

単純せん断時の側方応力

東北学院大学 学生 ○追木知哉 我妻大輔
東北学院大学 正 山口 晶 飛田善雄

1. はじめに

地震時に地盤は単純せん断変形をするが、このような場合の土の側方応力の変化過程は明確になっていない。地震時に液状化するような砂のせん断挙動は有効応力に依存することを考えると、繰返し単純せん断時の土の側方応力状態を知ることが重要である。そこで本研究では単純せん断状態で繰返し载荷を受ける土の側方応力の変化を調べた。

2. 実験条件

本研究では、実験試料として豊浦砂(豊〔緩〕・〔密〕), 珪砂7号(珪7), ガラスビーズNo.2(ガラス2)を使用した。試料の密度, 最大・最小密度を表-1に示す。また図-1に粒径加積曲線を示す。

表-2~3にそれぞれの実験試料の実験条件を示す。実験条件はひずみ制御で, せん断ひずみ振幅1~5%で繰返しせん断回数を10回とした。供試体の相対密度は85%~95%以内を目標とした。また, 豊浦砂の密詰め(豊〔密〕)では, 3層12回の締め固めを行うことにした。このときの相対密度を118%~120%以内とした。

3. 実験結果と考察

図-2に繰返し载荷前の初期土圧係数と相対密度関係を示す。なお, 土圧係数とは, 実験時に計測した側方応力を垂直応力で割った値である。この図から, 全ての試料で初期の土圧係数は0.4~0.6の範囲となっている。

図-3~4に豊〔緩〕と豊〔密〕の繰返し载荷過程における垂直応力と側方応力関係を示す。グラフから垂直応力の低下に伴って, ほぼ直線関係で側方応力も低下することが分かる。図-5に過剰間隙水圧比0.8のときの繰返しひずみ振幅と繰返し時の土圧係数の関係を示す。豊〔緩〕の場合は土圧係数が1を大きく越えている。全ての実験試料で, せん断ひずみ振幅が3~4%で下に凸の曲線となっている。また, 試料によって繰返し時の土圧係数は0.4~1.5までばらついた結果となった。

用いた実験試料は, ガラスビーズがほぼ球状であるのに対して豊浦砂は調整碎石である。図-6a)に豊浦砂, 図-6b)にガラ

表-1 試料の物理特性

実験試料	豊浦砂	珪砂7号	ガラスビーズNo.2
土粒子の密度 $\rho_s(g/cm^3)$	2.637	2.630	2.506
最大密度 $\rho_s(g/cm^3)$	1.641	1.505	1.581
最小密度 $\rho_s(g/cm^3)$	1.338	1.195	1.469
最大間隙比	0.943	1.200	0.705
最小間隙比	0.600	0.748	0.585

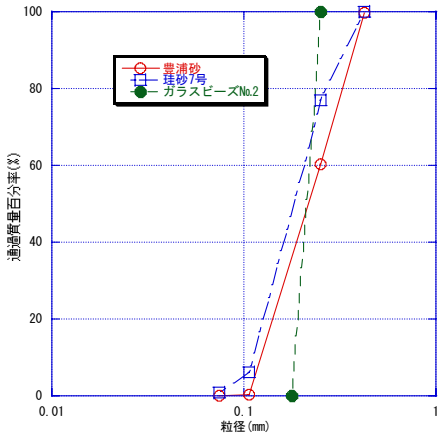


図-1 粒径加積曲線

表-2 実験条件(1)

	実験試料			条件	
	豊〔緩〕	珪7	ガラス2	相対密度	せん断ひずみ
実験名	TL-1	K-1	G-1	85% ~ 95%	1%
	TL-2	K-2	G-2		2%
	TL-3	K-3	G-3		3%
	TL-4	K-4	G-4		4%
	TL-5	K-5	G-5		5%

表-3 実験条件(2)

	実験試料	条件	
	豊〔密〕	相対密度	せん断ひずみ
実験名	TD-1	118% ~ 120%	1%
	TD-2		2%
	TD-3		3%
	TD-4		4%
	TD-5		5%

スピーズの粒子写真を示す。写真にあるようにこれらの試料ではきざきざの有無や粒子形状が大きく異なる。そこで、これら粒子形状の違いが繰返し時の土圧係数に与える影響を調べた。粒子を楕円形と考え、写真から読み取った粒子の短軸と長軸の比および1つの粒子にある頂点の数の平均値を形状を表す指標と考えた。図-7に短軸/長軸 - 繰返し時土圧係数関係、図-8に頂点の数 - 繰返し時土圧係数関係を示す。この図をみると、今回考慮した短軸と長軸の比および頂点の数では、明確な傾向が示されなかった。粒子形状は繰返し時の土圧係数にあまり大きな影響を及ぼさない可能性がある。

