

山口大学大学院	学生会員	○吉谷哲哉
山口大学大学院	正会員	兵動正幸
山口大学大学院	正会員	野田翔兵
山口大学大学院	正会員	中田幸男
山口大学大学院	正会員	吉本憲正

1. まえがき

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋地震により、宮城県山元町太陽ニュータウンの造成宅地盛土が崩壊した。この盛土材料は、火山灰起源の凝灰質砂であるが、盛土工指針¹⁾による粒度判定では砂質土であり、盛土に適する材料と判定される。しかし、三軸圧縮試験の結果より、一般的な砂とは挙動が異なり締固めても強度は低く、常に体積が収縮傾向にあるという性質を示し、むしろ粘性土のような挙動を示す結果が得られている²⁾。本研究では細粒分の有無が繰返し強度に影響を与えると考え、細粒分を含む試料および細粒分を除去した試料を対象に、初期せん断応力作用下で一連の非排水繰返し三軸試験を行った。

2. 研究に用いた試料の性質

本研究では、地震に盛土崩壊を起こした宮城県山元町太陽ニュータウンで採取した原粒度および、細粒分を取り除いた75 μ m-2mmの試料($F_c=0\%$)をそれぞれ用いた。図-1にそれぞれの粒度を示すが、原粒度試料は大部分が砂分であり礫分は含んでおらず約20%の細粒分を含んでいることが分かる。

3. 実験概要

供試体は直径5cm、高さ10cmであり、締固め試験で得られた最適含水比13%で締固め度90%になるよう突固めにより作製した。その後通水、バックプレッシャーを加え、 B 値が0.95以上であることを確認し、所定の拘束圧で圧密を行った。その後供試体に排水状態で初期せん断応力比0, 0.15, 0.30, 0.375をそれぞれ与え、非排水条件で繰返しせん断を行った。なお、破壊の定義は、繰返し応力が両振りで、試料が液化化する場合には、軸ひずみ両振幅が繰返し応力が片振りの場合は残留ピーク軸ひずみのいずれかが5%に至った時点とした。

4. 結果および考察

図-2に初期せん断応力比0.3における繰返しせん断試験結果の代表的な有効応力経路を、図-3に軸差応力-軸ひずみ関係をそれぞれ示す。図-2中の斜め線は、排水単調せん断試験で得られた破壊線である。原粒度と細粒分を除去した試料 $F_c=0\%$ のものを比較すると、原粒度は破壊線に接近するにつれ軸差応力が一定に保てなくなり、破壊線に沿って振幅が減少する傾向が見られる。また、軸ひずみも有効応力経路が破壊線に接触する付近から急増している様子が認められる。一方、

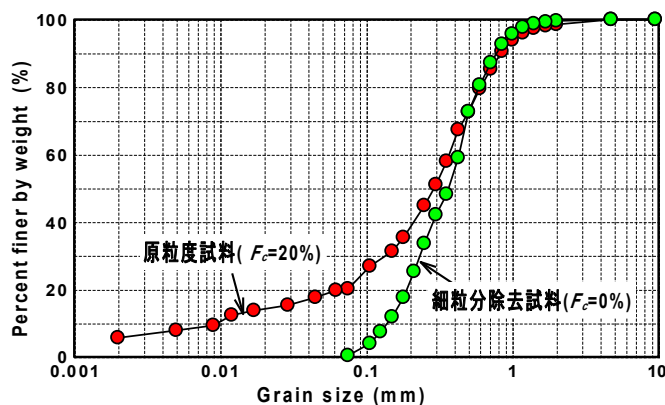
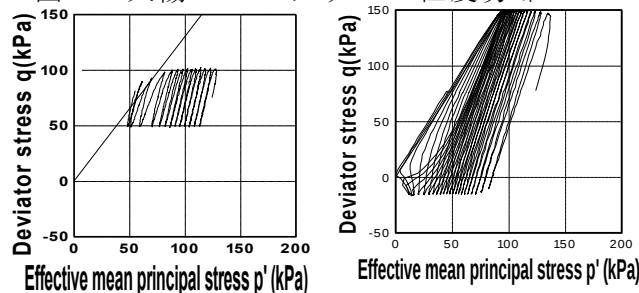


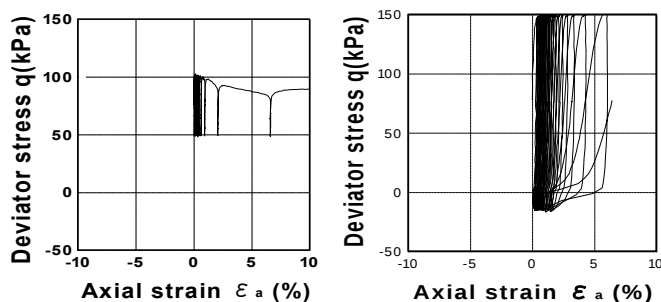
図-1 太陽ニュータウンの粒度分布



(a) 原粒度試料

(b) 細粒分除去

図-2 初期せん断応力比 0.3 の代表的な有効



(a) 原粒度試料

(b) 細粒分除去

図-3 初期せん断応力比 0.3 の代表的な
軸差応力-軸ひずみ関係

$F_c=0\%$ の試料では、初期には原粒度試料と同様徐々に有効応力が低下しているが、破壊線付近ではほぼ一定の有効応力状態となり定常なループを描いている。軸ひずみも徐々に増加してはいるが、急増する様子は見られない。 $F_c=0\%$ の試料は繰返し応力が反転しない限り顕著な破壊には至らなかった。

