

2016 年熊本地震を対象とした常時微動 H/V スペクトル比を利用した地震動推定

金沢大学 理工学域地球社会基盤学類 学生会員○開発 清正

金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 正会員 村田 晶, 宮島 昌克, 池本 敏和

1. はじめに

日本各地で頻繁に発生する巨大地震は、震源近傍において特に甚大な建物被害を及ぼす。近年の研究により、建物被害の程度は一樣ではないことが報告されており、建物強度の差異はあるものの、建物に働く地震外力の違いが被害に大きく関与することがわかっている。また、1995 年兵庫県南部地震を契機に全国で強震観測点の設置が進んだが、未だに空間的設置密度は低いというのが現状である。このことから、地震被害の原因究明や耐震設計をするためには高精度な地震動推定を行う方法の確立が求められている。

常時微動観測は簡便な方法であるため強震観測の空白地点における地震動推定に適しており、既往の研究により推定法の精度向上の試みは数多く行われてきた。しかし、推定法のモデル化に用いるデータに偏りがあること、震源近傍における推定しか行われていないこと、近年の地震に対する適用性は十分に確認できていないことなど当推定法には曖昧な点が多くある。

そこで本研究では、地震動推定の精度向上を試みるために、近年に発生した地震を対象に地震動推定法の検証を行う。まず、近年に発生した地震の記録を基にモデル化の再検討を行う。それを反映した地震動推定法を用い、広域を対象として本研究の推定法の適用性評価を行う。

2. 常時微動 H/V スペクトル比を用いた地震動推定

(1) 常時微動 H/V スペクトル比の算出について

本研究では常時微動観測データを地盤動特性情報とした地震動推定を行う。地震動推定に用いる常時微動観測記録は、2021 年 7 月 8～13 日の日中に行われたものである。観測地点は図 1 に示す 25 点である。1 点につき 15 分間、サンプリング振動数は 100Hz とする。ここで、図 1 に示す青の×は熊本地震前震の震源であり、黄色の×が熊本地震本震の震源である。

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 4096 データを 1 単位として 5 個以上抜き出す。これらの時間領域のデータファイルを高速フーリエ変換した後、ノイズの影響を減らすため加算平均し、バンド幅 0.2Hz～0.8Hz の Parzen Window により平滑化する。水平成分 H は N-S, E-W 成分の相乗平均値、鉛直成分 V 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。

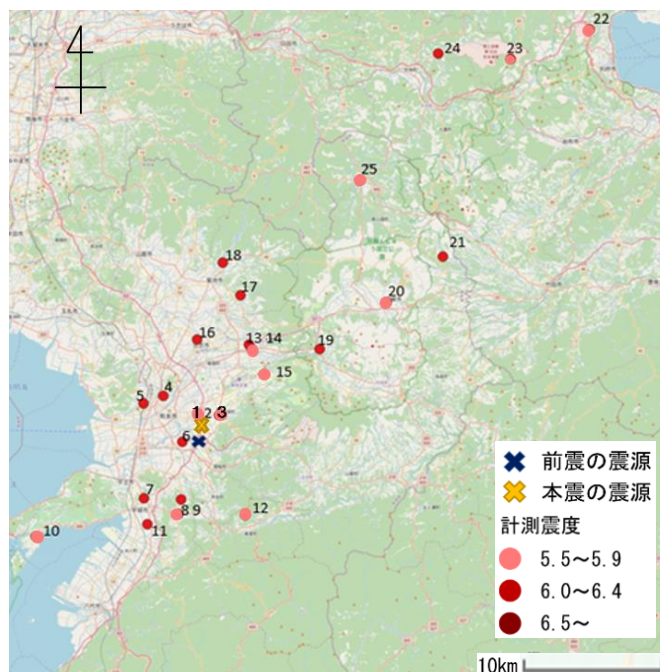


図 1 常時微動観測点および熊本地震震源

(2) 地震動推定式について

地震動推定については、原田ら²⁾の定式化をベースとし、距離補正係数 α を組みこんだ推定式を用いる。以下に推定式を示す。

$$H_E^E = \alpha \cdot \frac{\beta_0}{\beta_E} \cdot \gamma_{E/0} \cdot \frac{1/c_{E\max} (H/V)_E^M}{1/c_{0\max} (H/V)_0^M} \cdot H_0^E$$

ここで、下添字は地点を表し、強震観測点に 0, 推定点に E を付けて区別する。上添字は、常時微動を M, 地震動を E とする。 $c_{0\max}$, $c_{E\max}$ は常時微動 H/V スペクトル比の最大値を表す。また補正係数 α , β , γ はそれぞれ距離、増幅特性、ピーク周期に関する係数である。 α , β , γ はそれぞれ神山³⁾, 原田ら²⁾, 中村ら⁴⁾による方法より算出する。

3. 2016 年熊本地震の地震動推定について

(1) 推定パラメータについて

本研究では熊本地震本震の強震観測記録に対して地震動推定を行う。地震動推定の際に基準となる観測記録としては、震源近傍の KiK-net 益城と K-NET 熊本に加え、嘉島町上島 (図 1 の地点 2, 3, 6) を用い、それぞれが基準となる場合の地震動推定の妥当性や精度の検証を行う。こ

で、K-NET 熊本と嘉島町上島は震源から約 5km と近く、また断層帯の北南と挟む位置関係であるため、断層との位置関係と推定精度に関係があるか調べる目的から用いている。

