

III-A 33

細粒分を含む砂の大変形時非排水せん断挙動

東京理科大学大学院	学生会員	○矢部 浩史
東京理科大学	正会員	石原 研而
東京工業大学	正会員	桑野 二郎
基礎地盤コンサルタンツ	正会員	中澤 博志
東京理科大学大学院	学生会員	杉原 弘一

1、はじめに

液状化に関する研究は、そのメカニズム、予測、対策工など今まで数多く行われてきたが、その多くは粒径のそろったきれいな砂によるものであり、細粒分を含む砂についてもさらに研究が必要である。また、液状化によって地盤が大変形し流動破壊することも大きな問題となっている。本研究では細粒分の増加に伴う非排水単調せん断特性を大変形時を中心に調べた。

2、実験試料

試料は細粒分としてカオリン($I_p=36.6$)、粗粒分として豊浦標準砂を用いた混合砂（以下、カオリン混合砂）、及び細粒分としてふるい分けした藤の森粘土($I_p=37.7$)、粗粒分として藤の森粘土の細砂と豊浦標準砂を用いた混合砂（以下、藤の森混合砂）を使用し、図1に示すような粒径加積曲線を持つように配合した。なお、細粒分の影響を調べるために準備した細粒分含有率FCはともに0, 10, 20, 30, 40, 100(%)である。

3、実験方法

供試体作製法として気乾状態の混合試料を漏斗より落下、堆積させる空中落下法と、液性限界の2倍の水量を加えスラリー状にした試料を鉛直圧49kPaで予圧密するスラリー法を用いた。供試体作製後、二重負圧法によって通水飽和させ、B値が0.96以上と確認された供試体のみ拘束圧98kPa又は392kPaで等方圧密を行った。圧密終了後、ひずみ速度0.1%/分で非排水三軸試験を行った。なお載荷終了後、供試体含水比より載荷時の間隙比を逆算して求めた。

4、実験結果

(1) 非排水単調せん断特性

非排水三軸試験で得られた代表的な有効応力経路と $e-\log p'$ 関係を、藤の森混合砂のFC=10%と40%のものについて図2～5に示す。図2, 4に示すように細粒分含有率が低い場合、特にスラリー法による供試体において圧縮と

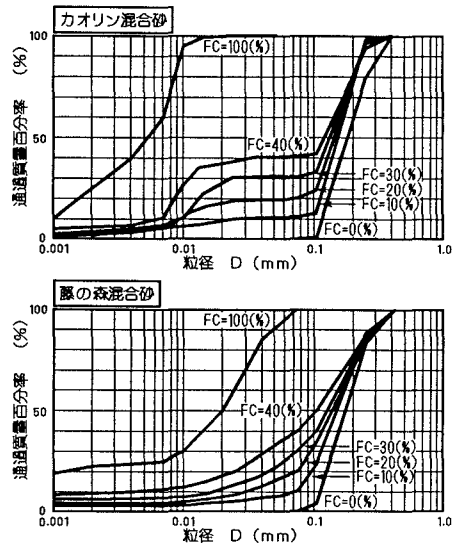


図1 混合砂の粒径加積曲線

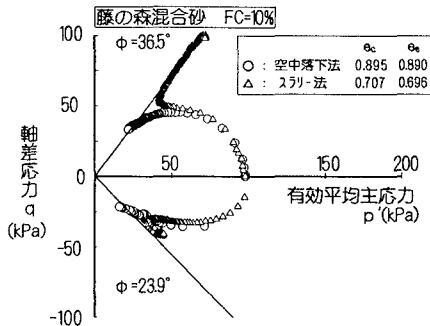


図2 藤の森混合砂の有効応力経路(FC=10%)

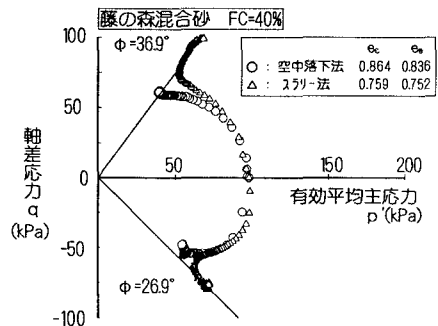


図3 藤の森混合砂の有効応力経路(FC=40%)

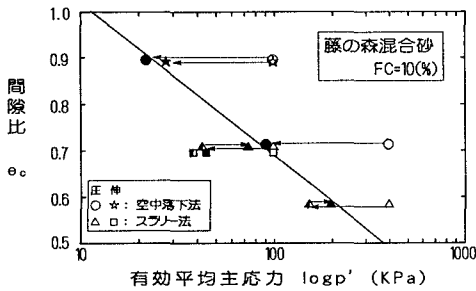


図4 藤の森混合砂の e - $\log p'$ 関係(FC=10%)

