

高拘束圧下における密な砂の非排水繰返しせん断特性

熊本工業大学 正 員○荒牧憲隆

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 村田秀一 中田幸男

1. はじめに

著者らは、以前より、脆弱な粒子からなる破砕性土の静的・動的せん断特性を調べるために、まさ土、しらすを対象に単調ならびに繰返し三軸試験を行ってきた。その結果、破砕性土のせん断挙動の解釈に当たっては、初期密度のみならず、拘束圧の変化に起因する圧縮性の影響を取り入れる必要があることが判明した¹⁾。また、一般的に、常圧域における砂質土の非排水せん断特性は、拘束圧の影響を受けないことが知られている²⁾。本研究では、堅固な粒子から構成される砂質土の圧縮特性を調べ、拘束圧の異なる繰返しせん断試験を実施することにより、高拘束圧下の密な砂の非排水繰返しせん断特性について述べる。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、山口県吉敷郡秋穂町で採取した秋穂砂 ($e_{max}=0.958$, $e_{min}=0.582$, $G_s=2.633$) であり、シリカ系の堅固な粒子から構成される。その粒子は、豊浦標準砂 ($e_{max}=0.973$, $e_{min}=0.635$, $G_s=2.643$) とほぼ同じ成分である石英、長石から構成される。供試体は、空中落下法により、初期相対密度 $D_{ri}=80\%$ を目標として作成した。用いた試験機は、油圧サーボ式高圧三軸試験機である。圧密過程は、所定の拘束圧 ($\sigma'_c=100\text{kPa}$, $3, 5\text{MPa}$) まで圧密を行った。拘束圧の決定は、図-1 に示した等方圧縮試験結果より、圧密降伏応力 p_y を基に非破砕領域の低拘束圧から破砕が顕著に発生する高拘束圧において決定した。圧密後、非排水で周波数 $f=0.05\text{Hz}$ の正弦波軸荷重を側圧一定のもとで載荷した。

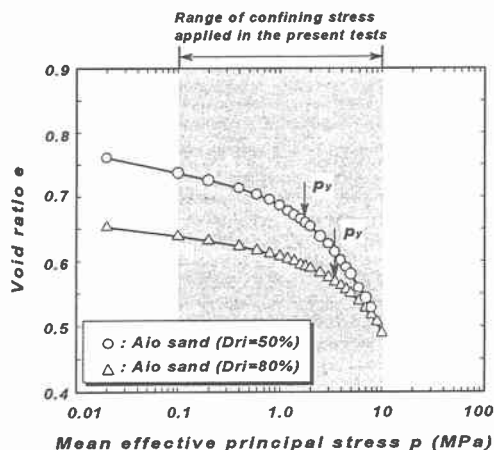


図-1 等方圧縮試験結果

3. 実験結果および考察

図-2、3には、拘束圧 $\sigma'_c=100\text{kPa}$, 5MPa の時のそれぞれ軸差応力・軸ひずみ関係について示したもので

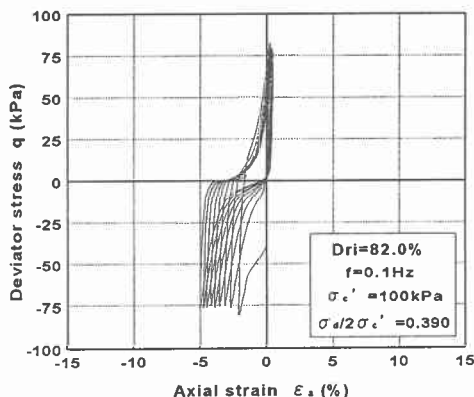


図-2 軸差応力軸ひずみ関係 ($\sigma'_c=100\text{kPa}$)

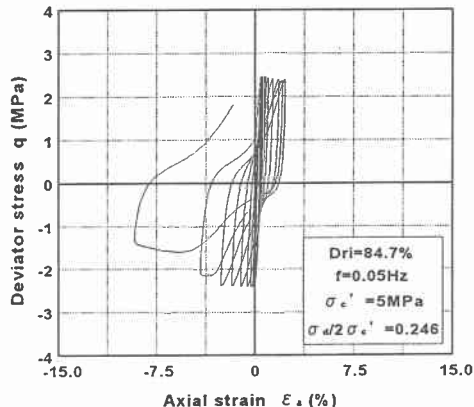


図-3 軸差応力・軸ひずみ関係 ($\sigma'_c=5\text{MPa}$)

