

地形改変の進んだ丘陵地における浅部地盤モデルの構築 (その2) 微動アレイ探査に基づく表層地盤のS波速度構造の推定

正会員 ○鈴木章弘*1 同 木村憲司*2
同 高橋広人*3 同 福和伸夫*4
同 飛田 潤*5 同 平墳義正*6

表層地盤 速度構造 表面波探査
微動アレイ探査

1. はじめに

本論では、名古屋大学東山キャンパスにおいて比較的高密度な微動アレイ探査を行うことにより、S波速度構造の平面的変化の把握とその検討を行った結果を報告する。

2. 計測地点及び計測方法の概要

計測対象である名古屋大学東山キャンパスは谷と尾根が交錯する洪積丘陵地に位置し、また過去幾度となく造成が行われてきた。その結果、現在では比較的狭い範囲においても複雑な切盛り土分布となっている。

そこでキャンパス内のS波速度構造を把握するため、微動アレイ探査を行った。ここで微動アレイの配置は、十分な計測スペースを得ることが困難であったため、三角形微動アレイではなくL字型微動アレイを用いた。

アレイの大きさは1辺50mの11点同時観測(受信点間隔10m)であり2.0Hz速度計(UD方向)を用いた。また、計測時間は約30秒の計測を1データとして各地点20データを収録し、SPAC法によって解析を行った。加えて、各計測地点では3chの1Hz速度計を用いて同時に微動計測を行い、各方向の微動成分の収録も行った。

3. 微動アレイの配置の違いによる推定結果の比較

名古屋大学東山キャンパスには既に建物が多数建てられており、三角形のアレイ配置(以下三角形アレイ)が行えるほど十分な広さを得ることは困難であった。そこで、平面的な制限が少ないL字型の微動アレイ配置¹⁾(以下L字アレイ)を採用した。

まず、L字アレイの適用性を確認するため、同一箇所でも2種類のアレイ配置で測定を行い、得られるS波速度構造推定結果について比較を行った。図1に比較計測を行った地点のアレイ配置を示す。三角形アレイは最長辺長30m-受振点数10点であり、L字アレイは1辺50m-受振点数11点である。

図2に収録波形データから求めた各周波数一位相速度関係(分散曲線)を示す。三角形アレイでは図の分散曲線はプロットした全振動数領域で有意である。しかしL字アレイでは、最短2受振点間の距離が10mであるため例えば10HzのときVs200m/s以上が推定範囲となり、図2(右)に示すように推定可能範囲が限定される。このことから、三角形アレイでは地表から深度30m程度までの、L字アレイでは深度10~20m程度から深度

