

III-A 30

初期応力状態の異なる緩い粘土混じり砂の非排水三軸圧縮試験

九州工業大学大学院 学生員 ○柳畑 亨
九州工業大学工学部 正会員 永瀬 英生

●まえがき

非常に緩い砂（超緩詰め砂）の液状化は、地震時に限らず静的なせん断応力が作用することによっても生じることが知られている。このため、超緩詰め砂が堤体や斜面地のような自重によってせん断応力が作用している地盤を構成するような場合においては、大規模なすべり破壊が生じる可能性を有している。

そこで、静的なせん断応力下で液化化型の破壊を示すような緩い粘土混じり砂について、初期応力状態を数段階に変化させ、非排水せん断特性に与える初期応力状態の影響を検討した。

●実験方法

実験には、試料として豊浦標準砂（ $G_s=2.637$ 、 $e_{max}=0.973$ 、 $e_{min}=0.609$ ）とカオリンを、供試体作製方法として不飽和砂凍結法を用いた。カオリンの重量混合率（細粒分含有率,CC）は10%、不飽和砂の含水比は6%とした。供試体は高さ15cm、直径7.4cmの円筒形である。供試体作製後、間隙空気を二酸化炭素で置換して脱気水を通水し、背圧を196kPa与えて飽和化している。なお、間隙圧係数B値は0.96~0.99であった。今回の実験手順を以下に述べる。①有効拘束圧 $\sigma'_0=98\text{kPa}$ で等方圧密する。②排水状態で初期軸応力 σ'_i （表-1参照）を与える。③軸応力による体積変化が終了したのを確認した後、ひずみ制御（変位速度0.6mm/分）方式で非排水三軸圧縮試験を行う。

なお、供試体の詰まり具合は granular void ratio（粒状間隙比） $(e_g^{1), 2})$ を用いて表す。

●実験結果

表-1に結果の一覧を示す。表中に示しているように σ'_i による体積ひずみ e_v はいずれの場合においても小さい値であった。

図-1~3に代表的な軸差応力 q ・過剰間隙水圧 Δu ~ 軸ひずみ ϵ 関係を示す。これらの図より、 q ~ ϵ 関係において、 σ'_i の大きさによらず、 q は ϵ の増加に伴って一旦増加した後、減少し続け、一定値に収束していることがわかる。また、 Δu ~ ϵ 関係においても

表-1 結果一覧

初期軸応力 $\sigma'_i(\text{kPa})$	granular void ratio, e_g	σ'_i による 体積ひずみ $e_v(\%)$
0.0	1.011	-
0.0	0.963	-
9.1	0.967	0.10
27.0	0.983	0.23
34.9	1.008	0.35
56.2	0.997	0.69
103.6	0.972	1.81

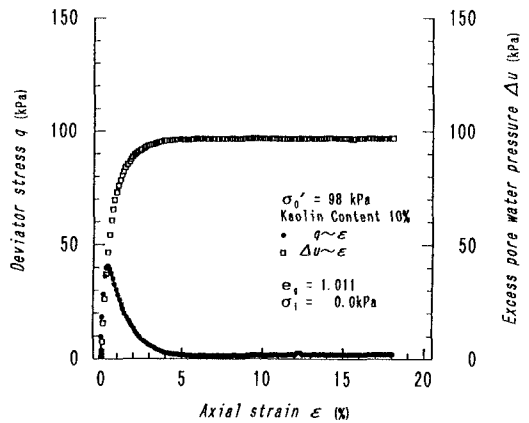


図-1 $q \cdot \Delta u \sim \epsilon$ 関係

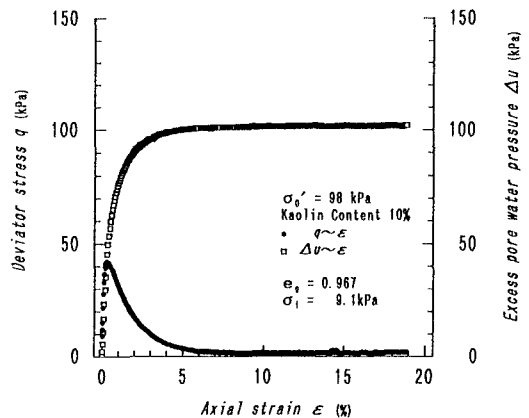


図-2 $q \cdot \Delta u \sim \epsilon$ 関係

σ_i の大きさによらず、 Δu は ϵ の増加に伴って増加し続け、一定値に収束していることがわかる。

図-4に全結果の有効応力径路を示す。この図から、 e_g および σ_i の大きさに関わらず、軸差応力 q はほぼ一定値に収束していることがわかる。このことから、静的なせん断応力下で液状化型の破壊を示すような緩い粘土混じり砂の定常状態は σ_i の大きさに影響を受けないと言えそうである。

