

## 新しい円形アレイ微動探査法の開発 極小アレイデータへの応用

### New methods of microtremor exploration using circular seismic arrays: Implementation to records from miniature arrays

# 多田 卓 [1]; 長 郁夫 [2]; 中村 竜平 [1]; 篠崎 祐三 [3]

# Taku Tada[1]; Ikuo Cho[2]; Ryuhei Nakamura[1]; Yuzo Shinozaki[3]

[1] 東京理科大・工・建築; [2] 産総研; [3] 東理大・工・建築

[1] Dep. Architecture, Fac. Engng., Tokyo Univ. Sci.; [2] AIST; [3] Architecture, Science Univ. Tokyo

地表面に円形に配置した地震計のアレイで常時微動を同時測定し、その記録をもとにレイリー波位相速度を推定する地盤探査手法の一つとして、空間自己相関係数 (SPAC) 法が広く用いられている。最近 Cho et al. (2006a) は Henstridge (1979) の理論を援用し、SPAC 法の基礎的な考え方をより高い視点から再解釈することによって、SPAC 法以外にも多様な円形アレイ解析法が定式化可能であることを示した。それらのうち「中心なし円形アレイ (CCA) 法」と名づけたレイリー波位相速度推定法は Cho et al. (2006b) の論文で発表済みであるが、ここでは CCA 法だけにとどまらない様々な円形アレイ微動探査の新手法を、実データに適用した例を示す。

取り上げるのは (1) CCA 法のほかに、仮に (2) H0 法, (3) H1 法 および (4) V 法 と名づけたレイリー波位相速度の推定法、低周波 (長波長) 領域での分解能を高めるために改良を加えた (1b) ノイズ補正 CCA 法 と (4b) ノイズ補正 V 法、およびレイリー波主到来方向の推定法である (5) Henstridge の円位相法 と (6) CCA 円位相法である。いずれも、円周上等間隔の複数点とその中心点における微動の上下動記録を用い、「一般化スペクトル密度」と呼ばれる中間量を介して位相速度ないし主到来方向の推定を行う (ただし (1) CCA 法と (6) CCA 円位相法だけは中心点の記録を必要としない)。

予備的検討により、6 種類の新しい位相速度推定法のうちいくつかは、既往の SPAC 法に比べてはるかに長い波長領域まで高い解析精度を有する可能性が示唆された。もしもこのことが半径 1 メートル内外という極めて小さなアレイ観測に対しても当てはまるならば、そうした「極小」アレイを用いて深度数十～数百メートルまでの地下地盤構造を推定する可能性が開かれることになり、都市部等での微動探査研究には飛躍的な進歩がもたらされるものと期待される。

そこで、2006 年 10 月埼玉県春日部市において、半径 0.3-2.5 メートルの極小円形アレイを展開し、得られた微動記録に SPAC 法および 6 種類の新手法を適用してレイリー波位相速度を推定、その結果を既往の物理探査資料に基づく理論的な位相速度分散曲線と照合した。SPAC 法と (2) H0 法では、精度の良い位相速度推定が可能な上限波長がアレイ半径の 30-50 倍相当にとどまり、しかも安定した解析がそもそもできなかったケースさえあるのに対し、(1) CCA 法と (4) V 法ではすべての場合に安定した解析が可能であり、しかも精度良い解析の可能な上限波長はアレイ半径の 40-220 倍相当にも達していた。(1b) ノイズ補正 CCA 法と (4b) ノイズ補正 V 法の解析可能上限波長は、非補正の場合よりさらに伸びてアレイ半径の 60-270 倍相当となった。なお (3) H1 法は一般に短波長領域で弱い傾向にあるが、今回のケースでは長波長領域で、(1) CCA 法 / (4) V 法とほぼ同程度の高分解能を示した。

以降、(1) CCA 法と (1b) ノイズ補正 CCA 法とに焦点を当て、さらに 2 か所の首都圏内のサイトで 2006 年中に極小円形アレイを用いて得た微動記録に、これら 2 手法を適用した。アレイの半径は 0.3-2.5 メートルである。(1) CCA 法ではアレイ半径の 110-200 倍、(1b) ノイズ補正 CCA 法では 110-290 倍に相当する波長まで、レイリー波位相速度を精度良く推定できることが確かめられ、極小アレイ観測においてもこれら 2 手法が、一般に極めて長い波長領域まで高い解析精度を有することが強く示唆された。

各サイトにおける微動測定記録に (5) Henstridge の円位相法と (6) CCA 円位相法を適用した結果、得られたレイリー波主到来方向の推定値は、各サイトの周辺状況とおおむね調和的であった。