

縦ずれ断層による地盤中のせん断帯進展と地盤材料特性の関係について

八戸工業大学
八戸工業大学大学院
八戸工業大学
八戸工業大学

学生会員
学生会員
正会員
フェロー会員

○新山裕真
佐藤雄太・立花大地
鈴木久美子・金子賢治
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被害をうけた。これは、地震動によるものというよりは、断層のずれが地表に到達することで地表面が大きくズレることで構造物に被害を及ぼすというものである。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⁾。これまでに活断層の位置等に関する情報は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や大きさについては精度良く予測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て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の進展および地表面変形にどのような影響を与えるのかについて検討する。

2. 遠心载荷装置を用いた縦ずれ断層実験

(1) 使用した地盤材料

地盤材料としてはケイ砂5号、ケイ砂6号、山砂A、山砂B、ガラスビーズの5種類を全て乾燥状態で使用した。使用した試料の粒径加積曲線を図-1に示す。ガラスビーズは、球形を使用しており、他の試料と粒度が余り変わらないように粒度調整をして用いた。使用した試料の土粒子の密度、最大・最小密度および圧密排水三軸圧縮試験により求めた内部摩擦角を表-1に示



写真-1 新潟中越沖地震（2004）による被害例

す。土粒子の密度は、ガラスビーズのみ2.5g/cm³で、その他の砂は2.6~2.7g/cm³となっている。本研究では、最大・最小密度を参照し、相対密度60%にて断層実験を実施する。相対密度60%で作成した圧密非排水三軸圧縮試験の結果、内部摩擦角はガラスビーズが最も小さく、ケイ砂5号が最も大きくなった。

(2) 遠心模型断層実験の概要

遠心载荷装置内で用いる縦ずれ断層発生装置の模式図を図-2に示す。横幅235mm、奥行き100mm、深さ100mmの地盤を所定の相対密度で作成する。水圧により断層発生装置内のシリンダーに0.7MPaの圧力を作用させることで、鉛直変位15mm、75°の角度で強制的に縦ずれ断層を発生させた。地盤層厚は8mを想定し、遠心加速度は80Gとした。地盤中には図中に示したように120個のマーカを設置し、断層発生中の様子をCCDカメラにより撮影し、PTV画像解析によりマーカの変位を計測した。

表-1 用いた地盤材料の強度定数

試料名	土粒子の密度 (g/cm ³)	最大密度 (g/cm ³)	最小密度 (g/cm ³)	ϕ_d (°)
ケイ砂5号	2.603	1.624	1.321	37.1
ケイ砂6号	2.634	1.540	1.260	36.5
山砂A	2.639	1.633	1.332	35.9
山砂B	2.697	1.476	1.141	35.3
ガラスビーズ	2.500	1.839	1.609	28.2

