

Estimation of surface wave velocities by using the rotation and divergence of seismic wavefield in the Kanto sedimentary basin

*Kaori Shimazu¹, Kazuo Yoshimoto¹, Shunsuke Takemura²

1. Graduate School of Nanobioscience, Yokohama City University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

はじめに

関東堆積盆地を含む大規模な堆積盆地では、周期数秒以上のやや長周期地震動（以下、単に長周期地震動）が頻繁に観測される。堆積盆地内では、堆積層と地震基盤の3次元的な構造変化の影響を受けて、長周期地震動を引き起こす表面波（Love波およびRayleigh波）が空間的に複雑に励起・伝播することが知られている[例えば、向井・他(2018)]。我々は、自然地震による表面波の伝播特性の解明と堆積盆地構造の推定を目指して、東京湾岸北部を対象にシミュレーション波形を用いたLove波の位相速度推定を3成分（EW, NS, UD成分）ビームフォーミング法[Riahi *et al.* (2013)]によって試みた[島津・他(2019, JpGU)]。しかしながら、地震の方位や輻射特性によってはRayleigh波も強く発生するため、安定した解析が困難であった。そこで本研究では、波動場の回転成分と発散成分を計算することでLove波とRayleigh波を分離し、単成分ビームフォーミング解析による両表面波の位相速度推定を行った。

データと解析方法

震央方位と発震機構の異なる2011年3月19日の茨城県北部の地震（ M_w 5.8）、2013年2月25日の栃木県北部の地震（ M_w 5.8）、2014年11月22日の長野県北部の地震（ M_w 6.3）の3つの中規模地震を解析対象とした。差分法による地震動シミュレーションでは、地震波速度構造モデルSBVSM[増田・他(2014, 地震学会); Takemura *et al.* (2015)]とF-net MT解によるダブルカップル型点震源を用いて、2次元的に展開された4356点の仮想観測点（北緯35.5～35.9度、東経139.4～139.9度、750 m間隔；以下、高密度仮想観測点）における地動速度波形を合成した。

Love波とRayleigh波を分離するために、地動変位波形から波動場の回転成分(Z成分を使用)と発散成分を計算した[Shapiro *et al.* (2000), Maeda *et al.* (2016)]。波動場の回転成分はLove波、発散成分はRayleigh波に由来するものと仮定し、それぞれに対して単成分ビームフォーミング解析を行った。同解析においては、高密度仮想観測点の観測点を用いて局所的な小アレイを構成した。小アレイのサイズは解析周期

（5.7, 6.4, 7.3, 8.5, 10.2, 12.8秒）によって観測点間隔1.5～6.75 km、辺長6.0～13.5 kmの範囲で変化させた。解析時間窓は、解析成分の波形エンベロープが最大になる時間を中心に25.6秒間とした。

解析結果

波動場の回転成分と発散成分を用いて評価した位相速度の大きさは、SBVSMを局所的に水平成層構造で近似して求めたLove波とRayleigh波の基本モードの位相速度の大きさと概ね一致した。この結果は、本解析の前提である上述の仮定の妥当性を支持するものであり、波動場の回転成分と発散成分に着目することで混在するLove波とRayleigh波の伝播を分離して評価できることを示している。

Love波の位相速度の評価では、地震によらず周期5.7, 6.4, 7.3秒において位相速度を安定して求めることができ、分散性も明瞭に確認できた。Rayleigh波の位相速度についても同じ周期帯で位相速度を求めることができたが、Love波の場合と比べて地震による位相速度の推定値のばらつきが大きかった。また、解析周期を長くすると、ビームフォーミング解析で評価した位相速度が小アレイ直下の局所的な地盤構造から求めた位相速度から僅かに乖離する傾向が見られた。これは、表面波の周期（または波長）が長くなると堆積盆地構造の水平方向の不均質性の影響が無視できなくなるためと推測される。今後の研究では、本解析手法により観測地震波形を用いてLove波とRayleigh波の位相速度の分離推定が可能であるか検証したい。

謝辞

地震動シミュレーションには海洋研究開発機構の地球シミュレータを使用しました。地震の発震機構解には防災科学技術研究所のF-net MT解を使用しました。