

遠心载荷装置を用いた縦ずれ断層発生時の地盤中のせん断帯形成過程の実験的検討

八戸工業大学 学生会員 加納直樹
八戸工業大学 学生会員 奥山道明
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や2007年に発生した新潟県中越沖地震において、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¹⁾。縦ずれ断層の一種である逆断層により地表面にずれが生じることで構造物が破壊された。現在までに活断層に関する情報もある程度蓄積されてきているが縦ずれ断層による地盤変形の地表面への到達位置については精度よく予測ができないのが現状である。本研究では遠心载荷装置を用いた逆断層（縦ずれ断層）の模型実験を行い、深度に起因した地盤中のせん断帯形成過程や地表面への到達位置などについて考察する。

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」と「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逆断層により大きな変形が地表面に到達した例である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とが知られている。

3. 遠心载荷装置を用いた縦ずれ断層実験

(1) 実験の概要

本研究では、昨年度開発した縦ずれ断層発生装置²⁾を用いてより詳細に検討した。本研究で用いた縦ずれ断層発生装置の模式図を図-2に示す。模型地盤はケイ砂5号を用いて深さ100mmの地盤を相対密度が一定となるように作成した。遠心加速度を50Gおよび90Gとし、縦ずれ断層を75°の角度でモデル地盤底部に強制変位を与えることで発生させた。断層は鉛直変位15mmを最大とし試験を終了した。地盤中には図-2に示すように120個のマーカ

