

繰り返し荷重を受ける地すべり土塊の変位と間隙水圧の変化特性

(独) 土木研究所 ○丸山清輝、石井靖雄、ハスバートル、鈴木聡樹

1. はじめに

中越地震などで地震による地すべり災害が多発し、道路やライフラインの寸断、河道閉塞等により、長期にわたり集落を孤立化させ中山間地に深刻な影響をもたらしている。しかしながら、地震により滑動した地すべりに関する既往の報告は少なく、地震時の地すべり土塊のせん断特性にも不明な点が数多くある。

そこで、土木研究所では、地震による移動機構を明らかにするために、地震時の地すべり土塊のせん断強度特性について調査を行っている。今回は、地震により発生した地すべり斜面から試料を採取し、繰り返しリングせん断試験により、せん断応力増加時に生ずるせん断変位量と間隙水圧の発生特性について検討した結果について報告する。

2. 試料

試料を採取した地すべり地は、既存地すべり地形内で滑動したものの中から地すべりの規模が大きく移動距離の長いものから12箇所(15試料)を選定した。試料は、主に地すべり頭部及び側面の地震時の推定すべり面付近で採取した。

図-1は、採取した試料の粒度試験結果を砂質土と粘質土に分けて示したものである。

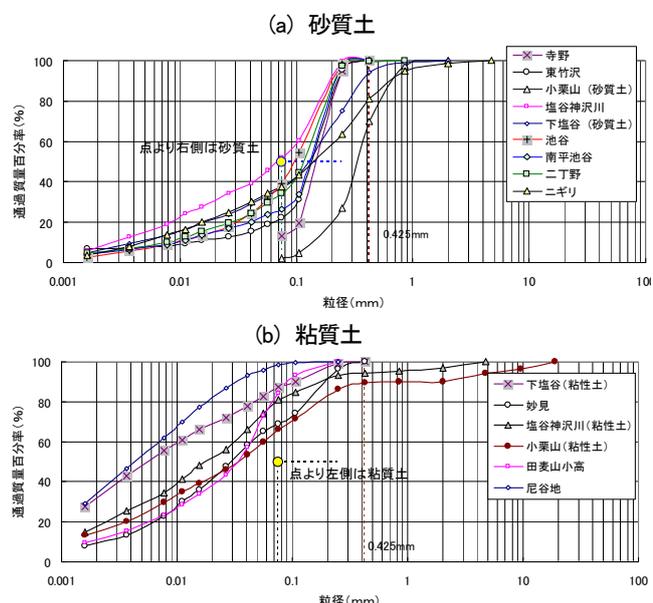


図-1 試料の粒度試験結果

3. 試験方法

供試体の寸法は、外径100mm、内径60mm、高さ20mmである。なお、粘質土の供試体は、試料に蒸留水を加えた後、礫分を取り除くために425 μ mのフルイを通過させスラリー

化させ、予圧密装置で試験時の垂直応力に対応した含水比近くになるまで圧密し成形して作成した。また、砂質土の供試体は、試料を炉乾燥した後せん断箱に入れ、二酸化炭素を通過させた後、脱気水を入れ飽和させたものを圧密し作成した。

せん断試験では、非排水状態で初期せん断応力を載荷した後に、繰り返しせん断応力として0.5Hzの正弦波を徐々に増加させ15回程度繰り返し載荷し、間隙水圧及びせん断変位を計測した。また、せん断試験は、せん断面が形成される前に加えて、形成後も再度試験を実施し、せん断面の形成が強度特性に及ぼす影響を調べた。

4. 試験結果

4.1 せん断応力増加時のせん断変位量

図-2には砂質土(池谷地区)、図-3には粘質土(塩谷神沢川地区)のせん断面形成前後のせん断応力及びせん断変位、有効応力の各時系列変化を示した。せん断変位は、砂質土及び粘質土ともせん断応力が最大値に達するまではほとんど認められないが、最大値に達した(図中点線矢印で示す)後には次第に大きくなった。

