

繰返しせん断履歴を受ける土の流動性評価

株式会社テクノ長谷
東北学院大学
東北学院大学
東北学院大学

正 ○日野友則
学生 佐藤亜友美
学生 高嶋 惇
正 山口 晶

1. はじめに

2008 年 6 月 12 日に岩手・宮城内陸地震において、多くの斜面災害が発生した。特に凝灰岩で形成された斜面が崩壊している事例が多く見られた。地震時の斜面災害においては、初期せん断力を受ける土の繰返し時の挙動が重要である。そこで、本研究では二次元せん断試験機を用いて、繰返し载荷が斜面の残留ひずみに与える影響を調べることを目的とした。

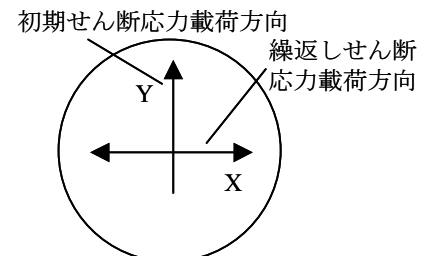
2. 実験条件

使用した試料は豊浦砂と岩手・宮城内陸地震で崩壊した栗原市日影森の斜面で採取した凝灰岩である。実験試料の土粒子の密度、最大・最小間隙比を表 - 1 に示す。

せん断条件は、非排水繰返し単純せん断であり、上下方向の変位は拘束している。拘束圧は等方で 98kPa とした。せん断は、繰返しせん断方向を X 軸、初期せん断力方向を Y 軸とした。せん断方向の模式図を図 - 1 に示す。せん断試験終了後、体積ひずみを計測している。実験条件を表 - 2、表 - 3 に示す。それぞれの試料について、初期せん断力 3 種類、繰返し振幅 3 種類の実験条件で行った。

表 - 1 試料の物理特性

試料	豊浦砂	凝灰岩
土粒子の密度(g/cm ³)	2.645	2.376
最大間隙比	0.957	3.596
最小間隙比	0.604	2.672



供試体上からの図

図 - 1 せん断方向模式図

表 - 2 豊浦砂の実験条件

実験名	X 軸 繰返し応力 (kPa)	Y 軸 初期せん断力 (kPa)
TX20Y0	19.6	0
TX18Y0	18.13	0
TX22Y0	21.56	0
TX18Y15	18.68	15.15
TX20Y15	20.2	15.15
TX24Y15	23.49	15.15
TX18Y20	17.17	20.2
TX19Y20	18.18	20.2
TX21Y20	20.2	20.2

表 - 3 凝灰岩の実験結果

実験名	X 軸 繰返し応力 (kPa)	Y 軸 初期せん断力 (kPa)
GX36Y0	36.2	0
GX27Y0	27.44	0
GX26Y0	25.54	0
GX22Y15	21.56	14.7
GX24Y15	23.52	14.7
GX28Y15	27.44	14.7
GX22Y20	21.56	19.6
GX24Y20	23.52	19.6
GX26Y20	25.48	19.6

3. 実験結果

図 - 2 に実験結果の例として GX24Y15 の X 軸ひずみ - Y 軸ひずみ関係を示す。この図から、繰返しせん断に伴って、初期せん断方向に残留ひずみが発達していることがわかる。他の実験結果もほぼ同様の結果となった。

図 - 3 に豊浦砂、図 - 4 に凝灰岩の繰返し強度曲線を示す。なお、初期せん断 0kPa の場合は繰返しせん断ひずみ 5%の時の回数を、初期せん断力が 0kPa 以外のときは Y 軸方向（初期せん断力方向）の残留ひずみが 5%を越えたときの回数を示した。図のように初期せん断力が大きくなると 5%を越えるときの繰返し回数が少なくなることがわかる。また、豊浦砂と凝灰岩を比較すると、凝灰岩の方が初期せん断力 0kPa とその他の条件との差が大きくなった。これは、凝灰岩の方が初期せん断力に対して繰返しに弱いということを示して

いる。

図 - 5 に初期せん断力 15kPa の場合の凝灰岩の繰返し回数—初期せん断方向の残留せん断ひずみを示す。図のように同じ繰返し回数のときに繰返しせん断応力が大きい方が大きな残留せん断ひずみが発生している。なお、豊浦砂も同様の傾向となった。

4.考察

図 - 5 を用いて、いくつかの繰返し応力振幅を組み合わせたせん断応力履歴を受ける土の残留せん断ひずみ量の推定を試みる。表 - 4 に組み合わせ応力の条件を示す。図 - 6 に Case1 の応力波を示す。

