

# 弾性波 ACROSS の連続送信実験により得られた S 波時間変動

## Temporal variation of S-wave revealed by the continuous transmission experiments of the seismic ACROSS

# 國友 孝洋[1]; 熊澤 峰夫[2]

# Takahiro Kunitomo[1]; Mineo Kumazawa[2]

[1] サイクル機構; [2] JNC・東濃

[1] JNC; [2] Tono, JNC

我々は、東濃鉱山（岐阜県土岐市）の ACROSS 送信装置による精密に制御された弾性波信号の常時送信を 2002 年末から開始し、弾性波による地球内部の能動的常時モニタリングシステムの実現に向けて連続送受信実験を 1 年以上に渡って継続している。送信信号の観測は、Hi-net や自前の地震計アレイで行なわれており、地球惑星科学関連学会合同大会でも複数の報告がなされている（例えば、上野ほか, 2003）。本発表では、東濃鉱山坑道内（地下 125m、震源距離 ~ 350m までの範囲）の地震計での連続観測の結果について解析結果をレビューする。特に、直接 S 波の後続波に顕著に認められた降雨や気温に関連した時間変動について、地下構造と地表部の変動との関係から議論し、送信信号の安定性に関する考察を行う。

連続送信実験は、送信信号のスペクトルや周波数帯域などの特徴から 4 期（第一回 ~ 第四回試験送信）に分けられる。現在は、第四回試験送信が進行中である。

まず、地震波相の確認のために比較的広帯域での送信実験である第二回試験送信 (FM 変調、変調周期: 20s、送信帯域: 10.02-20.02Hz、送信時期: 2002/11/19 18:00 ~ 2002/12/02 18:00) の観測データを解析した。第二回試験送信から以降は、正転（モータから偏心質量を見て時計回り）と逆転とを 1 時間毎に切り替える正逆反転送信を行っており、両者の信号の位相を調整して合成することにより、任意の方向の直線加振に対する伝達関数を得ることができる。各観測点の三成分 (NS, EW, UD) 記録を用いて、正転と逆転の信号を合成することで送信点と観測点を直線で結ぶ視線方向 (R) とそれに直交する接線方向 (T) の加振に対するそれぞれ 3 成分 [tangential (t), radial (r), vertical (v)] の計 6 成分の応答を求めた。

こうして得られた周波数領域における伝達関数を時間波形に変換した結果では、Tt 成分に顕著な直接 SH 波、Rv 成分に顕著な直接 SV 波が確認された他、P 直接波、第三紀堆積層（瑞浪層群）内および地下 125m あたりに存在する花崗岩層（土岐花崗岩）上面と地表との間の多重反射と解釈される S 波などが明瞭に認められた。時間波形の包絡線のピークから推定した直接 SH 波と直接 SV 波の伝播速度はそれぞれ 1250m/s と 1080m/s であり、速度が S 波の振動方向により大きく異なっていることが分かった。

次に、第四回試験送信 (FM 変調、変調周期: 20s、送信帯域 15.47-20.57Hz、送信時期 2003/04/15 17:00 ~ 現在進行中) について、直線加振に対する伝達関数を 1 時間毎に求め、その変化を詳細に調べた。伝達関数の S/N は 2~3 桁である。周波数領域における伝達関数およびそれを時間領域に変換した波形は期間を通してほぼ同様の形状を示すが、時系列に並べてみると気温に相関した日周変動と降雨に関係した変動とが明瞭に認められた。これらの時間変動は、直接 S 波では小さく（走時変化として数分の 1ms 以下）、地表と地質境界との間での多重反射であると考えられる後続波で顕著である。送信所内の地震計で観測される信号の位相変動は直接 S 波よりも更に一桁近く小さい。降雨時に見られる後続波における顕著な変化は、地表での複素反射係数の変化に起因すると考えられ、地表部の変化を反射波でモニターしていることになる。これらが元に戻るのには数週間の日数を要しており、降雨により地表に溜まった水が、時間とともに周囲に排水されて乾燥していく過程を地表からの反射波を通して見ると考えられる。

文献: 上野寛, 吉田康宏, 松岡英俊, 石川有三, 國友孝洋, 熊澤峰夫: 広域地震観測網によるアクロス信号観測とその解析 (その 1): 東濃送信所からの地震波信号の気象庁・Hi-net 観測網による検出, 地球惑星科学関連学会合同大会, 2003, S050-P003