

III - 30

繰返しせん断履歴が間隙水流入時のダイレイタンスー特性に与える影響

東北学院大学 学生員 ○新田秀雄 安藤匡 佐藤かおり
東北学院大学 正会員 山口 晶 飛田善雄

1. 研究の背景と目的

現在、液状化に伴う流動現象の特徴（時間遅れを伴った数mに及ぶ変位）を説明できるようなメカニズムがいくつか研究されている。提案されているものの中で、間隙水の流入を考慮したメカニズムは流動現象の特徴を無理なく説明することができる。本研究では、このメカニズムに着目し、初期せん断力を与えた供試体に非排水繰返しせん断を与えた後、間隙水の注入をする実験を行った。この実験から、繰返しせん断変形挙動が間隙水流入時のせん断変形挙動に与える影響を検討した。

2. 非排水繰返しせん断試験及び注入試験

表-1に実験条件を表す。供試体の相対密度は80%と60%とした。繰返しせん断応力履歴によって発生させる過剰間隙水圧比(ppr)を0, 0.4, 0.6とした。ppr=0の実験は繰返しせん断履歴を与えていない。地下5m程度を想定し、拘束圧は49kPaとした。初期せん断応力は想定した傾斜角から計算した。要素試験は簡易型単純せん断試験機を用い、間隙水注入装置を用いて供試体に水を注入した。図-1に本実験の流れの模式図を示す。初期せん断を与えた状態で圧密を行い、圧密終了後、非排水繰返し試験を行った。その後、初期せん断力を与えたまま間隙水を注入する。なお、ppr=0の場合、圧密後繰返しせん断履歴を与えずに間隙水を注入する。

3. 実験結果及び考察

図-2に $Dr=80\%$ 、 $ppr=0.6$ の注入時のせん断ひずみ-体積ひずみ関係を示す。図から繰返しせん断応力振幅の大きさによって、せん断ひずみ-体積ひずみ関係の傾きが異なっている。ダイレイタンスー係数は、繰返しせん断履歴の影響を受けることがわかる。図-3に $Dr=80\%$ のせん断ひずみ-有効応力関係を示す。なお、Test2は有効応力の変相線を越えず、Test12は変相線を越える実験結果である。この図から、有効応力が回復するひずみ（以下有効応力回復ひずみ）の蓄積の傾向が異なっている。各実験において、有効応力回復ひずみとダイレイタンスー係数を取ったものが図-4である。累積回復ひずみとは、回復ひずみの絶対値を累積して足したもので、プラス回復ひずみとは初期せん断力方向のみの回復ひずみの累積値を取ったものである。この図から、有効応力回復ひずみの増加に伴って、ダイレイタンスー係数が増加している。図-5に $Dr=60\%$ 、図-6に $Dr=80\%$ の繰返し時の最大せん断ひずみ-ダイレイタンスー係数をそれぞれ示す。図-5の $Dr=60\%$

表-1 実験条件

Test No	相対密度	応力振幅	傾斜角	ppr
1	80%	19.6 kPa	12°	0.6
2		22.5 kPa		
3		24.5 kPa		
4		26.5 kPa		
5	60%	19.6 kPa	12°	0.9
6		22.5 kPa	0°	1.0
7		22.5 kPa	12°	0.9
8	80%	14.5kPa	12°	0.4
9		19.6kPa		
10		26.5kPa		
11		29.4kPa		
12		29.4kPa		
13	80%	なし	12°	0
14	60%		6°	
15	80%			
16	60%		3°	
17	80%			
18	60%			

では、ダイレイタンスー係数は最大せん断ひずみの大きさにかかわらず、ほぼ一定値を示している。図-6の $Dr=80\%$ では繰返し時の最大せん断ひずみの増加に伴って、ダイレイタンスー係数は増加する

