

不攪乱まき土のせん断特性に及ぼす異方性の影響

福岡大学大学院 学生員 ○竹尾 嘉浩 福岡大学大学院 学生員 古川 篤
福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 福岡大学工学部 正会員 吉田 信夫

1. はじめに

著者らは、これまでに砂の非排水せん断特性に及ぼす初期構造異方性の影響を調べ、その影響が大きい事を示してきた。そこで本研究では、現地盤の異方性を確認するため、不攪乱試料のサンプリングを水平地盤に対して 0° 、 45° 、 90° の三方向からシンウォールサンプラーによって採取した。そして、非排水繰返し試験を行った結果からせん断特性に及ぼす異方性の影響について報告する。

2. 実験方法

実験には、空圧応力制御式繰返し三軸圧縮試験装置を使用した。今回の実験に用いた試料は、図-1のような物理特性を持つ水平地盤に対して 0° 、 45° 、 90° の三方向(図-2)からシン

表-1 試験方法

Test No.	試料採取方向 α	現場含水比	乾燥密度 γ_d	繰返し応力比 τ/σ'_c (g/cm ³)
NS0001	$\alpha=0^\circ$	26.35%	1.118	0.234
NS0002			1.081	0.153
NS0003			1.075	0.139
NS4501	$\alpha=45^\circ$		1.079	0.239
NS4502			1.092	0.203
NS4503			1.068	0.142
NS9001	$\alpha=90^\circ$		1.103	0.225
NS9002			1.081	0.210
NS9003			1.111	0.152

ウォールサンプラーによって直径約 5cm、高さ約 10cm の不攪乱の円筒供試体采取了。その後、採取した円筒供試体に炭酸ガスを通し、脱気水を通水し、背圧($\sigma_{BP}=98\text{kPa}$)を与えて飽和させ、間隙水圧係数 B 値が 0.96 以上に達し、供試体が飽和したのを確認した後、拘束圧 $P_c=98\text{kPa}$ で等方圧密を一時間行った。せん断試験は、非排水状態で任意の繰返し応力を一定振幅 0.1Hz の正弦波を用いて圧縮側より载荷を行い、両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に達した時点で実験を終了させた。

3. 実験結果及び考察

採取方向の違いによる影響を調べるために、図-3 に $\alpha=0^\circ$ 、 45° 、 90° のそれぞれにおける繰返し応力比 $\tau/p'_c=0.15$ における不攪乱まき土の軸ひずみ ϵ 、過剰間隙水圧比 u/p'_c における時刻歴を示す。採取方向が増加するにしたがい、液状化に至るまでに多くの繰返し回数を必要とし、繰返しに伴い発生する軸ひずみは、徐々に伸張側より圧縮側の方へ転じていることも分かる。また、どの採取方向においても過剰間隙水圧はせん断初期から増加と減少を繰返ししながら 1.0 に近づいている。しかし、直に液状化に至らず、軸ひずみ過剰間隙水圧とも徐々に漸増し破壊に至っていることが分かる。図-4(a), (b), (c)、に各採取方向における有効応力経路図を示す。いずれの採取方向の有効応力経路図においても、通常の砂と同様、繰返し回数の増加に伴って徐々に平均有効応力が減少し、液状化に至っている。しかし、平均有効主応力が原点に達していない状態で変形が進行し破壊に至っているという特徴的な挙動を示している。また、 $\alpha=0^\circ$ では伸張条件下において、 $\alpha=90^\circ$ においては圧縮条件下で過剰間隙水圧が卓越して発生し、それぞれ平均有効主応力

