

逆断層により強制大変位を受ける粘性土地盤の変形挙動

八戸工業大学 学生会員 ○久保田 正志
 電源開発 (株) 正会員 森 貴寛
 八戸工業大学大学院 学生会員 小山 直輝
 八戸工業大学 正会員 橋詰 豊・金子 賢治

1. はじめに

基盤逆断層の大変位により、表層地盤が変形し地表面が大きく変位することにより地上構造物の被害が発生する。近年活断層の研究が進められ断層の位置、形態、活動する確率など多くの情報が得られるようになってきた。このような背景から既設の重要構造物の直下に活断層が存在する事が問題視され、対応や対策が必要となっている。本研究では、遠心载荷装置を用いて12~13m程度の盛土層厚を想定して、逆断層による強制的大変位を受ける地盤の変形について実験的に検討する。この種の実験的研究においては、これまでほとんどが砂を対象として実施されてきた^{1),2)}が、本研究では粘性土地盤を対象とし、変形の局所化領域やその体積ひずみの変化、表層部の変形等について検討を行う。

2. 実験概要

本研究では拘束圧が高い状態での実験を行うために、遠心载荷装置を用いて水平地盤に対し逆断層が発生した場合を想定した遠心载荷模型実験を行った。実験装置の模式図を図-1に示す。土層幅198mmのうち右側から約60mm付近から75°の角度で強制的に大変位を与え、基盤逆断層を再現した。土層前面は透明なアクリル板で作成し、地盤中に黒色で色を付けた乾麺をマーカーとして設置した。実験中は、土層を動画撮影し、試験終了後に画像解析によりマーカーの変位を計測した。

本実験で使用した地盤材料はローム（青森県）と盛土材である。ロームおよび盛土材を用いた地盤モデルは含水比を液性限界付近に調整した後、14cmの厚さにしきつめ100G場で12時間遠心圧密を行った。予備実験により約12時間程度で圧密沈下量がほぼ一定となることを確認している。圧密後にはそれぞれ12~13cmの水平地盤となり、100Gの遠心場で12~13mの層厚を想定していることとなる。遠心圧密試験終了後に土槽内から採取した不攪乱試料を用いて行った実験によ

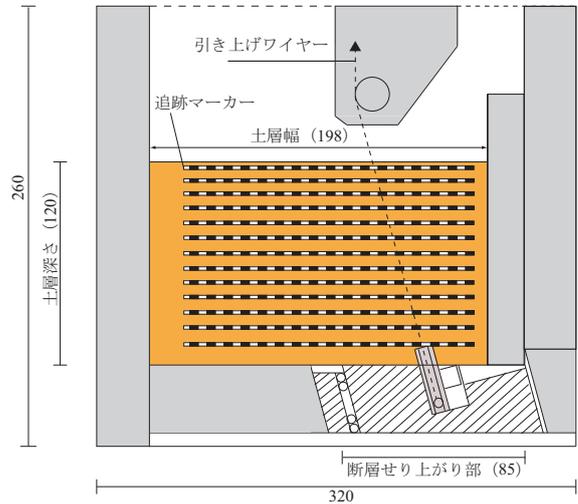


図-1 断層試験における75°の土層の概要図 (mm)

表-1 実験に用いた地盤材料の基本的性質

地盤材料	ローム (青森県)	盛土材
ρ_t (g/cm ³)	1.776	1.796
w (%)	44.1	42.3
ρ_d (g/cm ³)	1.232	1.262
ρ_s (g/cm ³)	2.677	2.661
e	1.173	1.109
S_r (%)	100.6	101.5
q_u (kN/m ²)	28.42	37.44
E_{50} (MN/m ²)	0.270	0.52
c_{cu} (kN/m ²)	48	43
ϕ_{cu} (°)	30.2	26.5

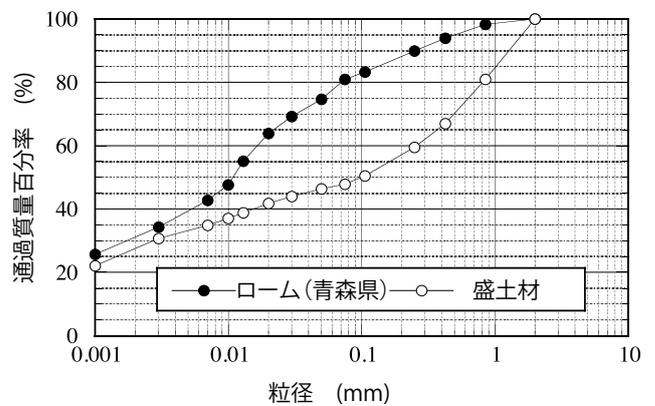


図-2 使用した試料の粒度分布

り得られた試料の基本的性質を表-1に、粒度分布を図-2に示す。

Key Words: 変形局所化, 逆断層, 大変位

(〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1)

