

# ACROSS による稠密地震観測アレイの構築と試験観測

## Seismic Array Observation by ACROSS

# 鶴我 佳代子[1]; 國友 孝洋[1]; 熊澤 峰夫[2]; 羽佐田 葉子[3]; 茂田 直孝[4]

# Kayoko Tsuruga[1]; Takahiro Kunitomo[1]; Mineo Kumazawa[2]; Yoko Hasada[3]; Naotaka Shigetani[4]

[1] サイクル機構; [2] JNC・東濃; [3] サイクル機構・東濃; [4] サイクル機構・東濃地科学センター

[1] JNC; [2] Tono, JNC; [3] TGC, JNC; [4] JNC, TGC

### 【はじめに】

弾性波アクロスでは、精密に制御した震源から地下へ向けて波を放射し、それをアレイで観測することで、伝播経路の地下構造（例えば、反射面や散乱体の位置や動的特性）の情報を含んだ正確な伝達関数を得ようとしている。東濃地科学センターでは、これまで主に精密制御送信技術の開発を行ってきた（國友ほか、2003等）が、2003年からアレイによる受信観測技術を確認するため、実際にアレイ観測の試験を行ってきた（鶴我ほか、2003）。そこで本発表では、アクロスによるアレイ観測を構築する際の基本的要求とその関連技術についてレビューし、観測データの1次解析について報告する。

### 【アクロスアレイ観測の構築 - 基本的要求と関連技術の開発】

観測データは、時間軸上の雑音だけでなく、地表面付近の不均質性や個々の受信点の条件などによる空間的擾乱も含むため、地下の深部構造の情報を明瞭に識別することは容易でない。そこで我々は、より高い時間精度と空間解像度をもつ観測データを取得しようと、時間ノイズの軽減のために精密制御信号をスタックして受信し、空間ノイズの軽減のために受信点をアレイ化した。アレイ構築にあたっては関連する技術の開発も行った。受信点で高いS/N比（103~104）のデータを取得するため、システム全体について精密な周波数特性調査をした。例えば、地震計では、一次校正済みの標準加速度計（國友ほか、2000）を用いた二次校正法を開発し、その校正精度は102~103を達した（Tsuruga et al., 2003）。また、計測機器の自己ノイズ評価（國友ほか、1998）や地震計を地盤へ簡易かつ安定に設置する方法などの開発も行った（鶴我ほか、2003）。

### 【観測の概略】

アレイ観測の試験は、昨年より東濃地科学センター用地（岐阜県瑞浪市）で行っている。地震計（3成分動コイル型速度計）計36点（108成分）を、25m x 25mの領域下約1.8mの深さに約5mの間隔で、方位精度1度以内に埋設した。収録器は、GPS精密同期回路を付加したパベック社製MD-8464（型24bit A/D変換器搭載）を用いる。データ収録は、サンプリング周波数1kHzで、100秒の時間区間を34回スタックして行う。期間中、北北西約1kmにある固定型アクロス震源から送信される信号を受信した。

### 【観測データと1次解析】

観測データから伝達関数を求める流れと、その1次解析について述べる。アクロスでは、伝達関数を周波数領域において、受信特性を送信特性で割り算した形で取得する。送信特性は、モータ回転をモニターして得られる情報から求め（國友ほか、2003）。受信特性は、観測データに対し収録システムの周波数特性の補正や単位変換などの処理を行い、信号周波数でのスペクトル値と推定ノイズ分散値として求める。そして伝達関数は、水平加振震源の場合、送信特性（力）2成分（震源 - 観測点方向(radial 方向)と直交方向(transverse 方向))に対する受信特性3成分(r, t, z)の割り算で、計6成分H<sub>rr</sub>, H<sub>tr</sub>, H<sub>zr</sub>, H<sub>rt</sub>, H<sub>tt</sub>, H<sub>zt</sub>を定義する。解析データは、送信信号が15.02~20.02Hz帯域で0.05Hzおきに出現し、観測ノイズは信号の両側帯域から推定した。約1時間のスタックでデータのS/Nは10<sup>2</sup>以上、約600時間では10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup>の非常に高いS/Nが得られた。伝達関数の成分の中で、P波、P-SV波およびSH波の振動方向に対応するH<sub>rr</sub>, H<sub>zr</sub>, H<sub>tt</sub>成分のデータについて、存否イベント解析（羽佐田ほか、2003）とビームフォーミングによるF-K解析をおこなった。存否イベント解析では、走時0.6~1.5秒の間に2~3本の波が到達していることが分かった（鶴我ほか、2003）。また、周波数18.57Hzと20.57Hzのデータに対して移動時間窓を掛けながらF-Kパワースペクトル解析をしたところ、走時0~2秒の時間窓で大きなコヒーレンシーをもつ波は、小さな見掛けスローネス（H<sub>rr</sub>やH<sub>rv</sub>で約0.005s/m）で、ほぼ震源方向より到来する波であることが分かった。また、時間窓や周波数によって波の入射方向やスローネスに変化がみられた。しかし、より高周波数の波では空間における調和性が乏しくなり、地表付近の小スケールの不均質の影響が顕著になることも確認した。

### 【まとめと今後の課題】

アクロスによるアレイ観測をおこなった。存否イベント解析やF-K解析による1次解析の結果、走時の異なる幾つかの波の到来を確認した。今後詳しい調査を進め結果の比較等を行う。また、地表付近の不均質の影響を軽減する手法の開発や、アレイ設計の最適化等についても検討していく予定である。