

I-B153 横ずれ断層運動に伴う表層地盤の変形に関する研究

埼玉大学工学部 正会員 谷山 尚
 埼玉大学工学部 フェロー 渡邊 啓行

1. はじめに

地殻の浅いところで地震が起きた場合、地震動による被害に加えて、断層運動に伴って生じる地盤の変形によっても構造物は被害を受ける可能性がある。内陸の活断層は堆積物で覆われていることが一般的であるため、地殻内の震源断層のすべりが、表層の地盤内をどのように伝播するのか、すべりは地盤内で消えてしまうのか、或いは地表にまで達するのかということは、防災上重要である。また、平均変位速度、地震の再来周期は地表地震断層から推定されることが一般的であることから、中一長期的な地震予知の観点からも、震源断層の動きによって生じる表層地盤の変形を調べることは重要である。

基盤の横ずれ断層によって生じる表層の地盤内の変形は、断層の走行方向に沿って周期的な3次元構造を示すが(例えば, Naylor et al. ¹⁾)、その変形のメカニズムは複雑で、ほとんど解明されていないのが現状である²⁾。

本研究では、横ずれ断層運動によって生じる表層地盤内のすべりの伝播形状及び地盤の変形形状を把握するとともに、数値シミュレーション等によりそのメカニズムを考察する際の基礎的な資料とするために模型実験を行った。

2. 実験概要

基盤の横ずれ変位が表層の地盤内をどのように伝播し、地盤がどのような変形をするかを、地盤内の様々な深さにおいて調べるために、以下のようにして実験を行った。

実験装置 実験装置の主要部は、図1に示すように、長さ176cm、幅66cmのスチール製の底板と、長さ176cm、高さ25cmのアクリル製の側壁から成る。スチール製の底板は、横ずれの変位を加えられるように、中央部分で幅33cmの2つの底版に分かれており、その一方は固定され、もう一方は油圧ジャッキを用いて水平方向に動かすことができるようになっている。アクリル製の側壁はスチール製の底板に固定されている。

表層地盤の作成 スチール製底板と表層地盤間の摩擦を増すために、接着剤を用いて砂を底板に固着した後、1mの高さから準標準砂である岐阜砂(乾燥)を落下させて表層地盤を作成した。その際、地盤の高さが2cm増す毎にインクで着色した色砂を用いて5cm間隔のグリッド線を引き、それぞれの深さで地盤がどのように変形したか調べられるようにした。このようにして、高さ12cm、長さ約120cmの表層地盤を作成した。

横ずれ断層実験 上述したように地盤を作成した後、油圧ジャッキを用いてスチール製の底板に横ずれ変位を与える。変位は1mmずつ加え、そのたびに表面での変形を目視で観察するとともに写真撮影した。横ずれ変位を34mm加えたのち、寒天を流し込み砂地盤を固めた。固まった砂を、表層からはぎ取っていき、2cm毎に、予め色砂で引いた5cm間隔の直交グリッドの形状を調べて、それぞれの深さにおけるすべり線の位置、地盤の変形形状を調べた。

3. 実験結果および考察

底板に加えた左横ずれ変位が20mmを越えると、地表にすべり線が現れ始めた。さらに横ずれ変位を加えると、地表に現れるすべり線の数が増えるのと

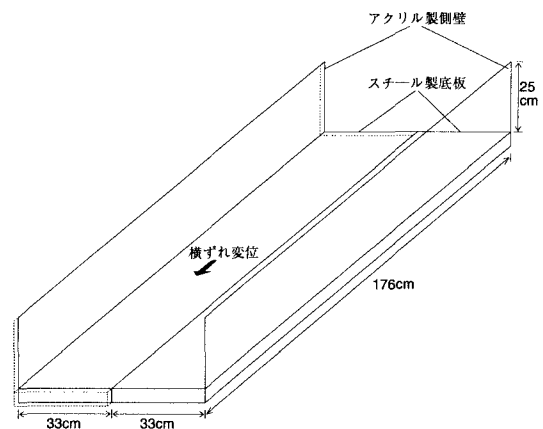


図1 実験装置概略図

キーワード 横ずれ断層、地表地震断層

連絡先 〒338-8570 浦和市中大久保255 Tel. 048-852-2111 Fax 048-858-7374

もに、個々のすべり線は長くなっていった。これらのすべり線は「ミ」の形状に雁行している。これらのすべり線の主要部はリーデルせん断であると考えられるが、加えた左横ずれ変位が30mm程度になるとスプレーせん断やPせん断と考えられるすべり線も現れた。