また、地震動推定に用いる常時微動 H/V スペクトル比については、本稿ではバンド幅 0.4Hz で平滑化したときの結果について言及する。

(2) 地震動推定結果および考察

図 2 に基準観測点の微動 H/V スペクトルを、図 3 に推定結果をそれぞれ示す。なお、図 3 については紙面の都合上一部抜粋する。図 3 に示すように、どの基準点を用いても地震動推定結果は観測地震動の周期特性と概ね調和的となっているが、K-NET 熊本と嘉島町上島を比較すると嘉島町を基準とした場合にやや精度が高くなった。その理由として図 2 に示す嘉島町上島の微動 H/V を見ると、卓越周期が 0.2s と短周期であること、全体的な H/V スペクトル比の値も他 2 点の基準点と比べ高いことが分かる。とりわけ、精度が高い地点は周期 0.5s 付近の H/V スペクトル比が 1.5 以下という特性を持っていた。そして基準点の微動も上記の特性を有しているとより精度が高くなるといえる。ゆえに基準点のサイト特性が影響していると示唆されるが、基準点が断層面上にあるか否かで精度が変わるかまでは言及できないといえる。

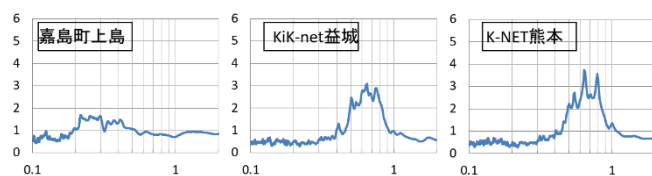


図 2 震源近傍 3 地点の常時微動 H/V スペクトル
(縦軸 H/V スペクトル比 横軸 周期(s))

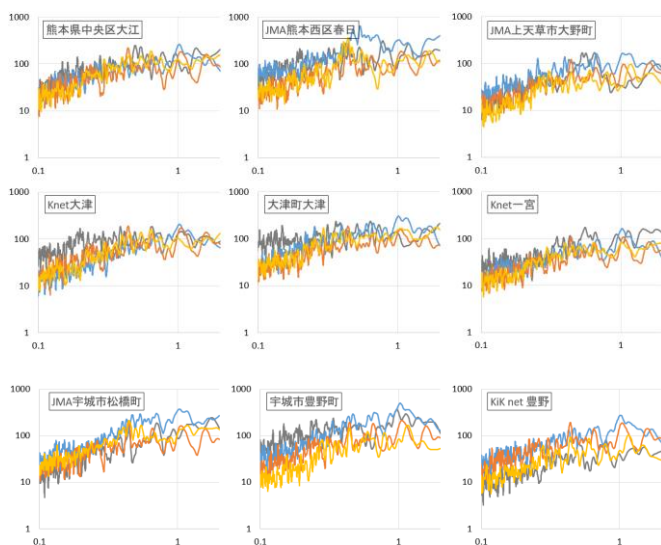


図 3 3 地点を基準とした時の地震動推定 その 1

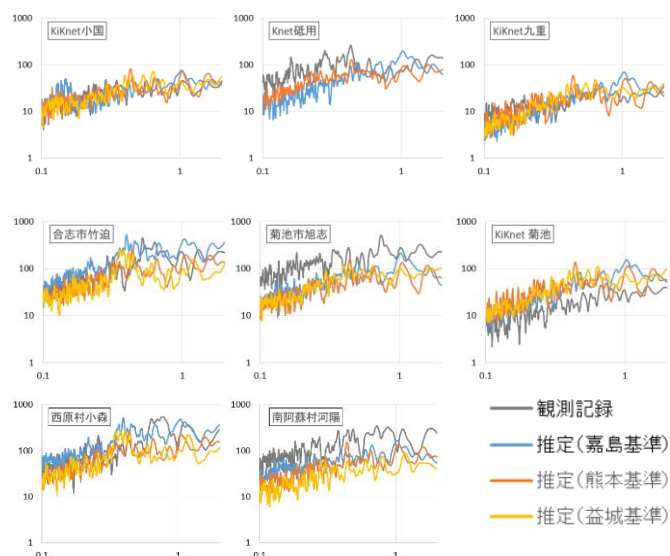


図 3 3 地点を基準とした時の地震動推定 その 2
(縦軸 加速度フーリエスペクトル(cm/s) 横軸 周期(s))

4. おわりに

常時微動 H/V スペクトル比を利用した地震動推定式を熊本地震に適応したところ、一部観測点の推定精度に問題はあものの、概ね調和的な推定精度を得ることができた。地震動推定の結果、基準点は震源から近傍の地点を用い、さらに推定点の微動の周期が 0.5s 付近で H/V スペクトル比が 1 を下回るような特性を持つと、より精度が高くなることがわかった。ただし、精度の低い地点においても観測地震動の特性はしっかり反映されており、距離減衰係数についてさらに考慮すれば、精度向上ができると考える。そのため、今後は距離減衰係数について補正し更なる精度向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 丸山喜久, 山崎文雄, 本村均, 浜田達也: 常時微動の HV 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. 675/1-55, pp.261-272, 2001.
- 2) 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.
- 3) 神山眞, 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, pp.49-66, 1997.
- 4) 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, 65 巻 1 号 pp.65-74, 2009.