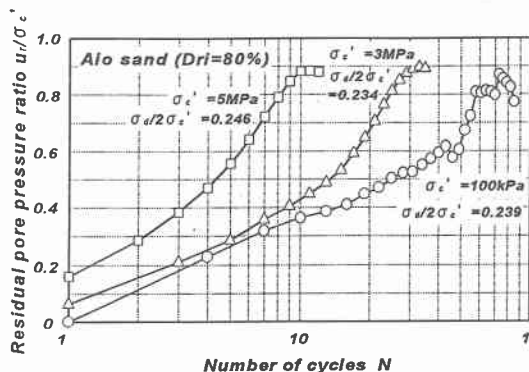


図-4 間隙水圧比-繰返し回数関係

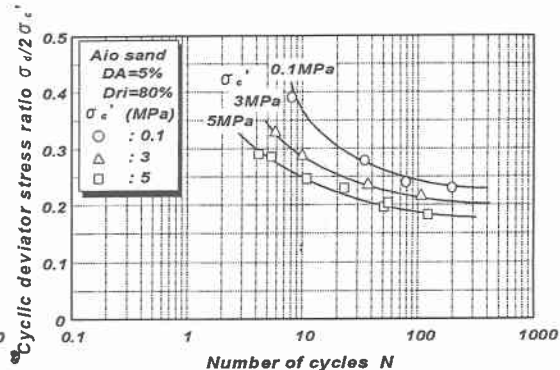


図-5 液状化強度曲線

ある。図-3の $\sigma_c' = 100\text{kPa}$ の場合、圧縮側へは、ひずみはほとんど発生せず、伸張側へのみひずみが漸次発生するようなサイクリックモビリティを呈していることが分かる。これは、一般的な密な砂において見られる挙動である。しかし、この結果に対し、図-3の圧密降伏応力 p_y 以上の拘束圧 $\sigma_c' = 5\text{MPa}$ の場合では、圧縮・伸張ともにひずみが、ほぼ等価に発生しており、等方的な挙動を示していることが確認された。図-4には、非排水繰返しせん断中に発生する間隙水圧をそれぞれの拘束圧で除した間隙水圧比と繰返し回数の関係を示したものである。拘束圧の増加と共に、少ない繰返し回数から間隙水圧は発生しやすくなっていることが認められる。

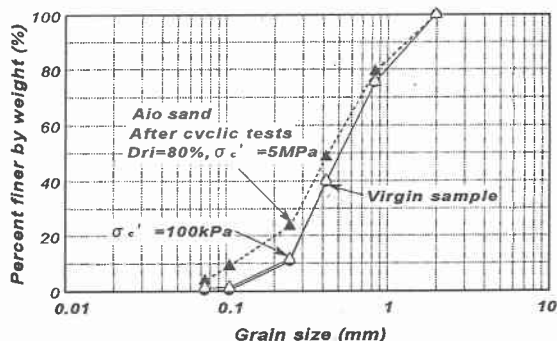


図-6 試験前後の粒度分布

図-5には、軸ひずみ両振幅 DA が5%に至るに必要な繰返しせん断応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$ と繰返し回数 N との関係を示したものである。図より、拘束圧の増加に伴い、液状化強度曲線も下方へ位置する様子が認められる。この拘束圧の増加に伴う強度低下は、まさ土やしらすなどの破碎性土において見られる常圧域での強度低下と同様な結果を表している¹⁾。このことは、図-6の粒径加積曲線からも分かるように、圧密時やせん断時において、粒子破碎を起した結果であるものと推察される³⁾。したがって、堅固な粒子からなる砂質土においても、粒子破碎を伴う拘束圧下では、破碎が起こらない常圧域とは異なる非排水繰返しせん断特性を示すことが分かった。

3. おわりに

以上、得られた知見をまとめると次に示す通りである。密な砂において、拘束圧の増加に伴い、(1)そのせん断挙動は等方的な性質を示す、(2)液状化強度は低下することが認められた。また、圧密降伏応力を越えた拘束圧下での非排水繰返しせん断試験において、粒子破碎が発生したため、密な砂のせん断特性に影響を与えたものと考えられる。

【参考文献】1)兵動、荒牧ら：破碎性土の定常状態と液状化強度，No.554/III-37，pp.197-209，1996，2)石原ら：密な砂の繰返し三軸せん断挙動に与える初期有効拘束圧の影響，第17回土質工学研究発表会講演集，pp.1649-1652，1982，3)荒牧ら：密な砂の非排水繰返しせん断過程における粒子破碎，第32回地盤工学研究発表会（投稿中）