

損傷生成に関する無次元数によって特徴付けられる二次破壊の振る舞い Secondary faulting behavior characterized by nondimensional parameters associated with damage evolution

鈴木 岳人^{1*}
SUZUKI, Takehito^{1*}

¹ 東大・理・地惑
¹EPS, Univ. Tokyo

損傷（微小亀裂）生成の観点から、主断層の運動に伴って生成する二次破壊に見られる多様性を説明するため、無次元数を含む単純で統一的なモデルを構築する。二次破壊は、断層岩の破碎や分岐の発展のように、主断層より小さいスケールを持ってその周囲に生成するものとして定義され、損傷発展の結果生じたものであるとみなせる。それらはある時は単独で見られ、またある時は同時に観察されることがある。ここでは損傷の状態を表すものとして損傷テンソル D 及び損傷によるエネルギー解放を表すエネルギー解放率テンソル Y を用い、そういった多様性を説明する。本枠組みでは、 Y に対して仮定されるものとして、媒質の降伏基準 Y_c も導入する。すなわち Y のある成分が Y_c を上回った時、媒質が降伏すると仮定する。また 2 次元断層を仮定する。

本枠組みでは応力の次元を持った三つの物質パラメータ η_2 , η_4 及び Y_c が存在し、それらによって 2 つの無次元数が導出されることに注意する。ここで η_2 は構成関係における損傷の「量」の効果を表し、 η_4 は構成関係における損傷の「向き」の効果を表す。無次元数 $\gamma = \eta_4 / \eta_2$ はそれゆえ損傷の分布が等方的なものからどれほど離れているかを表す指標となる。ここで損傷テンソルの固有値が、その固有ベクトルの方向を法線方向とする微小亀裂の数密度を表すことに注意する。損傷テンソル D の解析的な形から、 $\gamma = 0$ の時、その 2 つの固有値が等しいことが分かる。この時任意の方向の微小亀裂が生成されることになり、二次破壊としては無次元降伏基準 $Y_c^* = Y_c / \eta_2$ (2 つ目の無次元数) の値によらず等方的な破碎のみが起こると期待される。もし γ がゼロでなければ D の 2 つの固有値は異なり、 γ の増加につれて微小亀裂の法線方向が揃ってくることになる。特に γ が無限大であれば、一つの固有値はゼロになり全ての微小亀裂が同じ法線方向を持つことになる。この時 Y_c^* の値にほとんどよらず分岐が生成し、特に微小亀裂の方向の傾向は主断層面からの分岐発生との角度に関係している。しかし γ が中間の値の時、 Y_c^* の値によって破碎と分岐の両者がどちらも現れることができ、特にそれを適当に選べば両者が同時に見られることもある。この時 Y_c^* も二次破壊の振る舞いの決定に重要な役割を果たしていると言える。

無次元数 γ と Y_c^* が、破碎のみか、分岐のみか、あるいは両者かという二次破壊の振る舞いの決定に重要な役割を果たしていると結論付けられる。 γ の値が十分に小さければ、破碎のみが現れる。逆にそれが十分に大きければ分岐のみが現れる。これらの場合は γ のみによって場合分けされ、 Y_c^* は系の振る舞いにほとんど影響を及ぼさない。破碎と分岐が同時に見られる場合は、 γ と Y_c^* の両方の値によって特徴付けられる。

キーワード: 損傷テンソル, 無次元数, 破碎, 分岐

Keywords: damage tensor, nondimensional number, pulverization, branch development