

# 真実接触面積の時間発展:断層強度回復のメカニズム解明に向けて

## Evolution of real contact area between rough surfaces: toward the healing mechanism of fault strength

# 木津 貴章[1]; 渡邊 誠一郎[1]; 城野 信一[1]  
# Takafumi Kizu[1]; Sei-ichiro Watanabe[1]; Sin-iti Sirono[1]

[1] 名大・環境学・地球環境科学  
[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

### はじめに

断層の強度回復過程は地震発生サイクルのみならず、非地震性のすべりや後すべり、スローイベントを考える上で重要である。これまで岩石実験を行い、岩石の摩擦強度回復は待機時間に対し対数的に増加することが経験的にわかり、その主要因は真実接触面積がそのように対数的に増加するためであると考えられてきた(e.g. Dieterich and Kilgore, 1994)。しかし、そのような面積増加のモデル化を試みたものは少ない。

真実接触面積の増加過程は、クリープにより鉛直方向に変位することで新たな接触部分生まれ増加する効果と、現在接触している部分が動径方向に増加することの2つを同時に考慮することが望ましいが、極めて困難である。そこで本研究では、どちらか一方に主眼を置き、一方を近似する2つのモデルを考えた。

### モデル1

真実接触面積の時間発展を、相対的な2面間距離が近づくことで、新たに接触部分が増えるために増加するプロセスであると考えた。軟らかい凹凸を持つ面が、硬い平滑面に接触する問題とした。軟らかい物質の凹凸プロフィール(基準位置からの高さや断面長さの関係)は、観測で得られているような誤差関数により与えた。真実接触面積は2面間の相対的距離の関数として、この凹凸プロフィールより与えた。面に加わる応力の空間分布は、接触部で均一であるとし、応力は真実接触面積に反比例するとした。このモデルでは、歪速度は応力の関数として与えられるが、ここではKameyama et al.(1999)を用いた。

### モデル2

真実接触面積の増加プロセスを、塑性変形によって現在接触している部分が動径方向に広がり増加するプロセスとみなした。様々な大きさの曲率半径を持つ剛体球が、軟らかい平滑板に食い込むモデルを考えた。ただし、剛体球はすべて同一平面状に接するものとし、新たな接触部を生み出さないものとした。軟らかい物質については、歪速度が応力の $n$ 乗に依存する非圧縮な完全塑性体とした。接触部の応力の空間分布については Matthews(1980)による経験式を用いた。

### 結果

モデル1の場合には $n$ がおおよそ一定となり、真実接触面積はほぼ $1/n$ 乗のべきとして増加した。モデル2では時間の $2/2n+1$ 乗に比例して増加した。そのため、両者は $n > 1$ の場合に一致し、 $1/n$ 乗になることが明らかになった。また、面の幾何には依存しなかった。その他、両者は $n > 1$ の場合に、真実接触面積が法線応力に比例し、Coulomb-Amonton law が成り立つことが分かった。

### 議論

べきは、例えばオリビンでは300Kで $n=105$ 、500Kで $n=65$ となる。そのために、実験では $n$ の値が大きすぎるため、見かけ上、対数則のように増加することが明らかになった。また、すべり速度状態依存則との比較から、摩擦パラメータの1つである $b$ について $b/\mu_{u_0}=1/n$ ということが分かった。また、高圧下でパイエルス機構による変形が生じる場合に限り、絶対温度におおよそ比例した増加が期待される。様々な温度においてNa長石を用いた摩擦実験である Nakatani (2001)から  $b/\mu_{u_0}$  を調べると、温度に依存して増加した。従って、摩擦力はこのように時間のべきに依存した回復をしていると考えられる。