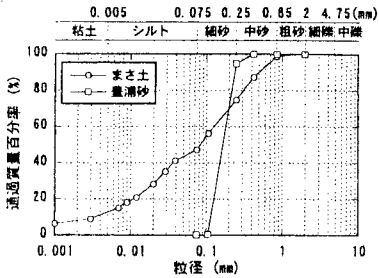


図-1 粒径加積曲線

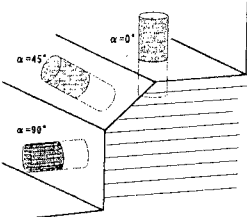


図-2 各採取方向

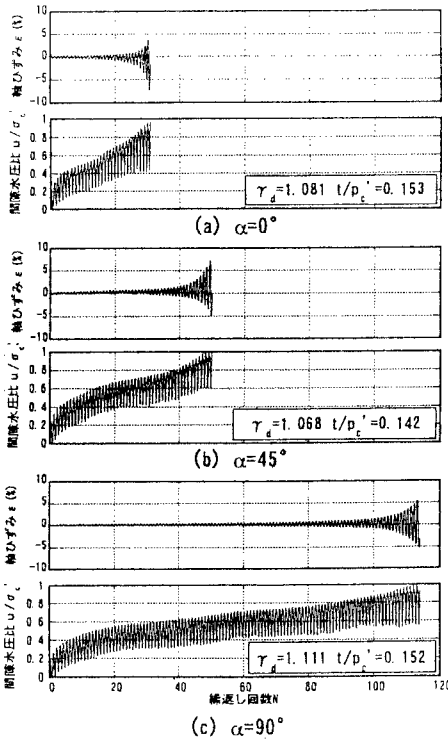


図-3 時刻歴

が徐々に低下していることが分かる。図-5(a), (b), (c)に図-4の時の軸差応力と軸ひずみの関係を示している。 $\alpha=0^\circ$ では、繰返しに伴って伸張側において軸ひずみの発生が著しいことが分かる。これに対し、 $\alpha=90^\circ$ では、圧縮側において軸ひずみの発生が顕著になっていることが分かる。図-6と同一条件で、繰返しに生じる最大過剰間隙水圧比 $N-u/p_c'$ の関係を示す。採取方向角が減少するに従い、同じ繰返し回数での過剰間隙水圧比の発生が大きくなっていることが分かる。また、両振幅軸ひずみについても同様に、 $\alpha=0^\circ$ において、少ない繰返し回数でひずみの発生が見られる。以上のことから、過剰間隙水圧及び両振幅軸ひずみの発生過程に採取方向の違いによる異方性の影響が現れている。また、いずれの採取方向のい試料においても、過剰間隙水圧比が1.0に達していないのは不攪乱試料の構成するまさ土粒子の破砕が1つの原因と考えられる。最後に、図-7に液状化強度曲線を示す。液状化強度曲線は $\alpha=90^\circ$ が最も大きく、次に $\alpha=45^\circ$ 、 $\alpha=0^\circ$ の順で小さくなっている。これは、不攪乱まさ土地盤が構造異方性を有していることによるものによるものと考えられる。また、粒子配列構造の異方性に基づく強い力学特性の異方性が存在していると考えられる。さらに、堆積過程における溶結作用やセメンテーション効果も重要な役割を果たしているためだとも考えられる。

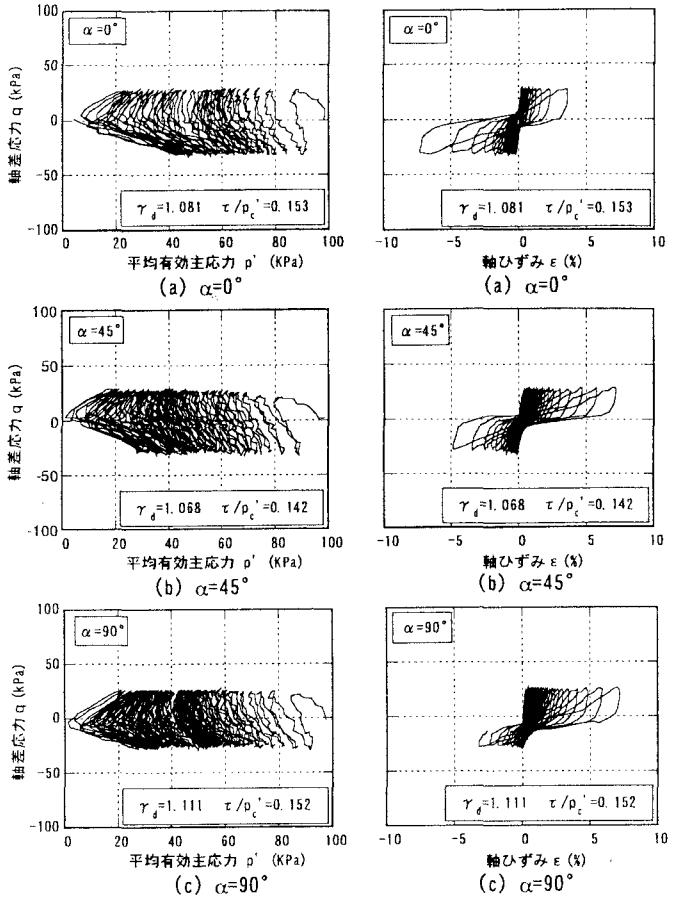


図-5 有効応力経路図

図-4 軸差応力qと軸ひずみεの関係

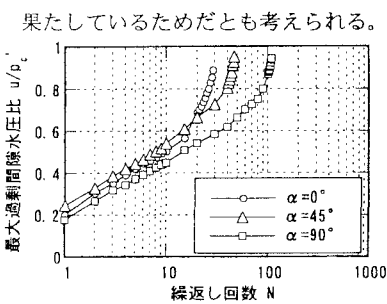


図-6 繰返し回数Nと最大過剰間隙水圧比 (u/p_c') の関係

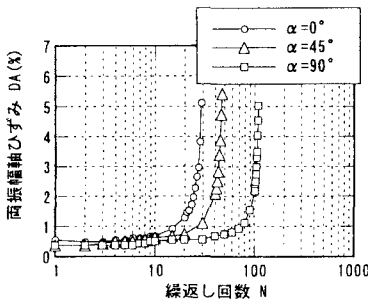


図-7 繰返し回数Nと両振幅軸ひずみDAの関係

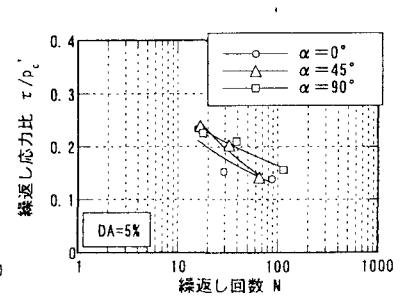


図-8 液状化強度曲線

4. まとめ

- 1) 採取方向を変化させた不攪乱試料を用いて繰返し三軸試験を行った結果、まさ土地盤は構造異方性を有し、採取方向によって抵抗が異なり、異方的な挙動を示した。
- 2) 供試体の堆積面が水平方向($\alpha=0^\circ$)については、圧縮に対して抵抗があり、これに対して鉛直方向($\alpha=90^\circ$)については伸張に対して抵抗することが明らかになった。これは、地盤内に存在する構造異方性によるものと考えられる。

参考文献：1) 佐藤ら：供試体の初期構造異方性に着目した砂の繰返しせん断特性、第10回日本地盤工学シンポジウム、pp1325-1330、1999