残留せん断ひずみの推定は以下のように行った。実験条件 Case1 では、繰返し応力振幅 22kPa のときの繰返し回数が 10 回であり、このときの残留せん断ひずみは、図 - 5 から 2.7%となる。その後の繰返し応力振幅は 24kPa であるので、2.7%せん断ひずみが発生すると考えると、この応力振幅の場合繰返し回数 5 回の载荷が必要である。Case1 では繰返し応力振幅 24kPa で 10 回の载荷を与えているので、前述の回数に 10 回を加えた 15 回分の载荷が行われたのと同様と考える。このとき、残留せん断ひずみは 7.4%と推定できる。それに対して、Case1 で実験によって求められた残留せん断ひずみは 7.9%である。このように考えた場合の実験値と推定値の残留せん断ひずみの比較を図 - 7 に示す。傾向的には一致している。

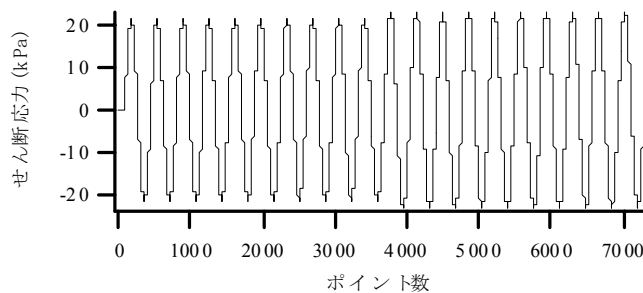


図 - 6 Case1 の入力した組合せ波

5.まとめ

本研究では、二次元せん断試験を用いて、初期せん断力を受ける豊浦砂と凝灰岩の繰返しせん断挙動を調べた。実験から、初期せん断力が载荷された地盤に、初期せん断力に直角方向の繰返しせん断力が载荷された場合の残留せん断ひずみの発達の傾向を明らかにした。また、その実験結果を用いて、初期せん断力が载荷された凝灰岩の繰返しせん断時の残留せん断ひずみの推定を試みた。その結果、概ね推定値と実験値は一致する傾向が見られた。

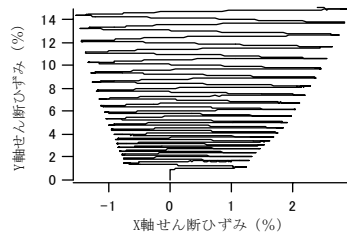


図 - 2 GX24Y15 のひずみの軌跡

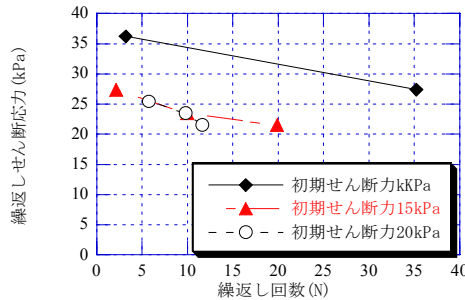


図 - 4 凝灰岩の繰返し強度曲線

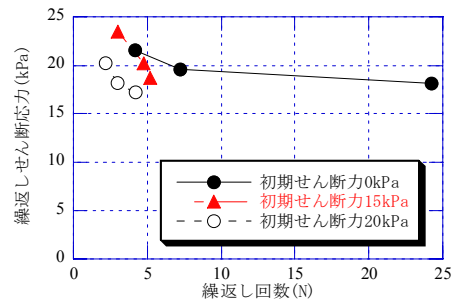


図 - 3 豊浦砂の繰返し強度曲

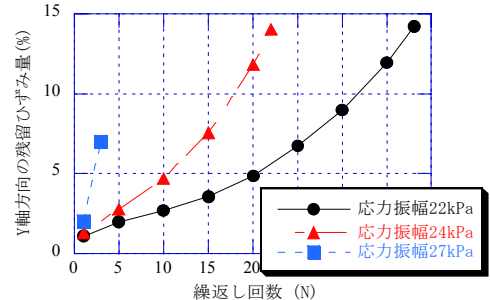


図 - 5 凝灰岩の繰返し回数と初期せん断方向のひずみ関係

表 - 4 組み合わせ応力の条件

実験名	実験条件		
Case1	22kPa 10 回	24kPa 10 回	
Case2	24kPa 10 回	22kPa 5 回	24kPa 5 回
Case3	22kPa 5 回	24kPa 5 回	

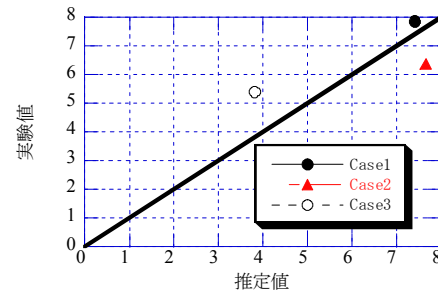


図 - 7 実験値と推定値の比較