

Ⅲ－11

間隙水流入時の砂のせん断変形挙動

東北学院大学 学生員 ○佐藤かおり 安藤 匡
正会員 飛田善雄 山口 晶

1. 研究の背景と目的

現在、地震による液状化に起因する地盤の流動による被害が着目され、研究が行われている。ただし、流動メカニズムはいくつか提案されているものの明確には整理されていない。その中で、間隙水の流入により体積が増加し変形するという浸透破壊¹⁾による流動現象の説明は、時間遅れを伴う数mに及ぶ流動現象の特徴を説明することが可能である。しかし、このメカニズムにおいて、間隙水の流入を受けた土の変形挙動は明らかになっていない。そこで、本研究では、傾斜地盤を想定し、初期せん断力を受けている地盤に間隙水の流入があったときの土のせん断変形挙動を検討することを目的とし、砂のダイレイタンシー特性と変形形態についての整理を行った。

2. 間隙水注入実験

本実験の流れを図-1に示す。初期せん断力を与えたまま圧密し、圧密終了後、間隙水の注入を行う。実験は図-2に示した簡易型単純せん断試験機と間隙水注入装置を用いた。試料は、豊浦砂と2003年7月26日宮城県北部地震の際に河南町で発生した斜面崩壊地点の砂を採取したものをを用いた。図-3に粒径加積曲線を示す。また表-1に試料の密度と透水係数を示す。河南町の砂は、細粒分を含み透水係数が低い土である。想定した傾斜角度は地盤深さ5mで拘束圧は49kPaとした。傾斜角は12°、6°、3°と対応する初期せん断力は10.9 kPa、5.9 kPa、3.3 kPaである。表-2に実験条件を示す。なお、本実験ではせん断ひずみが10%、15%、20%に達した際に間隙水の注入を止めせん断ひずみの発達を観察した。その際に、100秒間でせん断ひずみが0.1%以上発生しない場合には注入を再開した。

3. 実験結果及び考察

図-4、図-5に豊浦砂と河南町砂の体積ひずみ-せん断ひずみ関係を示す。両試料とも体積ひずみに比例してせん断ひずみは増加しており、骨格構造を保持した変形形態と言える。図-6にダイレイタンシー係数-間隙比関係を示す。豊浦砂ではダイレイタンシー係数は間隙比に比例し、河南町砂の初期せん断力が小さい条件の場合は豊浦砂と同様に間隙比に比例する。ただし、初期せん断力が大きい場合は傾向が異なっている。これは、初期せん断力が大きいと細粒分が間隙水と同じ動きをすること、細粒分同士の間隙比は実際は非常に大きく細粒分の移動に間隙水を多く必要としないこと、細粒分の粒子形状の影響によるダイレイタンシー特性の違い等がその理由として考えられる。図-7に注入停止時のせん断ひずみとそのときのせん断ひずみ量について示す。豊浦砂でのせん断ひずみの発生はほとんど無い。河南町砂では注入停止時のせん断ひずみが大きい程、また、初期せん断力が大きい程発達は大きい。これは、せん断ひずみを生じる事による骨格の乱れと、透水係数が小さいため間隙水の流入時はせん断変形に伴う体積膨張に消費されなかった間隙水が注入が停止したことにより消費されたためと考えられる。

4. 結論

豊浦砂では間隙比と間隙水の流入量に応じて変位量が決まる。河南町砂では初期せん断力が小さい場合間隙比と間隙水の流入量に応じて変位量が決まるが、初期せん断力が大きい場合は初期せん断力の大きい方が変位量が大きくなる。これは細粒分の変形特性の影響と考えられる。本実験では骨格構造を保持した変形形態

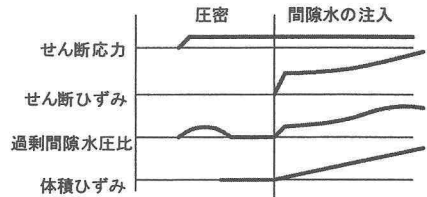
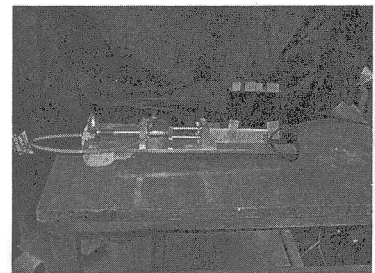
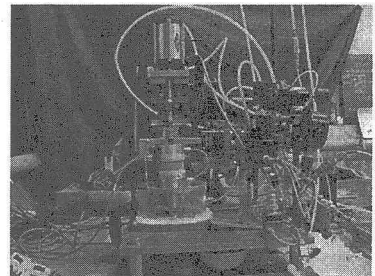