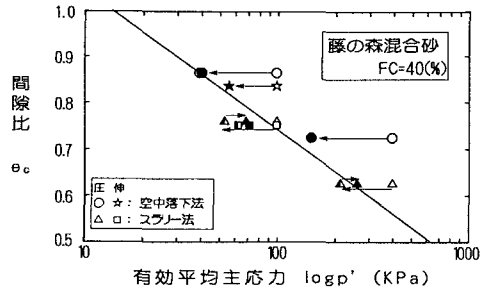


図5 藤の森混合砂の e - $\log p'$ 関係(FC=40%)

伸張で挙動が異なり構造異方性の影響が見られたが、図3, 5に示すように細粒含有率が高くなると、その影響は減少し等方的な性質を示した。次に供試体作製法による影響を見ると、空中落下法で作製された供試体はピークを過ぎても収縮挙動を示し、スラリー法によるものはピーク付近で収縮性から膨張性へと挙動が変化しており、密度の違いや土粒子の堆積構造に起因していると考えられる。しかし大変形して定常状態に至ると初期構造の影響がなくなり、図2, 3に示すように二つの異なる作製法で作られた供試体の定常状態時の内部摩擦角はほぼ同じになる。また定常状態時の有効平均主応力は、供試体作製法あるいは初期拘束圧の影響を受けず、載荷時の間隙比のみに依存している。

(2) 細粒含有率と定常状態線の関係

非排水三軸圧縮試験で得られた試験結果から定常状態線を細粒含有率ごとにひき、細粒分が定常状態線に与える影響について調べた。図6, 7にカオリン混合砂と藤の森混合砂についてその結果を示す。両者を比較すると、全体的にカオリン混合砂のほうが定常状態線の傾きがなだらかであり圧縮性が低く、藤の森混合砂においては定常状態線の傾きが急で、圧縮性が高い。またカオリン混合砂は細粒分が混入されることで定常状態線が大きく左に移動して収縮領域が増加したが、藤の森混合砂ではその傾向がやや小さかった。これは粒度分布による影響が考えられ、粒度分布が不連続なカオリン混合砂ではFC=20%程度までは細粒分の存在により砂粒子が緩く堆積したため骨格構造が壊れやすい。したがってせん断抵抗角が小さくなり、収縮領域が拡大し、流動破壊しやすくなったものと考えられる。反対に比較的粒度分布が良い藤の森混合砂では、細粒分が混在しても骨格構造がせん断に対して安定しているため、FC=0%の場合よりも収縮性が大きくなる傾向を示さず、カオリン混合砂に比べて流動破壊が起きにくいと考えられる。

5. まとめ

定常状態時の有効平均主応力は供試体作製法や初期拘束圧の影響を受けず、載荷時の間隙比に依存するが、有効平均主応力と間隙比の関係は細粒含有率や粒度分布で大きく変化する。

〔参考文献〕

- 1) 桑野・中澤ら：細粒分を含む砂の非排水繰返しせん断強度、第31回土質工学研究発表会投稿中
- 2) SONJA・ISHIHARA: On the influence of nonplastic fines on residual strength, Earthquake Geotechnical Engineering, Isihara(ed), pp239-244

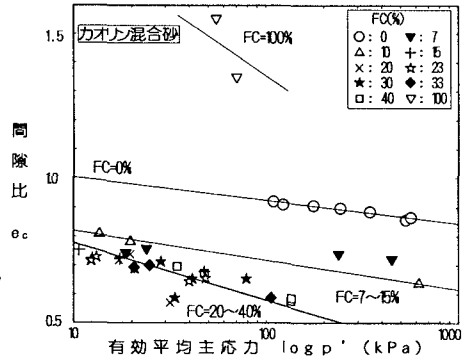


図6 定常状態線（カオリン混合砂）

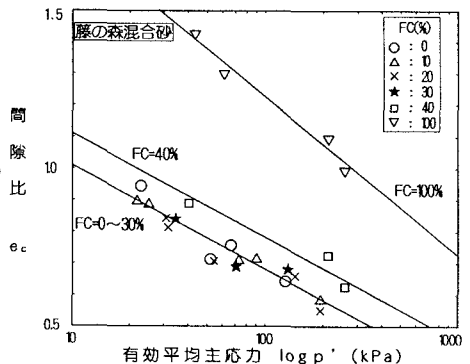


図7 定常状態線（藤の森混合砂）