

横ずれ断層上の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

東京大学地震研究所

宮武 隆

1. はじめに

内陸の浅いところで地震が起きた場合、強震動だけでなく、地表に地震断層が現れることによって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多く、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、すべりは地表にまで達するか否かということは、防災上重要である。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、十分に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せん断面の形状、発達過程、そしてそれらに対する変位速度や地盤厚さの影響を把握すること目的として模型実験を行った。

2. 実験概要

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つの底板に分かれており、その一方は固定され、もう一方は油圧により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の高さから岐阜砂（乾燥）を落下させて表層地盤を作成した。その際、いくつかの実験においては、地盤の高さが2cm増す毎にインクで着色した砂を用いて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。

横ずれ断層実験 上述したように地盤を作成した後、スチール製の底板に横ずれ変位を与える。1mmずつ変位を増加させ、そのたびに停止して表面での変形を観察する準静的な実験と、高速に底板を変位させる実験を行った。準静的な実験においては、横ずれ変位を加えたのち、寒天を流し込み砂地盤を固め、砂を表層からはぎ取っていくことで、予め地盤高さ2cm毎に色砂で引いた5cm間隔のグリッドの形状を調べて、それぞれの深さにおけるせん断面の位置、地盤の変形形状を調べる実験も行った。

3. 実験結果

地盤の高さを12cmとした準静的な実験では、底板に加えた左横ずれ変位が20mmを越えると、地表にせん断面が現れ始めた。さらに横ずれ変位を加えると、地表に現れるせん断面の数が増えるとともに、それぞれのせん断は長くなっていった。これらは主として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せん断面も現れた。

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顕著なせん断面

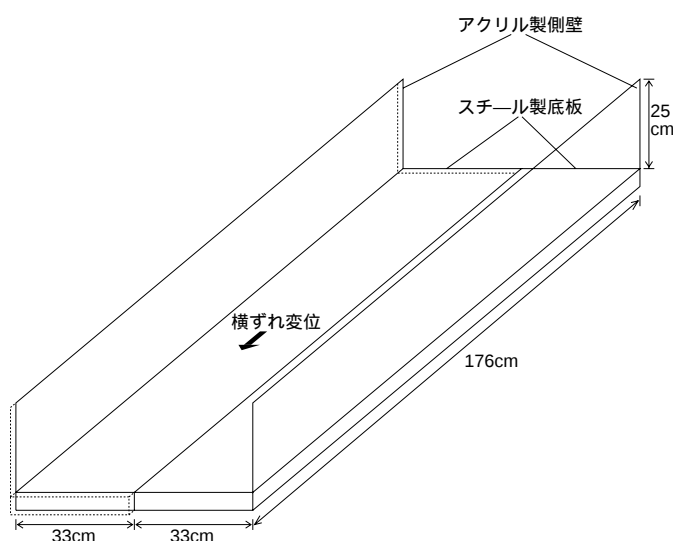


図1 実験装置概略図

キーワード 横ずれ断層，地表地震断層

連絡先 谷山尚（〒338-8570 浦和市下大久保2-5-5 Tel. 048-852-2111 Fax 048-858-7374）

が右側と左側に1つずつあり、それらに挟まれた領域に断層と低角度で交差するずれが認められる。

34mmの横ずれ変位を加えたとき(地表での変形が図2(a))の、深さ8cm(底板から高さ4cm)における変形形状を図2(b)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、深くなると主な変形は断層に沿うように発達しているせん断面上で起きている。一方その外側にもグリッド線のずれが認められ、この位置は地表のリーデルせん断とほぼ対応している。地盤深部ではリーデルせん断から、より低角度のせん断へ移行した様子が見られる。

高速(平均18cm/s、最大35cm/s)で底板を変位させた実験結果の一例を図3に示す。この場合も地表でリーデルせん断が雁行状に発達する様子が観察されたが、準静的に変位される場合と比べて、リーデルせん断が地表に現れた段階で断層となす角度は概して小さくなる傾向が見られた。

基盤の変位量が20mm、25mmの段階での地盤内の変形を調べた実験においては、地表ではグリッド線のずれは見られないか、僅かに認められる程度であったのに対して、地盤深部(深さ10cm、8cm)では、雁行状のせん断面に加えて、断層に沿うようなグリッドのずれが見られた。

また、地盤厚さを変えて行った実験から、地盤が厚くなると、地表に現れるリーデルせん断はそれぞれが長くなり、また、隣接するリーデルせん断間の間隔は広くなる様子が観察された。

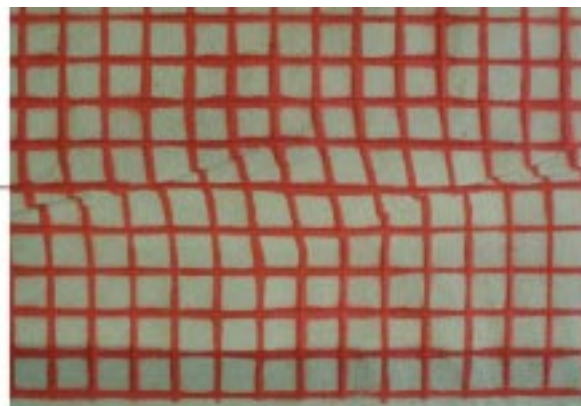
4. まとめ

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について調べた。その結果、地表では連続的な変形とリーデルせん断に沿ったすべりが主として起こっている段階においても、基盤の断層に近い地盤深部では基盤の断層に沿うような、断層に対して低角度で交差するせん断面上で大きなすべりが生じていること、高速で基盤を変位させると準静的に変位させた場合に比べて、地表への出現時にリーデルせん断が基盤の断層面となす角度は概して小さくなる傾向が見られること、地盤が厚くなると地表に現れるリーデルせん断は長く、また間隔が広くなる様子が認められた。

謝辞 本実験は、国土交通省土木研究所からの委託研究「地表面における断層変位の発生特性と予測手法に関する研究」の一環として実施したものである。

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。地盤高さ12cm, 変位量34mm。



(b) 深さ8cmにおける変形形状。

図2 地盤の変形形状。



図3 高速で変位させた実験での地表の変形形状。地盤高さ12cm。