

“ガウジのfluidization” - 地震性すべりの十分条件 - を判定する方法

"Fluidization of fault gouge"-A method to identify the sufficient criteria of seismic slip-

門澤 伸昭 [1], 大槻 憲四郎 [1]

Nobuaki Monzawa [1], Kenshiro Otsuki [1]

[1] 東北大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Tohoku Univ.

ガウジのfluidizationは地震性高速すべりのときにのみ起こる。ガウジ中の固体粒子の粉碎確率は、摩擦破壊では著しく高く、fluidizationで支配的な衝突破壊では著しく小さい。他方、粒子間相対速度は摩擦破壊では著しく小さく、fluidizeしたときには著しく大きい。ガウジを顕微鏡で観察したときに発見される破片対の頻度は、上記の破壊確率と相対速度に依存するので、fluidizeしたときにはゼロに近く、摩擦破壊のときには有限の値になると期待される。実際に数サンプルで検討した結果、期待通りの結果を得た。したがって、この方法は活断層が地震性であることを判定するのに有用である。

活断層の過去の活動が地震性であったかクリープ性であったかを判定できれば、活動性評価に貢献すること大である。断層ガウジの性状を観察することによって、地震性であることの十分条件を判定する方法を開発したので、以下に報告する。

大槻 (1998) によれば、地震性摩擦すべり過程において、断層壁岩の浸透率が十分小さければ、まず “thermal pressurization” の正のフィードバック機構が立ち上がり、次いでガウジの “fluidization” に至る。したがって、断層ガウジのfluidization が地震性であることの十分条件となる。

Thermal pressurizationの初期においては、ガウジ中の間隙流体 (H₂O) の熱膨張が不十分であり、ガウジ固体粒子は互いに接触しているため、摩擦破壊が粒子の粉碎の支配的機構である。これに対し、間隙流体の熱膨張に伴って固体粒子体積分率がある臨界値以下に低下したときに起こるfluidizationのステージでは、固体粒子があたかも気体分子のように自由行程をもって飛び回るため、衝突破壊が粉碎の主要機構となる。

我々は今、顕微鏡で破壊過程にある半径Dの固体粒子を見ているとする。1個の粒子が1回割れる平均時間をt、粒子間相対速度をvとする。粒子1個に着目した時、割れた片割れであると認識できる限界距離をcDとしたとき、その片割れを発見できる確率Pは以下になる。

$$P = (cD/v) / (t + cD/v) \quad (1)$$

顕微鏡の視野Rの中の粒子数は約 $\pi (R/D)^2$ だから、その視野全体の中に発見できる対の破片の個数Nは、以下の式で概算できる。

$$N = \pi R^2 c / D (vt + cD) \quad (2)$$

ところで、半径r₁とr₂の石英粒子 (密度ρ, ヤング率E, ポアッソン比ν) が正面衝突して破壊する臨界速度Vは、下の式で表される。

$$V = [0.76 \cdot (3/4)^{(1/m)} \cdot k \cdot \pi^{(2/5-1/m)} \cdot \{2(1-\nu)/E\}^{(2/5)} \rho^{(-3/5)} \cdot r_1^{(-3/m)} \cdot r_2^{-2} \cdot (r_1+r_2)^{(1/5)} \cdot (r_1^3+r_2^3)^{(3/5)}]^{(5/6)} \quad (3)$$

ただし、kとmは強度のサイズ依存性の定数で、それぞれ3151と2.57である。半径が1mm程度の2粒子の場合、Vは90m/sにも達することになる。これは非現実的な粒子速度であるから、fluidizationでの粒子衝突による破壊はほとんど起こらず、式(1)、(2)のtは非常に大きな値になり、かつvも大きいから、発見できる破片対の個数Nは、ほとんどゼロとなる。これに対して摩擦破壊の場合は、vとtがともに小さく、発見できる破片対の個数Nは有限の値となるはずである。

以上の方法を、まずfluidizationを起したことが確実な野島断層の粉体岩 (大槻, 1998) と、カタクラスティック流動が確実な棚倉破碎帯近傍の偏平化花崗岩礫 (大槻, 1975) に適用した。その結果は上の理論からの期待に一致したものであった (下表)。さらに広島県己斐断層、山梨県下薦木の糸静線に適用した結果、前者は衝突破壊 (地震性)、後者は摩擦破壊という結果を得た。これらの結果は状況証拠と調和するようである。

断層岩	野島断層	己斐断層	糸静線	棚倉変形礫
破片対発見確率 (%)	0.201	0.801	60.74	73.21
破片対個数	1.72	4.58	179.2	216.4