

地盤常時微動 H/V スペクトルを用いた地震動推定 —2016 年熊本地震における地震動推定精度検証—

金沢大学理工学域環境デザイン学類 学生会員 ○松村 直輝
 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 村田 晶
 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 正会員 秦 吉弥
 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 宮島 昌克

1. はじめに

2016 年熊本地震での建物被害が報告されている^{1),2)}。しかしながら、同じ地区であっても建物の被害状況には違いが見られるため、単純に最寄りの観測記録のみから、地震被害を評価することは難しいと考えられる。そのため、それぞれの地区における地震動を推定することは、地震外力と構造物の地震時耐力との関係性を評価する上で重要であるといえる。

そこで本研究では、2016 年熊本地震における被害地区における地盤常時微動観測を行い、地盤動特性を評価するとともに、強震観測記録と常時微動 H/V スペクトル比を利用した高密度地震動推定を行う。それにより推定地震動データから地震動強さの指標を算出し、住宅被害との関係性を評価することを目的とする。なお本稿では、益城町役場周辺、ならびに益城町小谷地区を対象にした地震動推定を行うに当たり、地震動推定の精度を検証した結果について報告する。

2. 常時微動 H/V スペクトルを用いた地震動推定

(1) H/V スペクトル比の算出

常時微動観測データより、N-S, E-W, U-D 成分それぞれにおいて、微動が安定している 8192 点 (81.92 秒間) を 5 個以上抜き出し、データファイルを作成する。次に、これらの時間領域のデータファイルを 0.1~2.0s 間でフーリエ変換し、加算平均する。なお、バンド幅 0.4Hz の Parzen Window によりデータ平滑化を行う。水平成分については N-S 成分, E-W 成分のフーリエスペクトルの相乗平均とし、鉛直成分については U-D 成分の値とし、水平成分 H を鉛直成分 V で除すことにより H/V スペクトル比を算出する。

(2) 地震動推定式

関連研究における地震動推定法については丸山ら³⁾の定式化もあるが、本研究では原田ら⁴⁾の定式化を基

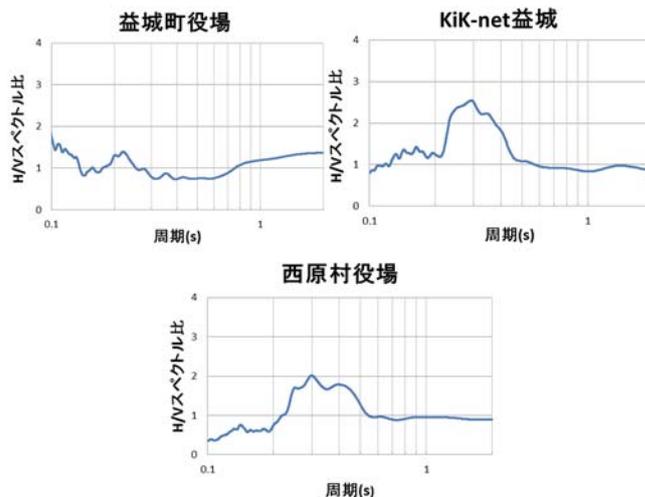


図-1 強震記録観測点における
常時微動 H/V スペクトル比

に、距離補正を組みこんだ推定式を用いる。推定点における水平動フーリエスペクトルを H_E^E とし、以下に推定式を示す。

$$H_E^E = \frac{\beta_O}{\beta_E} \cdot \gamma_{E/O} \cdot \frac{1/c_{E\max} \left(\frac{H}{V}\right)_E^M}{1/c_{O\max} \left(\frac{H}{V}\right)_O^M} \cdot \alpha \cdot H_O^E$$

ここで、下添字は地点を示し、強震観測点には O、推定点には E を付けて区別する。上添字は、常時微動を E、地震動を M とし、 $c_{O\max}$, $c_{E\max}$ は常時微動 H/V スペクトル比の最大値を表す。また、 $\alpha^5)$, β と $\gamma^6)$ はそれぞれ距離、増幅特性、ピーク周期に関する補正係数である。ここで距離補正については、参考文献⁷⁾に示されている断層からの最短距離を用いる。

3. 地震動推定の妥当性検証

(1) 検証方法

推定法の妥当性を確かめるため、観測点を KiK-net 益城、推定点を益城町役場と西原村役場とし、益城町役場と西原村役場の観測記録と推定結果を比較し精度

を確認する。ここで、推定加速度波形を算出するにあたり、推定点の位相特性を考慮せず、観測記録の位相情報を用いるため、地震波形の形状について評価することはできないことから、妥当性検証については前震、本震についてフーリエスペクトルによる振動数特性の比較と最大加速度、最大速度、計測震度による地震動指標から検討する。

