

## 地震計アレイによる ACROSS 信号の受信実験 - 名大瑞浪地殻変動観測壕での観測 -

### An experiment on receiving ACROSS signal with a seismic array

# 雑賀 敦[1], 山岡 耕春[2], 國友 孝洋[3], 生田 領野[4], 宮川 幸治[4], 森口 賢治[4]

# Atsushi Saiga[1], Koshun Yamaoka[2], Takahiro Kunitomo[3], ryoya ikuta[4], Koji Miyakawa[5], Kenji Moriguchi[5]

[1] 名大・理, [2] 名大・理・地震火山センター, [3] サイクル機構, [4] 名大・理・地球惑星

[1] Nagoya Univ., [2] RC. Seis. & Volc., Nagoya University, [3] JNC, [4] Earth and Planetary Sci. Nagoya Univ., [5] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

ACROSS 震源と地震計アレイを用い, 約 2.4km の距離で弾性波信号の同定を行った。

我々は地殻の弾性, 非弾性的性質の時間変動を定常観測する手段として, 震源装置-観測系からなる精密制御定常震源システム(ACROSS)を開発中である。今回観測側をアレイにして, それを瑞浪地殻変動観測壕内の伸縮計に沿って設置することで地震波速度の変化に伴う歪変化を捉えることを目指している。本報告では地震波速度時間変化のモニターを前に ACROSS システムを用いてスタティックな地下構造からの地震波を観測した。その結果, 約 1.1 秒後に直達 P 波と考えられる波の到達を確認した。また直達 S 波や後続波と思われる波の存在を確認した。

ACROSS 震源と地震計アレイを用い約 2.4km の距離で弾性波信号の同定を行った。

我々は地殻の弾性, 非弾性的性質の時間変動を定常観測する手段として, 震源装置-観測系からなる精密制御定常震源システム(ACROSS)を開発中である。現在採用している震源は回転軸に対して変身した重りをサーボモーターで回し, 遠心力による正弦波を発生する。その特徴は震源の動きが精密に制御されることであり, 低出力でも長時間の重ね合わせ(スタック)によって高い S/N 比を獲得できるため周囲の岩盤を破壊せず, 再現性が高く連続での観測に適している。観測は名古屋大学の瑞浪地殻変動観測壕内で行った。瑞浪地殻変動観測壕内には伸縮計が設置されていて, 伸縮計に沿って地震計アレイを設置することによって, 地震波速度の変化に伴う歪変化を捉えることが可能である。また瑞浪観測壕ではすぐ隣に東濃地震研究所のポアホールがあり, ここでは歪計, 地震計, 水位計などの様々な観測が行われている。これらのデータを用いて地下での水の挙動やそれに伴う地震計, 歪計の変動に対して, 地震計アレイでの地震波速度変動の観測が可能である。今回の実験はその予備実験として長時間のスタックを行い, スタティックな地下構造からの地震波を観測した。本研究の目的はアレイを展開することにより地下のより深部からの反射波を同定することである。

観測は 2000 年 1 月 22 日から 29 日まで 1 週間行った。岐阜県土岐市の東濃鉦山にあるサイクル機構の ACROSS 震源で地震波を送信し, 同じく瑞浪市の瑞浪観測壕に設置された地震計アレイによって受信している。2 点間の水平距離は 2.4km である。震源装置は地表に低周波機, 高周波機の 2 台が設置されており, 震源の動き(偏心錘の回転)は GPS に同期されている。また一度に複数の周波数成分の信号を見るために, 2 台の ACROSS 震源を  $16.5 \pm 2.5$  Hz,  $21.45 \pm 2.5$  Hz で周期 10 秒の FM 変調を行った。これにより 13-24Hz の周波数帯域で 0.1Hz 間隔の信号スペクトルが取得される。観測システムは地震計アレイ, データ収録, GPS, 線形振動 ACROSS(LM-ACROSS)から成っている。地震計アレイはノイズや温度変化による地表面のコンディションの変化, 地震計の特性変化を抑えるために地下壕内に設置した。15 台の固有周期 1 秒の 3 成分地震計を用い, 地震計の間隔は 8m で, 縦, 横 56m の十字アレイを採用し観測を行った。地震計の周波数特性は設置前にキャリブレーションコイルを用いて測定しており, そのデータを用いて地震計毎の周波数特性の補正を後に行っている。観測壕内で記録した地震計アレイの記録はその場でデータ収録し, その際約 150m 離れた入口から GPS の信号を受信し時刻の同期を行っている。波形記録は 1000Hz でサンプリングし, 高い S/N 比を獲得するため 100 秒の時間長で 36 回スタックして 1 時間毎のデータとした。このスタックした周波数スペクトルを震源で発生している理論的な周波数スペクトルで補正し, その後逆フーリエ変換することによって時系列の伝達関数を求める。またサイクル機構の ACROSS 震源の他に, 入口に LM-ACROSS を用いて直達波や地下浅部からの反射波も観測している。

アレイの解析は, 周波数領域で見かけ速度に合わせて位相をずらし, 時間領域に戻して足し合わせるビームフォーミングを行った。またこのときそれぞれの時刻で波のエネルギーの和の平方根で割り, 振幅の小さい部分でも相関の良い波を取り出せるようにしている。これはいわゆるセンブランス法に似た方法であるが, ACROSS では周波数領域で行っている。この方法によって波の到来方向と見かけ速度が分かる。

#### 結果

1 週間の波形の中から高い S/N 比を獲得できた 2 日間のデータを用い, 27 時間分スタックし求めた走時波形を用いて解析を行った。この波形の S/N 比は 31dB である。時系列の伝達関数から動径成分において約 1.1 秒後に直達 P 波と考えられる波の存在が確認される。センブランスの解析からこのフェイズは ACROSS 震源の方向から到達

していることが分かった。またこのフェイズの見かけスローネスは  $0.3[s/km]$  であった。また約 1.5 秒後に見かけスローネス  $0.5[s/km]$  の直達 S 波の存在が推測される。本講演では他の後続波についても結果を報告し、その考察を行う。