

2次元差分法を用いた亀裂群による P-SV 波散乱のシミュレーション

Simulations of P-SV waves scattered by 2-D cracks using the finite difference method

鈴木 佑治[1]; 河原 純[2]; 岡元 太郎[3]

Yuji Suzuki[1]; Jun Kawahara[2]; Taro Okamoto[3]

[1] 茨城大・理工; [2] 茨城大・理; [3] 東工大・理工・地球惑星

[1] Grad. School of Science and Engineering, Ibaraki Univ.; [2] Dept. Environmental Sciences, Ibaraki Univ.; [3] Dep. Earth Planet. Sci., Tokyo Institute of Technology

亀裂群による地震波散乱を数値的に扱う際は、精度上の理由などから境界積分方程式法(BIEM)が好んで用いられる。これに対して私たちは前回(鈴木・他, 2003)、標準的な差分法(FDM)とごく単純な亀裂の表現法を用いて、平行亀裂群による SH 波散乱のシミュレーションをおこない、この手法でも実用上十分な計算精度を維持できることを確認した。さらにその波形合成の結果から直達波の散乱減衰と速度分散を求め、その結果を 1 次散乱理論(Kawahara & Yamashita, 1992)と比較することにより、現実的な亀裂密度の範囲(<0.1 ; Crampin, 1994)で同理論が有効であることを示した。今回は、FDM を適用した P-SV 波散乱のシミュレーションを試み、前回と同様な検証をおこなった。

計算には、空間・時間ともに 2 次精度の速度-応力スキームと、スタッガード格子を用いた標準的な FDM(Virieux, 1986)を用いた。前回同様、亀裂は単純に応力解放面と定義し、その走向は水平または鉛直方向に限定した。SH 波の場合と異なり、亀裂面に相当する格子点上で法線・剪断応力を同時に陽に 0 と定義することはできないため、若干の工夫が必要となるが、過去に提案された亀裂表現法(例えば Coates & Schoenberg, 1995)よりは依然単純である。なお、入射 P-SV 波の伝播方向は鉛直上方に固定した。

まず計算精度検証として、P-SV 準単色波入射による単一亀裂の変位食い違いを FDM で計算し、BIEM (Kawahara & Yamashita, 1992)による調和振動解を正解と見なしてこれと比較した。その結果、両者は概ねよい一致を示し、FDM 計算が概ね十分な精度を持つことが示された。

次に、水平または鉛直走向の多数の亀裂群に下方から P または SV 平面波を入射させ、反対側に水平な観測点アレーを配置して理論記象を計算した。そして得られた波形群から河原・他(2002)の手法によって減衰と位相速度を求め、P-SV 波版 1 次散乱理論(Kawahara, 1992)による予測と比較した。その結果、亀裂密度が十分に低い場合には、すべての場合について理論値と実験値はよく一致し、同理論が P-SV 波散乱に関しても有効であることが示された(図)。

最後に、1 次散乱理論の有効範囲の検証として、亀裂分布密度を高くして上記の実験をおこなったところ、SV 波入射の場合には亀裂密度が 0.1 に至るまで同理論が有効であることが示された。この結果は前回の SH 波の場合と合致する。一方、P 波入射の場合は亀裂密度が 0.05 程度を越すと長波長側で理論値が実験値を明瞭に下回り、S 波の場合より適用範囲が狭いことが示された。

参考文献

Coates & Schoenberg, 1995, *Geophysics*, 60, 1514-1526.

Crampin, 1994, *Geophys. J. Int.*, 118, 428-438.

Kawahara, 1992, *J. Phys. Earth*, 40, 517-524.

Kawahara & Yamashita, 1992, *Pure Appl. Geophys.*, 139, 121-144.

河原・大野・蓬田, 2002, 合同大会, S044-005.

鈴木・河原・岡元, 2003, 合同大会, S047-P006.

Virieux, 1986, *Geophysics*, 51, 889-901.

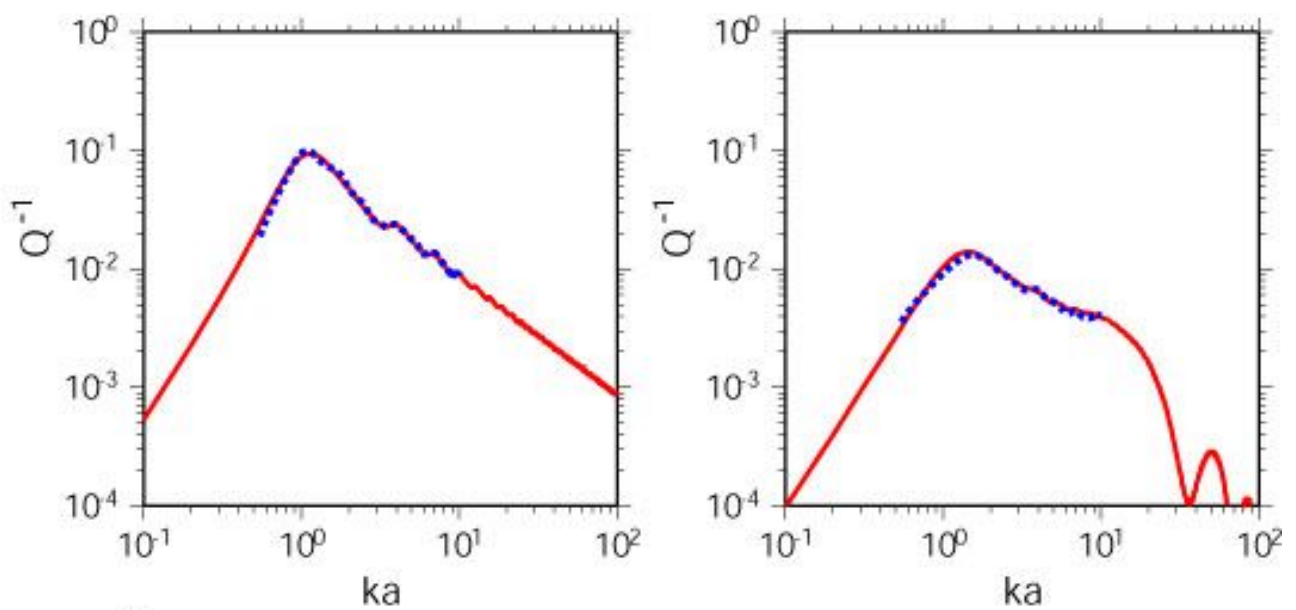


Figure.

Scattering attenuation $1/Q$ of (left) P waves incident on horizontal cracks, and (right) SV waves incident on vertical ones. The crack density is 0.0125. The red solid and blue dotted curves indicate the theoretical and experimental estimates, respectively.