

低速度・異方性媒質としての断層破砕帯における地震波動の数値シミュレーション解析

A numerical investigation on seismic waves for an anisotropic fault zone

中村 武史 [1]; 竹中 博士 [1]

Takeshi Nakamura[1]; Hiroshi Takenaka[1]

[1] 九大・理・地惑

[1] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.

本研究では、断層破砕帯の異方性が地震波形に与える影響について調べるために、異方性媒質中における地震波動の数値シミュレーションを行った。理論波形の合成は、中村・竹中(2005)による reflectivity 法で行った。構造は、周囲に比べて S 波速度が約 13 % 遅い低速度層を含んだ鉛直成層構造モデルを使用し、低速度層にはさらに、クラック密度の値が 0 から最大 0.1 の軸対称異方性を導入した。異方性の対称軸の方向は、水平面内で断層破砕帯の走向と直交した方向とし、クラック面が断層破砕帯の走向と平行な方向に分布した異方性を仮定している。断層破砕帯の外部については等方性と仮定している。

波形計算の結果、断層破砕帯の内部の観測点において断層の走向と直交する水平成分に、qS1 フェイズの後に後続するフェイズが見られた。これは、異方性媒質中でスプリットした S 波のうち、遅い速度で伝播した qS2 のフェイズとその多重反射によるものである。qS2 の振幅や qS1 との到着時間差は、断層破砕帯における異方性の強度に比例しており、実際の観測においてこのようなフェイズを捉えることができれば、断層破砕帯を検出する手がかりとなるかもしれない。

断層破砕帯は、破碎、角れき化、流体の存在等により、その周囲に比べて構造としての不均質性が非常に強い領域である。このような強い不均質層の存在は、位相のずれや他のフェイズ(トラップ波、ヘッドウェーブ)を生じさせるため、S 波のスプリット解析に問題をきたすことがある。特に、従来広く用いられてきた cross-correlation 法や aspect ratio 法による解析は、構造を全無限一様と仮定した手法であるため、不均質による波形への影響を考慮しておらず、不均質によって生じた波形の乱れを S 波スプリットと誤認して解析してしまう可能性がある。そこで、本研究では、様々なタイプの震源、観測点及び震源の位置、異方性の強度に対して、cross-correlation 法による理論波形の解析を行い、スプリットのパラメータ(速い S 波の振動方向 と遅い S 波の到着時刻の遅れ t)を正しく抽出できる条件について調べた。その結果、走向が断層破砕帯と平行な横ずれ型の地震については、異方性より構造の影響が波形に対して大きいため、これらのパラメータを正しく推定できないことが分かった。一方、異方性の強度が大きく、震源が断層破砕帯の外側に位置する正断層、横ずれ断層、及び縦ずれ断層の場合については、速い S 波の振動方向 について正しく推定できることが分かった。また、震源が断層破砕帯の内部に位置し、断層破砕帯と 45 度ずれた走向を持つ正断層及び縦ずれ断層の場合も、 t を正しく推定できることが分かった。到着時刻の遅れ t については、震源が断層破砕帯の外部にある場合は、断層破砕帯を伝播する距離が短すぎて波形にほとんど影響を与えないため、また震源が内部にある場合は、構造の影響が強いため、正しく測定できないことが分かった。これらの結果は、cross-correlation 法等を用いて波形解析で断層破砕帯の異方性を推定するためには、適切な観測点・震源の位置や震源の種類についての情報を必要とすることを示唆している。また、横ずれ断層や入射角が臨界角を超えた場合の異方性の解析については、従来の手法に代わって波形モデリングによる波形解析を行うことが適切である。

参考文献

中村武史・竹中博士, 断層破砕帯の異方性が地震波形に及ぼす影響の検討, 地震 2, 57, 331-342, 2005.