

透過弾性波により、応力下の断層内物質（ガウジ層）の振る舞いを探る

Looking into the gouge layer within a fault under stresses by transmission waves

吉岡 直人[1]

Naoto Yoshioka[1]

[1] 横浜市大・院・総合理学

[1] Graduate School, Yokohama City Univ.

1. はじめに

筆者らはこれまで、室内実験において、模擬断層に力を加えながら、その断層に一定時間間隔で弾性波を照射し、せん断応力の増加とともに、これが最終破断（スティックスリップ）に至る全過程で、どのように変化するかを連続的に観測した（Iwasa and Yoshioka, GRL, 1998）。すでに多くの実験で見られるように、スティックスリップに至る直前の段階で、明瞭な前兆的すべりがすべての実験で観測された。

透過波動には、これらの変化と対応して明瞭な変化が見られた。第一に、応力の増加とともに、透過波動の振幅に著しい増加が見られた。変位は観測にかからないほど（多くともアスペリティ接触の平均直径の数十分の一以下）小さいものであるにも拘わらずである。第二に、観測にかかるほどの変位（前兆的すべり）が開始するとともに、この振幅の増加にかげりが見え始めた。前者の振幅の増加はD. Taborの提唱した junction growthのメカニズムで説明可能である。また、振幅増加率の減少は、アスペリティ接触におけるすべりによって接触点の置き換わりが置きたと解釈できる。いずれにしてもこれらの事実は、透過波動が断層の接触面の接触状態の変化を敏感に反映するものであることを物語るものである。

自然の断層には、ガウジと呼ばれる断層破碎物質が存在する。今われわれはこのガウジ層を含む断層に対して同様の実験を行っている。ガウジ層を挟む断層は波動透過率が著しく小さいし、断層のすべりモードも再現性が悪い。しかしようやく信頼性のあるデータがとれ始めたので、この結果について報告する。

2. 実験方法

装置はいたって簡単な構造をしている。2つのブロック（上盤と下盤）の間にガウジを挟み、上盤を板バネを介してリニアモーターで押すというものである。したがって垂直応力は上盤の自重で一定である。上盤の水平変位に加えて垂直変位も3箇所に取り付けたギャップセンサーで観測した。よって上盤の動きは3次元的に把握できる。ガウジとしては、石英、大理石、タルクなど、硬さの大きく異なるものを用意した。粉碎後、篩によって粒度をそろえたものを一定の厚さに敷き詰めた。振動子を下盤の3箇所に取り付け、上盤にそれぞれ直上の位置に加速度ピックアップを配置して透過波動の観測を行った。

3. 結果

図に結果の一例を示す。ガウジは粒径150~200ミクロンの石英砂であり、乾燥状態で行ったものである。上は水平および垂直変位の時間変化を示している。水平変位に見られるように、スティックスリップが始まる直前の段階で、前兆的すべりが現出している。また、これと呼応するかのよう、垂直変位にも大きな変位が見られる。図には3つのギャップセンサーの平均値を示したが、3つのセンサーともほぼ同様の動きを示しており、上盤は下盤とほぼ平行状態を保ったまま、上昇したことになる。その大きさは、ほぼ粒子1個の直径に相当する。

下図は、観測された透過波動より計算した、断層内物質のスティッフネスの変化を示している。断層の前部（front）、中央部（middle）、後部（rear）の3箇所を別々の印で示した。後部では載荷とともにスティッフネスが減少をはじめ、前部では逆に増加し、中央部ではこの中間の振舞いが見られる。上盤の変位の進行とともに、前部ではストレスが増大し、後部では逆に粒子間の結合が緩んでいることを示唆している。しかし、実際の断層では“前部”も“後部”もないわけであるから、これは実験システムのコンフィギュレーションのまずさによるものと思われる。これに対して、前兆的すべりが始まると、すべての観測点で著しいスティッフネスの減少が見られる。ガウジ層内部でガウジ粒子の再配置が起こり、上盤が上昇し、詳しいメカニズムは現時点では分からないが、応力鎖に著しい変化が起こっているものと推定される。今後モデルによるシミュレーションを行うなど、このメカニズムを追求したいと考えている。

