

III-164

カオリン混入砂質供試体の非排水三軸圧縮・伸張せん断特性

東京工業大学

日本道路公団(元東京理科大学大学院)

東京理科大学 大学院

正 会 員 桑野 二郎

正 会 員 〇高原 健吾

学生会員 飯村 博忠

1. はじめに

液状化問題に関しては、粒径の揃ったきれいな砂地盤ばかりでなく、シルトや粘土などの細粒分を含む地盤においても液状化が生じることが報告され、研究が行われている。粘土分を含む砂地盤の性質は粘土分含有率、粒度分布、粘土の性質などの様々な要因に依存する。また、砂質土のせん断挙動は供試体の密度や構造などに強く影響されることが知られている。本研究では、カオリンを含む砂質供試体の飽和、圧密、非排水せん断(圧縮・伸張)の各段階での挙動を調べることを目的としている。

2. 試料及び試験方法

実験に使用した試料は、豊浦標準砂に粘土分としてカオリンを全重量の0~40%となるように混入したものを用いた。供試体は気乾状態の試料を空中落下法により作製した。落下高さは緩詰め供試体では0cm、密詰め供試体では粘土分含有率(CC)に応じて60~90cmと調節し、

モールドに詰めた時点での相対密度が約10%と80%になるようにした。供試体は、二重負圧法を用いて脱気した後、通水・飽和させた。そして、有効拘束圧1kgf/cm²で等方圧密を行い、圧密終了後、非排水状態で圧縮および伸張載荷を行った。せん断終了後、供試体の含水比を測定し、これからせん断時の供試体間隙比を逆算した。また、有効拘束圧を4kgf/cm²まで段階的に増加させる等方圧密試験も併せて行った。

3. 試験結果

図-1は供試体の飽和過程での鉛直ひずみと体積ひずみの関係を示したものである。きれいな砂では鉛直ひずみ量は非常に小さく、水平ひずみの方が鉛直ひずみより大きくなっているが、カオリン含有率の増加に伴って、鉛直ひずみの方が水平ひずみよりやや大きくなり、ひずみの量も大きくなっている。これは、粒子が堆積する際に生じた初期構造異方性の影響が出ているのではないかとと思われる。

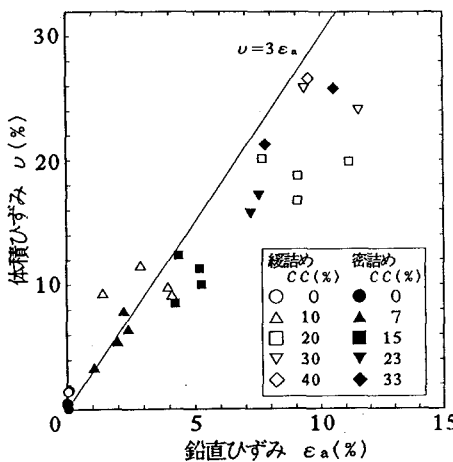


図-1 $\epsilon_a \sim v$ 関係(飽和時)

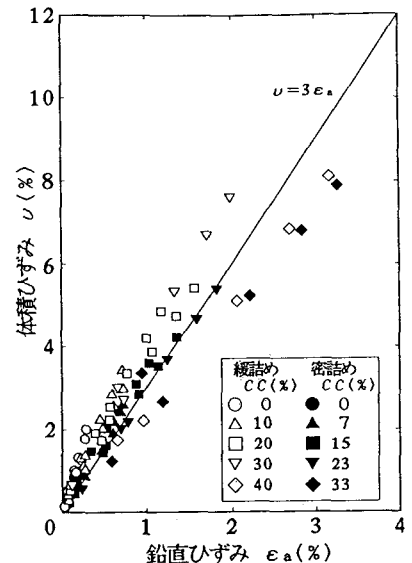


図-2 $\epsilon_a \sim v$ 関係(圧密時)

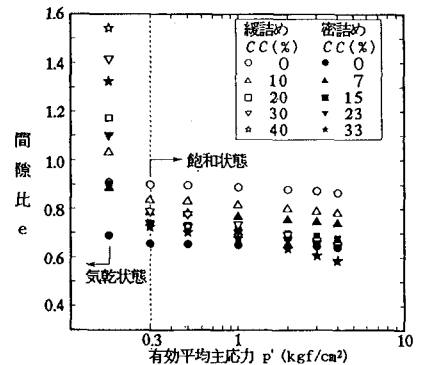


図-3 $e - \log p'$ 曲線

圧密時に生じた鉛直ひずみと体積ひずみの関係(図-2)では、ひずみ量は飽和過程より小さくなっている。きれいな砂では水平ひずみの方がいくぶん大きくなっているが、カオリン含有率の増加に伴い等方的に圧縮されるようになり、30%を越えると鉛直方向の方がやや圧縮されやすくなる。また、緩詰めと密詰めを比べてみると、密詰めの方がより等方的な圧縮特性を示す傾向が強い。このように、カオリン含有率の増加に伴い圧縮性が増大し、気乾状態では密度に大きな差があった供試体が、飽和・圧密を経てほぼ同じ間隙比になった(図-3参照)。