約50m程度までの地盤のS波速度構造の推定が可能であると考えられる。

共通推定可能範囲内での位相速度はほぼ対応した結果が得られているが、高振動数側では三角アレイに比べL字アレイの位相速度が大きくなっている。

逆解析を行って得たS波速度構造および近傍のPS検層結果と比較して図3に示す。まず、三角形アレイとL字アレイの推定S

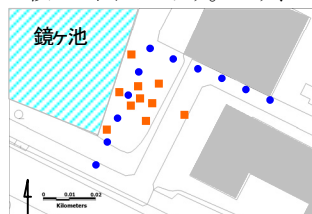


図1 微動アレイ形状の比較検討地点の概要

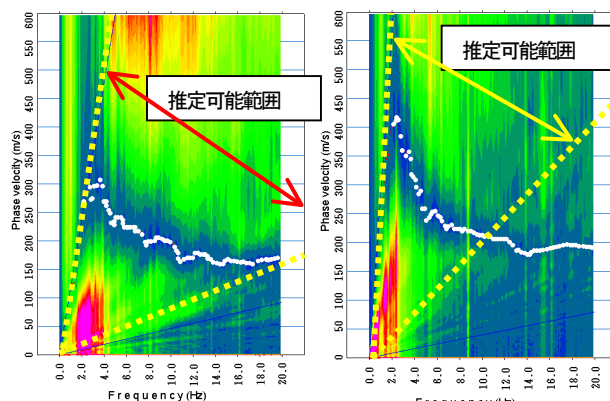


図2 アレイの違いによる分散曲線比較
(左) 三角形アレイ (右) L字型アレイ

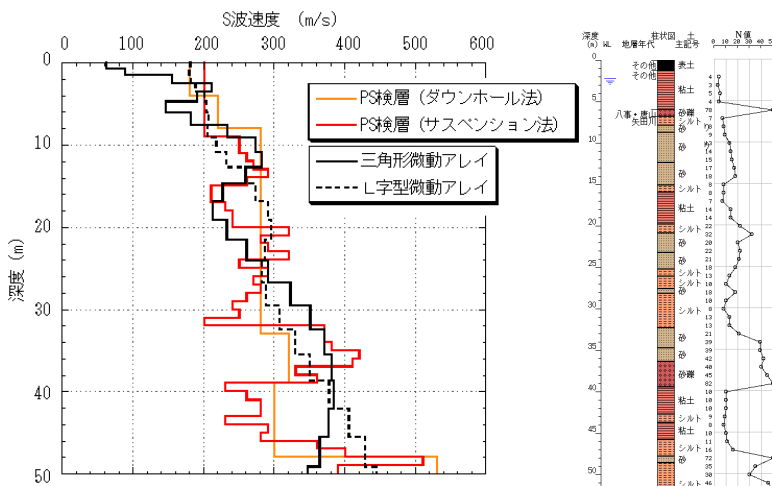


図3 逆解析によるS波速度構造とPS検層結果との比較

Modeling of the Surface Layers in the Hill Ground on which the Artificial Alteration of the Geological Feature was Carried out (part 2) Estimation of S-wave Velocity Structures in Surface Layers using Array Observations of Microtremors

SUZUKI Akihiro, KIMURA Kenji, TAKAHASHI Hirohito, FUKUWA Nobuo, TOBITA Jun, and HIRATUKA Yoshimasa

波速度構造を比較すると、全体的にはほぼ同程度の V_s が得られているが、L 字アレイに比べて三角アレイでは表層部の細かな変化が捕らえられている。また PS 検層結果と比較すると、深度 30m 程度までは三角形アレイとサスペンション法による V_s との対応が良い。一方で L 字アレイによる結果は深さ 50m 程度の S 波速度を PS 検層による結果と同等の値で推定できている。

4. キャンパス内におけるS波速度構造分布の比較

表層地盤 S 波速度構造の平面的変化を把握するために、対象地域全体を 100m ごとに区切り (図 4)、格子上の点のうち計測を行うことが可能であった 26 地点 (図中の丸印) において L 字微動アレイ計測を行った。地点によっては建物を L 字の内側に取り囲んだ形で計測を行っている。

まず、浅部の推定結果について検討を行う。ここで検討地点とした地点 3-C (図 4) は、深度 8~18m での V_s が周囲 4 点と異なった地点である。この地点において表面波探査手法²⁾による深度 20m 程度までの 2 次元 S 波速度構造推定結果 (図 5) とアレイ探査 S 波速度構造、近傍ボーリングデータとの比較を行った。その結果、L 字アレイによる V_s は全体的に大きい、低速度層の深さなど変化の様子はよい対応が得られている。

各地点で得られた S 波速度構造を直線上に並べた断面図を用いて、S 波速度構造の変化の様子について検討を行う (図 6)。図 6-A, B はそれぞれ同一断面 (図 4 内の 2-2' 断面) における微動アレイによる推定 V_s 、および対象断面近傍で得られているボーリングの N 値・土質・地質年代データを用いた換算 V_s ³⁾ による S 波速度構造断面図である。これらを比較すると、同一速度層が全体的に右上から左下に変化している様子や $V_s 300\text{m/s}$ の層に $V_s 200\text{m/s}$ の層が挟まれている様子などが捕らえられており、全体的に良い結果が得られていると思われる。

5. まとめ

本検討では、名大東山キャンパスを対象に、微動アレイを用いて表層地盤 S 波速度構造の分布の把握を行った。

その際、平面的制限の少ない L 字アレイを用いたため、アレイの違いによる推定結果の比較、また表面波探査手法を用いて表層部の変化の様子についての検討を行った。その結果、推定可能深度や V_s の大きさに関しては差異が見られたが、比較的良い対応が得られた。

最後に、同一断面においてアレイ推定 V_s とボーリング換算 V_s との速度構造分布の比較を行い、細部において差異はあるが、全体としては良く対応しているという結果を得ることができた。

