

粘性土地盤の遠心载荷逆断層模型実験

八戸工業大学 学生会員 久保田正志・○山口 和樹・小山直輝
 八戸工業大学 正会員 橋詰 豊・金子 賢治
 電源開発(株) 正会員 森 貴寛・東 健一

1. はじめに

基盤逆断層の大変位により、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。地質学分野等の研究者らによって活断層の研究が発展し、基盤断層の位置や形態・活動確率・基盤変位量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11~12m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、変形の局所的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. 遠心载荷実験概要

本研究では、100G場において水平地盤に対して逆断層が発生した場合を想定した模型実験を行った。実験模型の概要図を図-1に示す。土槽上部に設置したジャッキによりワイヤを介して図中の断層せり上がり部を75°の角度で強制的に大変位を与えることで、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、地盤中に画像解析用のマーカーを設置し、変形の様子を撮影した。マーカーは、粘性土では白黒に

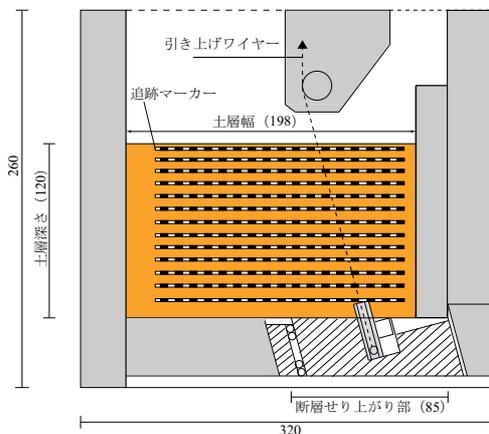


図-1 実験模型の概要 (mm)

表-1 地盤材料の基本的性質

地盤材料	ローム A (青森県)	ローム B (神奈川県)	盛土材	珪砂 4号
ρ_t (g/cm ³)	1.776	1.403	1.796	1.452
w (%)	44.1	104.4	42.3	0
ρ_d (g/cm ³)	1.232	0.686	1.262	452
ρ_s (g/cm ³)	2.677	2.820	2.661	2.648
e	1.173	3.111	1.109	0.824
S_r (%)	100.6	94.6	101.5	0
q_u (kN/m ²)	28.42	16.96	37.44	-
E_{50} (MN/m ²)	0.270	0.249	0.520	-
c_{cu} (kN/m ²)	48	29	43	-
ϕ_{cu} (°)	30.2	20.8	26.5	-

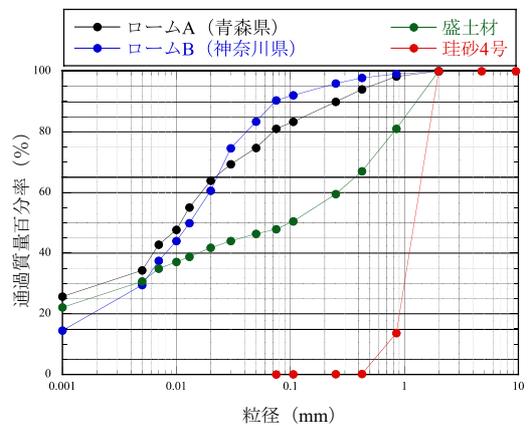


図-2 粒径加積曲線

着色した乾麺を、珪砂では黒色の画用紙を使用した。実験で使用した地盤材料はローム A (青森県)、ローム B (神奈川県)、盛土材の粘性土と珪砂 4号である。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11~12cmの水平地盤モデルとなる。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。

3. 実験結果

基盤逆断層による表層地盤中のせん断断面を抽出するために、各深さのせん断断面の位置を以下のようにして算出した。取得した実験前後の各マーカーの位置座標

Key Words: 逆断層, 大変位, 変形局所化

〒031-8501 青森県八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学地盤工学研究室 TEL: 0178-25-3111(内 2657)

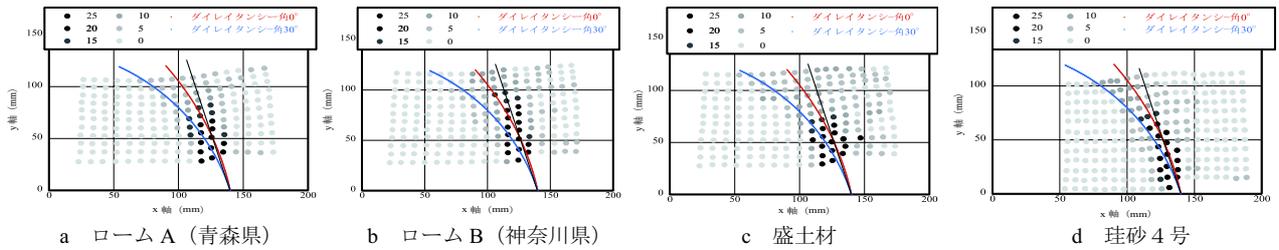


図-3 実験結果：基盤逆断層発生後のマーカー配置と相対変位分布図 (75°)