4. まとめ

豊浦砂を用いて、繰返し時の土圧係数を調べた。その結果、過剰間隙水圧比0.8の場合の繰返し時の土圧係数を比較すると、相対密度と繰返しひずみ振幅によって、0.4~1.2程度の範囲で分布すること、またこの違いを粒子形状の違いと考え検証したが粒子形状と繰返し時の土圧係数とに明確な関係は見られなかったことがわかった。

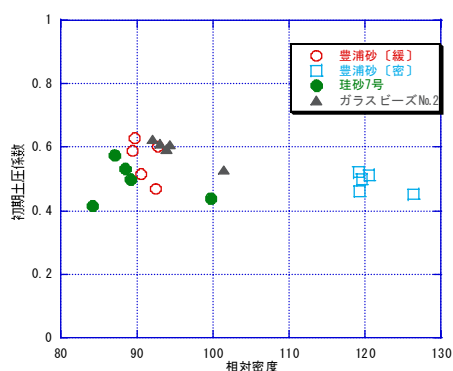


図-2 初期土圧係数 - 相対密度関係

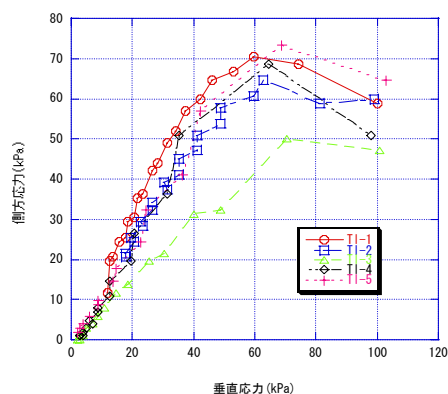


図-3 垂直応力 - 側方応力関係

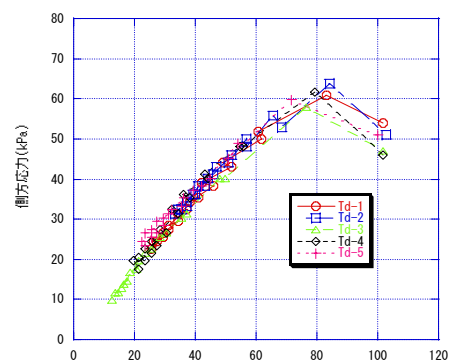


図-4 垂直応力 - 側方応力関係

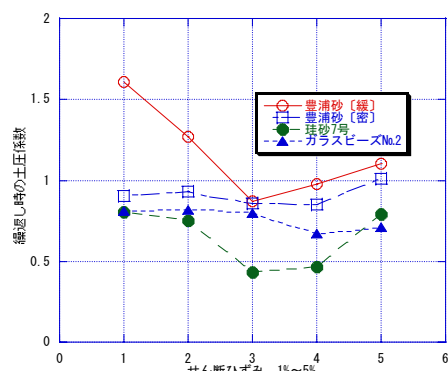
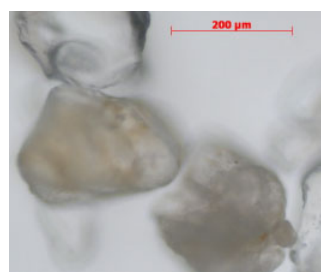
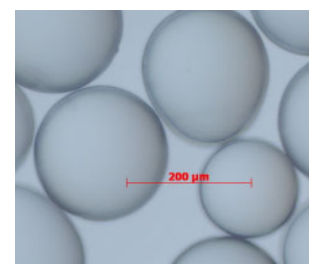


図-5 せん断ひずみ - 繰返し土圧係数関係



a) 豊浦砂



b) ガラス2

図-6 豊浦砂とガラスビーズの拡大写真

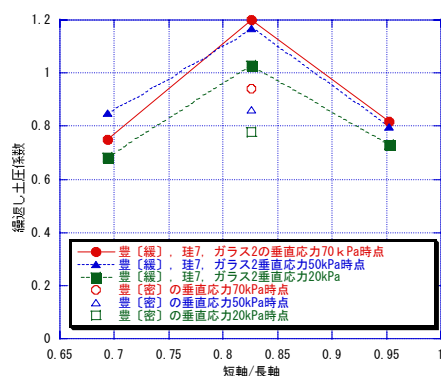


図-7 短軸/長軸 - 繰返し土圧係数関係

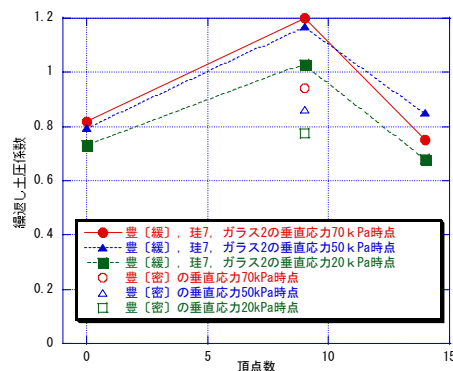


図-8 頂点数 - 繰返し土圧係数関係