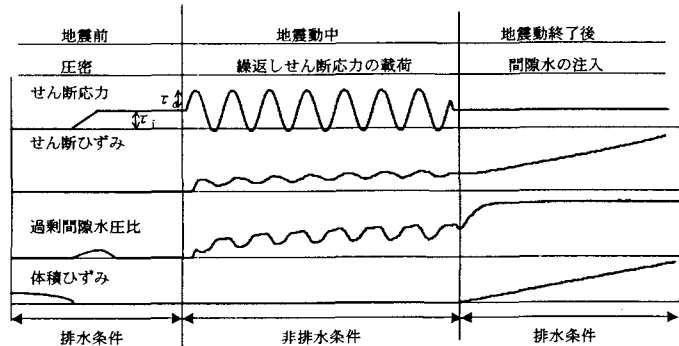


図-1 本実験の流れの模式図

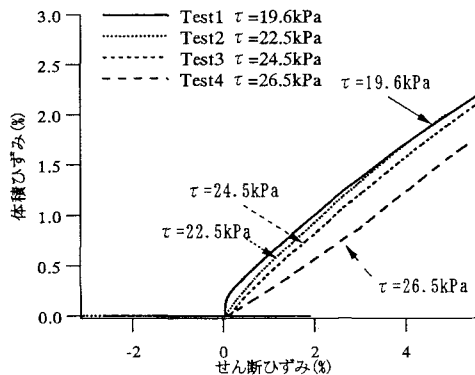


図-2 注入時の体積ひずみ-せん断ひずみ関係
($Dr=80\%$ ppr=0.6)

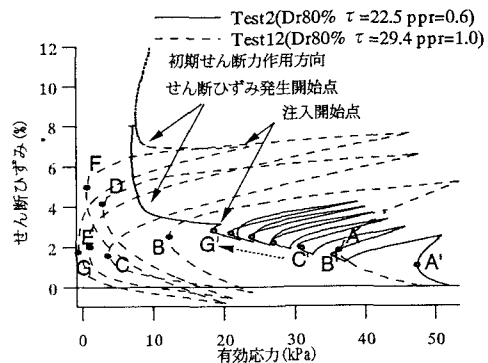


図-3 せん断ひずみ-有効応力関係 ($Dr=80\%$)

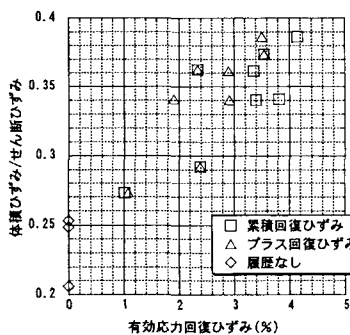


図-4 有効応力回復ひずみ-ダイレイタンシー係数関係
($Dr=80\%$)

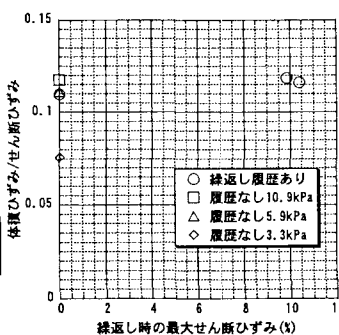


図-5 繰返し時の最大せん断ひずみ-ダイレイタンシー係数関係 ($Dr=60\%$)

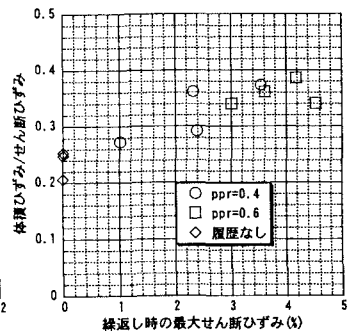


図-6 繰返し時の最大せん断ひずみ-ダイレイタンシー係数関係 ($Dr=80\%$)

傾向にある。この結果から、供試体の相対密度が大きい条件では、繰返し時のせん断ひずみの増加に伴ってダイレイタンシー係数は増加する。また、その値は、有効応力回復ひずみの値にも関係するようである。本実験では、ダイレイタンシー係数は間隙水の増加に伴って発生するせん断ひずみを表しており、砂骨格の構造の堅固さを表したものと考えることもできる。そのように考えると、最大せん断ひずみ量や、有効応力回復ひずみが多いほど砂骨格が強くなっており、構造が堅固になっているといえる。有効応力回復ひずみの大きさに比例してダイレイタンシー係数が大きくなる（構造が堅固になる）理由は、初期せん断力方向で有効応力が回復すると砂の異方性構造が発達するためと思われる。

4. 結論

ダイレイタンシー係数は繰返し時の最大せん断ひずみ及び有効応力回復ひずみ量に比例して増加することが示された。また、ダイレイタンシー係数の増加の傾向は、相対密度が大きいほうが大きい傾向にある。繰返しせん断を受けた後間隙水の流入を受ける土を考慮した場合、繰返しせん断によって発生するせん断ひずみ量によって、間隙水の流入に対するせん断ひずみの発生量は異なることが分かった。また、有効応力が回復してからのひずみ量が大きくなると、砂骨格の構造が堅固になることが示された。これは初期せん断方向へのひずみにより異方性構造が発達したためと思われる。