

2016年熊本地震の強震動ブラインド予測における堆積層および岩盤サイトにおけるS波速度構造探査

S-wave velocity structure explorations at the sedimentary layer and bedrock sites in the blind prediction for strong ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake

○津野靖士・山中浩明・重藤迪子・神野達夫・高井伸雄・是永将宏・松島健・地元孝輔・松島信一
○Seiji TSUNO, Hiroaki YAMANAKA, Michiko SHIGEFUJI, Tatsuo KANNO, Nobuo TAKAI, Masahiro KORENAGA, Takeshi MATSUSHIMA, Kosuke CHIMOTO, Shinichi MATSUSHIMA

To understand the spatial variation of earthquake ground motions and/or site amplification factors, we performed S-wave velocity structure explorations at the sedimentary layer and bedrock sites in the blind prediction for strong ground motions of the 2016 Kumamoto earthquake, in ESG6.

1. はじめに

強震動予測では、地盤における地震動の増幅効果を適切に評価する必要がある。地盤での増幅効果に関する研究は国際的にも盛んであり、表層地質が地震動特性に及ぼす影響 (Effects of Surface Geology on Seismic Motion: ESG) に関する国際シンポジウム ESG6 が 2020 年 8 月に京都で開催された。ESG6 で実施された強震動ブラインド予測では、リファレンスとして岩盤サイトで観測されたデータを提供し、熊本市熊本駅付近の堆積層サイトで観測された 2016 年熊本地震の本震の未公開の強震記録を予測する課題であった。そのブラインド予測では、熊本市のテストサイトの地表 1 点のみで強震観測が行われている (図 1)。ブラインド予測の結果を議論する際には、テストサイト近傍での地震動特性の空間変動を理解しておくことも重要である。また、岩盤サイトといっても極表層部には、風化層や表土などが存在し、これらの地層の影響が岩盤サイトの地震記録に含まれることになる。したがって、岩盤サイトの地震記録から平野部の強震動を予測する際には、考慮する周波数範囲で岩盤サイトでの増幅特性の影響が無視できるかについて十分な注意が必要である。しかし、ESG6 の強震動ブラインド予測での岩盤サイトにおいて、S 波速度構造に関する情報は無い。

そこで、本研究では、ESG6 の強震動ブラインド予測の堆積層および岩盤サイトにおいて S 波速度構造探査を実施し、堆積層サイトにおける地震動特性の空間的変動や岩盤サイトの増幅特性を理解することを試みた。

2. 堆積層サイトにおける S 波速度構造探査

図 2 に示した堆積層サイトにおいて臨時地震観測 (山中ほか, 2020) と S 波速度構造探査を実施した。4.5Hz の地震計を用いて、1m 間隔の 7m の測線長で表面波探査を行い、F-K スペクトル分析からレイリー波位相速度を算出した (図 3)。極表層部の S 波速度に差異があり、堆積層テストサイト付近は周辺に比べて 10%程度 S 波速度が小さい可能性が指摘される。

3. 岩盤サイトにおける S 波速度構造探査

図 4 に示した岩盤サイトにおいて S 波速度構造探査を実施した。アレー微動観測 (半径 12, 19m) と表面波探査 (測線長 23, 46m) から算出したレイリー波位相速度を図 5 に示す。その逆解析手法 (山中, 2007) を利用して、その位相速度から S 波速度構造を推定した (図 6)。S 波速度 3.2km/s の地震基盤までの深度は、約 150m である。一方で、S 波速度 430m/s の工学的基盤の深さは、3m 程度と浅い。得られたモデルを用いて、1 次元地盤増幅特性を計算し、深部地盤の影響によって周波数 3Hz 付近でピークがあることを明らかにした。また、表層地盤の影響は、周波数 8~12Hz で大きくなることわかった (図 7)。

4. まとめ

本研究では、堆積層および岩盤サイトにおいて、構造探査から堆積層サイトにおける地震動特性の空間的変動や岩盤サイトの増幅特性を把握した。

謝辞: 本研究の一部は、令和 2, 3 年度拠点間連携共同研究及び JSPS 科研費 (20K05039, 19H00807) の支援を受けて実施された。記して、感謝致します。

