

2016年熊本地震の震源近傍におけるS波速度の異方性について —KiK-netの地表地中間の地震波干渉法に基づく方位による伝播速度の違い—

A Study on anisotropy of shear wave velocity near the source region of the 2016 Kumamoto earthquake
-On the basis of seismic interferometry between ground surface and down hole of KiK-net observation-

*元木 健太郎¹、加藤 研一¹

*Kentaro Motoki¹, Kenichi Kato¹

1. 小堀鐸二研究所

1. Kobori Research Complex

1. はじめに

2016年熊本地震での益城町の大振幅の生成要因として、微動観測や余震観測などから地盤増幅の寄与が大きいと見解を示す報告が多い。筆者らは、微動アレイ探査に基づき地盤モデル（以降、微動モデル）を推定し、KiK-net益城（KMMH16）のNS成分の地表—地中間の伝達関数を説明し、断層極近傍との比較分析から地盤増幅と被害の関係を検討した（元木・他、2016）。しかしEW成分に関しては同じ地盤モデルで説明できず、NS成分と卓越振動数が異なる特性を示すことが分かった。そこで、本研究ではKMMH16を含む3観測点において、地震波干渉法に基づきS波伝播時間を水平2成分で求め、震源近傍のS波速度の異方性を調査した。

2. 解析方法とデータについて

解析には地表記録と地中記録を用い、地中記録に対する地表記録のデコンボリューションを行うことにより、地中地表間の伝播特性を調べる。水平2成分それぞれに対して適用し、伝播時間の違いを調べる。

解析に使用した観測点はKMMH16（GL-252m、335地震）、KMMH14（GL-110m、474地震）、KMMH03（GL-200m、354地震）の3点である。（）内は地中観測点深さと地震数を表す。直達S波を解析区間に確実に入れるため、P波初動が得られていない地震は解析対象から外した。解析区間は記録長全てを用いた。なお、KMMH16においてS波20秒間を用いた解析も行い、全記録時間を用いた結果と同様の結果が得られることを確認している。

3. 地震波干渉法による伝播速度の異方性

デコンボリューション波形のピークが地表地中間のS波の伝播時間になる。デコンボリューション波形の全記録のアンサンブル平均をとり、KMMH16のNS成分とEW成分のピークを求めると、それぞれ0.50秒と0.39秒となった。EW成分がNS成分より速い伝播速度であることを表している。NS成分の伝播時間は微動モデルによる伝播時間と対応したが、EW成分はPS検層モデル、微動モデルの両モデルとも説明することができなかった。速度の異方性を表すパラメータとして $(v_{fast} - v_{slow}) / v_{fast}$ を求めると22%になる。その他の観測点で求めた伝播時間は、いずれの観測点でもEW成分が短い。前述のパラメータを求めると、KMMH14で15%、KMMH03で23%となった。

4. 地盤不整形性や地盤非線形に関する考察

方位による伝播性状の違いは、表層付近の不整形性によることが考えられる。地盤の不整形性が高い時、波の到来方向によって性質が変わると考えられるので、KMMH16において、地震の到来方向による違いを調査した。KMMH16を原点として45°毎に8象限に分割し、震央位置によって分類した。到来方向の違いはほとんど認められず、成分ごとの違いの方が大きかった。このことは方位による伝播時間の違いは、地盤の不整形性では説明が難しいことを表している。

次に、地盤の非線形性による影響を検討した。地震時の地盤の非線形挙動により、地震前後の伝播時間が変

化することが報告されている（例えば、Yamada et al.,2008）。熊本地震前後での伝播時間の変動を調査すると、NS方向で0.02秒、EW方向で0.03秒の違いが見られた。地盤の非線形性が現れることは確認できたが、その差は成分の違いよりも小さい。

熊本地震の震源域は東西圧縮、南北伸張の応力場となっていることがGNSSを用いた解析から推定されている。S波速度の異方性の要因の一つとして、方位による応力の違いが考えられる。より多くの観測点で伝播時間の違いを求めることによって、応力場との対応が検討できる。東北日本においても地震波干渉法によって表層付近の伝播時間が方位によって異なり、それはプレートの動きと対応していることが確認されている（Nakata and Snieder, 2012）。その速度比はNIGH13において7%と評価され、熊本地震の震源近傍ではその差がより顕著に現れていると考えられる。

今後、伝播速度の異方性について、より多くの観測点で適用することや、他の探査手法（例えば、レシーバー関数や位相速度）も用いた解析を行い、方位ごとの地盤モデルを構築する予定である。

キーワード：2016年熊本地震、地震波干渉法、KiK-net、S波速度の異方性

Keywords: the 2016 Kumamoto earthquake, seismic interferometry, KiK-net, anisotropy of shear-wave velocity