

砂の分級堆積構造が液状化強度に及ぼす影響

東京都立大学大学院 学生会員 小池 令子
 東京都立大学 土質研究室 正会員 吉嶺 充俊

1. はじめに

不攪乱供試体・再構成供試体で三軸液状化試験を行うと、密度が同じであっても不攪乱供試体の方が強度が大きいことが多いこと多くの研究者により報告されている。このような強度差は、年代効果やマイクロな粒子構造が消失した後の大変形領域でも存在する¹⁾。そこで、本研究では不攪乱供試体における分級堆積構造の影響を調べるため図1のような供試体全体では粒度が等しいが極端に分級した供試体と完全に均一な供試体を作成し非排水三軸圧縮試験および非排水三軸繰返し試験を行った。

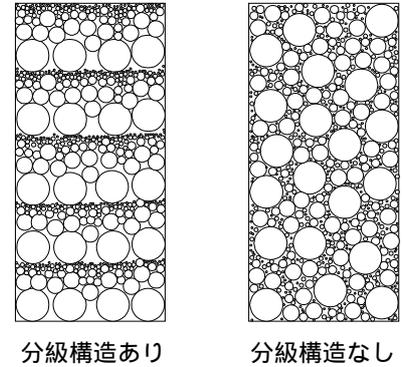


図1 供試体モデル図

2. 実験概要

試料は日本セメント協会指定のセメント強さ試験用標準砂(JCA sand)を用いた。この砂の粒径加積曲線を図2に示す。地盤工学会基準により最大・最小密度試験を行ったところ $e_{max}=0.729$ 、 $e_{min}=0.463$ であった。供試体は直径 50mm 高さ 100mm の円柱形とし空中落下法により作成した。分級した供試体は砂を5層に分け、さらに各層を粒径別に5層に分け粒径の大きなものから順に堆積させた。また、均一な供試体は砂を5層に分け堆積させた。非排水せん断前の有効拘束圧は繰返し載荷試験では $p'=(\sigma_v'+\sigma_h')/2=100$ kPa、単調載荷では $p'=(\sigma_v'+2\sigma_h')/3=100$ kPa とした。

3. 実験結果

非排水三軸圧縮試験： 図2に代表的な実験結果の応力ひずみ曲線を示した。分級構造のある場合の方が相対密度が小さいにも関わらず強固な挙動を示していることがわかる。図4は非排水三軸圧縮試験における荷重過程での変相点における最小有効主応力と相対密度の関係を示したものである。この図では変相点が左方・下方にあるほどせん断中に大きな過剰間隙水圧が発生し大きく軟化が生じることを示している。分級構造のある場合の方がない場合よりも強度が大きいことがわかる。

非排水三軸繰返し試験： 図5は分級した供試体と均一な供試体の液状化特性である。液状化強度においても分級構造がある場合の方が大きいことがわかる。図6、図7はセメント試験用標準砂を単一粒径の豊浦砂の液状化試験結果²⁾と比較したものである。図6より供試体全体が一様であるという条件下では粒度の良い砂の液状化強度は小さいことがわかる。図7より異なる砂であっても実質的な粒度の悪さが同程度であれば液状化強度は同程度であることがわかる。

4. まとめ

供試体全体の粒度分布が全く同じであっても分級構造がある場合はない場合よりも強度が大きくなった。すなわち局所的に見て、粒度の良い砂は粒度の悪い砂より液状化強度が小さくなった。これは、ダイレタンシー特性の違いにより生じると考えられる。従って間隙比や乾燥密度、または相対密度だけでは例え同じ砂であったとしても、その液状化強度を正しく捉えられない場合があり、分級構造(局所的な粒度の偏り)を考慮する必要があると言える。水中で堆積した砂地盤は、微細な分級構造(ラミナ)を有していることが多い。このような分級構造のある砂地盤を均一な再構成試料を用いて評価する際には、特に注意が必要である。