今後は、このデータを基に 3 次元モデルを作成し、キャンパス全体の振動特性について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 林宏一、鈴木晴彦、稲崎富士：埼玉県草加市における表面波を用いた三次元 S 波速度構造の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 B-2, p.241, 2003

- 2) 鈴木章弘、福和伸夫、飛田潤、美原義正、林宏一：洪積丘陵地における短周期表面波探査の適用性の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造 B-2, p.225, 2003
- 3) 福和伸夫、荒川政知、小出栄治、石田栄介：GIS を用いた既存地盤資料を活用した都市域の動的地盤モデル構築、日本建築学会技術報告集第 9 号, pp.249-254, 1999

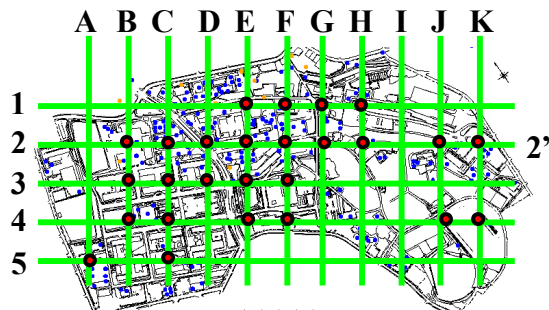


図4 対象地域におけるL字アレイ計測地点の分布

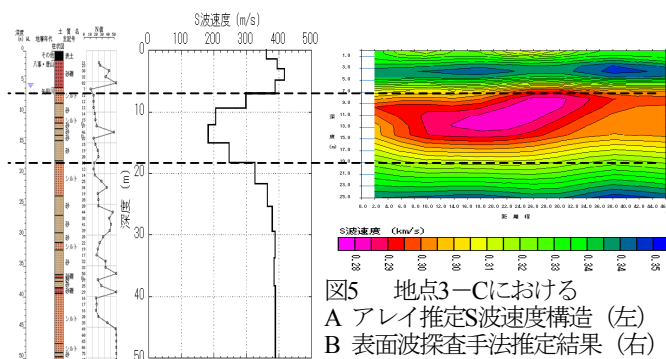


図5 地点3-Cにおける
A アレイ推定S波速度構造 (左)
B 表面波探査手法推定結果 (右)

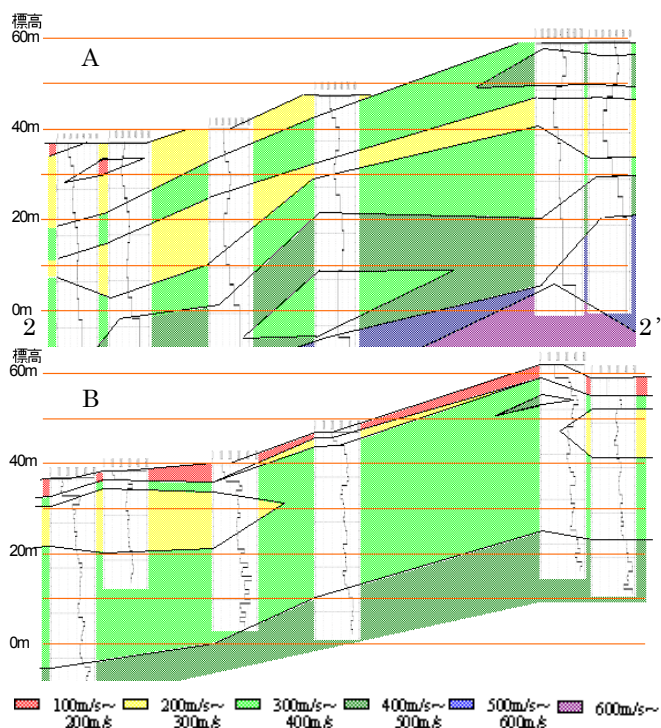


図6 2-2' 断面におけるS波速度構造分布比較
A:微動アレイ推定 V_s B:ボーリング換算 V_s

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生

*2 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生・修士(工学)

*3 東邦ガス株式会社・修士(環境学)

*4 名古屋大学大学院環境学研究科・助教授・工博

*5 名古屋大学大学院環境学研究科・教授・工博

*6 名古屋大学工学部社会環境工学科・技官

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

*2 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., M.Eng.

*3 Toho gas Corporation, M.Env.

*4 Assoc. Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*5 Prof., Graduate, School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*6 Technical official, School of Engineering, Nagoya Univ.