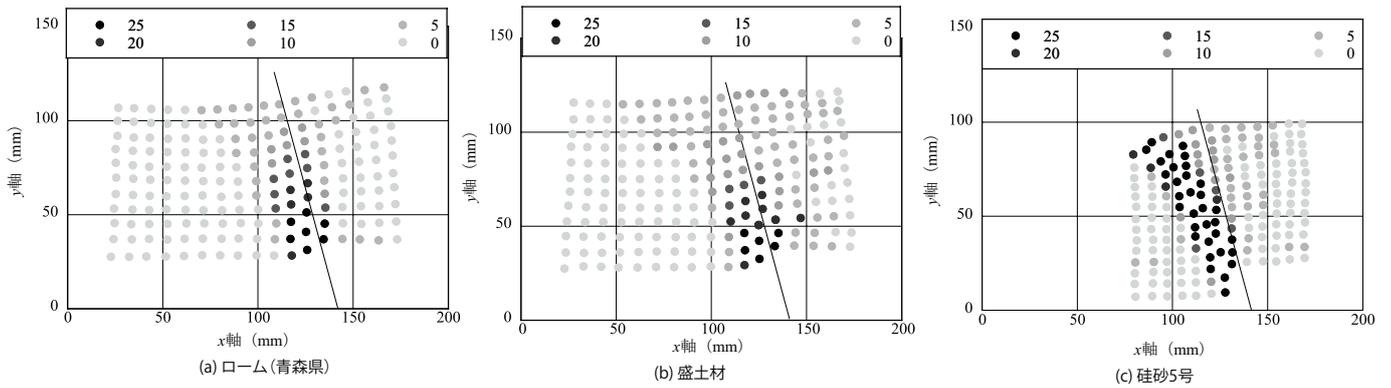


図-3 実験結果：基盤逆断層発生後のマーカー配置と相対変位分布図

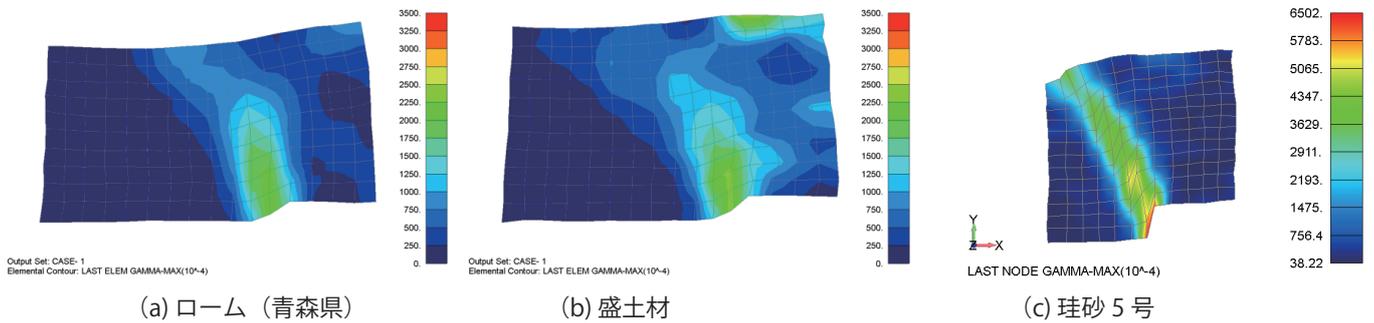


図-4 実験結果：最大せん断ひずみ分布

3. 実験結果

実験中に撮影した動画を用いて、各マーカーの位置座標を解析・取得した。次に、取得した実験前後の各マーカーの位置座標から、変位ベクトル \mathbf{u}^i を求めた。ここで、 i はマーカー番号を表している。さらに、水平方向の隣り合うマーカー j との相対変位ベクトル $\mathbf{u}^{ij} = \mathbf{u}^i - \mathbf{u}^j$ を算出し、その大きさ $\|\mathbf{u}^{ij}\|$ を算出する。基盤断層の相対変位の大きさにより $\|\mathbf{u}^{ij}\|$ を正規化し、色分けして実験後の位置座標にプロットした図が図-3である。なお、同図には昨年度実施した珪砂5号の実験結果²⁾も同様に整理して示している。珪砂の場合には、相対変位が大きい部分が地表面まで達しており、地表面の変位も大きく表れている。これに対して粘性土地盤においては、相対変位が大きい部分は基盤付近から層厚の中央付近までであり、地表面に大きな段差は表れていない。また、相対変位の大きい部分は、珪砂の場合と比較して基盤断層の方向とほぼ一致した方向に直線的に進展していることがわかる。

次に、マーカーの変位を有限要素法の節点変位とみなしてひずみ分布を算出した。最大せん断ひずみ分布を図-4に示す。珪砂の場合には、最大せん断ひずみが狭い範囲に集中し明確なせん断帯が観察される。ま

た、せん断帯は地表面まで到達している様子がわかる。一方で粘性土の場合には、せん断帯の幅が比較的広く、地表面に近づくにつれて最大せん断ひずみが急激に小さくなるとともに、広い範囲に広がることわかる。粘性土の場合には、砂と比較して柔らかく強度も小さいため、基盤逆断層の大変位を受けた場合には変形を吸収すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、基盤逆断層発生に伴う粘性土地盤の変形について遠心载荷模型実験を行い検討した。表層が粘性土の場合には、砂質土と比較して変形局所化領域が表層まで到達せず地表面の変位が小さく表れること、せん断帯の幅は比較的広く変形が広がることなどがわかった。地盤特性と基盤逆断層に伴う変形の関係について詳細に分析・検討を行うことが今後の課題である。

参考文献

- 1) Cole, D. Jr. and Lade, P.: Influence Zones in Alluvium Over Dip-Slip Faults, *Journal of Geotechnical Engineering*, Vol. 110(5), pp. 599-615, 1984.
- 2) K. Sassa, K. Kaneko, S. Nozoe, A. Yamamoto, N. Oyama & Y. Hashizume: Centrifuge model experiments and granular element simulation on deformation of surface soil layer caused by the large displacement of reverse fault, *Computer Methods and Recent Advances in Geomechanics*, 2014.