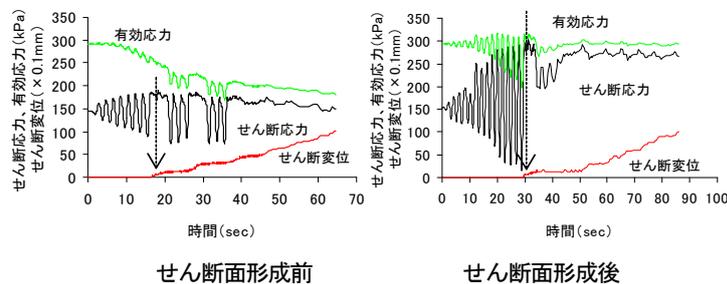


図-2 せん断応力とせん断変位との関係 砂質土(池谷)

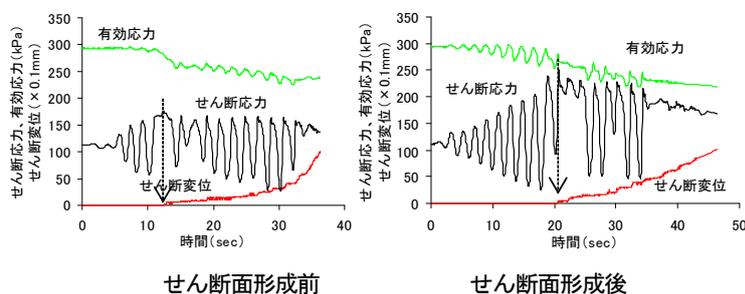
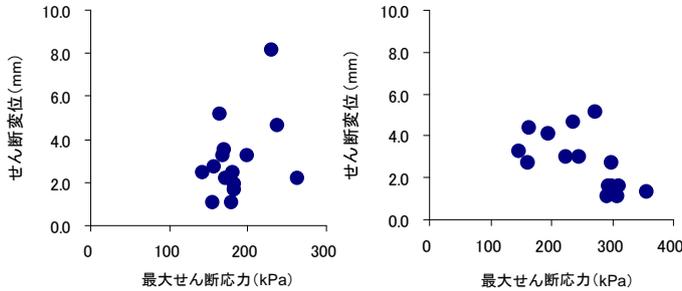


図-3 せん断応力とせん断変位との関係 粘質土(塩谷神沢川)

図-4(a)はせん断面形成前の最大せん断応力発生時のせん断変位を、図-4(b)はせん断面形成後の最大せん断応力発生時のせん断変位を12箇所(15試料)についてそれぞれ示したものである。せん断面形成前では、最大せん断応力

発生時のせん断変位は1～9mm程度となっている。また、せん断面形成後では、最大せん断応力発生時のせん断変位は1～6mm程度となっている。

これらのことから、試験を行った範囲ではせん断面形成前と後の最大せん断応力発生時のせん断変位は10mm以内であり、小さいことが明らかとなった。



(a) せん断面形成前 (b) せん断面形成後

図-4 最大せん断応力発生時のとせん断変位

4.2 間隙水圧発生とせん断強度との関係¹⁾

図-5には、せん断面形成前と後の最大せん断強度発生時の間隙水圧比(間隙水圧/垂直応力)と中央粒径 D_{50} との関係を12箇所(15試料)について示した。せん断面形成前の最大せん断強度発生時の間隙水圧比は、 D_{50} と明瞭な関係は認められない。一方、せん断面形成後の最大せん断強度発生時の間隙水圧比は、 D_{50} の増加にともない一部を除いて小さくなる傾向が認められた。

