

Ⅲ-A 392

微動探査法の浅層地下構造の推定に対する有効性

日本熱水開発（株） 正会員 今 義豪
 日本熱水開発（株） 凌 甦群
 日本熱水開発（株） 吉田 孝

1. はじめに

微動探査法は、微動のアレー（群列地震観測網）観測により微動に含まれる表面波（レイリー波）の位相速度を検出し、その分散関係（位相速度の周波数依存性）を利用してS波速度構造を推定する方法である。表面波を検出する方法として、周波数-波数法（F-K法）および空間自己相関法（SPAC法）がある。これらのうちF-K法のほうがよく使われていたが、近年ではSPAC法の適用例も多数報告されている【例えば、岡田ほか（1997）】。微動探査法は主として1秒以上の長周期微動を対象とした深さ数100m、あるいは1000mを越える深層地下構造の推定方法として確立した探査法で、微動発生源の特性、伝搬経路の特性を打ち消しアレー直下の地下構造の特性だけを検出する。従来行われている「常時微動測定」は、微動の卓越周期から地盤の振動特性を推定するもので、微動探査法とは明確に異なる。

筆者らは地質構造が既知の場所において、SPAC法の浅層地下構造に対する発展的応用の可能性を検討する目的で、主として周期1秒以下の短周期微動を対象として、小規模のアレーを組み微動観測を行い、深度数10m程度までのS波速度構造を推定した。

2. 観測・解析方法

観測は宮城県宮崎町の奥羽山地東縁部の地すべり地形で区切られた山間盆地で行った。当地の地質構造は新第三紀中新世の軽石凝灰岩、スコリア砂岩、凝灰質砂岩の互層からなっている。

アレーの形状は7点からなる2重の三角形アレーを採用し、アレー半径が20m、10m（図1）および5m、2.5mのアレーで30分ずつの観測を行った。使用した地震計は、固有周期1秒の速度型地震計（振動技研製 MKTV-1C）で、これに自社製の周期延ばし回路を接続し、固有周期5秒の地震計として用いた。

図2に観測波形の一例を示す。地震計間の距離が短いため各点の波形は位相の対応が良好である。位相速度の推定にはまず、2点間の波形記録から求めたコヒーレンスを平均してその実数部を方位平均し周波数を変数とする空間自己相関係数を計算する。さらに地震計間隔を変数とした空間自己相関係数に第1種0次のBessel関数を最小二乗法的に当てはめることによって、位相速度を求める【凌・岡田（1993）】。図3に各周波数の空間自己相関係数と、当てはめたBessel関数の例を示す。

観測から得られた位相速度を満足するS波速度の推定には、個体群探索分岐型遺伝的アルゴリズム【Forking Genetic Algorithm, 略称fGA；長ほか（1997）】を用いた。

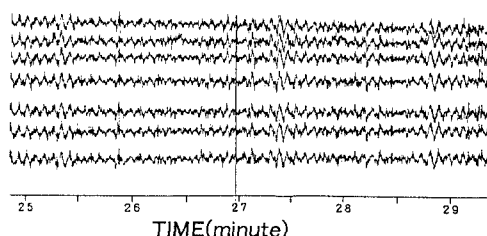


図2 微動記録例

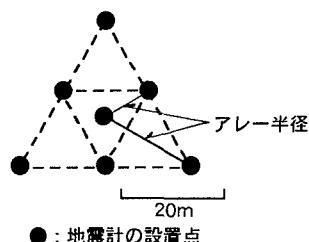


図1 半径が20m、10mの2重三角形アレー

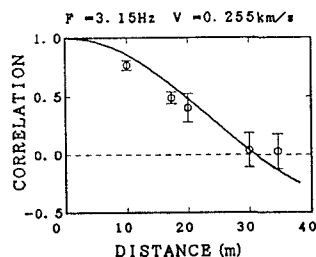


図3 空間自己相関係数

キーワード 微動探査法、空間自己相関法、アレー観測、S波、速度構造

連絡先（東京都渋谷区富ヶ谷2-2-5 Tel 03-5453-8281 FAX 03-5453-8266

3. 結果

解析の結果、周波数2.3～8.0Hzの範囲で位相速度が得られた（図4左の○印）。得られた位相速度をレイリー波の基本モードと仮定し、S波速度構造を推定した（図4右）。図4左の実線は、推定したS波速度から計算で求めた位相速度の理論値である。この地点のS波速度構造を5層構造の近似により深さ約100mまで推定した。

