

フラクタルな断層帯の幾何と静的応力降下のスケール依存性 Fractal fault zone geometry and scale-dependent static stress drop

大槻 憲四郎^{1*}
 OTSUKI, Kenshiro^{1*}

¹ 東北大学理学研究科地学専攻
¹Department of Geology, Graduate School of Science, Tohoku Univ.

既に報告したように、断層帯の幾何はセグメントとジョグを構造要素として階層的に自己相似である (Fig.1a)。そのため、地震断層の長さ、平均すべり量、地震モーメントと間によく知られた関係は破綻している。地震時のすべり量分布もジョグに階層的に pinning されてスペクトル分布を示す (Fig.1b)。今回は、断層トレースとすべり量分布のデータが充実している 21 個の横ずれ型地表地震断層を解析し、平均静的応力降下 $\Delta\sigma$ が L_0 とともに減少することを示す。

解析の留意点 1

(L, D_{max}) の断層の D_{av} が $\pi D_{max}/4$ であれば、 $\Delta\sigma = C\pi D_{max}/4L$
 (L/n, D_{max}) の断層セグメントが n 個連なった断層でも $D_{av} = \pi D_{max}/4$ だが、 $\Delta\sigma$ は $nC\pi D_{max}/4L$
 [記号 断層長:L, すべり量の最大値: D_{max} と平均値: D_{av} , 静的応力降下: $\Delta\sigma$, 比例定数:C]

解析の留意点 2

各断層セグメントのすべり量分布 D_x を以下の 2 つで近似する。
 摩擦抵抗が均質な場合 $D_x = 2(1-\nu)/G \times (\sigma_{yx}^r - \sigma_{yx}^c) \times (a^2 - x^2)^{0.5}$
 摩擦抵抗が一定勾配の場合 $D_x = (1-\nu)/G \times (2\sigma_{yx}^r - \sigma_{yx}^c(x/a)) \times (a^2 - x^2)^{0.5}$
 [記号 断層セグメントの半長:a, ポアッソン比: ν , リモート stress: σ_{xy}^r , 摩擦抵抗: σ_{xy}^c]

解析の留意点 3

$L_s(i,j) < W_s$ のセグメントに関しては $\Delta\sigma_{av}(i,j) = (7\pi G/8)(D_{av}(i,j)/L_s(i,j))$
 $L_s(i,j) > W_s$ のセグメントに関しては $\Delta\sigma_{av}(i,j) = (2G/\pi)(D_{av}(i,j)/W_s)$
 長さ L_0 の断層全体の静的応力降下の平均値は $\Delta\sigma = (\sum \Delta\sigma_{av}(i,j)L_s(i,j))/L_0$
 [記号 階層ランク i の j 番目のセグメントに関して、セグメント長: $L_s(i,j)$, 平均すべり量: $D_{av}(i,j)$, 静的応力降下: $\Delta\sigma_{av}(i,j)$, 地震発生層の厚さ: W_s , 剛性率:G]

解析結果

全 21 個のデータのうちの 17 個に関しては以下の式に回帰される (Fig.1c).
 $\Delta\sigma = 79.0 L_0^{-0.519}$ (単位は km と MPa)

キーワード: 静的応力降下, スケール依存性, 断層帯幾何, 階層的自己相似
 Keywords: static stress drop, scale dependence, fault zone geometry, hierarchically selfsimilar

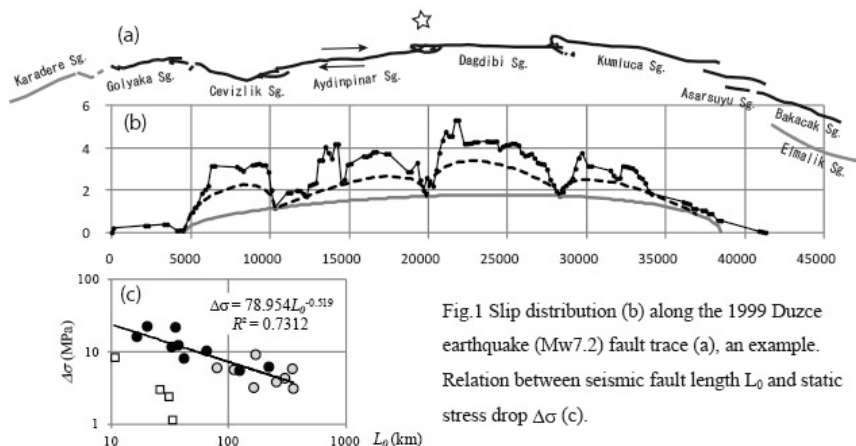


Fig.1 Slip distribution (b) along the 1999 Duzce earthquake (Mw7.2) fault trace (a), an example. Relation between seismic fault length L_0 and static stress drop $\Delta\sigma$ (c).