生している。この損傷のために、壁の剛性が下がり固有振動数が逆転したことが考えられる。

## 7. 固有振動数の評価

得られた固有振動数を評価するために山形県沖の地震の加速度応答スペクトルを作成した(図4)。また、評価には加速度応答が最大となったEW方向を用いる。

図4より、得られた固有振動数は加速度応答が最大となる振動数からは外れていた。次に、山形県沖の地震より木造家屋の被害が多かった兵庫県南部地震の加速度応答スペクトルを

作成した(図5)。すると固有周期が0.1~0.6sで加速度応答が山形県沖の地震より大きくなった。この結果から、木造構造物の固有振動数以外にも家屋の耐震強度といった視点からも調査する必要がある。

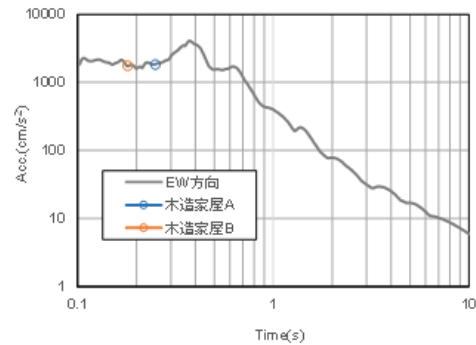


図4 加速度応答スペクトル(山形県沖)

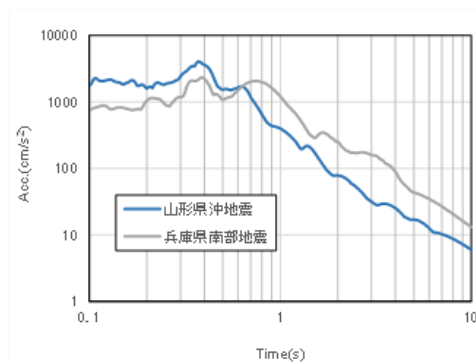


図5 加速度応答スペクトル比較

## 8. まとめ

今回計測を行った木造家屋では固有振動数は加速度応答が最大となる振動数からは外れていた。しかし、兵庫県南部地震と比較すると加速度応答は山形県沖の地震の方が大きくなった。そこで、今後は家屋の強度を計測することと対象とする木造家屋を増やしていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 大崎順彦：地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，1997年