

縦ずれ断層による地盤中のせん断帯形成に 及ぼす地盤特性の影響

八戸工業大学	学生会員	○加藤 敬
八戸工業大学	学生会員	立花大地
八戸工業大学	正会員	金子賢治
八戸工業大学	フェロー会員	熊谷浩二

1. はじめに

2004年に発生した新潟県中越地震、新潟県中越沖地震では、断層のズレが地表面に到達し、社会基盤構造物が致命的な損害をうけた原因として断層運動による逆断層が原因であり、ずれが地表に到達し、構造物を破壊するというものである。著者らは、昨年度まで遠心載荷装置を用いて地盤の層厚が10m程度を想定した縦ずれ断層発生時の地盤の挙動について検討してきた。

本研究では、同様の実験装置を用いて逆断層（縦ずれ断層）の模型実験を行い、地盤材料の違いがせん断帯形成に与える影響について検討する。

2. 活断層の概要

断層の模式図を図-1に示す。断層は、ずれた面（断層面）によって「縦ずれ断層」、「横ずれ断層」の2種類に大別され、実際の断層運動においては縦ずれと横ずれが複合的に発生する。また、縦ずれ断層は上盤が相対的に傾斜方向にずり下がった場合は正断層、逆に上盤がずり上がる場合には逆断層と呼ばれている。写真-1は新潟県中越沖地震において断層運動により逆断層が地表面に到達し、断層面が現れた例である¹⁾。日本は南北方向に伸びる活断層が周辺に分布するプレート運動の影響を受けやすく断層発生形態の多くが逆断層である。これまでの種々の研究により活断層の位置はある程度特定できてはいるが、ある断層がずれ動いた時に、変形や変位がどこにどのように生じ、地表面のどの位置が影響を受けるのかということを正確に把握しておくことが重要となる。

3. 遠心載荷装置を用いた縦ずれ断層実験

(1) 実験の概要

図-2に遠心載荷装置内で用いる縦ずれ断層発生装置の模式図を示す。横幅235mm、奥行き100mm、深さ100mmの地盤を土槽内に作成し鉛直変位20mm、角度75°の縦ずれ断層を強制的に発生させた。強制変位は水压をチューブを通して一気に上昇させることで発生させた。8mの地盤層厚を想定し、遠心加速度は

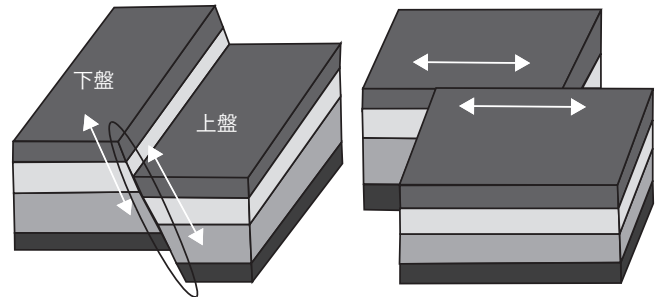


図-1 縦ずれおよび横ずれ断層模式図



写真-1 新潟中越沖地震（2004）による被害例

80Gとした。地盤には図中に示したようにマーカーを設置し、断層発生中の様子 CCD カメラにより撮影し、PTV 画像解析によりマーカーの変位を計測した。1G 場での断層発生前後の実際の地盤の様子を図-3に示す。縦ずれ断層の発生に伴い、地盤中にせん断面が形成され、地表面が変位していることがわかる。

地盤材料としては乾燥したケイ砂6号、ケイ砂5号、フェロニッケルスラグを用いた。圧密排水三軸圧縮試験により求めた各試料の内部摩擦角および粘着力を表-1に示す。3種類の試料のうち、ケイ砂6号が最も内部摩擦角が小さく、フェロニッケルスラグが最も大きい。なお、フェロニッケルスラグは、ニッケル合金を精製する場合に発生する副産物であり、八戸周辺地域では路盤材等に有効利用されている。

