

地すべり土塊の繰返しリングせん断試験

(独) 土木研究所

○丸山清輝

花岡正明

南雲克彦

国土交通省北陸地方整備局 湯沢砂防事務所

1. はじめに

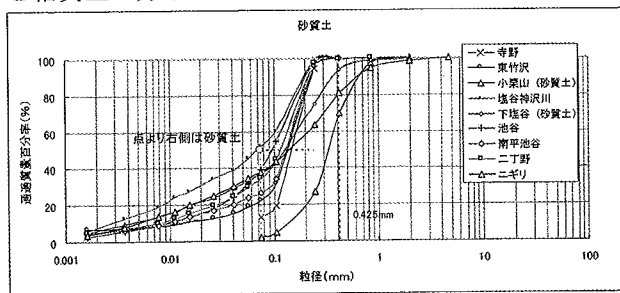
激甚な揺れを観測した中越地震では、大規模な地すべり土塊の急激な滑動により集落を直撃もしくはアクセス道路及びライフラインの寸断や河道閉塞が多発し、長期にわたり集落を孤立化させるなど中山間地に深刻な影響をもたらした。しかしながら、地震により滑動した地すべりに関する既往の報告・研究は非常に少なく、また現在の地すべり対策の検討においても、地震は外力として想定されていない。

そこで、土木研究所では、中越地震による地すべり災害を事例として、詳細な調査・分析により地形・地質、地震時の地すべり土塊せん断強度特性などを基に既存の地すべりが地震により滑動した機構を明らかにするとともに、地震による地すべり危険度評価方法を代表的な地すべりについて検討している。今回は、地震により発生した地すべり地から試料を採取し、繰返しリングせん断試験を実施したので報告する。

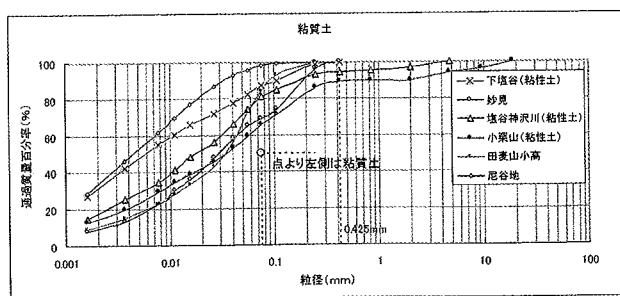
2. 試料

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を選定した。また、試料は、主に地すべり頭部及び側方ですべり面と思われる位置で採取した。

図-1には、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。



(a)



(b)

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、予圧密装置で適度な含水比に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、繰返しせん断応力は非排水状態で 0.5Hz の正弦波で載荷し、供試体を確実に破壊させるために徐々に増加させた。

4. 試験結果

(1) 繰返しリングせん断試験時の間隙水圧発生状況

図-2は、砂質土の繰返しリングせん断試験時における間隙水圧の発生状況を示したものである。間隙水圧は明瞭なせん断変位が生じる前から発生し、土が地震力による有効応力の低下により強度低下を起こしていることが分かる。

