

III-22

粘土を含む砂の液状化に関する研究

山口大学工学部 正〇山本哲朗 正 大原資生 正 松田 博

1. 緒言 1968年のえびの地震において、シラス地盤にも液状化の発生がみられて以来、われわれの実験室では、液状化についての研究対象をひろげ、シラスおよび砂よりさらに微細な粒径をもつシルトについての実験を行ってきた。さらに、通常の砂質土では粘土分を含んでいることが多く、粘着力の存在が液状化にどのように影響するかということとを明らかにすることが重要となった。そこで、本研究では試料として砂に粘土を加えたものを用いて液状化の実験を行った。以前、砂中の粘土分の増加によって生じる粘着力の増加が、液状化にどのような影響を及ぼすかという点について、動的単純せん断試験機を用いて実験¹⁾を行ったが、今回は動的三軸試験機を用いて、試料としては豊満砂に宇部産粘土を混入したものを用いて実験を行った。そして粘土分の増加に起因する土の強度特性の変化が液状化にどのような影響を与えるかを再検討した。

2. 実験 実験に用いた砂および粘土の物理定数は表-1に、粒度分布は図-1に示した。実験は粘土の含有率が5%、10%、15%になるように調整した砂について行った。この砂に脱気水を加え飽和状態となるようにして、供試体中に気泡が入らないように注意して三軸室内にセットする。供試体は直径が5cm、高さが約11.5cmである。この供試体を98kPaの側圧で圧密する。

Table.1 Physical properties of soils.

	Toyoura sand	Ube clay
G _s	2.63	2.67
D ₅₀ (mm)	0.20	0.01
U _c	1.33	—
WL	—	57.6
WP	—	34.1

供試体に圧密圧を加えたときの間隙水圧の上昇量を測定して、供試体の飽和

度を確認し、飽和度が低いときはバックプレッシャーを加える。その後、排水を行って圧密する。圧密時間は20分～40分であった。

圧密時の排水量はビュレットで測定し、供試体の初期間隙比を求める。次に繰返し軸応力負荷装置の空気圧をレギュレーターによって調節し、所定の正弦波状応力を供試体に負荷する。その周期は2秒である。

試験中の軸荷重、間隙水圧および軸ひずみはペンシロに記録する。

3. 結果および考察 図-2は初期液状化までの繰返し回数と応力比の関係である。これよりわかるように粘土含有率が増加するにともなう、初期液状化を生じるに必要な応力比が小さくなっている。

また、図-3は液状化にいたるまでの間隙水圧の上昇を間隙水圧比と繰返し回数比との関係で示した図で、各線は平均実験値曲線である。これから粘土含有率によって間隙水圧の上昇の様子が異なることがわかる、とくに粘土含有率が5%、10%の供試体では回数比が0.6をこえると間隙水圧の急増がみられるが、15%のものではそれがない。

初期液状化時の供試体内の応力状態を有効応力表示のモール円を描き、水平と45°の傾きをなす面上の応力をプロットすると繰返し載荷時の破壊線が求められる。これより、粘着力と内部摩擦角を求め、相対密度との関

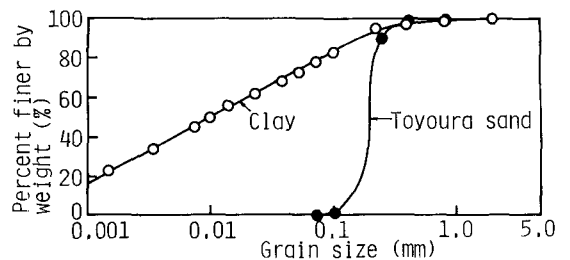


Fig.1 Grain size distributions.

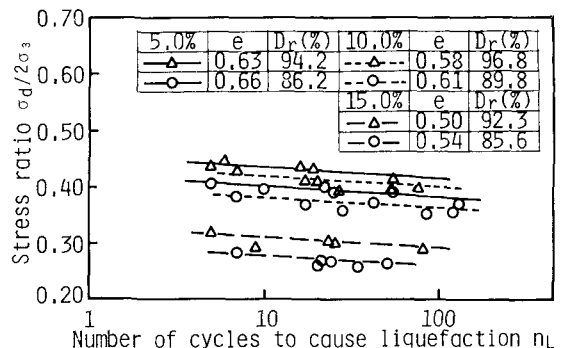


Fig.2 Relations between $\sigma_d/2\sigma_3$ and n_L .

