

九州大学工学部 正員 山内 豊 聡

同上 学生員 〇一 瀬 久 光

1. まえがき 南九州に広く分布するシラスは、その特異な粒子性状に起因して、種々の災害が起きやすいことで知られているが、沖積層のシラスあるいは水搬送工法で埋立てた臨海造成地の大地震時における液状化も重要な問題の一つになっている。この報告は、宮崎県小林市付近の沖積層からシンワールサンプラーで採取した乱さないシラス試料についてしるべた液状化実験の結果から、とくに乱さない状態と乱した状態の挙動の差異、および、これまでかなり各方面で研究がなされてきた新潟砂の場合との相異について考察し、実際の主要構造物の基礎設計に役立たせしめようとするものである。

2. 実験概要

2-1. 試料 宮崎県小林市より乱さないまま採取した沖積シラスで、比重2.35、 $D_{50}=0.017$ 、 $U_c=4.3$ 、 $e_{max}=2.08$ 、 $e_{min}=1.17$ 、 $L_k=Np$ で、その粒度分布は図-1に示す。これによると、この地区の沖積シラスは、新潟市周辺の砂や一般に液状化しやすいとされている粒度分布と比較して、かなり粒径が小さいことがわかる。2-2. 実験装置 繰返しねじり三軸装置は図-2にその概略図を示すように石原¹⁾による装置を参考にして、従来の三軸装置にせん断力をねじりによって加える装置を組み合わせたものである。次にその主な特徴を簡単に述べる。(1) ねじり力は油圧载荷によって伝えられ、繰返し運動は電磁スイッチにより機械的に行なわれる。(2) 軸方向の加圧ピストンと供試体の直径を同じくしてある。(3) ねじり角は三軸室の外に測定針を取り付け、直読できるようにしてある。(4) ねじり力を加えたときの供試体の抵抗モーメント(トルク)が直接測定できるように、加圧ピストンの下部にストレインゲージタイプのトルク計をセットし、これを記録計に直結してある。(5) 供試体端面と接するトップキャップとパデスタルには、ポラスメタルにそれぞれ4枚のバーを十字型に付け、加圧ピストンからのねじり力が供試体に確実に伝達できるようにしてある。(6) 三軸室と加圧ピストンの接触部からの側液の漏水防止のために、三軸室内と同じ圧力を得ることのできる強制注油装置を設けている。(7) ねじり力はひずみ制御方式、鉛直圧は応力制御方式とした。

2-3. 実験方法 実験は乱さない試料と、それを乱した試料の2種類について行なった。セットした供試体を飽和した後、所定の側圧で圧密し、その排水量を測定する。つづいて、非排水状態で繰返しねじりせん断力を加え、そのときトルク、筒けさ水圧を測定する。なお周期はすべて2秒、拘束圧は $\sigma_1=\sigma_3=1\text{ kg/cm}^2$ とし、ねじり角は乱さない試料で 2° と 4° 、乱した試料では 2° 、 4° 、 6° とした。

