

微動に含まれる Rayleigh 波と Love 波の位相速度を用いた地下速度構造の推定

Estimation of S wave velocity structures using phase velocity of Rayleigh and Love waves in microtremors.

小淵 卓也[1], 佐野 剛[2], 山本 英和[3], 斎藤 徳美[3]

Takuya Obuchi[1], Tsuyoshi Sano[2], Hidekazu Yamamoto[3], Tokumi Saito[3]

[1] 岩大・工・生産開発, [2] 岩大・工, [3] 岩大・工・建設環境

[1] Products and Development Eng., Iwate Univ., [2] Iwate Univ., [3] Civil and Environmental Eng., Iwate Univ.

従来, Rayleigh 波のみを用いて行われている微動アレー探査に, 微動に含まれる Love 波も利用することにより地下構造推定時の拘束条件が増える。そこで, 微動から Rayleigh 波および Love 波の位相速度を抽出し, 両分散関係を用いて地下構造の推定を行った。

アレー微動観測は, 岩手県盛岡市の7地点の学校において三成分で行った。位相速度の解析には, 空間自己相関法を用いた。地下構造の推定は, 微動から求めた両位相速度の分散関係に対し計算から得られる分散関係が満足する地下構造を最終結果とした。その結果, 深度 100~400m, S波速度 3000m/sec 程度までの浅部地下速度構造の推定ができた。

1. はじめに

近年, 探査が困難とされる地下S波速度構造を推定する方法として, 微動アレー探査が利用されはじめている。微動アレー探査は, 常時微動を群列地震計観測網(アレー)で観測を行い, 常時微動に含まれている表面波の位相速度を抽出し, その分散関係から地下速度構造を推定する手法である。

現在用いられている微動アレー探査は, Rayleigh 波のみを用いて地下構造解析を行っている。常時微動には, 表面波である Love 波も含まれると考えられる。Love 波の微動アレー探査への適用は, その分散関係が, S波速度, 密度および層厚から計算できることもあり地下構造解析において非常に有益な情報となる。

本研究では, 微動に含まれる Rayleigh 波と Love 波の位相速度の抽出および両表面波の位相速度を用いた地下速度構造の推定を目的とした。そこで, 岩手県盛岡市の学校およびその周辺において三成分地震計による微動のアレー観測を実施した。

2. 観測方法および解析方法

観測を行ったのは, 岩手県盛岡市の城南小学校, 仁王小学校, 下の橋中学校, 盛岡工業高校, 盛岡商業高校, 盛岡南高校および岩手大学の7ヶ所である。観測には, 固有周期1秒の三成分一体型の地震計をプレアンプにより5秒まで引き伸ばし使用した。観測を行う際の三成分は, 上下, 東西および南北動である。各アレーの観測時間は20~90分である。アレーの形状は円周上に3箇所と中心に1箇所設置する形を基準とした。アレーの大きさは, 観測場所の状況に応じて変化させた。

解析には, 空間自己相関法(SPAC法)を用いた。SPAC法の解析手順は, 以下の通りである。円形アレー観測から得られた微動データから比較的安定している区間のデータを40.96secを一区間として10区間程度選定し, cross spectrumを計算し, 平均化を行う。平均されたcross spectrumの実部を用いて空間自己相関係数を算出する。観測値の空間自己相関係数に理論曲線を適合させRayleigh波とLove波の位相速度を求める。求められた両表面波の分散関係に対して地下構造モデルを設定し, HaskellのMatrix法を用いて計算される両表面波の分散関係が整合したときの地下構造モデルを観測場所の地下速度構造とした。

3. 解析結果

微動アレーデータから求めたRayleigh波とLove波の位相速度の分散関係は, 観測点ごとに異なる形状を示した。この両分散関係から求めた地下S波速度構造は次の通りである。ここでは, 求められた地下構造の最下層までの層数および深度を示す。城南小学校では, 5層, 深度89m, 仁王小学校では, 4層, 97m, 下の橋中学校では, 7層, 116m, 盛岡工業高校では, 6層, 137m, 盛岡商業高校では, 6層, 231m, 盛岡南高校では, 5層, 443m, 岩手大学では, 5層, 80mであった。7箇所求められた構造は, 浅部においては, ボーリングから得られたN値から換算したS波速度構造とほぼ一致し, 深部では, 概略的にわかっている地質構造に対応した。