キーワード：三軸試験・液状化・繰返しせん断・砂・粒度分布・分級

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学土木工学科, Tel: 0426-77-2773

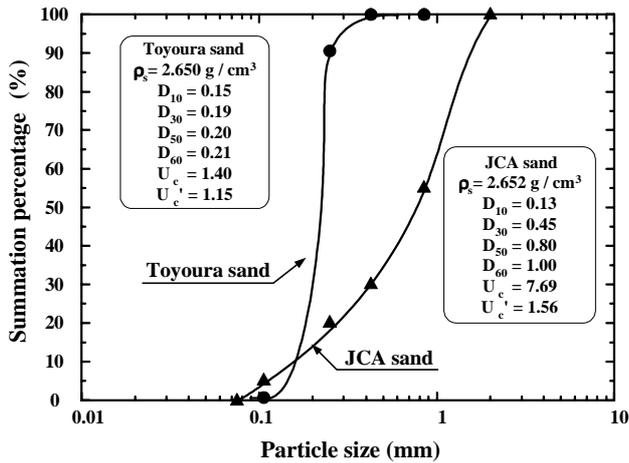


図2 粒径加積曲線

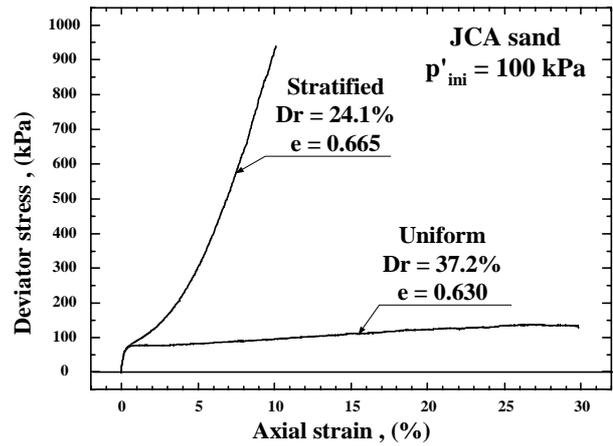


図3 非排水三軸圧縮試験における応力ひずみ

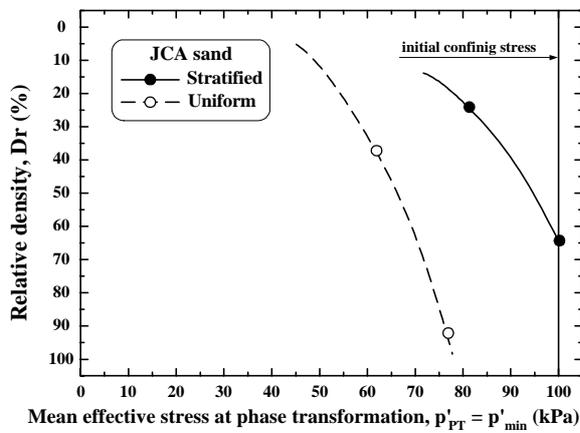


図4 非排水三軸圧縮試験結果

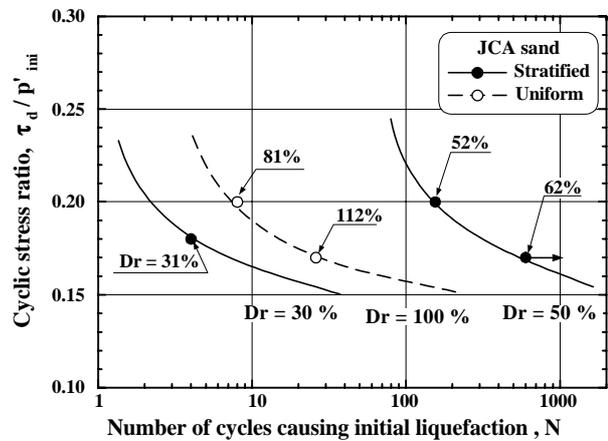


図5 セメント強さ試験用標準砂における液状化特性

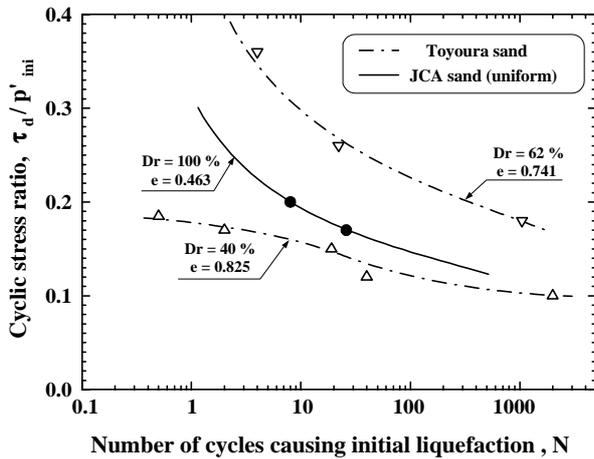


図6 豊浦砂とセメント試験用標準砂(分級構造なし)の液状化特性の比較

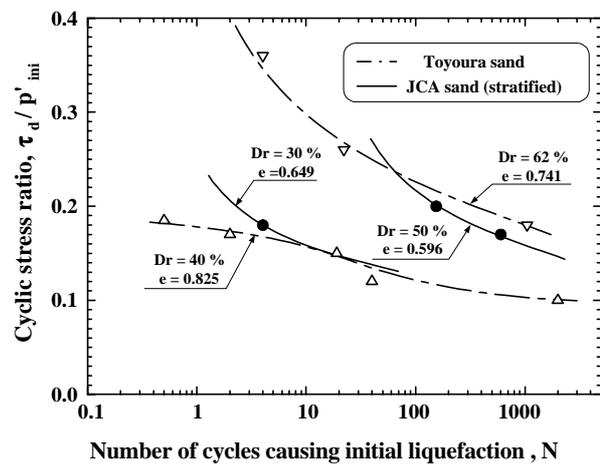


図7 豊浦砂とセメント試験用標準砂(分級構造あり)の液状化特性の比較

参考文献

- 1) 攪乱・不攪乱砂の非排水三軸圧縮せん断による定常状態について, 吉嶺充俊, 土木学会第56回年次学術講演会, III-A026, pp.52-53, 2001
- 2) 砂の非排水三軸せん断特性に及ぼす異方性の影響, 細野康代・唐沢里英・吉嶺充俊, 土木学会第56回年次学術講演会, III-A028, pp.56-57, 2001.