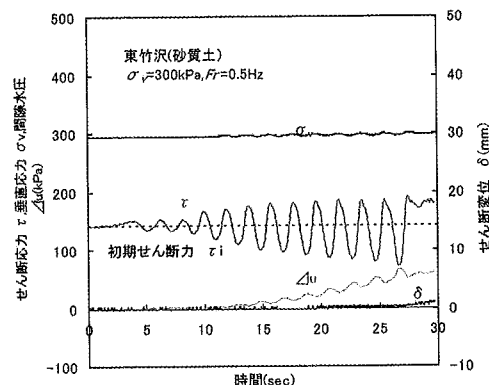


図-2 砂質土(東竹沢)の間隙水圧発生状況

図-3は、粘質土の繰返しリングせん断試験時における間隙水圧の発生状況を示したものである。間隙水圧は明瞭なせん断変位が生じる前から発生している。

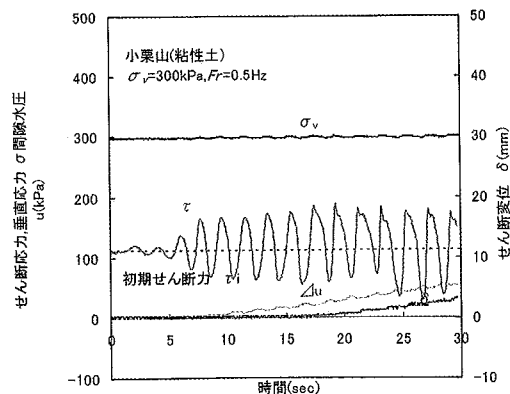


図-3 粘質土(小栗山)の間隙水圧発生状況

が、その値は砂質土に比べて低い。このことから、粘質土では、地震力の作用による強度低下が砂質土より小さいことが分かる。

(2) 繰り返しリングせん断試験時のせん断応力の変化

図-4には、せん断試験時における時間とせん断応力、せん断変位の変化を示した。せん断強さの低下量は、砂質土の方が粘質土より大きいことが分かる。

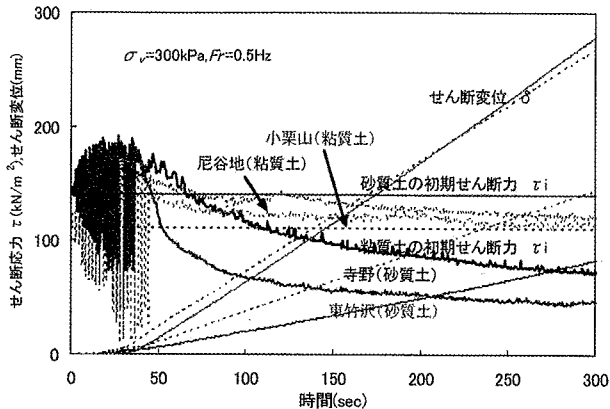


図-4 時間とせん断応力、せん断変位の変化

図-5は、時間と間隙水圧比の変化を示したものである。間隙水圧比は砂質土の方が粘質土より大きく、砂質土では間隙水圧が上昇しやすいことが分かる。

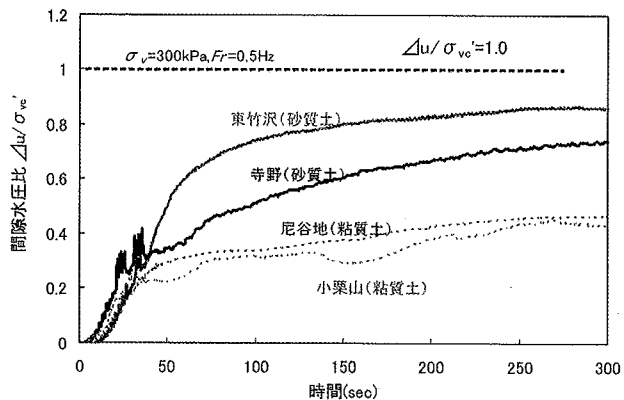


図-5 時間と間隙水圧比の変化

図-6には、有効応力経路を示した。せん断強さは、地震力の載荷に伴い破壊包絡線に達し、その後破壊包絡線に沿って有効応力の減少に伴い低下している。

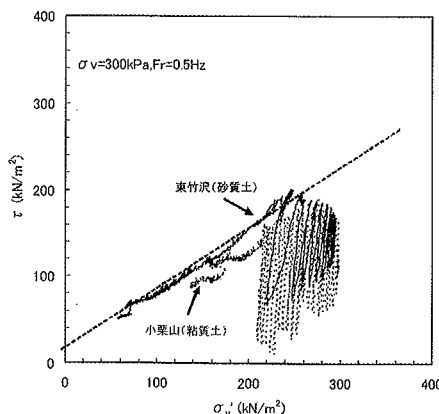


図-6 有効応力経路

(3) 砂分、粘土分含有率と間隙水圧発生及び強度低下の関係

図-7は、砂分(粒径0.075~2mmの占める割合)、粘土分(粒径0.005mm未満の占める割合)含有率と間隙水圧比との関係を示したものである。間隙水圧比は、砂分についてはその増加とともに高くなる傾向があり、粘土分についてはその増加とともに低くなる傾向がある。すなわち、砂分の多い土では地震力の作用により土の強度を低下させる間隙水圧が発生しやすく、粘土分の多い土では間隙水圧が発生し難いことが分かる。

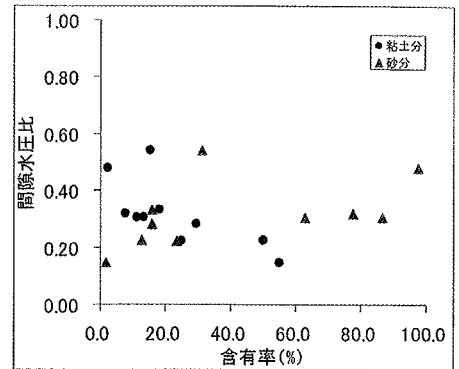
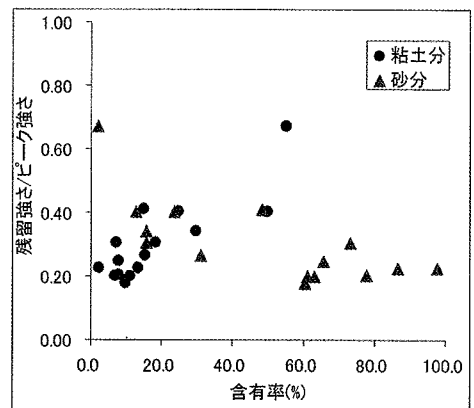


図-8には、砂分、粘土分と残留強さ/ピーク強さとの関係を示した。ピーク強さに対する残留強さの割合は、砂分についてはその増加とともに小さくなる傾向があり、粘土分についてはその増加とともに大きくなる傾向がある。図-8 砂分、粘土分含有率と残留強さ/ピーク強さとの関係



5. おわりに

中越地震により発生した地すべり地における地すべり土塊の繰り返しリングせん断試験を実施し、粘質土と砂質土のせん断特性を求めた。その結果、①砂分の多い土では地震力の作用により土の強度を低下させる間隙水圧が発生しやすく、粘土分の多い土では間隙水圧が発生し難いことが分かった。また、②ピーク強さに対する残留強さの割合は、砂分についてはその増加とともに小さくなる傾向があり、粘土分についてはその増加とともに大きくなる傾向が分かった。

今後は、更にデータの蓄積を図り、地震による地すべり発生機構の検討を行って行く予定である。

本研究に際しては、新潟県及び長岡市に御支援を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。