

横ずれ断層系の変位に伴う地盤表面の非脆性変形-断層模型実験による基礎的検討- Nonbrittle lateral deformation of ground surface during strike-slip faulting -insights from sandbox experiments

上田 圭一 [1]; 澤田 昌孝 [1]

Keiichi Ueta[1]; Masataka Sawada[1]

[1] 電中研

[1] CRIEPI

1. はじめに: 活断層系の変位に伴い、周辺の地盤がどの範囲でどのように変形するかを予測する手法の構築は、活断層近傍の構造物の立地・設計にとって重要な課題である。筆者らはこれまで基盤の断層変位に伴う被覆層の変形状況を検討するため、乾燥砂ならびに模擬岩盤を用いた横ずれ断層模型実験を行い、X線CTスキャナーおよびレーザー式3次元スキャナーによる解析などにより、横ずれ断層系の3次元発達過程と地盤表面の起伏の変化(Pressure ridge, Sag pond, Grabenなどの断層変位地形の発達過程)を解明してきた(上田,2003)。しかしながら水平面内の非脆性変形(撓み、引きずり)が、どの範囲でどの程度生じ、それらが基盤の断層変位の増大に伴い、どのように変化するかについては、十分な検討がなされていなかった。そこで筆者らは、初期的な検討として、乾燥砂を用いた横ずれ断層模型実験を行い、デジタル写真測量により地盤表面のせん断ひずみ量の変化をとらえることとした。当実験においては、横ずれ変位センスが転換する場合(インバージョン)の断層系の発達過程について不明な点が多く残されていることを考慮し、下記の実験ケースを設定した。

2. 実験・解析方法: 長さ1200mm、幅310mm、高さ55mmの亚克力製の土槽を用い、密な豊浦標準砂地盤(層厚50mm)に左横ずれ変位を100mm与える実験(ケース1)と、左横ずれ変位を20mm与えた後、右横ずれ変位を90mm与える実験(ケース2: インバージョン実験)を実施した。地盤表面の変形過程を、デジタルカメラ2台でステレオ撮影を行い、デジタル写真測量により、地盤表面に作成したグリッドの交点(15mm間隔)の3次元座標を計測した。断層変位に伴う各ステップにおいて、各グリッドの4節点の変位増分データから、グリッド(要素)中心位置における水平面内のひずみ増分値を算出した。このひずみ増分値の主値を用い、最大せん断ひずみ(工学せん断ひずみ)を求めた。

3. 実験結果: <ケース1>変形初期の段階ではリーデルせん断沿いに最大せん断ひずみ量が大きい領域が認められるとともに、隣接するリーデルせん断に挟まれた領域全体もひずみ量が大きい。断層変位量の増大に伴いLower-angle shearやP-shearが発達する段階になると、高ひずみ域はこれらのせん断群が分布する、基盤の断層の直上付近に限定されるようになる。しかしながら基盤の断層から離れたゾーンにもかわらず、リーデルせん断の走向が基盤の断層とほぼ平行な箇所において、ひずみ量が大きくなるステップが認められる。これはリーデルせん断の一部に沿って微小なずれ変位が生じる現象を捉えていると考えられる。<ケース2>基盤の左横ずれ変位に伴い右雁行状リーデルせん断群、Lower-angle shear、P-shearが形成されるが、基盤の断層が右横ずれ変位に転換した後、これに対応した左雁行状リーデルせん断群が新たに形成されることはなかった。すなわち断層変位転換後は、左横ずれ変位時に形成されたリーデルせん断群、Lower-angle shear、P-shearの一部に沿って、右横ずれ変位が生じるとともに、Lower-angle shear、P-shearに近接して、これらに並走するせん断群が発達する。ケース1と同様、断層変位量が増大した段階において、基盤の断層から離れたゾーンにもかわらず、リーデルせん断の走向が基盤の断層とほぼ平行な箇所において、最大せん断ひずみ量が大きくなるステップが認められた。

4. 考察: 活断層系の変位に伴う非脆性変形領域(水平面内における撓み域)は、変形初期の段階では、リーデルせん断に相当する活断層群の分布ゾーンにわたって、比較的広範囲に広がる可能性が考えられる。一方、活断層系の累積変位量が增大すると、連続的な変形領域は主断層付近に限定される傾向にあると考えられる。しかしながら主断層の変位に伴い、近傍に分布する副次的な活断層に沿って局所的な変位が生じるケースも推定される。活断層系における横ずれセンスの転換(インバージョン)については、Lower-angle shear、P-shearに相当する断層群が形成された後の転換であれば、断層系周辺地盤の変位・変形の主体は、これらの断層群及びその近傍の地盤に限定されるものと考えられる。

謝辞: この研究の一部は原子力発電環境整備機構受託研究「活断層帯を考慮した影響範囲の評価手法検討」の一環として実施しました。