次に、 45° 面上におけるせん断応力 τ_{45° を考える。

図-5に最大せん断応力 $\tau_{max,45^\circ}$ ～初期せん断応力 $\tau_{i,45^\circ}$ 関係を示す。この図から、 $\tau_{i,45^\circ}$ が大きくなるに従って、 $\tau_{max,45^\circ}$ も大きくなっていることがわかる。 $\tau_{max,45^\circ}$ は $\tau_{i,45^\circ}$ に従属な値であることが推察できる。

図-6に応力比 $R = \tau_{max,45^\circ} / \tau_{i,45^\circ} \sim \log(\tau_{i,45^\circ})$ 関係を示す。この図から、 $\tau_{i,45^\circ}$ が大きくなるに従って、 R は小さくなっており、斜面地などでは傾斜が大きくなるほど、すなわち自重によるせん断応力が增大するほど、すべりに対してより不安定な状態にあると言える。

●まとめ

液状化型の破壊を示すような緩い粘土混じり砂について、初期応力状態を変化させ非排水三軸圧縮試験を行った。その結果、初期軸差応力 σ_i の大きさに関係なく、軸差応力 q ・過剰間隙水圧 Δu ～軸ひずみ ϵ 関係はほぼ同一の形状を示した。また、 σ_i が大きくなるに伴って、 σ_{max} が大きくなるが、その比は、 σ_i が大きくなるに伴って小さくなることがわかった。

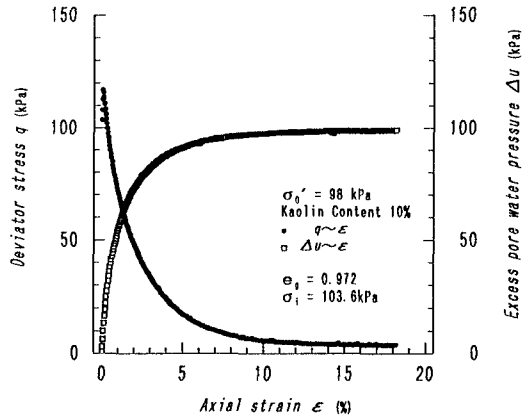


図-3 $q \cdot \Delta u \sim \epsilon$ 関係

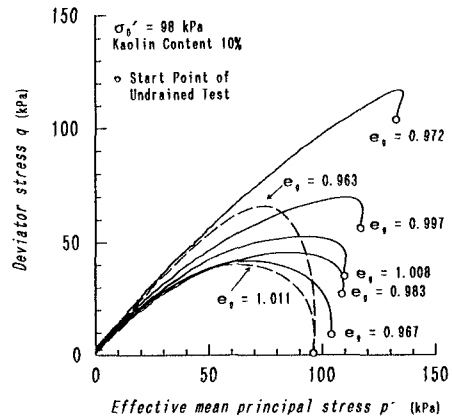


図-4 有効応力径路

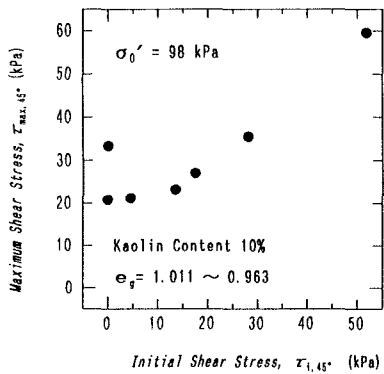


図-5 $\tau_{max,45^\circ} \sim \tau_{i,45^\circ}$ 関係

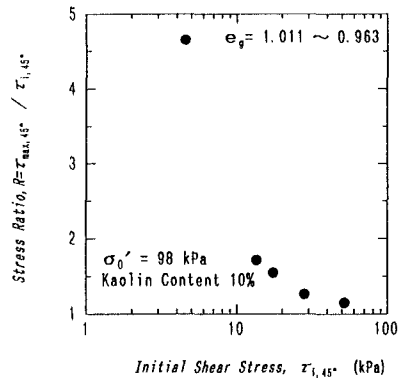


図-6 $R \sim \log(\tau_{i,45^\circ})$ 関係

《参考文献》1)Georgiannou,V.N. et al. : The undrained behaviour of clayey sands in triaxial compression and extension , Géotechnique 40, No.3 , pp.431-449 , 1990. 2)呂,永瀬,柳畑,津末:カオリンを混合した緩い砂の非排水三軸圧縮試験,土木学会西部支部研究発表会講演概要集,pp.528-529,1996.