図-4、5、6はカオリン含有率ごとに圧縮および伸張試験の有効応力経路を1つにまとめたものである。きれいな密な砂の有効応力経路(図-4)は、圧縮側では、ほぼ最初から膨張性挙動が強く見られた。伸張側では、せん断初期には収縮性を示すが、せん断を続けると膨張性を示すようになった。原点から接線を引いて求めた内部摩擦角は、圧縮側で 35.2° 、伸張側で 36.9° とほぼ等しくなった。緩詰めの場合、圧縮側では密な砂の伸張側と同様の変相点を示し、伸張側では最初から収縮性を示した。内部摩擦角は圧縮側で 33.6° 、伸張側では 15.8° になった。きれいな砂では伸張側で圧縮側より強い収縮性を示した。

$CC=15\%$ (図-5)では、初期の密度の違いによらず、圧縮、伸張に関係なく収縮挙動を示した。内部摩擦角はどれも約 20° になった。 $CC=33\%$ (図-6)になると、やはり圧縮側、伸張側で同様の収縮挙動を示すが、内部摩擦角は両側とも約 30° と $CC=15\%$ のときよりも大きくなった。カオリンの含有率が増加してくると、有効応力経路は初期の密度の違いによらず、圧縮、伸張で同じような収縮挙動を示すが、これはカオリンの含有率が増加してくると等方的な圧縮特性を示すことに対応していると思われる。また、カオリンを含む供試体では含有率が20%を越えると残留強度が増加してくる傾向がある。

4. まとめ

- ・カオリンの含有率が増加すると圧縮性が増加し、含有率が高い砂ほど等方的に圧縮される傾向が強い。
- ・カオリンを含む場合、圧縮側と伸張側で似たようなせん断挙動を示す。また、カオリンの含有率が20%を越えると残留強度が増加する傾向がある。

参考文献

- 1) Verdugo, R & Ishihara, K: Characterization of the Undrained Behavior of Sandy Soils, Proc. of Int. Symp. Natural Disaster Reduction, JSCE, pp.287-296, 1991.
- 2) 桑野, 他: 細粒分を含む砂の液状化特性, 土と基礎, Vol.41, No.7, pp.23-28, 1993.
- 3) 桑野, 他: 三軸試験における圧縮特性と間隙比, 48th JSCE年次学術講演会概要集Ⅲ, pp.908-909, 1993.
- 4) 桑野, 他: カオリンを含む砂の非排水繰返しせん断挙動, 29th JSSMFE, 1994.

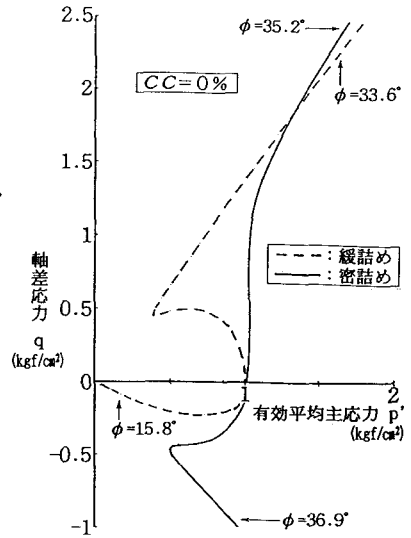


図-4 $p' \sim q$ 関係 ($CC=0\%$)

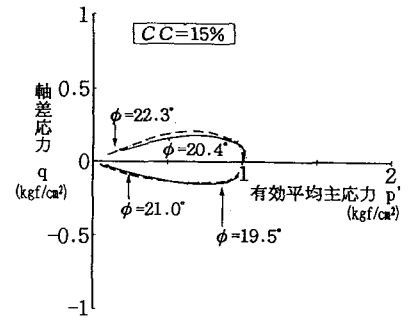


図-5 $p' \sim q$ 関係 ($CC=15\%$)

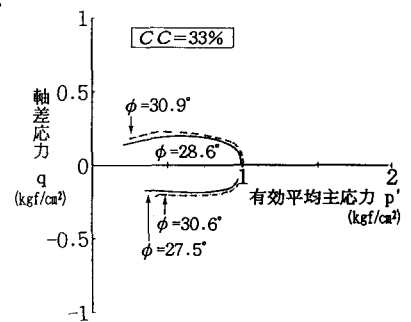


図-6 $p' \sim q$ 関係 ($CC=33\%$)