

2016年熊本地震の余震記録を用いた拡散波動場理論に基づく地盤構造同定
Subsurface structure identification using aftershocks of 2016 Kumamoto earthquake based on
diffuse field theory

○長嶋史明・川瀬 博

○Fumiaki NAGASHIMA, Hiroshi KAWASE

On April 14 and 16, 2016, Kumamoto earthquake occurred and caused great damage, especially along the faults. We estimated the ground motion characteristics and identified the ground structures based on diffuse field theory for earthquake at JMA seismic observation sites in Kumamoto Prefecture. Those sites are deployed in mountain area, basin area, islands area and near crater. The estimated ground motion characteristics were related to the geophysical features below the sites. Most of the identified structures agreed with the previous study (deep structure estimated by J-SHIS) in deep and high S-wave velocity parts. The identified structures reflected the local ground features well around the sites. However, the identified structure at the near crater site didn't fit to J-SHIS model well because of magma body beneath the site.

1. はじめに

2016年4月14日および16日に2016年熊本地震が発生した。それぞれの地震で震度7が観測され、16日の地震では西原村の震度観測点は最終的に東北東へ約160cm変位し、約2m沈下したと考えられる。この地震によって多くの人的・物的被害が発生し、断層沿いに位置する益城町や西原村では多くの建物が倒壊し、宇土市庁舎が壊滅的な被害を受けた光景は記憶に新しい。益城町では多くの研究機関によって調査が行われ、益城町内という狭い範囲でも建物被害に差があらわれた一因として直下の地盤構造の差を挙げている調査結果もあり、今後の詳細な検討が待たれるところである。

今回の地震活動によって熊本県内の気象庁(JMA)震度観測点では多くの地震動が得られている。この地震動を用いて、火山から諸島まで含む多様な地点での地盤震動特性の把握と地盤構造の同定を行い、広域での震動特性評価を行う。

2. 観測点概要

本研究に用いたJMA震度観測点を図1に示す。阿蘇山火口近くに1点存在し、山間や海沿いの堆積部、山地、天草諸島など多様な地点に設置されている。同図中に熊本地震の震源断層を簡略して示しており、熊本西区春日や宇城市松橋町などは震源断層に比較的近くに位置している。J-SHISが公表している地震基盤深さを参考すると、阿蘇山

南部から国見岳・白髪岳などを含む熊本県中央部で地震基盤が浅くなっており、西の湾岸部まで同様の構造が続いている。

3. 地盤震動特性の推定

熊本県内のJMA観測点で2016年04月01日から同年06月30日に得られた地震動の中で、機器ノイズや地盤非線形の影響が小さくなる様に3成分合成加速度が5galから10gal以内の地震動を使用する。各地震動のS波立ち上がり以降40.96秒を用いて水平上下スペクトル比(HVR)を計算し、その地点ごとの平均から地盤震動特性を把握する。地震動の選定によりいくつかの観測点では地震動数が少なく、ややばらついたHVRとなっている。地震動の拡散波動場理論(Kawase et al. 2011)に基づくと、HVRのピークが大きいということはその周波数の地震動増幅率が大きいという事であり、建物などの固有振動数が一致しないよう設計する必要がある。図2に各地点の平均HVRを抜粋して示す。山地、谷底低地、扇状地など微地形区分に比較的対応した結果が得られている。火口近くや山地では低振動数にピークはなく10Hz近傍の高振動数にピークが見られ、HVRの振幅も全体的に小さい。よって、地下構造が建物振動に与える影響は小さく、地震動は大きく増幅されないと考えられる。浅く硬い地盤構造であることが示唆され、一般的な山地の地盤構造と整合している。

谷底低地や扇状地などでは低振動数やそれよりも高い振動数に複数ピークが存在し、盆地底面の境界での急な構造変化および地盤浅部でも大きく変化した構造があると推測できる。一般的な建物の固有振動数に近い振動数にピークがあることから、強震時に建物被害が生じやすいと考えられる。諸島部では観測点によって HVR の傾向は異なり、直下の地盤構造も異なると推測される。

