

微動アレイ探査および表面波探査による浅部S波速度構造の推定

Shallow S-wave Velocity Sounding using the Microtremors Array Measurements and the Surface Wave Method.

鈴木 晴彦[1], 林 宏一[1]

Haruhiko Suzuki[1], Koichi Hayashi[1]

[1] 応用地質

[1] OYO

1. はじめに

現在、地震防災を目的として数値シミュレーションによる強震動予測が盛んに行なわれている。強震動予測において、地盤のS波速度は重要なパラメータのひとつである。特に地下浅部の速度構造は深度方向および横方向の変化が大きいと予想されるため、数値シミュレーションにおいては深部構造に比してより詳細な地盤モデルを設定する必要がある。筆者らは、S波速度構造探査を都市域で実施することを目的とし、表面波を用いた探査手法の開発を行なっている。これまでに、Park et al.(1999)が提案した人工振源を用いる手法(以下、表面波探査と呼ぶ)を日本の浅部地盤構造探査へ適用する試みをおこなってきた(鈴木ほか、2001)。その結果、地表から深度20m程度までのS波速度を簡便に推定する手法として、同手法は優れているとの結論に達した。しかし、表面波探査では人工振源を使用しているために低周波の表面波を励起させることが難しく、深度20mより深いS波速度構造の推定を行なうことは困難であった。この問題を解決するために、本研究では表面波探査と微動アレイ探査とを相補的に組み合わせることを試みる。微動アレイ探査を用いることにより、表面波探査では観測が困難な低周波数領域の波動(周波数2-5Hz程度)を観測することが可能になるものと期待される。

2. 探査結果

2.1. 諸元

実験は、茨城県つくば市にておこなった。

表面波探査では、収録器にDAS-1(OYOGEO SPACE製)を用い、4.5Hzのジオフォン(OYOGEO SPACE製)を受振器として使用した。受振器間隔は1mで、チャンネル数は48である。地表に起振用のベースプレートを敷き、ハンマーヒッティングにより起振をおこなった。測定時間は2.048秒(1000Hzサンプリング)である。

微動アレイ探査でもDAS-1を収録器として用い、長周期微動計VSE-12CC(東京測振製)、2Hzジオフォン(SERCEL製)、4.5Hzジオフォンの3種類の受振器を用いた。アレイ配置は、正三角形アレイ(底辺長30m)およびL字アレイ(アレイ半径30m)であり、7点同時測定をおこなった(2Hzジオフォンの場合は6点同時測定)。32.768秒間(500Hzサンプリング)の測定をそれぞれの受振器毎に10回繰り返した。

2.2. 解析結果

微動アレイ探査により周波数2-6Hz程度までの位相速度を推定することができた。また、表面波探査により求められた位相速度の周波数範囲は約4-30Hzであった。周波数4Hz以下においては位相速度の決定精度が低く、低周波数領域の位相速度を求めることはできなかった。

次に、微動アレイ探査による位相速度と表面波探査による位相速度を一つに統合し、逆解析によりS波速度構造を求めた。両探査法により求めた位相速度を滑らかに結ぶことができた。解析においては、深度約60mまでを14層に分割し解析をおこなった。図1に長周期微動計を用いた場合の解析結果および2Hzジオフォンを用いた場合の解析結果を示す。また図1には過去に当地で実施したPS検層結果と大アレイによる微動アレイ探査結果もあわせて示した。いずれの解析結果でも、深度0-10mでは $V_s = 0.2\text{km/s}$ 、深度10-40mでは $V_s = 0.25\text{-}0.3\text{km/s}$ 、深度40m以深では $V_s = 0.3\text{km/s}$ 以上と求められた。深度40m以浅においては、PS検層により求められたS波速度の平均的な値と良く対応していることがわかる。深度40m以深の高速度層は捕えられていない。

この結果から、表面波探査と展開長30m程度の微動アレイを組み合わせることにより、地表から深度30-40mまでのS波速度を簡便に推定できたと考えられる。

3. まとめ

表面波探査と微動アレイ探査を用いて浅部のS波速度を推定した。その結果以下の知見が得られた。PS検層結果との対比の結果、深度30-40mまでのS波速度が良い対応を示していることが確認された。アレイ形状および受振器の種別による差は、実用上問題のない程度であった。

[1] Park, Choon Byong, Richard D. Miller, Jianghai Xia (1999): Multimodal analysis of high frequency surface waves, Proceedings of the symposium on the application of geophysics to engineering and environmental problems'99, 115-121.

