

弾性波アクロス伝達関数に含まれる波群の特徴

羽佐田葉子 (名古屋大学大学院環境学研究科)

弾性波アクロス概要

ACROSS(精密制御定常信号システム)は、精密に制御した連続波を信号として用いることで地下の状態をモニタリングするシステムである。現在稼動中の弾性波アクロス送信装置は、偏心したおもりの回転によって正弦波信号を発生させる。正弦波をきわめて精密に制御し、適切にスタッキングすることで、遠隔地においても雑音レベルよりはるかに小さい信号から送信信号を抽出することが可能になる。送信信号を既知として、受信信号との周波数領域での除算により、送受信間の伝達関数が求まる。これはテンソルグリーン関数を有限離散周波数でサンプリングしたものに相当する。この伝達関数をフーリエ逆変換することにより、送信周波数帯域に帯域制限したインパルス応答関数が計算される。

名古屋大学と JAEA 東濃地科学センターは、2004 年から東海地域におけるプレート間カップリングの監視を目標とした試験観測を行ってきた。岐阜県土岐市で連続送信を行っている JAEA の弾性波送信装置からの信号を半径 100km 以内の Hi-net 地震計および臨時観測点、愛知県新城市に設置したアレイ観測点で受信し、プレート境界からの反射波の検出が試みられるとともに、様々な波群の時間変化の解析が行われている。

東海地域で観測された伝達関数の特徴と成因

羽佐田他(2006, 地震学会)は土岐市の送信装置からの信号を約 60km 南東の Hi-net 鳳来観測点で受信して得られた伝達関数に顕著な周波数依存性があることを示し、この周波数依存性が観測点近傍の短波長不均質に起因している可能性を指摘した。これを確かめるために Hi-net 観測点直上に設置した地震計アレイのデータとの比較を行ったところ、アレイの各点でもおおまかに共通する特徴が見られた。このことは、この特徴的なスペクトルパターンが受信点近傍の小スケールの不均質によるものではなく、アレイに入射した時点でこのような特徴が形成されていたことを示唆する。

次に、このパターンの成因が送信点近傍にある可能性を調べるため、送信点の北約 10km に位置する Hi-net 八百津観測点の伝達関数を解析した。その結果、P 波部分のスペクトルに同様なパターンが見られた。このことから、このスペクトルパターンは送信点に比較的近い場所で形成

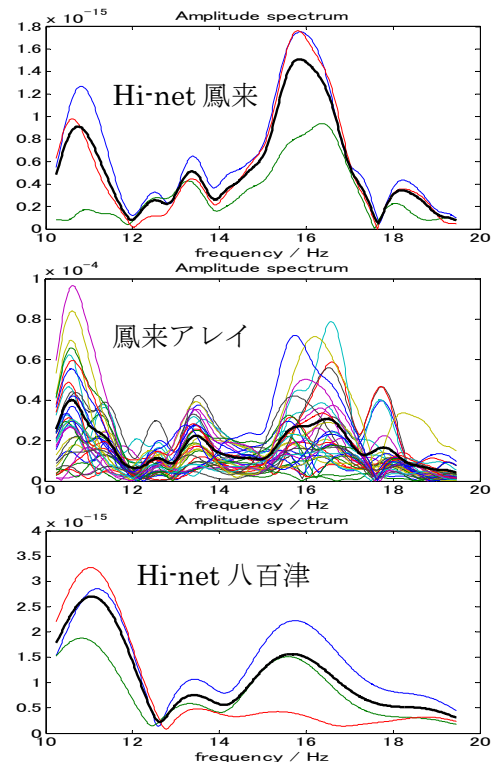


図1：各受信点での観測されたP波の振幅スペクトル。共通のパターンが見られる。

された可能性が高いと考えられる。

平面波成分と散乱波成分の分離

観測された伝達関数には、送信点近傍での反射や散乱による波群の乱れが含まれることが実際のデータからも示唆された。そこで、地震計アレイで観測した伝達関数データを用いてアレイに入射する平面波成分と散乱波からなる成分への分離を試みた。相馬他(2007)のセンブランス解析によって求められたP波初動の入射角38度を仮定してアレイ各点の伝達関数の時間をずらして平均化することにより、入射平面波の波形を求めた。その波形に対して各観測点各成分の係数を最小二乗的に求め、各点のデータに含まれる平面波成分を推定し、残差を散乱波成分とした。

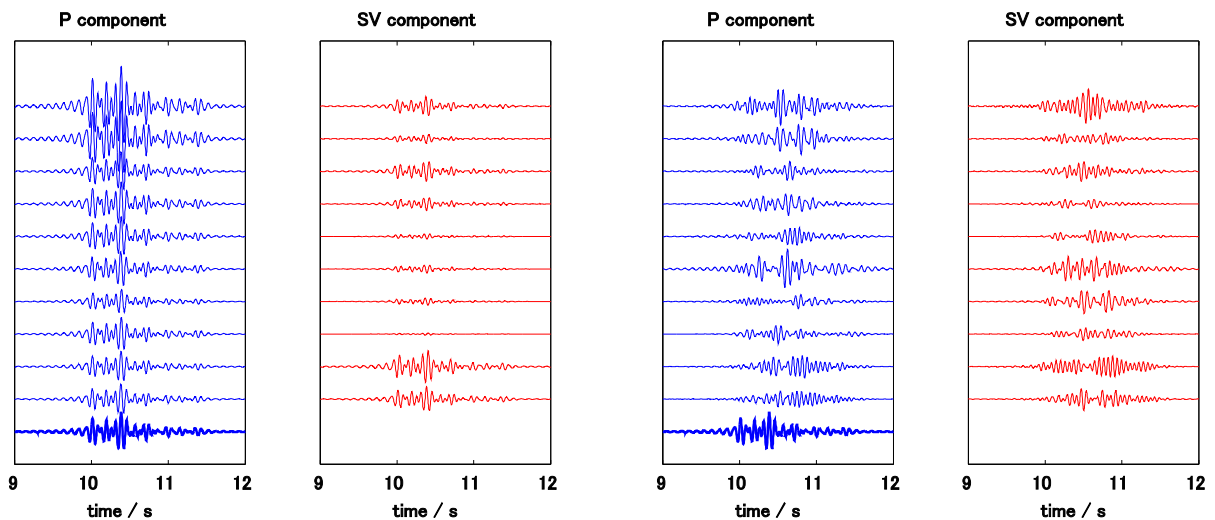


図2：アレイ各点のP波波群に含まれる平面波成分。一番下は推定された入射平面波の波形。

図3：アレイ各点のP波波群に含まれる散乱波成分。一番下は推定された入射平面波の波形。

今後の課題

アレイ観測データにより、アレイに入射する平面波成分と、その他の散乱波成分への分離が可能になった。平面波成分の解析からは、送信点近傍の地下構造の影響を評価し、実際の送信信号のよりの確な見積もりが期待される。その結果得られる送信信号を用いてデコンボリューションを行うことにより、深部反射波などの後続波もより検出しやすくなると思われる。散乱波成分の解析からは、受信点近傍の短波長不均質の影響を評価する。また各成分の時間変化も、送受信点の状態変化と合わせて検討する必要がある。

謝辞

本研究は防災科学技術研究所 Hi-net の連続波形データを使用した。記して感謝いたします。