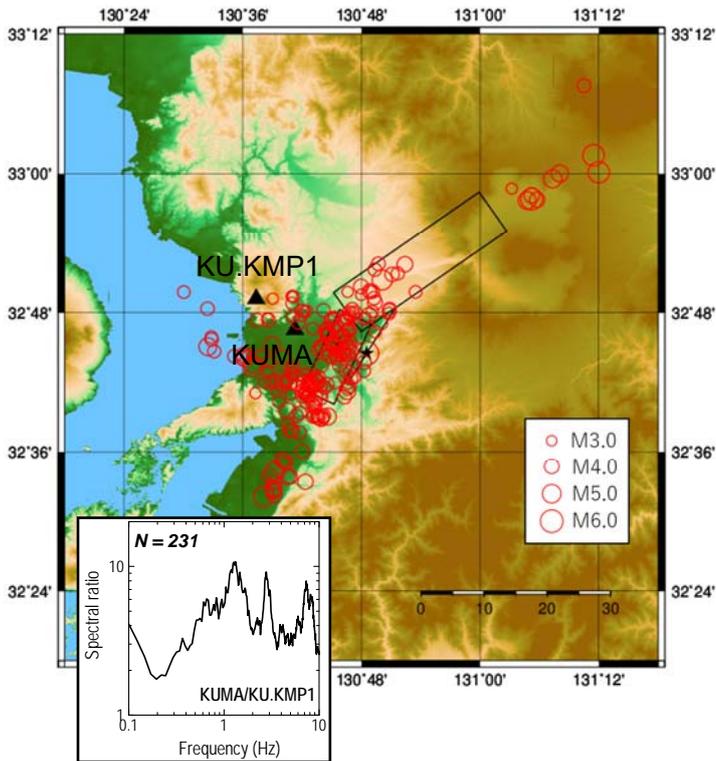


図1 テストサイトと地震の震央
(地震データから算出したスペクトル比も表示)