この挙動の違いを明確にするため、図-4に軸ひずみ-繰返し回数関係を示す。

この図より、 $F_c=0\%$ ではいずれの繰返し応力比においてもひずみは漸増的に増加し、残留ひずみによって破壊に至っている様子が分かる。しかし、原粒度試料は繰返し応力比が低く、繰返し回数の多い場合であってもひずみは急激に発達し破壊に至っている。次に、原粒度、 $F_c=0\%$ それぞれに対する初期せん断応力作用下の非排水繰返し強度曲線を図-5に示す。原粒度では初期せん断応力比が高くなるほど低い繰返しせん断強度を示し、逆に $F_c=0\%$ では初期せん断応力比が高くなるほど高い繰返しせん断強度を有することがわかる。繰返し回数20回で破壊に至る応力比を繰返しせん断強度とし、初期せん断応力比との関係で図-6に示す。原粒度試料では初期せん断応力比が増加すると繰返しせん断強度は低下し、水平地盤よりも斜面において破壊しやすいことを示している。一方、 $F_c=0\%$ の試料では初期せん断応力比が0.3までは繰返しせん断強度は増加し、非常に高い強度を示すことがわかる。しかし、初期せん断応力比0.375では繰返しせん断強度が低下する傾向にあるため高い初期せん断作用時には注意が必要である。

5. まとめ

本研究では原粒度の太陽ニュータウンの試料と細粒分を取り除いた試料を用いて非排水繰返しせん断試験を行った。その結果、細粒分を除去した試料 $F_c=0\%$ は原粒度試料に比べ繰返しせん断強度が高く、初期せん断応力比が増加すると、繰返しせん断強度がさらに高くなる傾向が認められた。一方、細粒分を含む原粒度試料は初期せん断応力が作用すると一層不安定となり、片振りの小さな繰返し応力であっても大きな軸ひずみが発達し、最終的にひずみが急増して破壊に至る様子が観察された。実験結果より、細粒分を含む凝灰質砂の斜面は地震による繰返しせん断に対する抵抗力が低いことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路土工盛土工指針 2010年度版，pp.130-134，2010。
- 2) 野田翔兵，兵動正幸，古居俊彦：火山灰土による谷埋め盛土の崩壊およびその非排水繰返しせん断強度，日本地震工学会論文集，Vol.12，No.5，pp.163-179，2012。

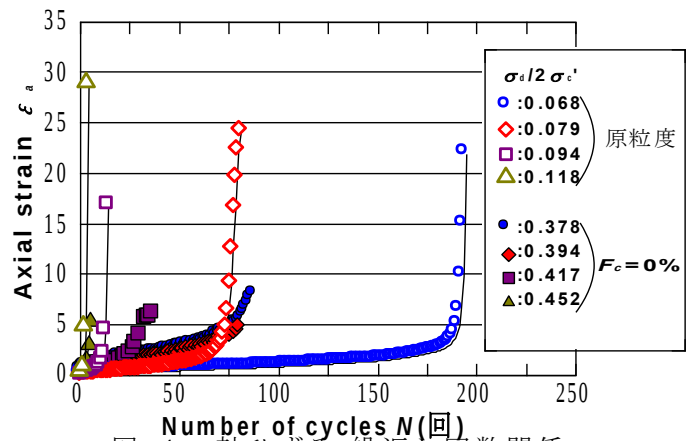


図-4 軸ひずみ-繰返し回数関係
(初期せん断応力比 0.3)

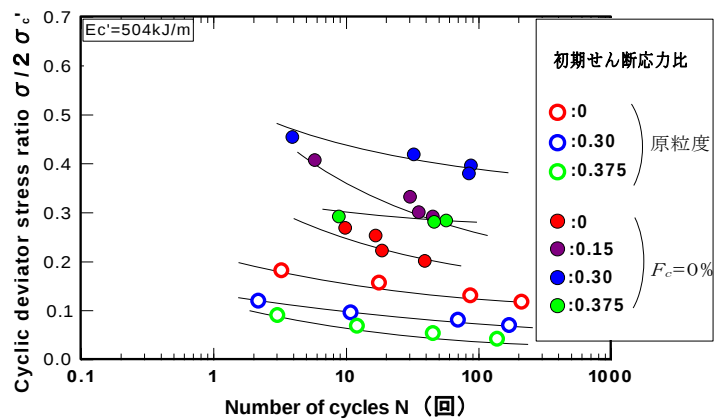


図-5 非排水繰返しせん断強度曲線

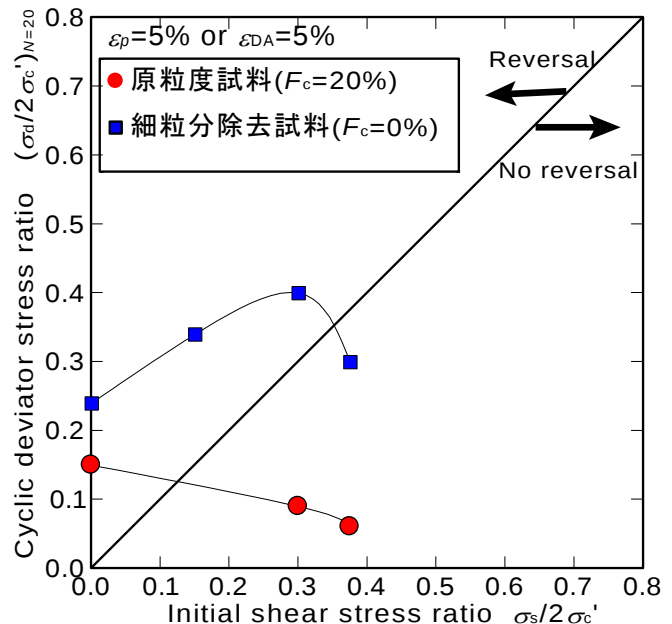


図-6 繰返しせん断応力比-初期せん断応力比関係