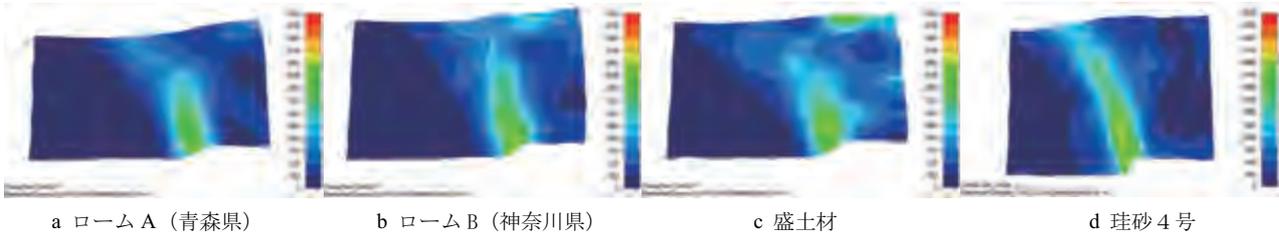


図-4 実験結果：最大せん断ひずみ分布 (75°)

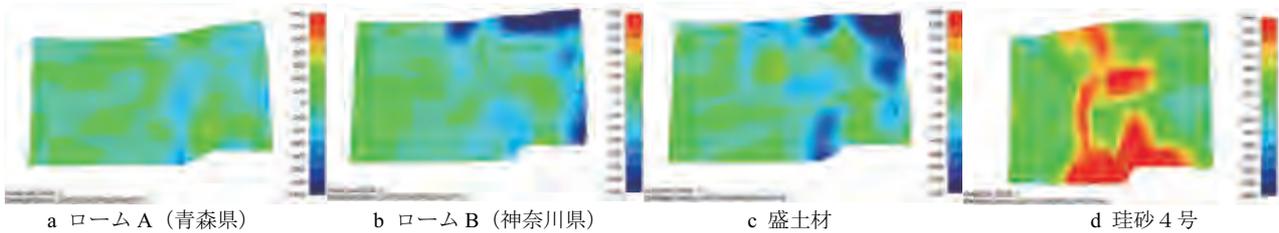


図-5 実験結果：体積ひずみ分布 (75°)

から、変位ベクトル u^i を求める。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 $u^{ij} = u^i - u^j$ を算出し、その大きさ $\|u^{ij}\|$ を算出する。 $\|u^{ij}\|$ を基盤の断層変位により正規化し、色分けをし実験後の位置座標にプロットした図を図-3 に示す。同図には、基盤断層境界から断層角の延長線および Cole & Lade が提案したダイレイタンスー角を 0° と 30° とした対数螺旋線による不連続面の予測位置¹⁾を同時に示している。粘性土地盤では、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も現れていない。せん断面の進展方向は、Cole らのダイレイタンスー角を 0° とした時に近い。珪砂の場合は、相対変位が大きい部分が地表面付近まで到達しており、Cole らの対数螺旋線と比べると珪砂はダイレイタンスー角 0° と 30° の中央に進展している。

図-4、図-5 には、画像解析により取得したマーカーを三角形有限要素の節点と見立ててひずみを算出し、最大せん断ひずみおよび体積ひずみ分布を示した。図-4 より、粘性土の場合にはひずみが集中する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

がっている。一方、珪砂は最大せん断ひずみが比較的狭い範囲に集中し地表面まで到達している。図-5 より、体積ひずみは、粘性土の場合にはせん断帯付近で若干の膨張から圧縮傾向にあるのに対して、珪砂の場合には大きな体積膨張が発生している。

これらの結果は地盤材料特性・状態によって違いが現れると考えられ、特に粘性土は珪砂より柔らかく基盤逆断層の大変位を受けた場合に力を吸収しながら広い範囲に変形が広がるためと考えられる。

4. おわりに

本研究では基盤逆断層発生により大変位を受ける粘性土地盤の変形挙動について遠心載荷装模型実験を行い検討した。地盤特性と基盤逆断層に伴う変形の関係について実験及び数値実験をより詳細に行いせん断面進展やそれに与える要因・その影響度等を詳細に検討する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, et al.: 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.