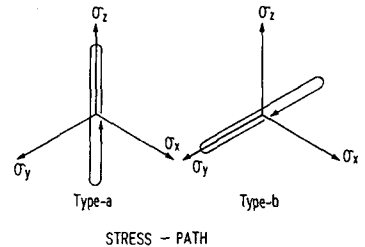


シラスの液状化特性に及ぼす構造異方性の影響

鹿児島大学工学部 正員 香山 元寿・玉島 裕一  
 鹿児島大学大学院 学員 ○奈須 徹夫

1. 予えがき 地震時の地盤や波浪を受ける海中構造物の基礎地盤は繰返し荷重のむとにあり、複雑なせん断応力が加わる。繰返し荷重を受けるゆるい砂地盤は液状化を起すことが知られている。また、自然状態における堆積地盤は、構成粒子の形状、堆積条件等に基づく構造異方性をもち、その構造異方性は地盤の力学特性に影響を及ぼすと考えられる。前回までの報告では、立方三軸試験装置により元面上での放射状応力径路に沿った静的試験により、構造異方性がシラスの力学特性に及ぼす影響を明らかにしてきた<sup>1) 2)</sup>。本報告では、水中堆積させた構造異方性をもちシラス供試体に対し、元面上で繰返し応力を加え、シラスの液状化特性に及ぼす構造異方性の影響について検討してみた。

2. 試料および試験方法 試料は鹿児島市内で採取したシラスの2mmふるい通過分、砂分8%、シルト分9%、粘土分10%、粒子比重2.37、最小密度0.72 g/cm<sup>3</sup>、最大密度1.22 g/cm<sup>3</sup>である。試験装置は、試料室、加圧装置、体積変化測定装置、間隙水圧測定装置から構成される。試料室は3対のラバーバックを他で組み立てられ、その大きき形状は100mm×100mm×100mmの立方体である。排水量および間隙水圧の測定は隅角部の排水孔を通じて行う。加圧は加圧水を封入したラバーバックを通じて行う。体積変化はラバーバック内に流入・流出する加圧水の体積を二重管式ビューレットでピーク時のみ測定した。供試体は煮沸シラスを水中堆積させて作成した。堆積方向にZ軸をとり、水平方向にX軸、Y軸をとり、それぞれ的主応力をσ<sub>Z</sub>、σ<sub>X</sub>、σ<sub>Y</sub>、主ひずみをε<sub>Z</sub>、ε<sub>X</sub>、ε<sub>Y</sub>とする。試験は1.0 kgf/cm<sup>2</sup>の等方圧縮のち、非排水条件でバックプレッシャ-1.5 kgf/cm<sup>2</sup>、全応力2.5 kgf/cm<sup>2</sup>とし、元面上で行った。元面上の応力径路は図-1aタイプaとタイプbであり、同振数は0.1Hzである。せん断応力振幅σ<sub>ct</sub>は、0.071, 0.106, 0.144, 0.177, 0.213, 0.283 (kgf/cm<sup>2</sup>)の6種類とした。さらに、完全液状化供試体をバックプレッシャ-1.5 kgf/cm<sup>2</sup>、全応力2.5 kgf/cm<sup>2</sup>のむとで再圧密し、再液状化試験と同様の繰返し条件で行った。



STRESS - PATH

図-1

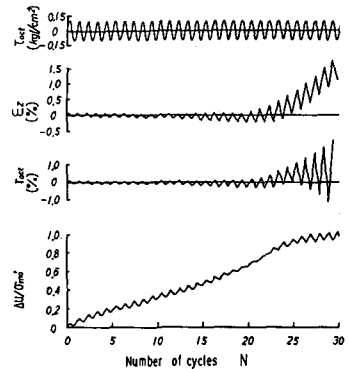


図-2

3. 実験結果と考察 試験結果の一例を図-2に示した。図-3に間隙水圧比  $u / \sigma'_m$  が1.0に達した時の繰返し回数Nとせん断応力比  $\sigma_{ct} / \sigma'_m$  の関係を示した。ここに  $\sigma'_m$  は、初期有効拘束圧である。今回の実験結果の一般的傾向として、せん断応力比  $\sigma_{ct} / \sigma'_m$  が高い領域と低い領域において、タイプaの方がタイプbより液状化抵抗が大きく、その間の領域では、タイプbの方がタイプaより液状化抵抗が大きくなっている。後者は土粒子の不攪乱物による試験結果<sup>3)</sup>に類似している。また、再液状化試験の結果