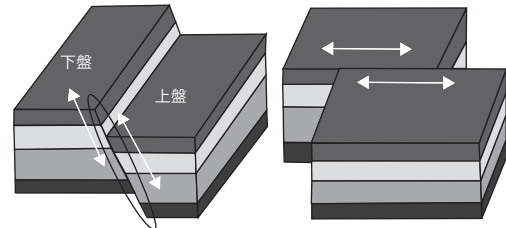


図-1 縦ずれおよび横ずれ断層模式図



写真-1 新潟県中越沖地震による被害例¹⁾

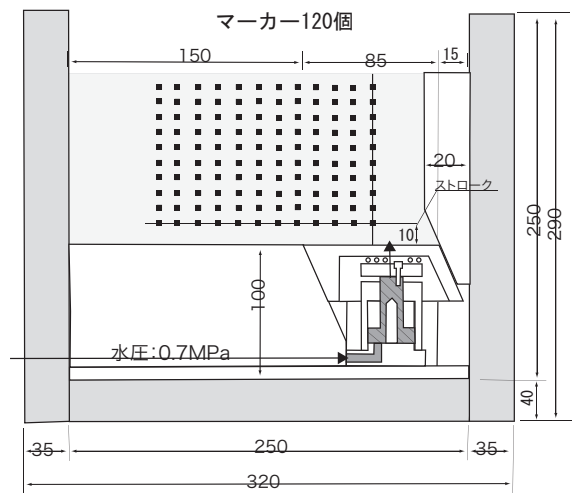


図-2 縦ずれ断層発生装置模式図

の各マーカ

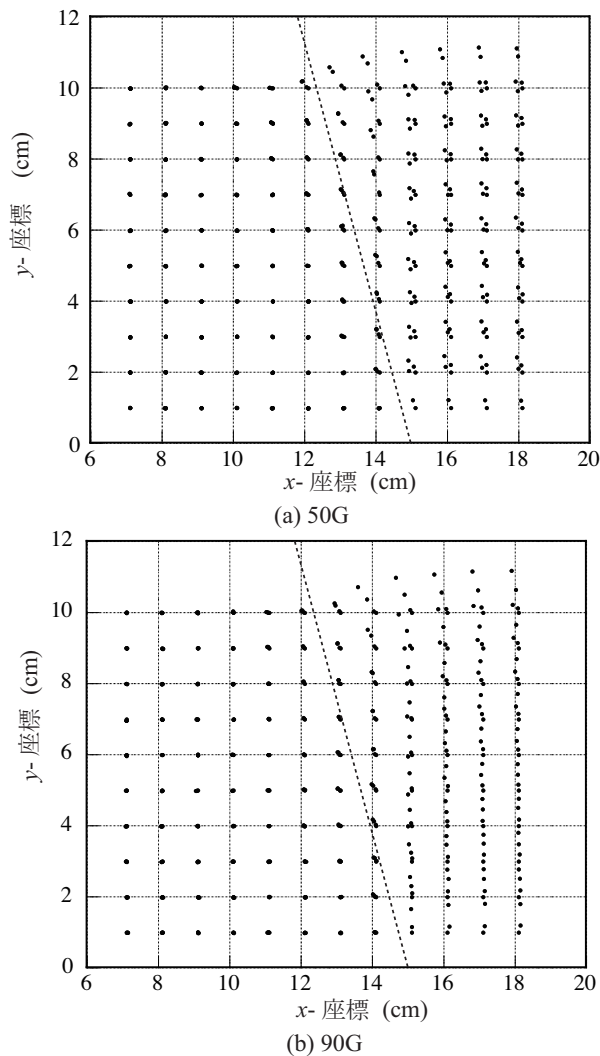


図-3 地盤中の変形計測結果

(2) 実験結果

図-3 に実験および画像解析により得られた各マーカーの位置を示している。また、同図中には断層から75°の角度の断層の延長線を点線で示している。地表面の鉛直変位の最大値は50Gと90Gの場合でほぼ一定の値となった。遠心加速度50Gの場合は地盤層厚が5m、断層0.75mを想定しており、90Gの場合には地盤層厚が9m、断層1.35mを想定している。断層発生深度が異なるが、地表面の最大鉛直変位は断層の発生深度に関わらず断層の鉛直変位の0.76倍程度となった。しかし、地表面での鉛直変位が発生し始める位置は50Gの場合には断層の延長戦と地表面の交点より若干左側であるのに対し、90Gの場合には若干右側となる。このことから、断層発生深度が深い程、地表面への影響範囲が広いと予想される。

図-4 に各マーカーの変位より計算した地盤中の偏差ひずみ分布を示す。図-4(a)~(c) は50Gの場合の断層

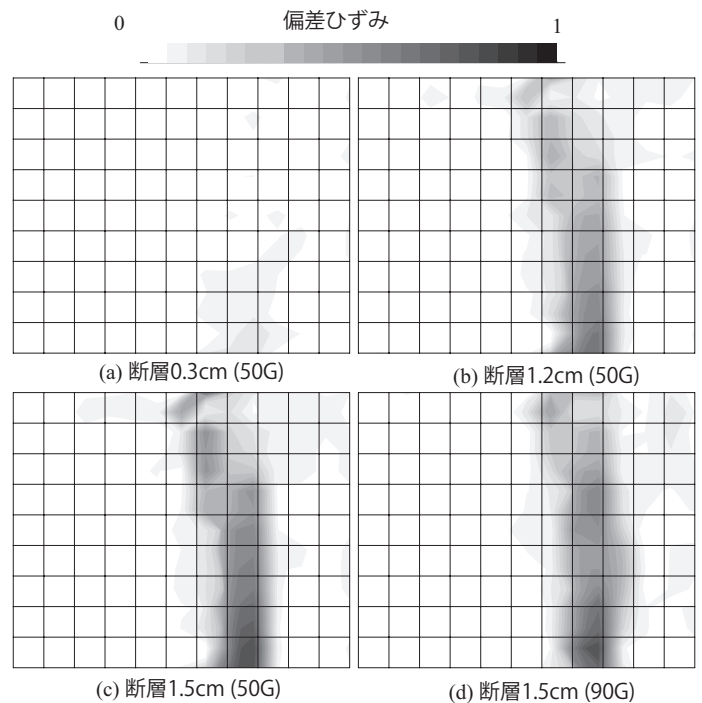


図-4 偏差ひずみ分布

の上昇が0.3cm、1.2cm、1.5cmの時の偏差ひずみ分布を表している。また、(d)は90Gの場合の断層が1.5cm上昇した最終段階の偏差ひずみ分布である。同図(a)~(c)より縦ずれ断層による地盤中のせん断帯は断層に近い下層部より徐々に進展するが、下層部ではほぼ鉛直に進展していき、地表面に近づくと徐々に横方向に傾いて進展していくことがわかる。断層が1.2cm上昇した(b)ではせん断帯が地表面に到達している。また、90Gの場合には50Gの場合と比較して図-3と同様に偏差ひずみの集中箇所がより鉛直に近いことがわかる。

4. 結論

本研究では、遠心載荷装置を用いた縦ずれ断層発生装置により実験を行い、縦ずれ断層に伴う地盤中のせん断帯形成過程と地表面の変位について検討した。その結果、地表面の最大変位は断層発生深度に関わらずほぼ一定となるが、地表面への影響範囲は若干ことなることがわかった。また、縦ずれ断層に伴う地盤中のせん断体の進展を観察した。今後の課題として、地盤条件や地盤の状態による影響などについて検討すると共に、せん断帯形成過程のより詳細な分析が挙げられる。

参考文献

- 吉嶺充俊: 地震被害写真集, <http://geot.civil.metro-u.ac.jp/archives/eq/index-j.html>.
- 奥山道明, 金子賢治, 矢澤一樹, 熊谷浩二: 遠心載荷装置を用いた縦ずれ断層模型実験, 平成18年度土木学会東北支部講演概要集, 2007.