

光弾性とDEM（離散要素法）で見る、応力下のガウジ層内部の応力鎖の構造

Looking into the gouge layer within a fault under stresses by photo-elasticity and discrete element method

吉岡 直人 [1]; 阪口 秀 [2]

Naoto Yoshioka[1]; Hide Sakaguchi[2]

[1] 横浜市大・院・総合理学; [2] JAMSTEC, IFREE

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

1. はじめに

これまで、石英砂などのガウジ層を挟んだ断層に、せん断応力を増加させながら、同時に弾性波を透過させ、最終的な破断（スティック・スリップ）に至る過程で、透過波動がどのように変化するか、を室内実験により観察してきた。断層の上盤の動きを精査に観察すると、これは最終的な動的すべりに至るかなり前の段階からゆっくりとした動きを見せ始め、動的破断の直前では水平方向の前兆的な変位のみならず、断層面に垂直な方向にも変位する（すなわちガウジ層が膨張する）ことが見られた。透過波動の振幅はこれらに伴って著しく減少することが観測された。

離散要素法によるシミュレーションでは、これらの特徴が忠実に再現され、この結果、ガウジ層内部では、せん断応力の増加にともなって選択的に柱構造の強い応力鎖が自己組織化的に形成され、さらなる応力の増加によってこの柱が回転を始め、観察された前兆的なすべりやガウジ層の膨張が引き起こされることが分った。また、これらに伴ってガウジ層を通過する弾性波に大きな変化がでることも確認された。

今回は、これらの結果をより視覚的に確認するため、光弾性物質をもちいて模擬的なガウジ層を作り、せん断応力の増加に伴ってこれがどのように変化するかを観察したので、DEMによるシミュレーションの結果とあわせて報告する。

2. 実験

光弾性物質として、米国 VISHAY 社、Measurement Group Inc. の PSM-4 を採用した。また、光弾性解析装置として、米国 Stress Photonics 社の GFP1200 を用いた。

光弾性物質 PSM-4 でできた厚さ約 6mm のシートから、直径 9mm、および 12mm のディスクを切り抜き、このディスクをガウジ層を構成する粒子に見立てた。すなわち、二枚の亚克力板で幅 7mm の溝を作成し、この溝にディスクを配置することによって、二次元の模擬ガウジ層を構成した。40cm × 10cm のガウジ層内におよそ 400 個のディスクが配置された。この層に上盤を載せ、これに対してゆっくりせん断加重を载荷しながら、ガウジ層内部に発生している応力鎖の変化を観察した。

3. 結果

このような方法で模擬ガウジ層内の応力鎖の変化を直接的に捉えることに成功した。具体的には、せん断加重を増加させながら各応力レベルで光弾性写真を撮り、時間的に隣り合う写真を比較することにより、解析を行った。この結果、せん断加重の増加に伴って、水平方向に対してほぼ 45 度の方向に強い柱構造が形成されること、またこれと直交する方向の応力は減少することが視覚的に確認された（図参照）。これは DEM によるシミュレーションの結果と極めてよく一致する。