図-1 実験手順の模式図

図-2 簡易型単純せん断試験機と
間隙水注入装置

のみが見られた。これらの違いは細粒分の変形挙動が影響を与えている可能性がある。

参考文献

1) 仙頭紀明, 大村洋史, 赤堀一彦, 風間基樹: 地震後の浸透破壊を考慮した新しい流動変形予測法, 土と基礎 vol, 50-2 pp, 13-15, 2002

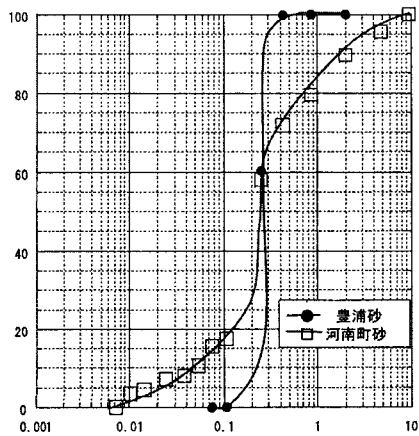


図 - 3 粒径加積曲線

表 - 1 密度と透水係数

	豊浦砂	河南町砂
土粒子密度	2.637 (g/cm ³)	2.591 (g/cm ³)
最大密度	1.639 (g/cm ³)	1.552 (g/cm ³)
最小密度	1.337 (g/cm ³)	1.107 (g/cm ³)
透水係数	1.75×10^{-2} (cm/s)	1.52×10^{-5} (cm/s)

表 - 2 実験条件

testNo.	試料	相対密度%(Dr)	初期せん断力kPa(傾斜角)
1	豊浦砂	91%	10.9kPa(12°)
2		84%	
3		60%	
4		50%	
5		40%	
6		91%	5.9kPa(6°)
7		89%	
8		70%	
9		82%	
10		53%	
11		91%	3.3kPa(3°)
12		79%	
13		70%	
14		57%	
15		46%	
16	河南町砂	97%(密)	13.4kPa(15°)
17		99%(緩)	10.9kPa(12°)
18		98%(密)	
19		98%(緩)	
20		98%(密)	5.9kPa(6°)
21		96%(緩)	
22		95%(密)	3.3kPa(3°)
23		90%(緩)	

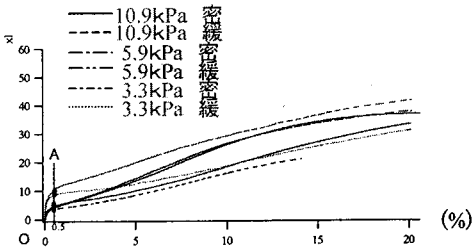


図 - 4 豊浦砂の体積ひずみ・せん断ひずみ

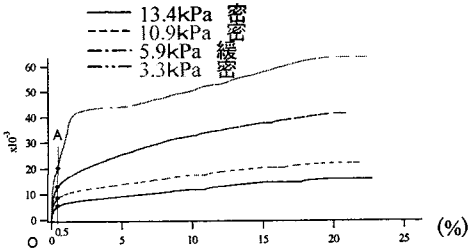


図 - 5 河南町砂の体積ひずみ・せん断ひずみ

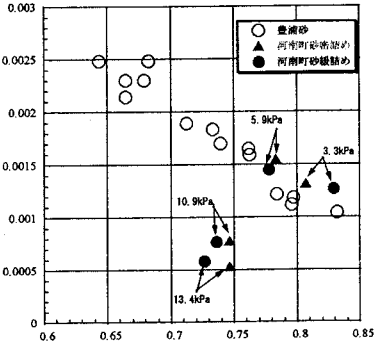


図 - 6 ダイレタンシー係数・間隙比

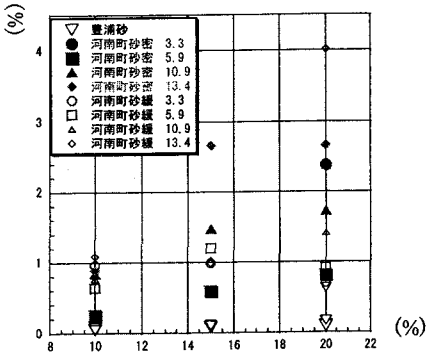


図 - 7 せん断ひずみ発生量・停止時せん断ひずみ