

3次元微動アレイ探査に活用しやすいサイズモグラフの開発と性能の検証

株式会社ジオファイブ ○鎌田 晋哉, 高橋 亨
 平塚地質株式会社 平塚 貴大

1. はじめに

地質の不均質性を深くまで効率的に把握できる 3 次元微動探査が注目されている¹⁾。著者らは、その普及に資する目的で屈折法探査や表面波探査に多用されている 24 成分又は 48 成分型サイズモグラフにアドイン可能な微動探査モジュールを開発し、現場での実証試験を行った。

ここでは開発した装置の概要及び実証試験結果について紹介する。

2. サイズモグラフ用微動探査モジュールの概要

開発したサイズモグラフ用微動探査モジュールの概要と主な動作について、以下に述べる。

(1) 開発コンセプト

微動探査モジュールの開発コンセプトは以下のとおり。

- ① 汎用のテイクアウトケーブルを用いる
- ② 測定中、LCD 上でリアルタイムに波動を観測できる
- ③ 連続 1 時間の収録が可能である
- ④ 多様性を図るためにフォーマットは SEG-2 とする

表-1に微動モジュールを追加したサイズモグラフの主な仕様を、測定中の波動モニタ画面を図-1に示す。

表-1 サイズモグラフ 微動モードの主な仕様

	仕様
ゲイン	x16, x64, x256
周波数特性	0.3~5000Hz
AD 分解能	24bit
サンプルレート	2ms, 4ms
記録時間	1min, 10min, 30min, 60min
記録媒体	SDHC カード
表示画面	10.4 インチ、800nits
データフォーマット	BIN (SEG-2)
寸法・重量	390x308x171mm、5.4kg(48CH)
その他	データフォーマット変換・分割ソフト付属

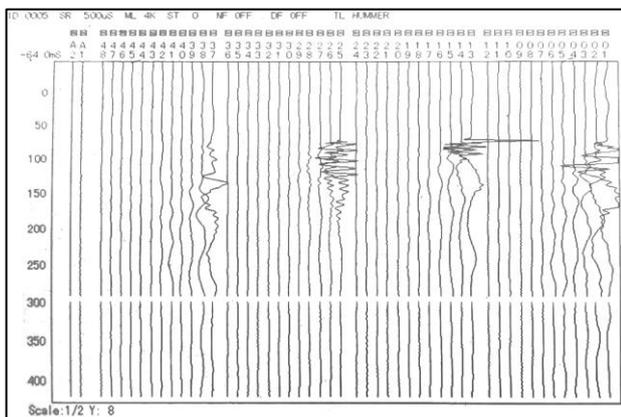


図-1 波動モニタ画面

(2) サイズモグラフの微動モード

微動モジュールを追加したサイズモグラフは、これまでの表面波探査等で用いられる“通常モード”と“微動モード”が装置のメニュー内で切り替え可能となっており、各モードに必要なパラメーターの設定が行える。図-2 に設定メニュー画面を示す。



図-2 設定メニュー画面

微動モードでは、測定時間 1 分、10 分、30 分、60 分のいずれかを選択可能になる。サンプリングについては、2ms か 4ms のどちらかを目的に応じて選択できる。

(3) 微動モードの動作

“トリガ待ち”にして”ENTER”を押すと、微動計測が開始され、画面右下に経過時間が表示される。計測時間については、設定時間に満たなくてもキャンセルした時点までのデータを保存することが可能になっている。微動モードでは、計測データをバイナリ形式で直接 SD カードに保存する方式を採用している。このバイナリデータを SEG-2 フォーマットに変換する専用変換ソフトが付属しているので、既存の解析ソフトでの取り扱いも容易である。分割単位を 1 分、2 分、5 分、10 分、20 分、30 分、60 分の中から選択して、変換対象のバイナリファイルを選択するだけの操作で、ファイルの分割と変換が行われる。この分割ソフトの操作画面を図-3に示す。

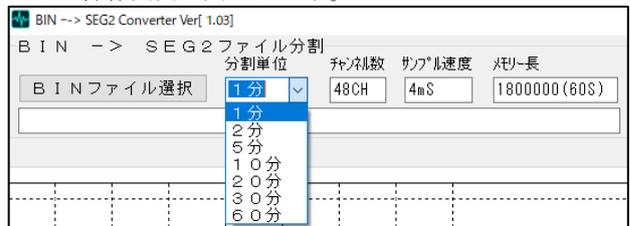


図-3 変換ソフトの操作画面

3. 3次元微動探査実験

(1) 実験サイトの地盤条件

実験サイトの地質は第四紀更新統(大宮層)と完新統(腐食質土)を埋土・盛土が覆う軟弱地盤である。

図-4 の近隣ボーリング柱状図では、土質や N 値の水平連続性が低く、凹凸変化を示す不均質な地盤である。

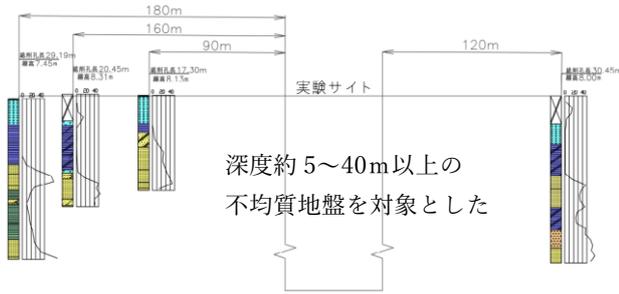


図-4 近隣ボーリング柱状図

(2) 測定方法

写真-1 に装置及び測定に使用した機材一式の写真を示す。



写真-1 サイスマググラフと使用機材の写真

図-6 に示す X24m×Y66m の範囲について、端から 12 成分のテイクアウトケーブルで受振点間隔 6m、測線間隔 4m の 4 測線を 1 展開として微動を約 20 分記録した。これを計 4 展開繰り返して終了とした。受振器は 2Hz の速度型を使用した。4 展開による全測定時間は約 2 時間であった。