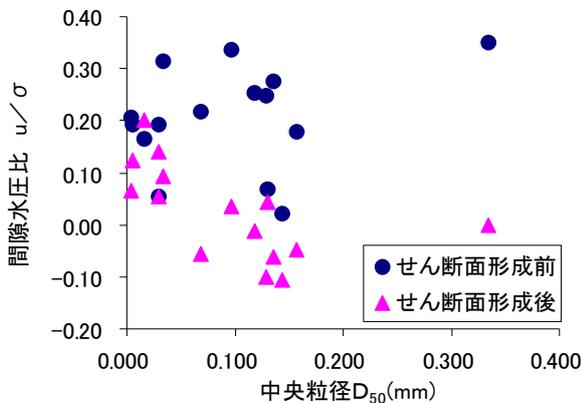


図-5 中央粒径 D_{50} と間隙水圧比との関係

図-6は、せん断強度と図-5で示した間隙水圧比との関係を示したものである。間隙水圧比は、せん断強度の増加にともない小さくなっており、相関関係があると考えられる。

これらのことから、地震時に地すべり斜面で発生する間隙水圧の変化は、粒径よりもせん断強度と関係している可能性が考えられた。

4.3 せん断面形成前後の最大せん断強度発生時の τ/σ'

図-7は、せん断面形成前の最大せん断強度発生時の τ/σ' とせん断面形成後の最大せん断強度発生時の τ/σ' について示したものである。図-7によるとせん断面形成後の τ/σ' が、せん断面形成前の τ/σ' より大きな値のもの

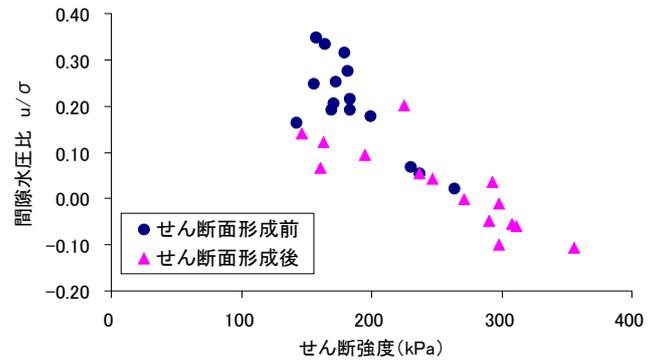


図-6 せん断強度と間隙水圧比との関係

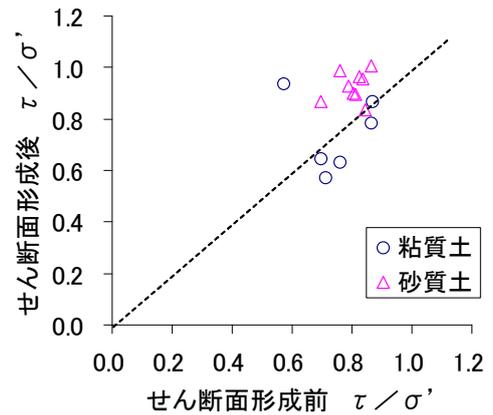


図-7 せん断面形成前後の τ/σ' の比較

が9試料(砂質土8試料, 粘質土1試料)ある。この原因の一つとして、せん断面形成後のせん断面付近の試料がせん断面形成により密になっていたことが考えられる。これらの試料の D_{50} は粘質土が0.004～0.0335mmであり、砂質土が0.0687～0.3340mmであった。

以上のことから、試験を行った範囲では、繰り返し載荷時のせん断強度がせん断面形成後の方が前より大きくなる場合があることが分かった。

5. まとめと今後の課題

地すべり斜面から採取した15試料を用いて繰り返しリングせん断試験を実施し、繰り返し載荷時の地すべりのせん断特性を調べた。その結果、せん断面形成前及び後の最大せん断応力に達するまでのせん断変位が概ね10mm以内であることや、せん断面形成前及び後とも発生した間隙水圧比がせん断強度の増加にともない小さくなる傾向が示された。

今後、これらの結果をもとに、地震時の地すべり斜面における間隙水圧の上昇量の予測や斜面の安定度評価について検討していく予定である。

試料の採取に際しては、新潟県及び長岡市に御協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 佐田頼光, 林 宏親: 地震時の地盤における間隙水圧, 開発土木研究所月報, No.554, pp. 22-26, 1999年, 7月