

2D Microtremor array measurements in Tsukuba city

*Haruhiko Suzuki¹, Chisato Konishi¹, Atsushi Yatagai¹, Tadashi Sato¹, Takanori Ogahara¹, Ken Sakurai¹, Yasuhiro Kaida¹, Toru Suzuki², Hirohito Takahashi³, Tomio Inazaki⁴

1. OYO, 2. MONY, 3. Meijyo Univ., 4. AIST

はじめに

微動アレイ探査は、S波速度構造を簡便に推定する手法として、土木建築分野、地震防災分野で広く利用されている。1次元探査に加え、2次元、3次元探査が多く実施されるようになった（例えば、林ほか，2019）。本研究では、深部地盤構造の推定を目的として、つくば市において2次元微動アレイ探査を実施した。

測定および解析方法

測定には、応用地質製一成分・三成分McSEIS-AT（以下Atomという）、地震計として固有周期2Hzのジオフォンを用いた（SUNFULL製PS-2B）。40台のAtomを用いて45分程度の測定を5回実施した。3成分の微動測定は20地点で実施した（図1）。測定の前には、ハドルテストを行い、0.1~10Hzの帯域において、良好なコヒーレンスが測定できることを確認した。解析法はCMP-SPAC法を用いた常時微動トモグラフィ法を用いた（林ほか，2018）。CMPの間隔を400 mとして、測線全体で24本の位相速度曲線が得られた。観測された位相速度の周波数範囲は約0.3~5Hzである。測線の両端と中央部で、L字及び十字アレイを同時に測定し、リニアアレイによる位相速度との比較を行った結果、概ね整合的であった。

S波速度構造の逆解析

S波速度構造の逆解析には、山中・石田(1995)による遺伝的アルゴリズムを用いた。鈴木・山中(2010)を参考に位相速度と微動のH/Vスペクトルの同時逆解析を行った。逆解析の際には、測線中央部のCMP012を参照点として、CMP012でのS波速度の個体群で、他の観測点のS波速度を固定して解析する多地点同時逆解析を行った。図2に逆解析されたS波速度構造を示す。観測点ごとに個別に解析した結果では、特に第2、3層の上面深度、第3層のS波速度にばらつきが大きい結果となった。馮ほか(2003)で指摘されているように、多地点のデータを同時に逆解析することによりある種のスタッキングの効果が得られ時間・空間的なランダムノイズの影響を軽減できているためと考えられる。図3にはPS検層結果との比較を示す。最小残差の10%以内のモデルを平均した結果である。平均モデルは両者に大きな違いは見られないが、多地点同時逆解析の結果の方がばらつきのやや小さい結果であり、検層結果と概ね整合的である。

まとめ

つくば市において、2次元微動アレイ探査を行った。位相速度と微動H/Vスペクトルの同時逆解析によりS波速度構造を推定した。多地点同時逆解析の結果、第2、3層上面深度が滑らかでな地盤構造モデルが推定された。PS検層結果とも整合的な結果が得られた。今後、参照点を変えた場合の結果の検討、他サイトでの適用等について検討する予定である。

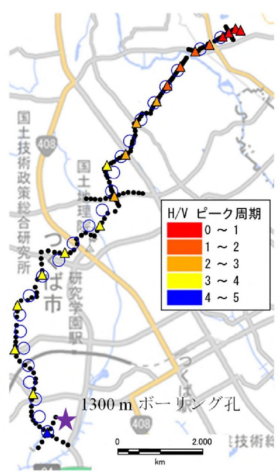


図1 観測点位置図 黒丸:観測点 青丸: CMP 三角: 3成分観測点

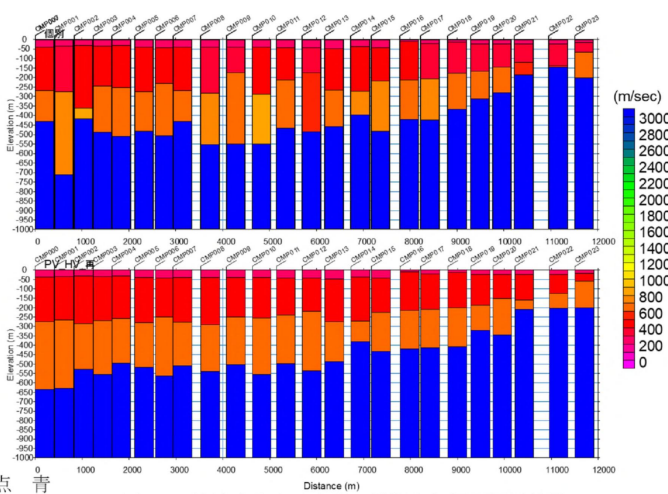


図2 S波速度分布 上段: 観測点毎個別解析結果 下段: 多地点同時逆解析結果

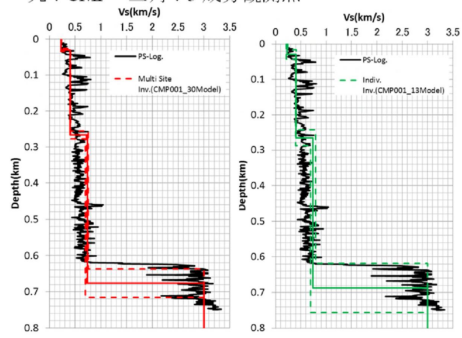


図3 1300 m ボーリング孔における PS 検層結果との比較 左図: 多地点同時逆解析結果 右図: 観測点毎個別解析結果