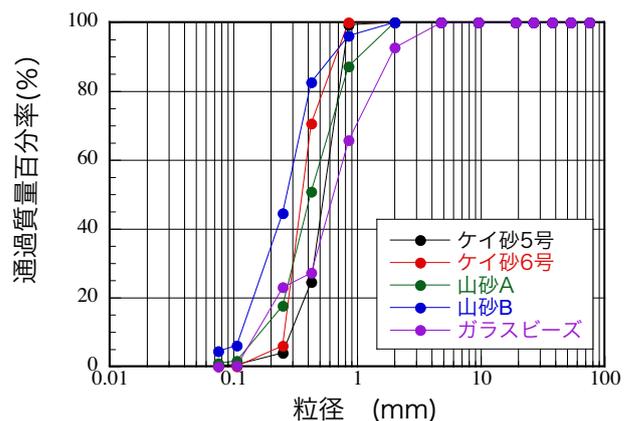


図-1 粒径加積曲線

Key Words: 逆断層, せん断帯, 地表面変形, 遠心模型実験

〒031-8501 八戸市妙字大開 88-1, TEL: 0178-25-8066

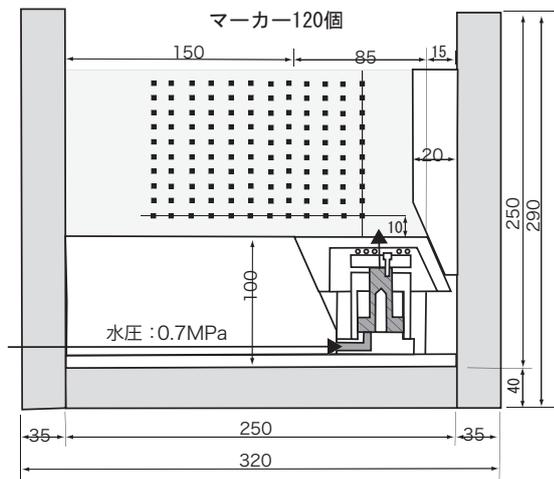


図-2 縦ずれ断層発生装置

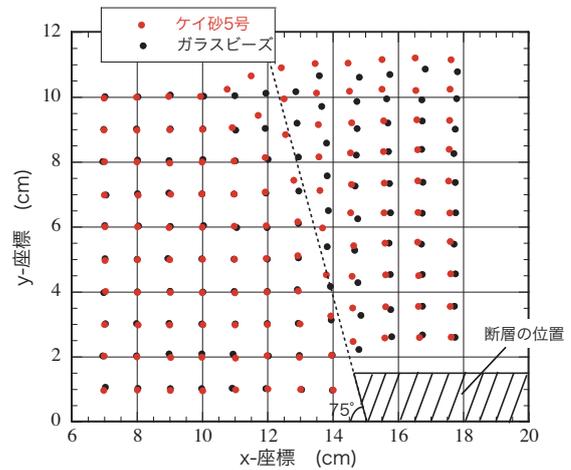


図-4 試験後のマーカー位置 (ケイ砂5号, ガラスビーズ)

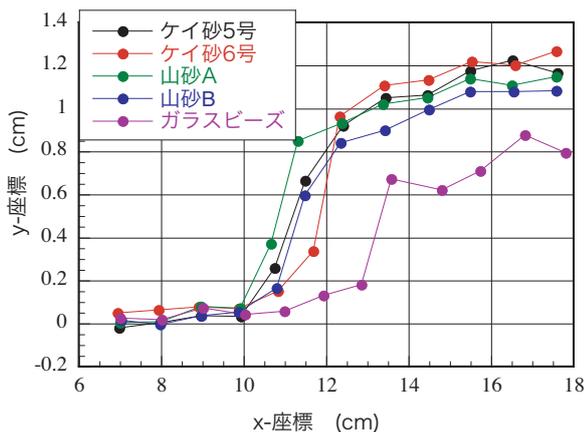


図-3 試験後の地表面の位置

(3) 実験結果

図-3 に断層発生後の各試料の地表面の変位を示す。内部摩擦角が最小のガラスビーズを用いて実験を行った場合には、他の試料よりも断層に近い部分で変位が生じ、地表面の変位量は最も小さくなった。また、内部摩擦角が大きくなる程、地表面の最大変位が大きくなることからわかる。内部摩擦角が著しく小さいガラスビーズにおいては、地表面が急激に変形する x 座標が 13~14cm の部分であるのに対して、その他の試料については 10~11cm の部分である。

図-4 に内部摩擦角が最大のケイ砂5号と最小のガラスビーズの場合の断層発生後のマーカーの位置を示す。同図には断層の位置と、断層から 75° に伸びる線を同時に示している。同図より、断層の直ぐ上の部分からガラスビーズの場合には上向き近い方向に変形しているのに対して、ケイ砂5号の場合には 75° 方向より若干左がわに変位が伸びている。地表面の変位はケイ砂5号では 75° の延長線より左側から大きく現れているが、ガラスビーズでは右側から現れている。

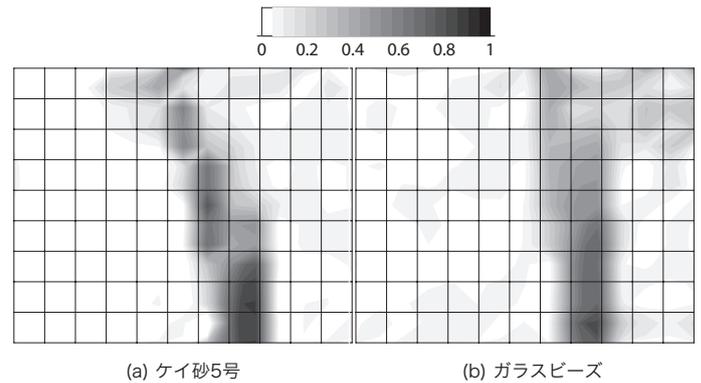


図-5 試験後の偏差ひずみ分布 (ケイ砂5号, ガラスビーズ)

図-5 に各マーカーの変位から有限要素法と同様に求めた偏差ひずみ分布を示す。ケイ砂5号と比較してガラスビーズの場合には偏差ひずみが集中して大きくなるせん断帯が断層上部から上向きに進展していることがわかる。

以上より、縦ずれ断層発生時には地内部摩擦角が小さい場合の方が表面の変形量は小さく、せん断の進展方向は鉛直上向きに近いことがわかった。

3. おわりに

本研究では、縦ずれ断層による地盤中のせん断帯の進展や地表面変形に与える地盤材料特性の影響について検討するために遠心模型実験を行った。内部摩擦角が大きい地盤材料程鉛直に近い方向にせん断帯が進展すること、地表面変位が大きいことがわかった。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.