

非常に密に分布する亀裂群による 2次元 SH波の散乱減衰と速度分散

村井芳夫 (北海道大学大学院理学研究科 附属地震火山研究観測センター)

Scattering attenuation and dispersion of SH waves in 2-D elastic media with densely distributed cracks
Yoshio Murai (Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University,
N-10 W-8, Kita-ku, Sapporo 060-0810, Japan: murai@eos.hokudai.ac.jp)

はじめに

地球内部には多数の亀裂が含まれていることが知られている。亀裂群に地震波が入射すると散乱され、振幅が減衰し、速度分散を生じる。そのような観測データから亀裂分布を求めるために、長波近似や亀裂の疎な分布を仮定した理論にもとづく解析が行われてきた。しかし、断層破碎帯では、S波スプリッティングの観測から亀裂の分布密度が非常に高いことが明らかになってきたので、これまでの近似を用いた理論的研究の結果がどの範囲の亀裂分布密度まで有効か調べておくことは重要である。Murai *et al.* (1995) は境界積分方程式法を用いて、亀裂群からの散乱波の理論波形を計算し、 Q^{-1} と速度分散を求め、Foldy (1945) の近似を用いた結果 (Kawahara & Yamashita 1992) と比較を行い、その有効範囲を調べた。しかしながら、そのような数値的な方法では、亀裂間の多重散乱を厳密に考慮することが可能であるが、計算機の能力のため多数の亀裂を扱うには限界があった。そこで、本研究では Murai & Yamashita (1998) による方法を用いて非常に密に分布する亀裂群に垂直に平面波を入射させて散乱波を計算し、振幅の減衰と速度分散を求め、Foldy の近似による結果などとの比較を行う。

亀裂分布のモデル

2次元媒質中の SH 波を考える。同じ長さで平行な亀裂が横方向 (X 方向) には無限に、縦方向 (Y 方向) には一定の幅に等間隔に分布する帯状の領域を考える (Fig.1)。X と Y 方向の亀裂間隔をそれぞれ d_x 、 d_y とすると亀裂の数密度 ν は、

$\nu=1/(d_x \times d_y)$ で定義される。ここに垂直に平面波を入射させて理論波形を計算し、Murai *et al.* (1995) と同様の方法で Q^{-1} と速度の波数依存性を求める。

結果

(1) Q^{-1}

Fig.2 に $\nu a^2=0.02, 0.05, 0.1$ (a は亀裂長の半分、 k は波数) の場合の Q^{-1} を示す。実線は Kawahara & Yamashita (1992) による Foldy の近似を用いた結果である。 Q^{-1} は $ka=1\sim 2$ でピークを持つことがわかる。亀裂の分布密度が低い場合は、Foldy の近似による結果とよく一致しているが、密度が高くなるにつれ、低波数側で Foldy の近似による値に比べ、理論波形から求めた Q^{-1} が小さくなっている。

(2) 位相速度

Fig.3 に $\nu a^2=0.1$ の場合の $(\beta-v)/\beta$ (β は媒質の固有 S 波速度、 v は位相速度) を示す。実線は Kawahara & Yamashita (1992) による結果である。位相速度は亀裂の分布密度が高い場合でも、Foldy の近似による結果と一致していることがわかる。このことから速度から亀裂分布密度を求める際には、亀裂分布密度が高い場合でも 1 次散乱のみを考慮した理論が有効であると言える。

文献

- Foldy, 1945, Phys. Rev., **67**, 107-119.
Kawahara & Yamashita, 1992, Pageoph, **139**, 121-144.
Murai *et al.*, 1995, Geophys. J. Int., **122**, 925-937.
Murai & Yamashita, 1998, Geophys. J. Int., **134**, 677-688.

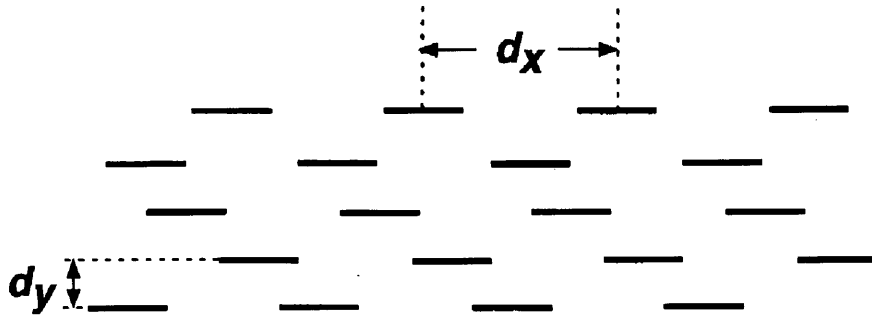
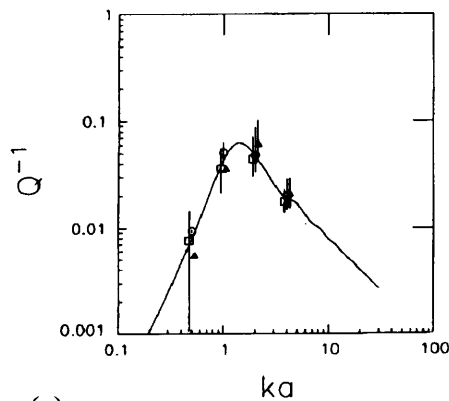
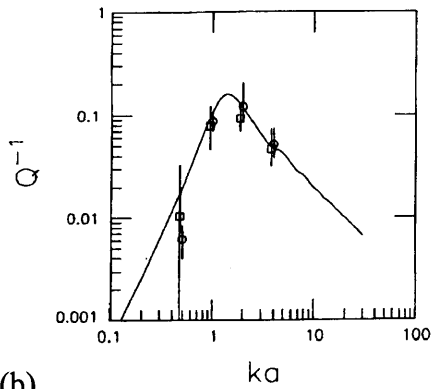


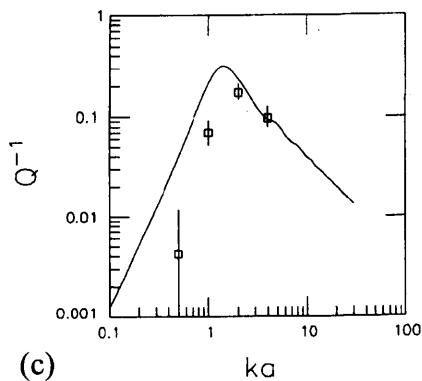
Fig.1 Distributions of cracks.



(a)



(b)



(c)

Fig.2 The wavenumber dependence of Q^{-1} .
 (a) $\nu a^2=0.02$. (b) $\nu a^2=0.05$. (c) $\nu a^2=0.1$. The solid curves are the results obtained by Kawahara & Yamashita (1992).

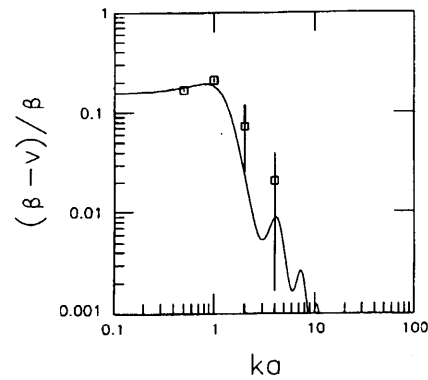


Fig.3 The wavenumber dependence of $(\beta - \nu) / \beta$. $\nu a^2=0.1$ is assumed. The solid curves are the results obtained by Kawahara & Yamashita (1992).