底板に左横ずれ変位を34mm加えたときの、地表の変形形状を図2(a)に示す。図は作成した地盤の中央部分の変形を示したもので、中央の線を引いた部分が基盤(スチール製底板)の断層の位置である。断層を右上から左下に横切るすべり線が右側と中央部分に1つずつあり、左側では複数のすべり線が平行するように並んでいる。

同様に34mmの横ずれ変位を加えたときの、深さ6cm(底板から高さ6cm)における変形形状を図2(b)に、また、深さ10cm(底板からの高さ2cm)における変形形状を図2(c)に示す。

地表では、広範囲にわたって緩やかに地盤が変形しているのに対して、深くなるにつれて地盤の変形が断層に近い中央部分に集中するようになる。また、個々のすべり線が基盤の断層となす角度は、深くなるとより低角度になり、断層に沿った方向に近づいていく。すべり線上でのずれも深くなるに従い大きくなっている。他の深さにおける結果においても、深さ毎にばらつきは見られるが、おおよそ同様な傾向が見られた。

基盤の断層に近い深いところでは断層に沿うような走向のすべり線が、浅くなるに従い断層に対して高角度になり、ずれも小さくなる様子が観察されたが、個々のすべり線がそれぞれの深さでどのようにつながっているかに関しては、特に左側では、複数のすべり線が平行するように並んでいるため、今回の実験では明確にはならなかった。

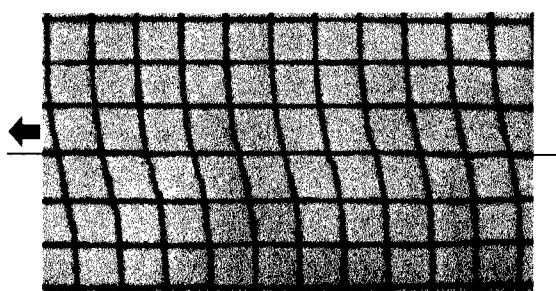
4. まとめ

砂を用いた模型実験を行い、横ずれ断層運動に伴って表層地盤内で起こるすべりや変形について、横ずれを加えた後に、寒天で地盤を固めて深さ毎に調べた。その結果、基盤の断層に近い深部では断層周辺に変形が集中するとともに、断層に沿うように、断層に対して低角度のすべり量の大きいすべり線が発達するのに対し、浅くなるにつれてすべり線は断層に対して高角度になるとともに、すべり線上でのすべり量も小さくなり、また、地盤の変形も広範囲わたって緩やかになる様子が観察された。

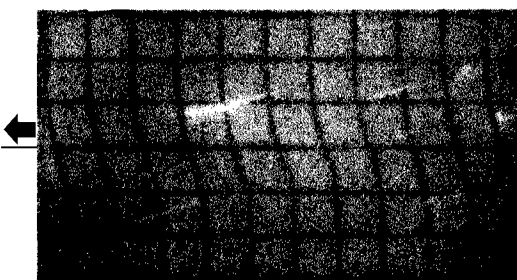
今後、さらに実験を行って、さらに詳細な変形形状を調べるとともに、数値シミュレーションによってそのメカニズムを検討していく予定である。

参考文献

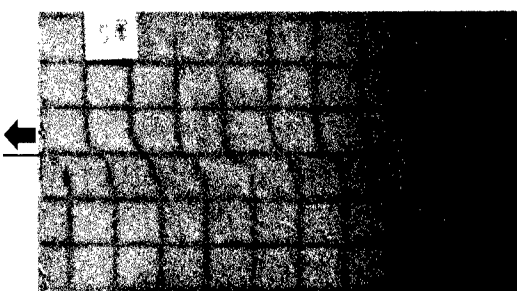
- 1) Naylor, M. A., Mandl, G., and Sijpesteijn, C. H.: Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states, J. Struct. Geol., Vol.8, No.7, 737-752, 1986
- 2) 谷和夫, 上田圭一, 阿部信太郎, 仲田洋文, 林泰幸: 野島地震断層で観察された未固結な表層地盤の変形構造, 土木学会論文集, No.568/III-39, 21-39, 1997



(a) 地表の変形形状



(b) 深さ6cmにおける変形形状



(c) 深さ10cmにおける変形形状

図2 地盤の変形形状