推定されたS波速度構造と既存の地質断面図と比較した（図5）。S波速度構造の深度3m、8m、36mの境界は地質断面図の地層区分とほぼ一致している。深度69mの境界は、深度60mのスコリア質砂岩と凝灰質中粒砂岩との境界に概ね一致しており、地層の透水性を示すルジオン値が低下する深度にほぼ対応している。

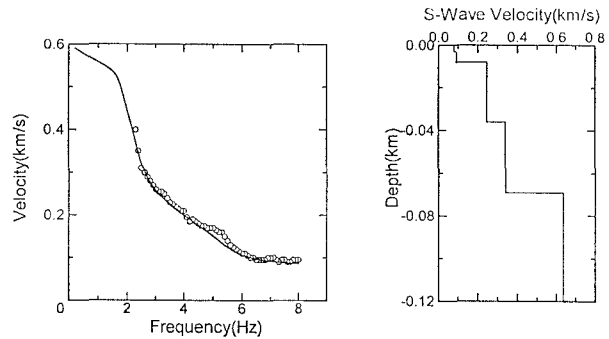


図4 推定位相速度とS波速度構造

図5 推定したS波速度構造と既存の地質構造との対比

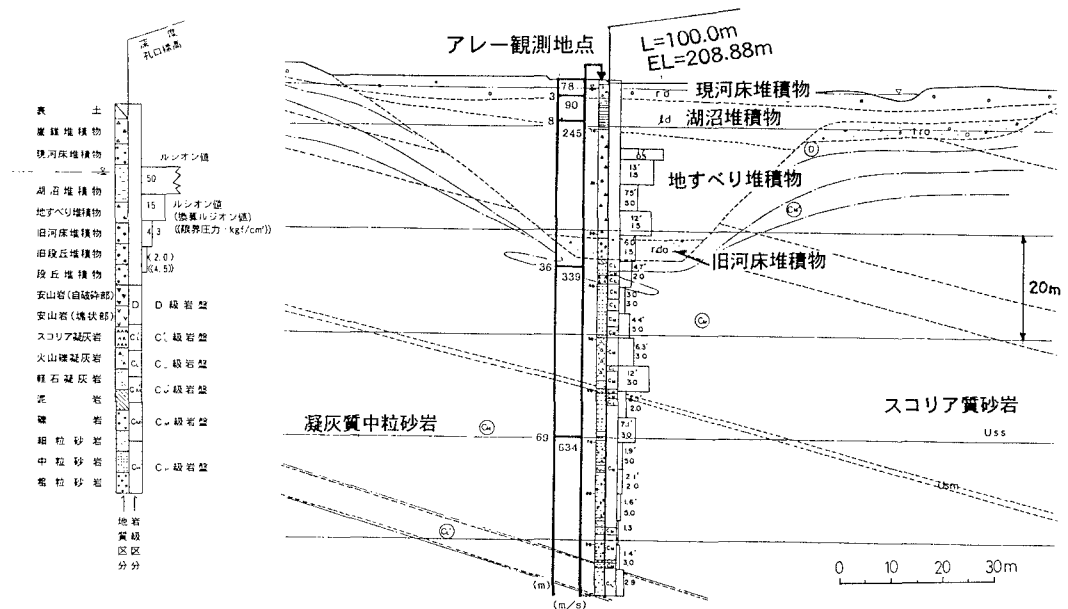


図5 推定したS波速度構造と既存の地質構造との対比

4. おわりに

以上の結果から、1000m以上の深層地下構造だけではなく、100m以浅の浅層部においても微動探査法によるS波速度構造の推定の可能性が示された。浅層部の構造は多岐に富んでいるため、さらなるデータの蓄積が必要である。S波速度構造は地質構造だけではなく、土木工事の設計・施工上重要な地盤の工学的パラメータとも深い関連を持っており、微動探査法がボーリング調査など土木調査分野の従来技術をどの程度補完できるか、今後もフィールドテストを重ねて可能性を追求していきたい。

【参考文献】

- 岡田 広・凌 魁群・石川 顕・円谷裕二・峯岸政人（1997），物理探査学会第96回学術講演会論文集，430-434.
- 長 郁夫・中西一郎・凌 魁群・岡田 広（1997），物理探査学会第97回学術講演会論文集，45-49.
- 凌 魁群・岡田 広（1993），物理探査学会第89回学術講演会論文集，44-48.