

透過弾性波で探る応力下のガウジ層の挙動 粒度分布の影響

Looking into the gouge layer within a fault under stresses by transmission waves — the effect of particle size distribution

吉岡 直人 [1]; 阪口 秀 [2]; 堀 高峰 [3]

Naoto Yoshioka[1]; Hide Sakaguchi[2]; Takane Hori[3]

[1] 横浜市大・院・総合理学; [2] JAMSTEC, IFREE; [3] IFREE, JAMSTEC

[1] Yokohama City Univ.; [2] JAMSTEC, IFREE; [3] IFREE, JAMSTEC

1. はじめに

2003年の地震学会・秋季大会(C069)、2004年の地震学会・秋季大会(C45)、昨年度の地球惑星合同大会(I019-005)および地震学会・秋季大会(C035)に引き続いて、表題の実験結果について報告する。今回は粒径分布がフラクタル分布をしているガウジを用いて実験を行ない、さらにこの実験を忠実に模擬したシミュレーションを行ったので、この結果について報告する。

2. 実験

これまでに報告した実験では、多くの場合、粒径が150 - 250ミクロンの石英砂を用いたが、今回の実験では粒径分布がフラクタル分布をするガウジを人工的に形成した。すなわち、石英砂を粉碎し、フルイによって粒径が30 - 63ミクロン、63 - 125ミクロン、125 - 250ミクロンに分け、これを重量比で、1:1.41:1.88の割合で混合した。これにより、粒子数の比は36:6:1となり、フラクタル次元2.6のガウジができる(Biegel et al., J.G.R., 1989)。これは自然の断層に見られるガウジの粒度分布と同様のサイズ分布である(Sammis et al., 1987)。これを初期厚さ2mmに敷いたときの空隙率は44.3%であったが、バイプレータによって圧密を加えると、29.7%まで減少した。このガウジ層に対して、これまでと同様、ガウジ層にP波を透過させながらせん断力を載荷させ、最終的にスティックスリップを発生させた。

3. 実験結果

まず、これまで用いていたガウジと、今回のガウジとの間に見られた最も著しい相違点について報告しておきたい。それは、ガウジ層の圧密過程における違いである。これまでの砂では、長時間圧密を行っても、0.25mm程度しか上盤が沈下せず、最終的な空隙率は40%程度であった。これに対してフラクタル分布をする砂では、0.3mm以上沈下し、空隙率は30%程度まで減少した。また、沈下の仕方が極めてスムーズであり、上盤の3点での上下変位の記録がほぼ同様の沈下曲線を描き、上盤が平行を保ったまま沈下していることが分る。このこと自体が、小さな粒径の粒子の、ガウジ層内部における役割を象徴的に示していると言える。すなわち、大きな粒子に挟まれた小さい粒子は自由度が大きく、大きな粒子の間を移動しながら、ガウジ層全体の流動性を高めたと言える。

しかしながら、このような圧密のあとに行なったせん断試験では、これまでの実験結果と同様の傾向の挙動を示した。すなわち、最終的なスティックスリップに至る過程で、前兆的なすべりがあり、またこれにともなって大きなダイラタンシーが発生した。この間に透過波動の著しい減少が見られたことも同様である。

4. 考察

圧密過程で見られた流動性の向上は、明らかに小さな粒子が混入した影響であり、この時点で系の挙動を特徴付けるのは小さな粒子であると言える。ところが、せん断力が加わると、ダイラタンシーが発生し、ゆっくりとしたすべりがスティックスリップに先行するという、これまでの実験と同じ結果が得られたという事実は、この時点では大きな粒子が主役をなしていることを示している。すなわち、粒状物質のせん断過程では、より大きな力を受け持つ応力鎖の発生・移動・変形・消滅が系全体を支配する特徴があり、シミュレーションから見えるように、フラクタル分布でのこの応力鎖はより大きい粒子間で選択的に形成されるため、大きい粒子が主役をなすのである。