についても間隙水圧比  $\Delta u / \sigma'_{mo} = 1.0$  において、土岐らの試験結果<sup>3)</sup>に類似している。以上の結果より液状化強度と繰返し回数との関係を異方性をもつ砂質土について考える場合には、上記の関係を次の領域に分けて考える必要があると思われる。

①せん断応力が大きく、すぐに液状化してしう領域。

図-4a-方向静的試験結果より、 $\theta = 0^\circ$  (タイプaの圧縮過程)の破壊強度の方が、 $\theta = 120^\circ$  (タイプbの圧縮過程に相当)のそれより高い。今回、繰返し荷重は圧縮サイドから始めているが、その一回目の載荷によるせん断応力が、液状化抵抗に近いものであれば、静的試験で破壊強度の低いタイプbの方がタイプaより早い繰返し回数で液状化すると考えられる。

②せん断応力が小さく、液状化しにくい領域。静的試験において、構造異方性をもつ砂質土は堆積方向に圧縮しにくい。これより、堆積方向に応力振幅を加えるタイプaの液状化抵抗はタイプbのそれより高いことが推定できる。

③①と②の間の領域。図-5は、一方静的せん断試験結果において、方射状応力径路の方向 $\theta$ に対して間隙水圧の蓄積量をプロットしたものである。図-5によると、 $\theta = 180^\circ$  (タイプaの伸張過程)に近づくほど、間隙水圧の蓄積量が著しい。同様のことは富士川砂についても報告されている<sup>4)</sup>。つまり、この領域においては、タイプaでの伸張時の間隙水圧の蓄積量が、タイプbのそれと比べて大きいため、タイプaの方がタイプbより液状化しやすいと考えられる。さらに液状化に関しては載荷方法の影響もある<sup>5)</sup>。

5. おまけ 元面上での繰返し載荷試験を行った結果、構造異方性はしらすの液状化抵抗に影響を与えており、その影響は複雑であるとはいえ、一連の静的試験結果から、よく説明できる。すなわち、再液状化に際しても、構造異方性の影響があることが解った。

参考文献 1) 春山 他 (1984): 三次元応力下におけるしらすの非排水変形・強度特性 第19回土質工学研究発表会

2) 春山 他 (1984): 三次元応力下におけるしらすの非排水変形・強度特性と密度の影響 第39回土木学会年次学術講演会 Vol. 3

3) 土岐 他 (1983): 不攪乱砂の液状化特性 第18回土質工学研究発表会

4) 石原・山田 (1979): 三主応力が変化する非排水繰返し載荷とつらさの挙動 第14回土質工学研究発表会

5) Nemat-Nasser, S. and Takahashi, K. (1984): Liquefaction and Fabric of Sand, Jour. GE, ASCE, Vol. 110, No 9, pp. 1291~1306

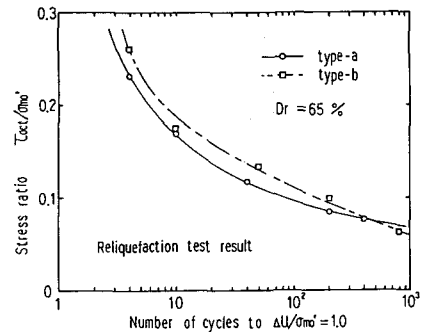
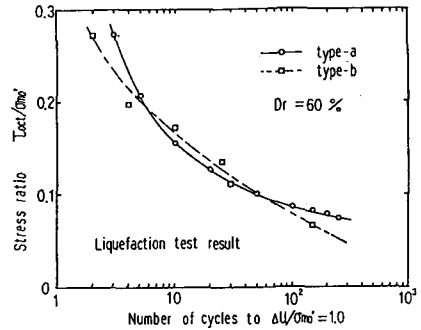


図-3

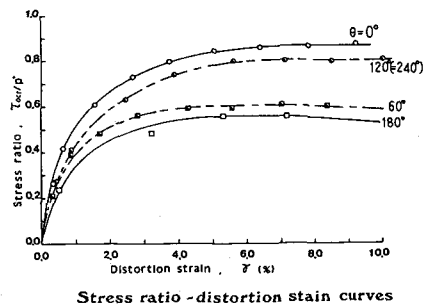


図-4

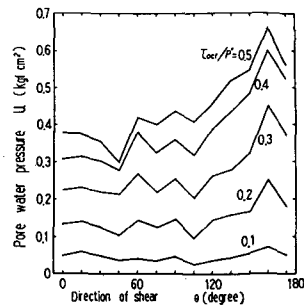


図-5