[2] 鈴木晴彦・林宏一・中山文也・石田章司・中山修(2001): 人工震源を用いた表面波探査の土木調査への適用、物理探査学会第105回学術講演会論文集、9-12.

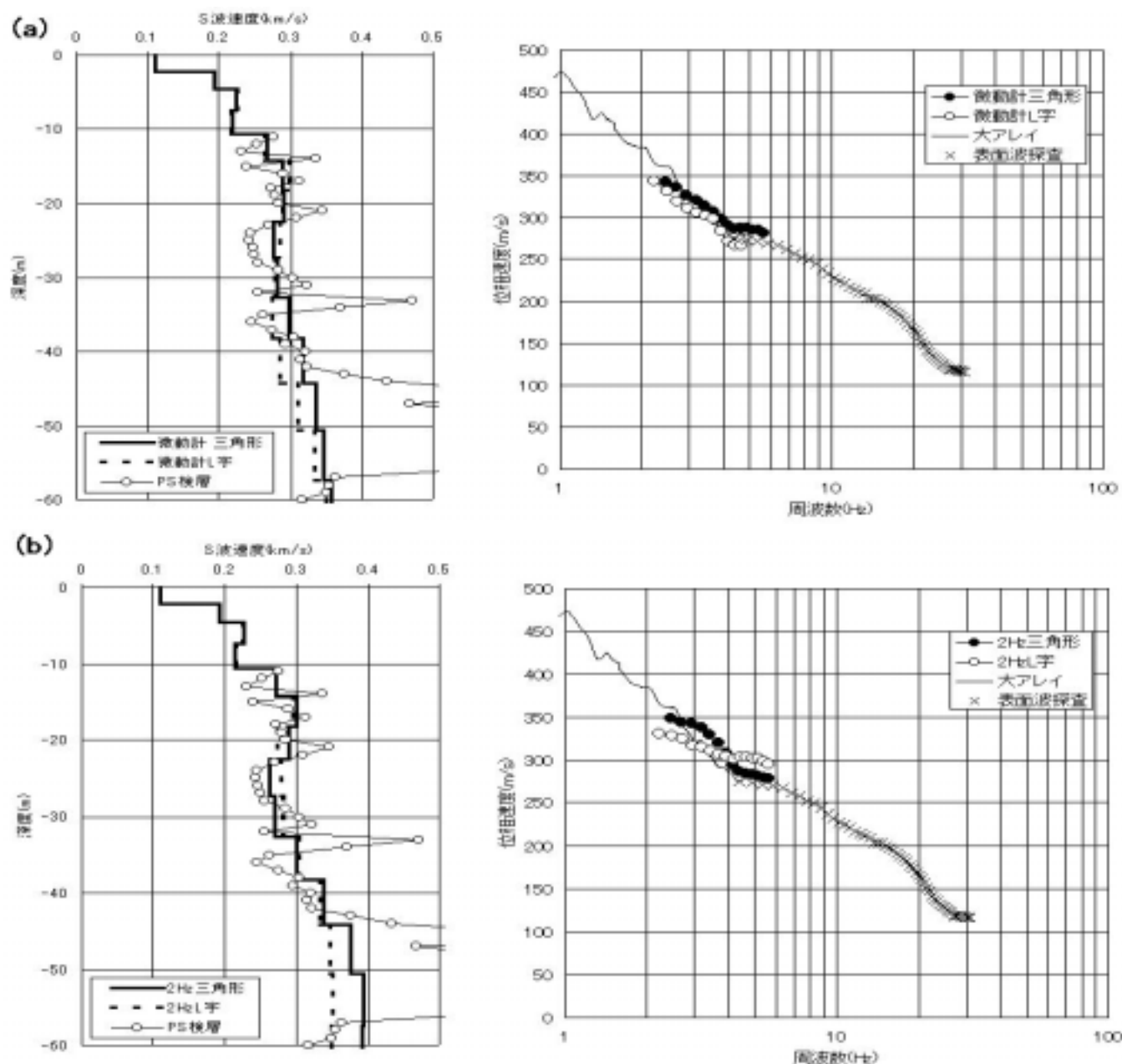


図1 逆解析により求めたS波速度構造(左)と位相速度曲線(右)
 (a)微動計結果 (b)2Hzジオフォン結果