

新型微動計 VSE-15D6 の性能評価と石狩平野中央部での微動探査

A test of the VSE-15D6 velocity seismometer and its application on the central part of the Ishikari plain

吉田 邦一 [1]; 堀川 晴央 [1]; 吉見 雅行 [1]; 石田 雄治 [2]; 石井 誠寿 [2]; 横井 勇 [2]

Kunikazu Yoshida[1]; Haruo Horikawa[1]; Masayuki Yoshimi[1]; Yuji Ishida[2]; Seiji Ishii[2]; Isamu Yokoi[2]

[1] 産総研 活断層研究センター; [2] なし

[1] Active Fault Research Center, AIST, GSJ; [2] none

1. はじめに

石狩平野は第三紀以降の堆積層が厚く、札幌市の東側でいわゆる地震基盤の深さが 4~5 km にもなる。この堆積層の速度構造の解明のため、2007 年、吉田・他 (2007, 地震学会) はこの地域で微動探査を実施した。ところが、地震計の長周期側の計測限界などから、周期数秒以上の長周期側の位相速度の推定は不可能であった。

そこで地震計メーカーの東京測振 (株) は長周期側の特性を改良した新型の小型地震計 VSE-15D6 を開発した。今回この新型地震計の特性の検証を行い、またこの地震計を用いて再度 2007 年の測定と同一地点で計測を行い、良好な結果を得たので、報告する。

2. VSE-15D6 の概要

今回開発した VSE-15D6 は、フィードバック形速度計で、従来型のセンサーである VSE-15D1 を改良したものである。寸法は 55 × 55 × 75mm、重量は約 270g と非常に小型・軽量であり、センサーの運搬が非常に容易である。設計上は、0.1-70Hz でほぼ平坦な特性を持ち、分解能は 1.5 μ kine である。

3. 他の地震計との比較

微動の振幅レベルにおける地震計の応答の検定は、そのようなレベルの振動を制御できる振動台が現実的ではないことから、ほとんどの場合既存の信頼できる地震計との並行測定により行われる。ここでは、微動探査に良く用いられている地震計として、独 Lennartz Electronics 製の LE-3D/5s とミットヨ製 JEP-6A3 (感度 2.2V/G, 200 倍アンプ) を比較対象として微動の並行測定を行った。測定した微動データから各センサー間のスペクトルやコヒーレンスを計算した。解析では、不要なノイズが含まれないよう、深夜無人となる環境での測定結果を用いた。データロガーには LS-7000XT を用いた。

まず、実験室内で複数の VSE-15D6 を並べ、同時に測定を行った。収録したデータからコヒーレンスを計算したところ、長周期側では少なくとも周期 8 秒程度まで、短周期側では 20Hz 以上まで、ほぼ 1.0 であった。

次に、室内で上記 3 種類の地震計を並べ、同時に微動を測定した。VSE-15D6 と LE-3D/5s の比較では、周期 8 秒程度まではほぼ理論特性どおりであった。JEP-6A3 と VSE-15D6 の比較では、周期 1 秒以上から徐々にコヒーレンスが低下し、周期 5 秒程度から急激に小さくなった。

屋外においても LE-3D/5s と VSE-15D6 を用いて微動の測定を行い、結果を比較した。土中に埋設した場合、周期 10 秒まで両者の記録は理論特性に従った。地表に地震計を設置した場合、周期 4 秒程度までは両者のスペクトルは一致するものの、それよりも長周期側で VSE-15D6 の振幅が大きくなる場合があった。

以上の結果から、VSE-15D 設置条件がよければ周期 10 秒程度まで LE-3D/5s と同等あるいはそれ以上の微動の測定能力がある。屋外で地表に設置した場合は、測定時に風が吹いていたため、センサーが小型軽量であることから、風の影響を受けたものと考えられる。

4. 実際の微動探査

室内実験では良好な結果が得られたため、この地震計を用いて石狩平野で微動観測を行った。観測地点は、石狩平野の中央部にあたる江別市と当別町の 4 点 (HGU, MHR, STG, YHT) で、2007 年に測定を行った地点である (吉田・他, 2007, 地震学会秋季大会)。今回は、2007 年の測定時の最大アレー半径である半径約 1.2 km の正三角形アレーで 4 台の地震計により再度測定を行った。サンプリング周波数は 100 Hz でそれぞれ 3~4 時間の記録を取得した。実際のフィールドにおける測定では、VSE-15D6 は小型軽量であるため、観測時の取り扱いは容易であった。得られた記録も、良好な条件下では十分安定していた。

得られた微動記録のうち、車両ノイズなどの含まれない区間を選び出し、空間自己相関法によって Rayleigh 波の分散曲線を推定した。その結果、HGU, MHR, STG では 0.24 Hz (約 4.2 秒) 以上の周波数において妥当と思われる位相速度を推定できた。今回推定された分散曲線を 2007 年に測定した結果と比較すると、2007 年に推定された周期 2~3 秒程度の分散曲線と概ねつながる形となっており、位相速度の推定結果は妥当なものと考えられる。

各観測点での位相速度を比較すると、MHR や STG よりも HGU においてやや速い値が推定されている。HGU と MHR では、石油探査のためのボーリング調査や反射法探査が行われているが (齊藤・小椋, 1994, 石油技術協会誌)、これを参照すると HGU はちょうど基盤が盛り上がった地点に当たり、位相速度の差と調和的である。既存の探査情報とあわせて、地層の V_s を推定したところ、ほぼ地震基盤までの V_s を推定可能であった。

なお、YHT ではやや不安定な長周期成分が含まれ、位相速度が推定できなかった。この原因について、風の影響の

可能性が高い．今後検討を進めたい．

謝辞：この研究は経済産業省委託中小企業支援型研究開発制度「小型・可搬型長周期微動計の性能評価」による．