

アレイ観測による散乱異方性検出の試み

松本 聡 (秋田大学鉱山学部)

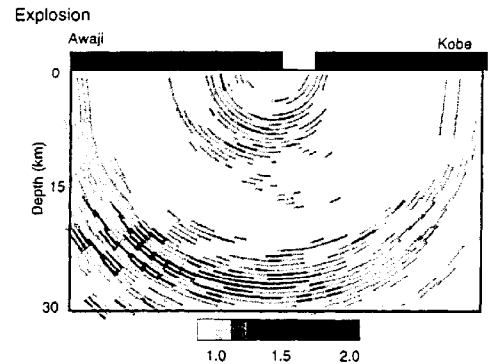
はじめに

波長数百メートル以下の不均質構造は地震時の短周期波動発生や震源核形成に寄与していると考えられる。伝播する弾性波を用いて強度・応力の不均質を直接測定することは困難であるが、これらの不均質は弾性定数の不均質構造と密接に関連していることは明らかである。近年、地殻内部の不均質はさまざまな波長を持っていることが示されてきた。また、弾性波トモグラフィによって数キロメートル以上の波長をもつ構造が明らかにされてきた。しかしながら、地震発生に関連する数百メートル以下の波長の不均質は走時異常としてとして検出しにくく、むしろ散乱体として振る舞うことが知られている。これらは地震記象の包絡線やアレイデータなどを用いて議論されてきた。

微小地震や人工地震で観測される周波数帯域は限られており、広い帯域の不均質構造を議論できない。一方、散乱異方性は不均質構造の特徴的な波長と地震波の波長との関係で規定されていることが従来指摘されて来た。限られた帯域で不均質の特徴を押さえるためには散乱の異方性を検出することが重要である。ここでは、アレイデータを用いて散乱強度不均質を議論するとともに散乱異方性の検出を試みることにする。

散乱強度不均質の検出

1995年兵庫県南部地震の余震域周辺においてCDPケーブルを用いたアレイ観測を行った。爆破地震動研究グループによる発破で得られた波形データを slant stack する事によりアレイへ到達する散乱波を到達方向ごとに抽出する。slowness-time 空間から速度構造を仮定することにより方向-距離空間へ変換、震源距離がアレイの大きさよりも非常に大きいため従来の反射法処理では解析に用いられなかったが、振幅を2乗してエネルギー密度の変化へ変換する事で異なるイベント同士を重合した。右図に地震断層方向(N50E)でのP散乱体分布を示す。図中では媒質は深さ依存性媒質 V_0+kv ($V_0=5.5\text{km/s}$, $k=.067$) を仮定している。ここでの散乱強度は等方散乱の場合、back ground の散乱係数に対する各地点の散乱強度の比に対応する。図中ではわかるように散乱強度は波路島側で相対的に強いことがわかる。また、破壊の開始点の下でも散乱強度が強い。これらは地震時の高周波エネルギー放射特性、速度構造と関連しているようにも見え、興味深い。さらに、地震を重合する際に散乱パターンをもとに重みをかけることで散乱異方性を持った媒質を検出できる可能性が考えられる。



散乱異方性

Sato (1977) は一次等方散乱モデルを用いて地震波エンベロープの定式化を行った。ここでは散乱係数 $g(\psi)$ が

$$g(\psi) = g_\pi \frac{\alpha + 1}{\alpha - \cos \psi}, \text{ と仮定する。この場合、エンベロープは}$$

$$E(r_o, t) = H(v-1) \frac{W_o}{4\pi r_o^2} \left(\frac{\alpha + 1}{\alpha - 1} \right) \frac{1}{X} \ln \left(\frac{X + 1}{X - 1} \right)$$

$$X = \sqrt{\frac{v^2 + \alpha v^2 - 2}{\alpha - 1}}$$

のようになり、 $\alpha \gg 1$ で Sato (1977) と一致する。さらに、アレイデータを slant stack した場合、地震波エンベロープは右図のように α の値によって変化する。このように、アレイデータから散乱異方性を検出する可能性が示唆される。