(2) 検証結果

フーリエスペクトルによる振動数特性の比較について図-2に示す。また、最大加速度を表-1に、最大速度を表-2に、計測震度を表-3にそれぞれ比較結果を示す。なお、表-1～表-3に示す値は、水平2成分を合成した値である。

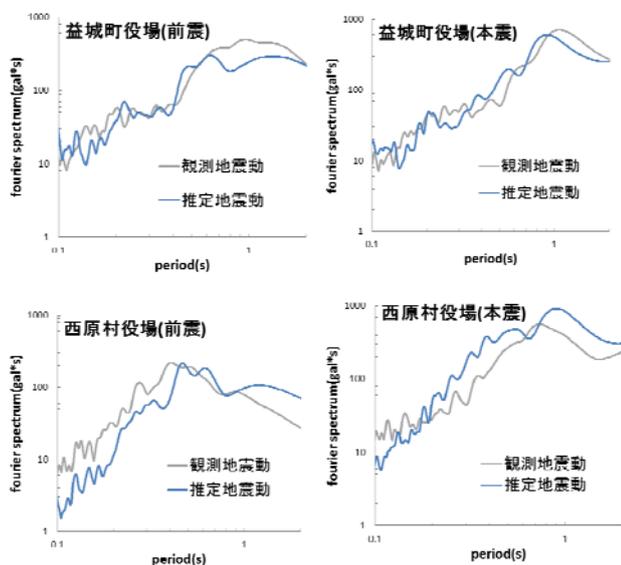


図-2 振動数特性の比較

表-1 最大加速度

| 最大加速度 (cm/s ²) | 益城町役場 | | 西原村役場 | |
|-------------------------------|-------|------|-------|------|
| | 前震 | 本震 | 前震 | 本震 |
| 推定結果 | 800 | 1256 | 641 | 1567 |
| 強震観測 | 814 | 897 | 538 | 866 |

表-2 最大速度

| 最大速度 (cm/s) | 益城町役場 | | 西原村役場 | |
|----------------|-------|----|-------|----|
| | 前震 | 本震 | 前震 | 本震 |
| 推定結果 | 66 | 57 | 57 | 79 |
| 強震観測 | 57 | 58 | 31 | 80 |

表-3 計測震度

| 計測震度 | 益城町役場 | | 西原村役場 | |
|------|-------|-----|-------|-----|
| | 前震 | 本震 | 前震 | 本震 |
| 推定結果 | 5.9 | 6.0 | 5.7 | 6.4 |
| 強震観測 | 6.2 | 6.2 | 5.4 | 6.2 |

図に示すように振動数特性の比較では、短周期部分、長周期部分で多少のズレが生じているものの、概ね類似する特性となっていることがわかる。また、表に示すように最大加速度については、前震では推定結果と強震記録が類似する値となっているが、本震では推定結果が大きな値となっている。一方、最大速度では、西原村役場における前震で推定結果が大きな値となっているものの、概ね推定結果と強震観測がほぼ同じ値となっている。計測震度は全体的に推定結果と強震観測結果が似たような値となっている。

4. おわりに

以上より本手法による地震動推定は、概ね妥当な推定精度があることを確認できる。しかしながら、振動数特性の不一致が最大加速度、最大速度に影響しているところがあるため、さらなる補正について検討する。また、本推定式を用いて、益城町役場周辺、ならびに益城町小谷地区を対象に地震動推定を行った結果については、発表時に報告を行う。

謝辞：本研究を進めるにあたり、自治体観測記録、K-NET および KiK-net 観測記録を使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会 報告書 概要 2017/9/20 アクセス <https://www.mlit.go.jp/common/001147568.pdf>
- 日本建築学会近畿支部木造部会：平成 28 年 (2016 年) 熊本地震による木造建築物の被害調査報告会, 2016.
- 丸山喜久, 山崎文雄：常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案, 土木学会論文集, No.675/I-55, pp.261-272, 2001.
- 原田隆典, 中村真貴, 王宏沢, 齊藤将司：強震観測点の記録と常時微動 H/V スペクトル比を利用した近傍の未観測点の強震動推定法, 応用力学論文集, Vol.11, pp.595-602, 2008.
- 神山真, 松川忠司：1995 年兵庫県南部地震で得られた強震記録の最大地動ならびに波動特性, 土木学会論文集, No.586/III-39, 49-66, 1997.
- 中村真貴, 原田隆典, 市村彰, 王宏沢, 齊藤将司：常時微動 H/V スペクトル比を利用した強震観測点近傍の地震動推定法, 第 30 回土木学会地震工学研究発表会論文集, CD-ROM, 2009.
- 平成 28 年熊本地震 現地調査レポート http://www.oyorms.co.jp/release/OYORMS_KumamotoEQ_report2.pdf 2017/11/6 アクセス