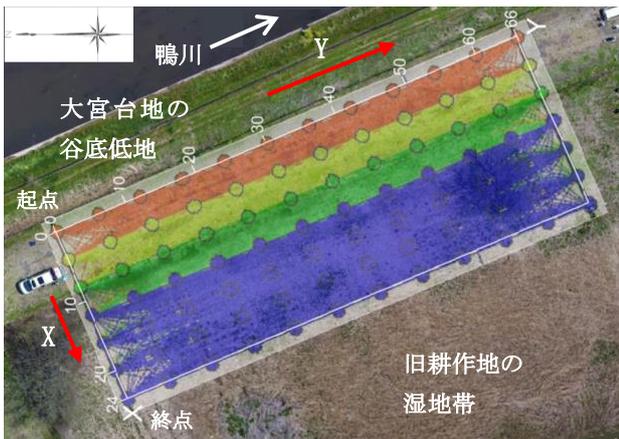


図-6 測定範囲図とジオメトリ

(3) 性能実証(解析)結果

解析は CMP-SPAC 法²⁾により、最小 CMP ビンサイズ X4m・Y6m 間隔で分散曲線を求めた。図-7 に示す分散曲線からわかるとおり、約 1.5~10Hz の周波数範囲で表面波を取得できた。この最大波長は約 140m であり、3 分の 1 波長則から、探査深度は約 45m となる。解析結果の S 波速度 3 次元モデルは、UAV 空撮画像より作成した地表サーフェスモデルと重ねて、図-8 に示す。

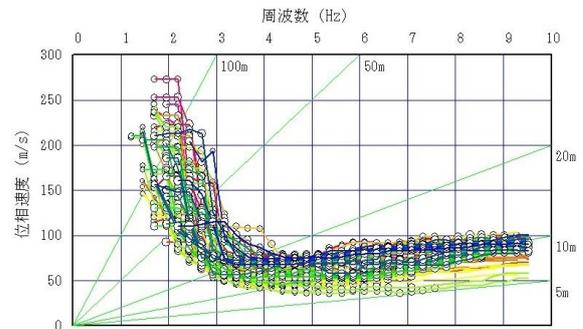


図-7 分散曲線

(4) S 波速度構造の応用地質学的解釈

V_s 約 100~250m/s の速度構造が、既存ボーリング柱状図 (N 値) と調和的に得られた。

V_s 120m/s 以下の低速度層は、深度約 8m までの埋・盛土層 (N 値) と沖積層 (N 値) に、 V_s 120m/s 以上の速度漸移帯が洪積層 (大宮層) の砂・粘土互層 (N 値) に対比できる。この速度漸移帯が上流側へ深まる構造は、既存ボーリング柱状図と整合し、表層地形からは想定し難い埋没谷や地質の不均質性を反映したものと解釈される。

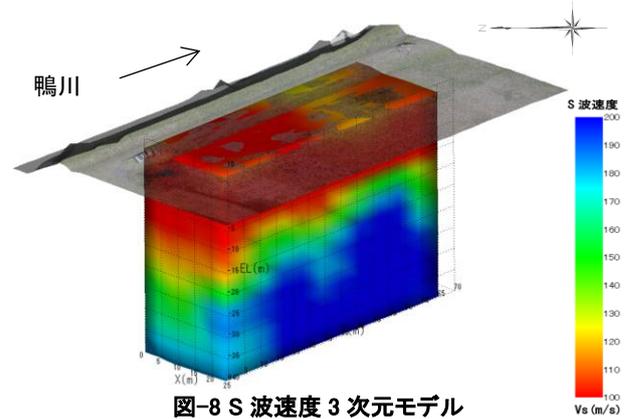


図-8 S 波速度 3 次元モデル

4. まとめ

微動探査への適用を目的に、広帯域・長時間測定を可能としたサイスマググラフを開発した。本装置を使用して実地盤にて 3 次元微動探査を実施し、3 次元 S 波速度構造を効率的に取得できることを確認した。今後は、さらに機器の特長を生かした探査方法で、地質調査の精度向上と効率化を目指したい。

《引用・参考文献》

- 1) 林 宏一, 小西 千里, Kent Falkenstein, Mitchell craig, Leong Toh Wong, 鈴木 晴彦, 劉 英, 田原 道崇 (2018) : 「二次元および三次元常時微動トモグラフィの開発と適用例」, 物理探査学会 第 138 回(平成 30 年度春季) 学術講演会講演論文集, 講演番号 21.
- 2) Koichi Hayashi, Mitchell craig, Takaho Kita, Tomio Inazaki (2015) : 「CMP spatial autocorrelation analysis of multichannel passive surface-wave data」, SEG Technical Program Expanded Abstracts 2015, 2200-2204.