4. 地盤構造の同定

地震動の拡散波動場理論に基づいて各観測点直下の 1 次元 S 波速度構造および P 波速度構造を同定する。同定結果の例を図 3 に示す。比較対象として J-SHIS の深い地盤構造を併記する。全観測点の同定結果を俯瞰すると、深く S 波速度が速い部分は J-SHIS の深い地盤構造と同じ傾向の地盤構造を同定できているが、阿蘇山火口近くの観測点や熊本県中央部の浅い地震基盤が沿岸部まで続いている地域では差が見られる結果となった。火口近くの観測点では地下のマグマ等の影響により差が生じたと考えられる。沿岸部の浅い地震基盤域にある観測点は微地形区分では干拓地や海岸低地

であり、J-SHIS の深い構造のように高 Vs 層が浅部にあるとは考えにくく、J-SHIS の構造を決める際のメッシュの大きさや周辺構造との連続性を考慮した影響と考えられる。我々の同定構造は海岸低地などのごく局地的な地盤構造を反映できたものと思われる。

5. まとめ

本研究では熊本県内の JMA 観測点で地震動 HVR を用いて広域での地盤震動特性の推定と直下の地盤構造同定を行った。その結果、山地や扇状地など熊本県内の多様な地盤構造に対応し、局地的な構造を反映した震動特性や同定構造が得られたが、火口付近の観測点ではマグマの影響か既往の構造と差が生じることが分かった。今後は K-NET や KiK-net 観測点を追加し、観測点密度を上げて評価を行う予定である。

謝辞

本研究では気象庁からいただいた地震動データを使用しました。ここに記して御礼申し上げます。



図 1 熊本県内 JMA 観測点

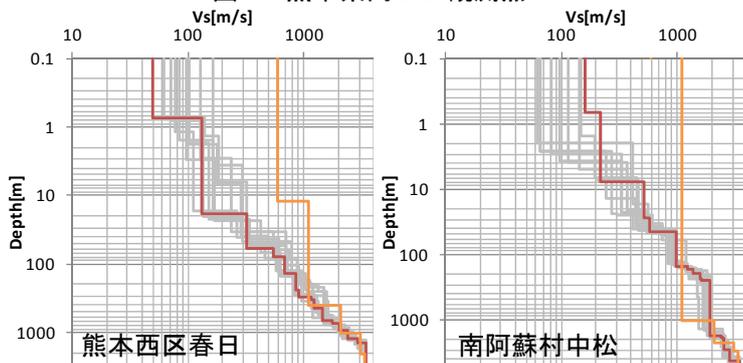


図 3 同定 S 波速度構造 例

(黄：J-SHIS, 灰：同定構造, 赤：最適モデル)

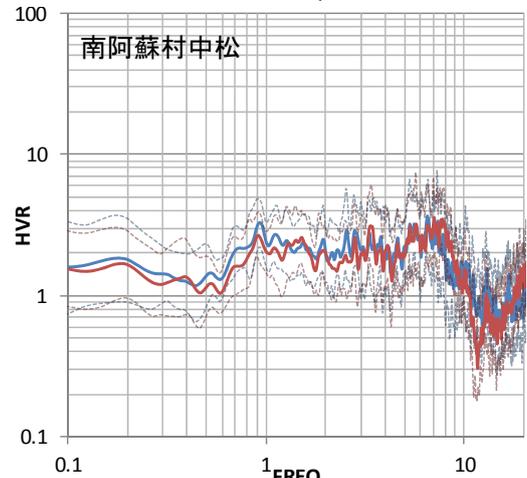
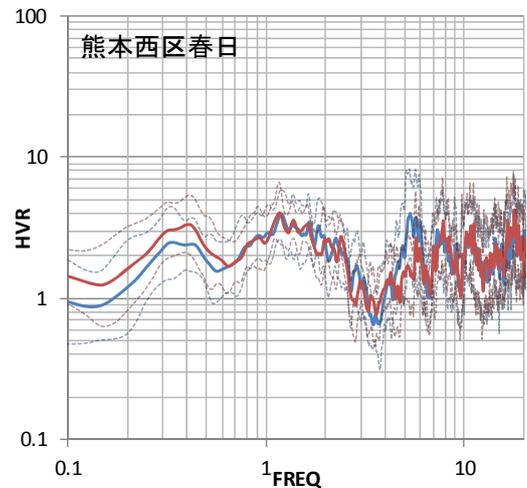


図 2 観測 HVR 例

(青：NS/UD, 赤：EW/UD)