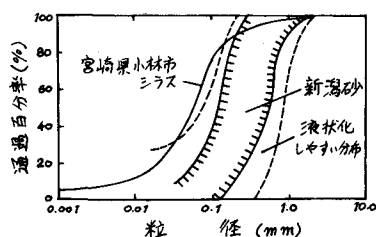


図-1 試料の粒度曲線

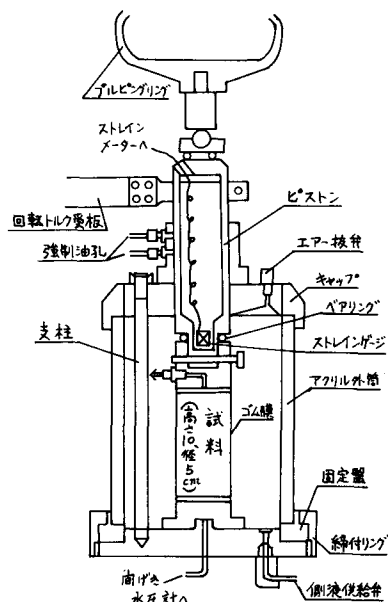


図-2. 繰返しねじり三軸試験装置

3, 実験結果

ねじり角が 2° と 4° のときの向けき水圧の上昇と繰返し載荷回数との関係をも、乱さない試料と乱した試料について示したものが図-3である。これによると乱した試料では向けき水圧が次第に上昇し、繰返し載荷回数200回前後でほぼ完全液状化に近づく。しかし乱さない試料は繰返し載荷回数が50回位までは同じように上昇するが、その後は上昇速度が少しづつゆるやかになり、完全液状化は起きにくいことがわかる。それをねじり角で比較すると明らかに 4° の場合が 2° の場合よりも向けき水圧の上昇が早い結果となっているのがはっきりとみられる。図-4は、80%液状化、即ち向けき水圧が拘束圧の80%上昇するまでの回数と、初期せん断応力との関係を示すものである。ひずみ制御試験であるために向けき比が小さい程、初期せん断応力は大きくなるが、繰返し載荷回数も多くなる。逆に向けき比が大きいとせん断応力は小さく、繰返し載荷回数は少なくなる。よって右よりの直線となり、図の下の方から乱

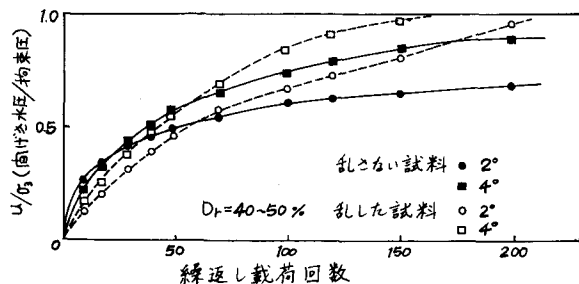


図-3 繰返し載荷回数と向けき水圧の関係

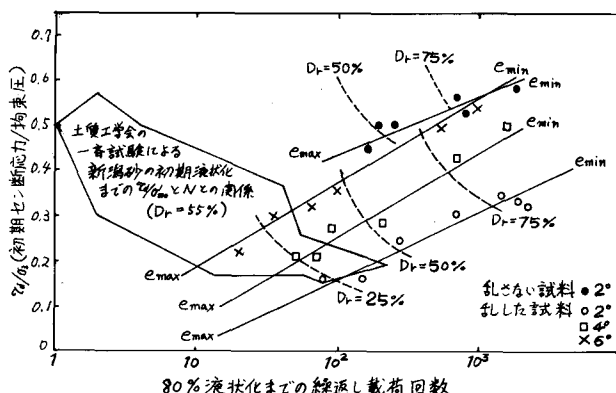


図-4 繰返し載荷回数と初期せん断応力の関係

した試料のねじり角 2° 、 4° 、 6° 、乱さない試料のねじり角 2° の順序となっている。ここで相対密度の同じ値を結ぶと図の英線のようになり、乱さない試料は 4° の試験が少ないためにまだ確かな線が引けないが、おそらく同じような勾配になることが予想される。この図より、ある相対密度の試料に対してはねじり角が大きいもの程、又ねじり角が同じ場合は乱さない試料より乱した試料の方が、液状化が起りやすいということがわかる。次に、これを新潟砂の初期液状化までの回数と比較すると、同じ相対密度55%でシラスの方が液状化しにくいことを示している。ただ、これは80%液状化で述べたが、初期液状化の定義が明確でないので、どの程度液状化しにくいかは、まだ適確には述べることができない。今後の実験と検討に多くの課題が残されている。

4, 結び

実際の沖積シラスの液状化特性を調べるために、繰返しねじり三軸装置を用いて実験を行なった結果、次のことが明らかになった。

(1) 実際の沖積層におけるシラスは、新潟砂に比べて液状化が起きにくく、完全液状化はほとんど起きそうにない。(2) とくに乱さないシラスは、それを乱したものに比べて液状化はかなり起きにくい。(3) 実際の沖積層のシラス²⁾は、活性のある粘土鉱物を含む。これが液状化に対する抵抗の原因になっていると考えられる。しかし、山シラスを用いて直接埋立てた地盤³⁾は、従来報告してきたように、液状化に対し、やはり危険性が大きいと考える。

なお、当研究室が従来用いていた繰返し三軸圧縮試験装置は応力状態が明確にされなかったもので、新しい本装置でこれまでのいくつかの結果を再検討中である。

謝辞

シラス試料の入手については、日本道路公団福岡支社および日本地研(株)にお世話になった、ここに謝意を表する。

引用文献

- 1) 石原, 川口, 吉田: 三軸ねじり装置を用いた飽和砂のくり返しせん断特性, 第5回土質工学研究発表会講演集, 昭.45.6
- 2) 山内: 粘土を含む砂の液状化について, 第26回土木学会年次学術講演会講演概要, 昭.46.10
- 3) 山内, 豊田, 落合, 村田: 繰返し荷重を受けるシラスのような砂の向けき水圧について, 第22回同上, 昭.42.5