

せん断応力下にある媒質を伝播する地震波の数値シミュレーション

Numerical simulations of seismic waves propagating through solids under shear stress

阪口 秀 [1]; 高橋 努 [2]

Hide Sakaguchi[1]; Tsutomu Takahashi[2]

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] 海洋研究開発機構

[1] IFREE, JAMSTEC; [2] IFREE, JAMSTEC

これまでに我々は実験によって、断層ガウジを模擬した粒状体にせん断力が加えながらP波を通すと、方向依存性のある非常に強い減衰が生じることを見出した。また個別要素法 (DEM) によってこの実験を再現するシミュレーションからその詳細を調べた。その結果、せん断力によって粒状体内部に最大主応力方向に長い力の伝達パス (応力鎖) がとるところに形成され、この異方的で不均質な内部応力構造による波の散乱が減衰の原因であることをつきとめた。

当然ながら、このような減衰特性は通す波の波長と応力鎖の不均質性に関する特性長と異方性に依存する。ガウジ物質のような粒状体の場合、応力鎖の不均質性は、粒度分布や粒子の配列に関する幾何学的な特性と封圧などから決まる量であるが、粒子数の数倍から大きくてもたかだか20倍程度であることがDEMシミュレーションから分かった。したがって、この特性長以下の波長の波を選ぶことが望ましい。しかし、そのような短波長 (高周波) の波は、そもそも減衰しやすく粒状体の中を通りにくいため、実験で見つかった特性を地球科学的なフィールドに見出すことは無理があるようにも思われている。

一方、岩石鉱物やクラックの配列などに明らかな幾何学的な異方性や不均質性があると、散乱減衰が期待できる。しかし、これも実験室スケールでの話であって、フィールドスケールで同じトレンドの幾何学的異方性や不均質性が延々と続くはずもなく、一般的に地球上の地震波の伝播には等方均質弾性体が仮定されている。そして、地震波の shear wave splitting analysis や散乱解析から得られる異方性や不均質性は、より大きなスケールの物性の違いや地殻構造によるものと理解されている。この解釈は、地殻やマントル内部の応力を推定することが困難であることと、場の応力を考慮した波動伝播解析が困難であることにもよる。

そこで、DEMによって、初期状態として等方均質弾性体が仮定できる3次元媒質にせん断応力を生じさせ、そこに地震波を透過させるシミュレーションを行う。想定するシナリオは、3軸圧縮試験下にある岩石と、複数のプレート運動する球殻状の弾性体の2種類を用意する。与える波は、平均粒子サイズの波長を持つものとする。震源から等距離にある位置に3次元的に配置されたレーザーで記録される波を封圧と差応力の違いで比較し、せん断応力による誘導異方性の影響を考察する。