

断層附近の破碎が断層成長および地震波生成におよぼす影響

山下輝夫 (東大震研)

地殻のように力学的にたいへん不均質な媒質では、断層破壊の成長によりその周辺に多くの微小破壊が励起される可能性がきわめて高い。このように励起された微小亀裂群は断層破壊の成長そのものにも力学的な影響を与え、成長をきわめて複雑なものとしよう。

本研究では、このようにして励起される微小破壊と主断層の成長の間の動的相互作用をシミュレーションにより考察する。

変形モードは2次元平面歪みとし、モデル空間として xy 平面を仮定する。また、主断層は原点から y 軸上を左右に広がって行くものとする。計算手法としては差分法を使用し、初期状態で圧縮応力が作用していると考え、主断層の動的成長により生成された応力値がある一定基準以上になると、そこでは微小剪断亀裂が生成されるものと仮定する。本研究では、この微小亀裂生成の条件としていわゆる Coulomb の法則 $|\tau| = S - \sigma \tan \phi$ を仮定する。ここで τ は与えられた面に作用する剪断応力成分、 σ は面の法線方向の応力成分、 ϕ は内部摩擦角、 S は凝着力を表す。

主断層の動的成長により励起される多数の微小亀裂を個別に考察するのは、ほとんど不可能なので、それらの生成をマクロな立場から見ることとし、弾性定数の変化で置き換えることにする。微小亀裂の分布密度が比較的小さく、しかもそれぞれの面が y 軸に平行とすると構成関係 $P_{xy} = \mu \epsilon_{xy}$ における剛性率 μ のみが亀裂密度に依存することがわかっている（以下では、上記構成式における μ を他の構成関係における剛性率と区別するため μ' で表すことにする）。すなわち一種の transversely isotropic な状態になっているわけである。また亀裂密度が高いほど μ' は小さいこともわかっている。本研究では、この結果を高亀裂密度の場合にも外挿して用いることにする。

作用する応力が大きいほど亀裂密度は高くなると考えると、剛性率 μ' は作用している応力に反比例すると考えることができよう。このように考えて、下記の仮定を行う。

$$\begin{aligned} \mu' &= \mu_0 \text{ for } S_{\max} < \gamma \\ \mu' &= \mu_0 \exp(-(S_{\max} - \alpha) / \beta) \text{ for } S_{\max} \geq \gamma \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 S_{\max} は、 $|\tau| + \sigma \tan \phi$ の値である。

計算によると、主断層の成長速度が高速になるほど、主断層の外に大きな S_{\max} を持つ領域が現れることがわかる。

なお、よりもっともらしい解析のためには開口亀裂の存在をも仮定し、亀裂の向きが応力テンソルの状態による（従って、場所による）とするしななければならない。この場合、マクロな構成関係は空間的に不均質な異方性を持つ。