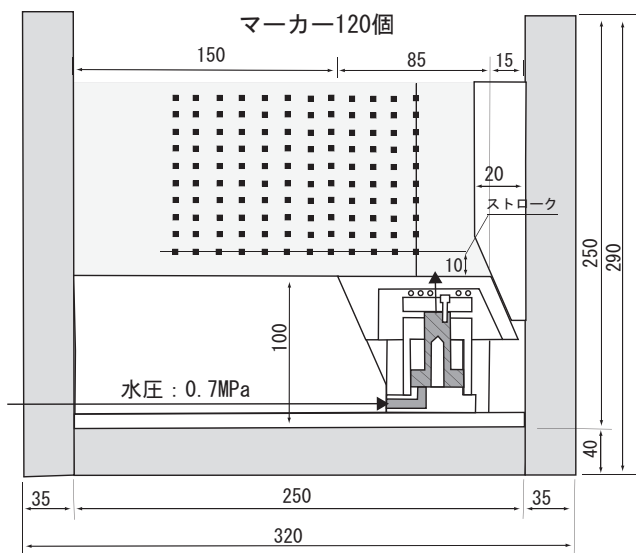


図-2 縦ずれ断層発生装置模式図

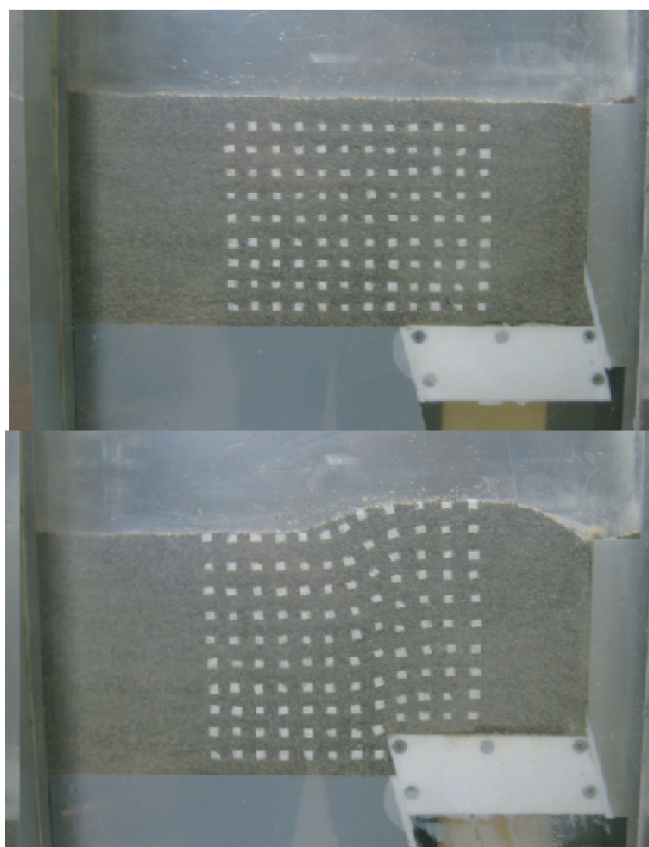


図-3 模型の実験前後の様子

(2) 実験結果

図-4 に地表面の断層発生後の各試料の座標をプロットした。内部摩擦角が最も大きいフェロニッケルスラグを用いた場合には、他の試料と比べて変位が生じる x 座標が断層に近い部分である。したがって、断層から地表面に向かうせん断帯はより鉛直に近いと考えられる。また、地表面の変位の最大値も最も小さい。フェ

表-1 用いた地盤材料の強度定数

試料名	内部摩擦角	粘着力
ケイ砂 6 号	36.9	5.4
ケイ砂 5 号	38.8	4.4
フェロニッケルスラグ	44.4	3.2

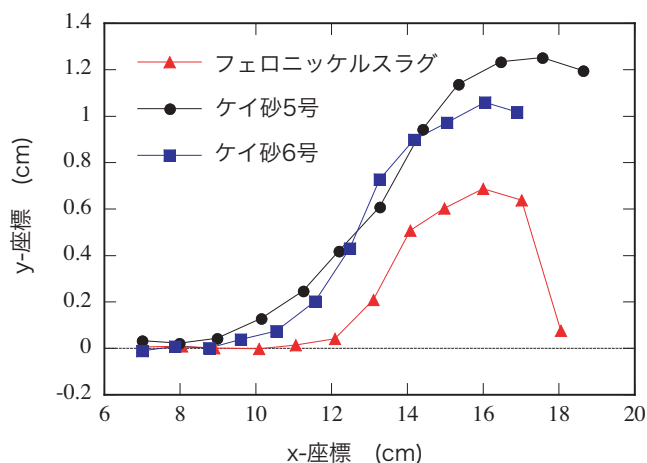


図-4 模型実験結果 変位グラフ

ロニッケルスラグは土粒子の密度が $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 程度であり、通常の砂に比べて高い。このため鉛直方向への変位が小さく現れるものと推測される。

ケイ砂 5 号とケイ砂 6 号の内部摩擦角はケイ砂 5 号の方が若干大きい。しかしながら、地表面の変位はほとんど同様の傾向を示している。内部摩擦角が大きい程せん断帯の発達方向が鉛直方向に近くなると推定されるが、現在解析を係属中であり、結果は当日発表したい。

4. 結論

本研究では、縦ずれ断層による地盤中のせん断帯形成と地表面への影響について地盤材料の特性の違いとの関連性について検討するために遠心模型実験を行った。内部摩擦角最大のフェロニッケルスラグが最も鉛直に近いせん断帯が形成されていることがわかった。地盤材料の特性とせん断帯や地表面変位の関係についての詳細な検討が今後の課題である。また、異なる地盤材料が層状になっている場合のせん断帯の方向の変化などについても同様の実験装置を用いて検討したい。

参考文献

- 1) 吉嶺充俊: 地震被害写真集, <http://geot.civil.metro-u.ac.jp/archives/eq/index-j.html>, 首都大学東京 土質研究室, 2001-2007.