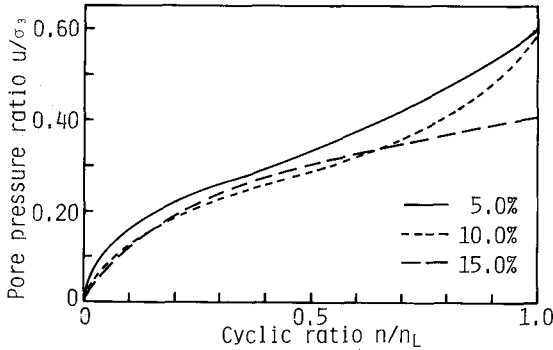


Fig.3 Relations between u/σ_3 and n_L .

係で示したのが、図-4(a), (b) である。粘着力、内部摩擦角いづれも粘土含有率のちがいで果なっているが、粘着力は相対密度によってかなり変化しているのに対し、内部摩擦角の変化は小さい。

次に、図-2の縦軸の応力比を $(\sigma_d/2 - C)/\sigma_3$ として整理しなおすと、図-2で相対密度が異なることによってそれぞれ2本になっていた各粘土含有率の供試体の結果が含有率ごとに1本にまとまることわかる。すなわち図-5がそれである。

このことは先の論文¹⁾でも同様な結果を得ているが、今回の動的三軸試験の結果からも再確認されたことになる。

このことについては供試体中の水平と45°をなす面の応力状態を考えると、図-6に示すようになり粘着力が潜在的なせん断抵抗ということ、それを除く形で実験値を整理したのが図-5の結果と考えることができよう。

図-5では、粘土含有率が増加すると応力比 $(\sigma_d/2 - C)/\sigma_3$ は低下しており、その割合は粘土含有率が5%から10%に増加した場合より、10%から15%に増加した場合の方が大きくなっている。これは、図-4(b)に示す液状化時の内部摩擦角の相異によるものと考えられる。すなわち、図-4(b)に示す粘土含有率の増加による内部摩擦角の減少と図-5の結果とはよく似た傾向を示していると言えよう。

4. 結論 粘土を含んだ砂の液状化抵抗特性をしらべるために豊満砂に含有率が5%~15%になるように粘土を加えた飽和試料を作り、動的三軸試験を行った。その結果、以前動的単純せん断によって行った実験結果とほぼ同様な結果が得られた。なお、本実験は当時の本学々生和田野光香君によって行われた。

参考文献

- 1) 粘土を含む砂の液化について、山口大学工学部研究報告、24巻3号、pp. 47~52、1974年3月

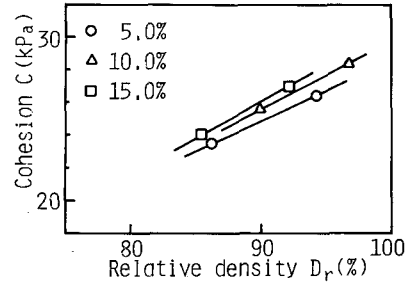


Fig.4(a) Relations between C and D_r .

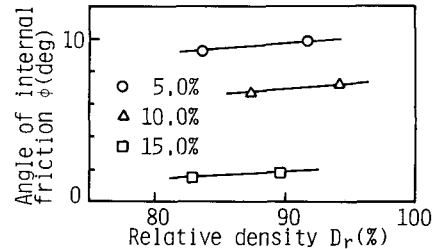


Fig.4(b) Relations between ϕ and D_r .

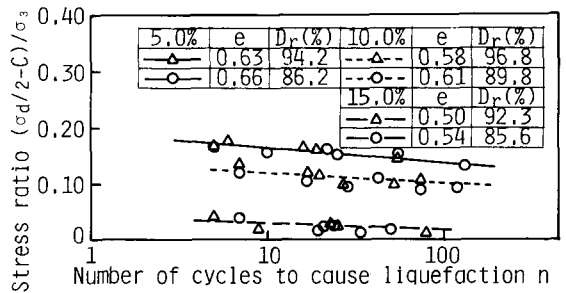


Fig.5 Relations between $(\sigma_d/2 - C)/\sigma_3$ and n_L .

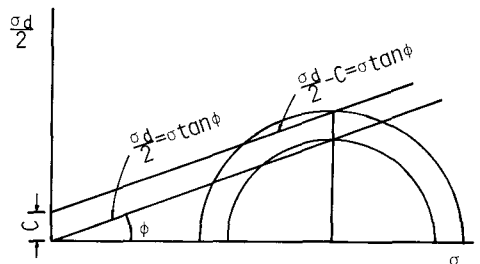


Fig.6 Mohr circle at liquefaction.