

地盤条件が構造物被害に及ぼす影響に関する研究

長岡技術科学大学 鈴木 陽貴
長岡技術科学大学 正会員 池田 隆明
長岡工業高等専門学校 正会員 小島 由記子

1. はじめに

2019年6月18日22時22分に山形県沖でMw6.4の地震が発生した。震源近傍の新潟県村上市府屋で最大震度6強、最大加速度1191.3cm/s²が観測¹されたが、甚大な被害は見られなかった。主な被害は木造住宅の屋根瓦の損傷であり、山形県鶴岡市小岩川地域ではその発生数が特に多かった。しかし、小岩川地域に隣接している大岩川地域や早田地域は、屋根瓦の被害は少なかった。そこで小岩川地域、大岩川地域、早田地域の被害の差異を明らかにするために各地点で常時微動計測を実施し、地盤状況を調査した。

2. 調査地域

(1) 調査地域と震央の関係

調査対象地域は、屋根瓦の被害の数に差異が見られた山形県鶴岡市小岩川地域、大岩川地域、早田地域の3地域である。図-1に震央と各地点の位置関係を示す。3地域とも海岸線に沿って位置するため、地形条件等から表層地盤は砂質土が卓越する地盤構造を有すると考えられる。また、図-1からわかるように3地域ともに震源距離に大きな差が無いことから、基盤への入力地震動レベルはほぼ同じであったと考えられる。



図-1 調査地域と震央の関係

(2) 被害状況

小島ら²は、対象地域の屋根瓦の損傷を国土地理院航空写真(6/20, 26撮影)から評価している。航空写真から屋根瓦の損傷を直接確認することが難しかったため、家屋にブルーシートが被せてあるものを屋根瓦の損傷としている。その結果、3地域の被害率は小岩川地域が28.6%、大岩川地域が1.0%、早田地域が2.6%と明瞭な差異がみられた。このことから、隣接した地域でも表層地盤の地盤特性が異なることが推定される。

(3) 地盤の調査方法

被害状況に大きな差異が生じたのは、表層地盤の特徴が影響を与えていると考えた。そこで、3地域で常時微動計測を実施し、H/Vスペクトル比から地盤の固有周期を評価した。また、小岩川地域の中でも被害の数に差が見られたため、被害の大きかった地点(K1)と少なかった地点(K2)の2地点微動計測を実施した。本計測では、3成分のサーボ式速度計を内蔵したCV374を用いて水平2成分に加えて鉛直1成分の合計3成分の常時微動を1地点において観測する手法を用いた。

微動のH/Vスペクトル³とは、水平と鉛直のスペクトル比を表したものであり、本検討では以下の式を用いて評価した。

$$\frac{H}{V} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{f_{UD}}$$

ここで、H/V:H/Vスペクトル、H:水平動スペクトル、V:上下動スペクトル、 f_x :水平方向X成分のフーリエ・スペクトル、 f_y :水平方向Y成分のフーリエ・スペクトル、 f_{UD} :鉛直成分のフーリエ・スペクトルである。本計測ではX成分はNS方向、Y成分はEW方向に設定した。

H/Vスペクトルのピーク振動数が表層地盤の卓越振

動数となる。卓越振動数が構造物の固有周期の範囲内にあることで共振現象を引き起こし、大きな揺れが生じる。



図-2 小岩川地域 計測地点

3. 結果

常時微動による各地域のH/V スペクトル比を図-2に示す。図-2 から小岩川地域のH/V スペクトル比は5~7Hz 付近で卓越しており、大岩川地域と早田地域は10Hz 以上で卓越していることがわかる。木造家屋の固有周期は一般に2~10Hz とされており⁴⁾、小岩川地域の固有振動数は、木造家屋の固有周期の範囲内にあることがわかった。

小岩川地域において被害率が高かった地点 (K1) と低かった地点 (K2) での H/V スペクトルを図-3 に示す。図-3 から被害率が低かった地点 (K2) の卓越振動数は 10Hz 以上であり、大岩川地域や早田地域の卓越振動数と類似した傾向を示した。

小島らの航空写真による屋根瓦の被害率の結果と図-2、図-3 を比較すると、被害状況と表層地盤の固有振動数には相関があるといえる。また、小岩川地域の中でも被害の違いやH/V スペクトル比の違いがあることを踏まえると小岩川地区の中でも地盤構造に違いがあると推測される。

4. 結論

2019年6月18日に発生した山形県沖地震では山形県鶴岡市小岩川地域で屋根瓦の被害率が高かった。しかし、隣接している大岩川地域や早田地域では屋根瓦の被害率は低かったため微動計測を行い、表層地盤特性を評価した。その結果、表層地盤の固有振動数と被

害状況には相関があることがわかった。今後、微動測定点を増やしたり他の物理探査手法を適用し、地盤構造及び地盤特性の詳細評価を行う予定である。

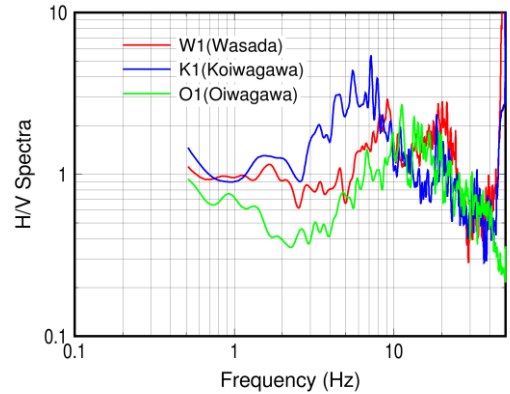


図-3 各地域のH/V スペクトル比

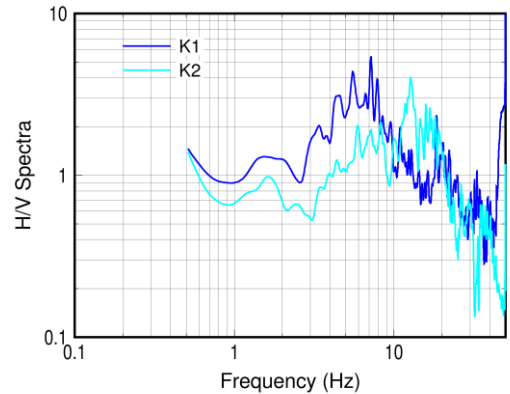


図-4 小岩川地域のH/V スペクトル比

謝辞

作図においては国土地理院の電子地形図・電子国土webを使用させていただきました。

参考文献

- 1) 気象庁：強震波形（山形県沖の地震）
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/1906182222_yamagata-oki/index.html
- 2) 小島由記子・他：2019年山形県沖の地震 (Mj6.7) における震源近傍域の被害調査 第39回JSCE地震工学研究発表会（投稿中）
- 3) 中村豊・上野真：地表面での常時微動測定による表層地盤の振動特性の推定，土木学会第41回年次学術講演会，第1部，833-834，1986
- 4) 大堀 道広：第3回：強震動予測で対象となる周期範囲，強震動地震学基礎講座，日本地震学会，
https://www.zisin.jp/publications/document02_03.html