

## 地震計アレイを用いた ACROSS 信号の走時変動連続観測

## Continuous observation in travel time difference of ACROSS signal using seismic array

# 雑賀 敦[1], 山岡 耕春[2], 國友 孝洋[3]

# Atsushi Saiga[1], Koshun Yamaoka[2], Takahiro Kunitomo[3]

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

[1] Nagoya Univ., [2] RC. Seis. & Volc., Nagoya University, [3] JNC

2002年12月29日より岐阜県土岐市の東濃鉦山にある ACROSS 震源において ACROSS 信号の連続送信が行われている。我々は東濃鉦山から 2.4 km 離れた瑞浪地殻変動観測壕に設置した地震計アレイを用いて、ACROSS 信号の連続観測を行っている。本研究の目的は、連続観測の記録から ACROSS 震源、地震計アレイ間を伝播する弾性波の走時時間変動観測を行い、その時間変動から地震イベント、潮汐などによる地殻の弾性応答に対応した弾性波時間変動の検出、及び他のデータとの比較からその変化の原因の考察を行うことである。また、微小な弾性波走時変動を捉えるための走時変動解析手法の確立も同時に行う必要がある。

ACROSS 震源は GPS 時計に同期して震源の挙動を制御しているため、精密に制御された正弦波を送信することができる。各周波数の信号送信において 10-6 秒以下の精度を実現している。同様に地震計アレイも GPS 時計に同期して記録取得を行っている。また壕内で記録取得を行うことで観測サイト付近の地盤特性変化が観測記録に及ぼす影響を無視でき、アレイを用いたことで伝播する弾性波の到達時刻、到来方向を求めることができる。今回 2 台の ACROSS 震源を用い、変調周期 20 秒、それぞれ  $17.52 \pm 2.5$  Hz,  $25.53 \pm 2.5$  Hz の周波数変調させて送信を行っている。これにより 1 台の ACROSS 震源で 0.05 Hz 毎の 101 本のスペクトルが得られる。また各 ACROSS 震源の回転方向を 1 時間毎に反転させて送信を行っており、2 時間のデータを位相をずらしてスタックすることで震源から任意の方向に振動する動きを表現できるようにしている(國友・熊澤, 2002)。地震計アレイは 15 台の固有周期 1 秒の 3 成分地震計を用い、間隔 8 m、縦、横 56 m の十字アレイを採用し観測を行っている。波形記録は高い S/N を獲得するため 100 秒の時間長で 34 回スタックして 1 時間毎のデータとした。このスタック観測波形の周波数スペクトルを震源で発生している力の理論的な震源関数の周波数スペクトルで割り、フーリエ逆変換することによって、自然地震の観測記録に相当する伝達関数を求めている。

アレイ解析では、震源から伝播したと考えられるコヒーレントな波を見るためにセンブランス解析を行っている。その際、振幅が大きくコヒーレントな波の到達を強調するための操作を行っている。その結果、時系列の伝達関数から鉛直成分において約 0.6 秒後に見かけ速度 4.0 [km/s] の波が、動径成分において 1.3 秒後に見かけ速度 2.5 [km/s] の波の存在が確認された。またこれらの波は震源の方向から到来していることが分かった。これらの結果と物理検層データとの比較を行ったところ、P 波、S 波初動は地下 100 m 付近に存在する基盤層 (P 波速度 4.3 [km/s], S 波速度 2.3 [km/s]) と堆積層との境界付近を通過してきた屈折波であると考えられる。

またセンブランス解析によって確認された P 波、S 波初動について走時の時間変動の解析を行った。各センサーで得られた波形は最大センブランス値を示す見かけ速度で時間をずらしてスタックし、この波形の P 波、S 波部分について 0.5 秒のウィンドウをとり走時変動を調べた。走時変動は基準時刻の波形と各時刻の波形とのクロススペクトルを計算することによって基準時刻からの走時差を求め、各時刻の基準時刻からの走時変動を求めた。その結果、P 波については 1 ms、S 波については 0.5 ms 程度の変動が見られた。これは淡路島で行われた ACROSS 走時変動観測で得られた 0.1 ms 程度の変動 (Ikuta et al., 2002) よりは大きな変動を示している。この原因として、今回の実験では震源-観測点間距離が淡路島の実験よりも長いことによって S/N が 1 オーダー程度低くなったことが影響していると考えられるが、今後スタック方法の改善、アレイ解析手法の確立などにより、走時変動をより高い分解能で得られることが期待される。

## 参考文献

國友・熊澤, 2002. 合同大会予稿集, P076.

Ikuta et al., 2002. Geophys. Res. Lett., 29, No.13, 5, 2002.