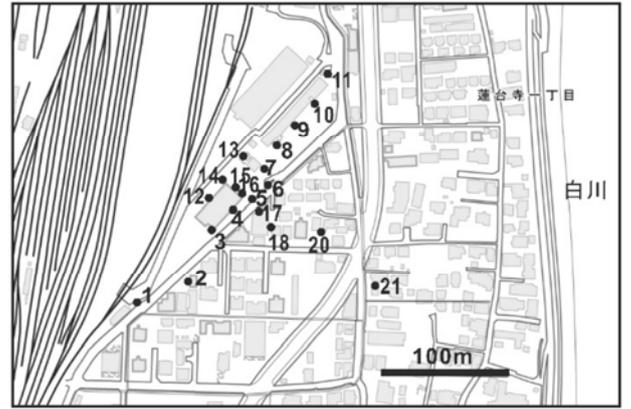


図2 堆積層サイト(KUMA)の臨時観測点

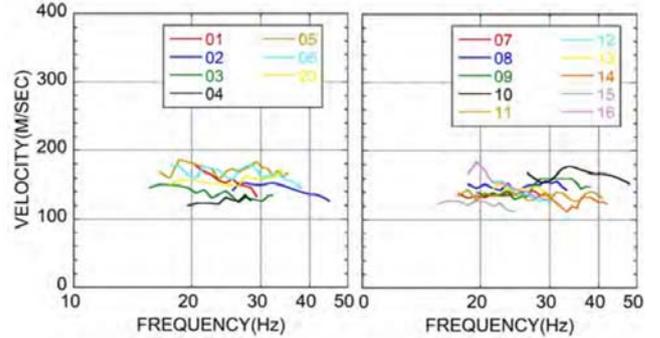


図3 堆積層サイトでのレイリー波位相速度

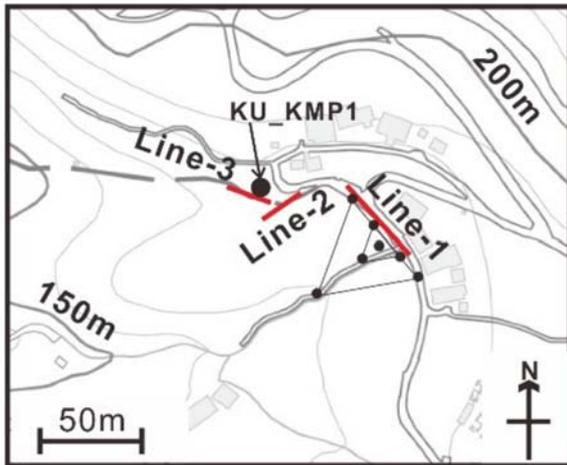


図4 岩盤サイト(KU.KMP1)の探査測線

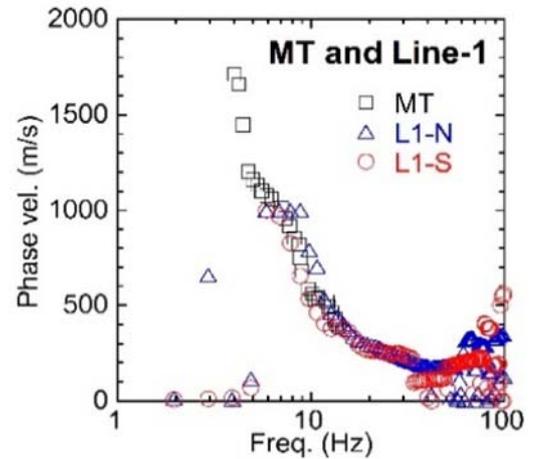


図5 岩盤サイトでのレイリー波位相速度

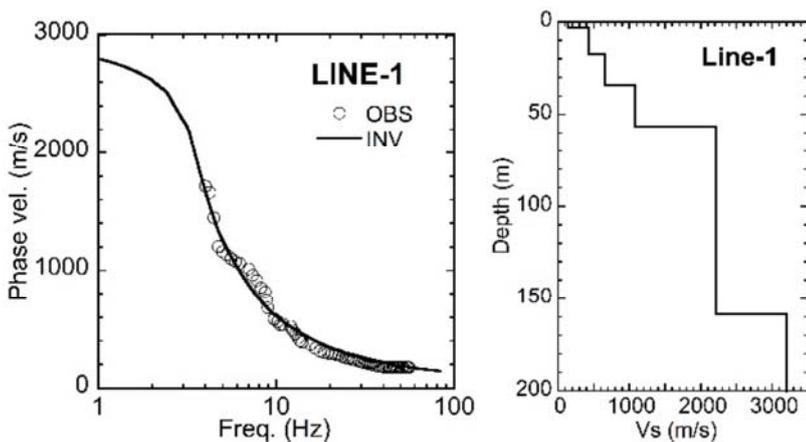


図6 岩盤サイトでの逆解析結果

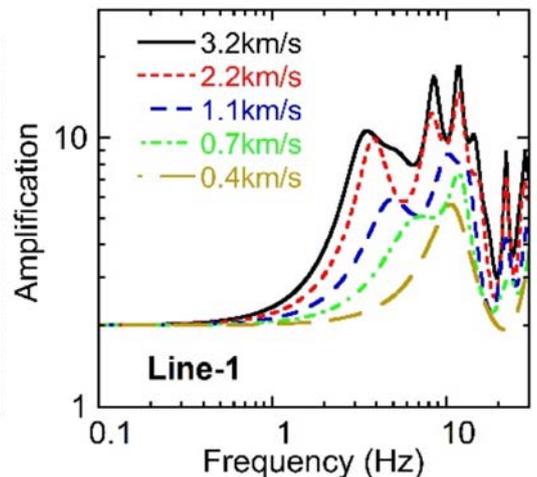


図7 岩盤サイトの理論増幅特性