

締固めたシラスの非排水繰返し強度

Undrained Cyclic Strength of Compacted Shirasu

平 瑞樹・三輪 晃一・若松 千秋・櫻木 智宏

Mizuki HIRA, Koichi MIWA, Chiaki WAKAMATSU and Tomohiro SAKURAGI

1. はじめに

1968年のえびの地震¹⁾、1995年の鹿児島県北西部地震によりシラス地盤上に位置する農地や農業用施設が被害を受けた。特に、地震動により地下水面付近の砂分が噴出するクィックサンド現象が沖積シラスの水田、出水市の干拓地でもみられた。繰返し載荷を受ける地盤の変形や強度、いわゆる液状化強度を精度よく評価するためには、室内実験により変形特性を再現し、土に固有な性状を十分に把握しておく必要がある。本報告は、既存の三軸試験機を動的試験が行えるように改良を加え、シラスの非排水繰返しせん断強度について検討した。

2. 地震による液状化被害

地震による農地・農業用施設の被害調査が行われ、地下水面の比較的浅い干拓地や河川に近い水田で液状化によるボイリングが観察された。シラスを埋め立て材料として使用する場合も大きな地震動に対して問題となることが指摘されている。そこで、乱したシラスに繰返しせん断応力を与えた場合の液状化強度の判定について検討を試みることにした。写真-1はえびの地震において水田で見られたクィックサンドである（写真提供：河原田禮次郎鹿大名誉教授）。



写真-1 水田のクィックサンド

3. 材料と飽和方法

鹿児島県始良郡入戸で採取したシラスの2.0mmふるい通過分を実験に供した（図-1）。土粒子密度は 2.402g/cm^3 、平均粒径 D_{50} は0.21mm、均等係数34.7、曲率係数2.97である。また、直径50mm、高さ125mmのモールドに所定の初期間隙比となるようにランマーで突き固めた。今回は現場密度を参考に緩い密度のものを作成した。標準締固め仕事量を基準に、その1/2倍の時の層数と1層あたりの突き固め回数（4層/8回）を決定した。また、空隙の炭酸ガス置換と二重負圧法の組み合わせにより完全飽和供試体とした（B値 = 0.92 ~ 0.98）。

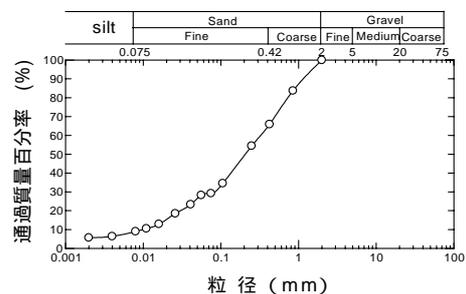


図-1 粒径加積曲線

4. 繰返し試験装置の試作

既存の静的な応力載荷が行える装置を改良し、繰返し軸荷重を与える正弦波を発生させるファンクションシンセサイザーを準備した。目的の電圧値がパソコンから電子

レギュレータを介して復動式ペロフラムシリンダーへ供給される。また、圧縮から伸張側への载荷の反転とピストンや摩擦の軽減を行う目的でカウンターバランスを新たに設けた。予備試験を行った結果、サンプリング個数の都合上 0.1 ~ 0.05Hz でのデータ収集を実施した。

5. 繰返し非排水三軸試験の結果と考察

図-2に示す結果は、それぞれ時間変化にともなう軸ひずみ、繰返し軸差応力の振幅、過剰間隙水圧を側圧で除した間隙水圧比である。軸ひずみは徐々に大きくなり、間隙水圧も右肩上がりにより上昇している。繰返しせん断応力が7回を越えた地点から軸ひずみの両振幅が顕著になり、間隙水圧の乱れも著しくなっていることがわかる。繰返しせん断応力が半サイクルごとにゼロに戻っているにもかかわらず、間隙水圧が徐々に蓄積されながら上昇している。

繰返し载荷回数と繰返し応力振幅比の関係を液状化強度曲線として図-3に示す。両振幅軸ひずみ(DA)がそれぞれ1, 2, 5%および間隙水圧比が0.95になった時の繰返し応力振幅比を縦軸に、その時の繰返し载荷回数を横軸にとって図示したものである。日本においては、DA=5%の载荷回数が20回における繰返し応力振幅比を繰返しせん断応力比と規定して液状化を表す指標として利用される。締固めたシラスにおいても、間隙水圧比が1に接近する0.95以上を液状化の始まりと判断するとDA=5%の時に非常に近い値となり、液状化の原因とされる砂粒子間の有効応力が消失することにより、せん断強さが低下して間隙水圧が上昇する現象が実験的に判断できる。

6. おわりに

シラスを埋め立て地盤材料として用いる場合に、その動的特性を把握しておく必要がある。そこで、既存の試験機に改良を加え、締固めたシラスの非排水繰返し強度の判定について検討した。非排水条件下での繰返し三軸試験より得られた実測値から得られた繰返し载荷回数と繰返し応力振幅比の関係より、液状化強度が判断できると思われる。今後は、側圧や初期密度の異なる実験からシラスの液状化強度に関する詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 土質工学会九州支部パネル討論会：えびの地震と地盤災害，1-66(1968)

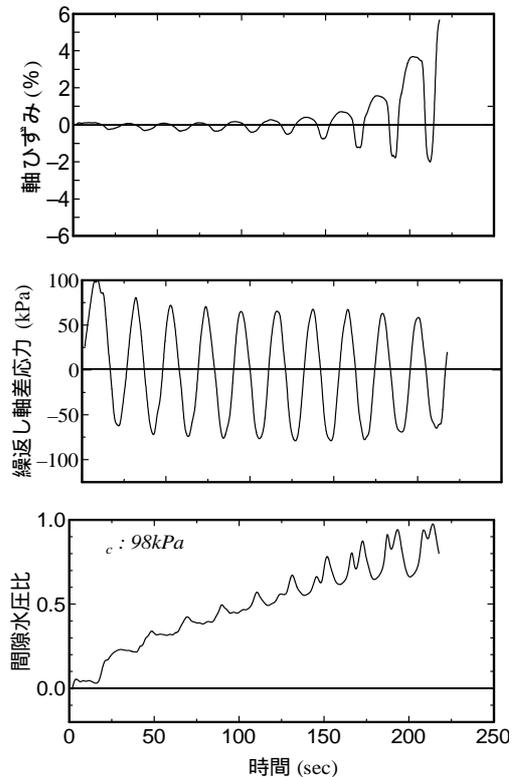


図-2 軸ひずみ、繰返し軸差応力と間隙水圧比の時刻歴

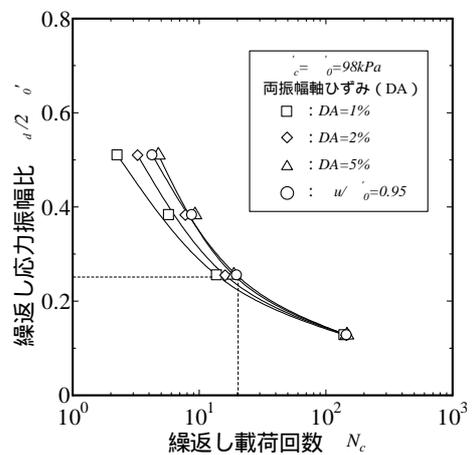


図-3 液状化強度曲線