

締固めた再構成しらす試料の液状化強度特性

九州工業大学大学院 学生会員 ○上野貴志
九州工業大学工学部 正会員 永瀬英生 清水恵助 廣岡明彦
九州工業大学工学部 学生会員 姫野太輔

1.はじめに

特殊土に分類されるしらすの地盤では、その特異な性質に起因して侵食崩壊や液状化など様々な災害が頻発している。本研究では、しらすで埋め立てられた地盤の力学的特性を明らかにする目的で、鹿児島県内で採取したしらす試料を用いて繰返し三軸試験装置を実施し、それらの液状化強度に与える供試体作製方法の影響について検討した。

2.試験および実験方法

用いたしらす試料は、鹿児島県国分市近郊で採取した一次しらす(口輪野しらす: $\rho_s=2.468\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{dmax}=1.335\text{g/cm}^3$ 、 $F_c=19.9\%$)、川内川中流で採取した河川堆積しらす(川内川しらす: $\rho_s=2.527\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{dmax}=1.390\text{g/cm}^3$ 、 $F_c=1.0\%$)である。比較試料として豊浦砂($\rho_s=2.637\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{dmax}=1.537\text{g/cm}^3$)を使用した。試料の粒径加積曲線を図-1に示す。細粒分を多く含む口輪野しらすは、粒子内間隙を包含しているため、豊浦砂に比べ土粒子密度が小さく、粒度が良いことが分かる。河川に堆積した川内川しらすは、河川の運搬作用の影響を受け、細粒分含有率 F_c の値が小さく、粒径が一次しらすに比べ揃っていることが分かる。

液状化試験は繰返し三軸試験装置を用いて行った。供試体は直径 7.5cm、高さ 15cm の円柱形である。供試体作製方法として空中落下法、湿潤突固め法、水中突固め法を採用した。これらの方法で作製された供試体は、炭酸ガスを一定時間通気し、脱気水を通して飽和させた後、初期平均有効拘束圧 $\sigma_o' = 49\text{kPa}$ にて等方圧密した。繰返し載荷は 0.1Hz の正弦波荷重にて行い、液状化判定基準は両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ としている。また、本実験における供試体の締めり具合は、締め密度比 $R_p = \rho_d / \rho_{dmax} \times 100$ で表した。

3.液状化試験結果

図-2～図-4に繰返し応力比 $R = \sigma_d / 2\sigma_o'$ と $DA=5\%$ に至るまでの繰返し回数 N_c の関係をそれぞれ示す。湿潤突固め法では、豊浦砂においては繰返し回数の少ない領域で曲線の勾配が急であり、いわゆる密な砂の傾向に類似

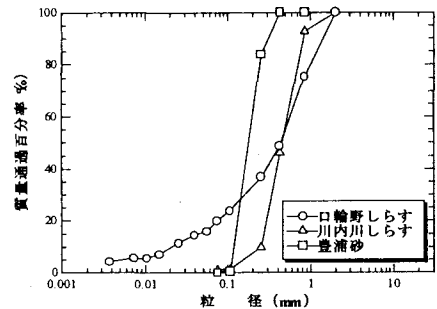


図-1 粒径加積曲線

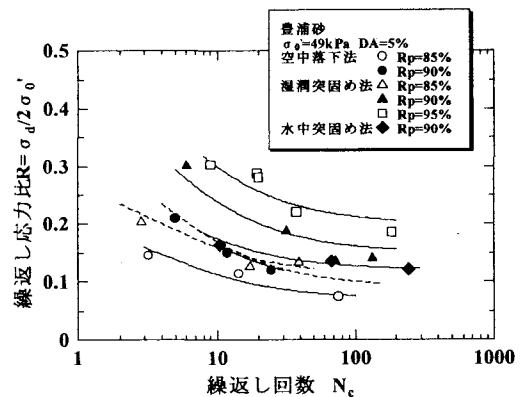


図-2 $R \sim N_c$ 関係(豊浦砂)

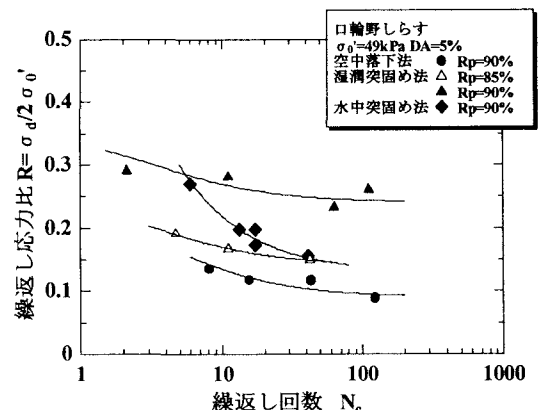


図-3 $R \sim N_c$ 関係(口輪野しらす)

している。口輪野しらす、川内川しらすともその勾配は緩やかであり、過圧密履歴を受けたときの傾向に類似している。これより、土粒子の形状等の影響で、締固められた供試体の土粒子構造に差異が生じたものと考えられる。また、水中突固め法では、2つのしらすにおいて、繰返し回数の少ない領域で曲線が急勾配となっている。水中では、しらすにおいても、豊浦砂の湿潤突固め法で見られるような密度増加による効果が顕著に現われたものと考えられる。空中落下法においては、3つの試料とも、繰返し応力比の大きさに多少の差異はあるが、曲線の傾向は同様であることが認められる。

4. 締固めエネルギーの影響

試料に与えられる締固めエネルギーは締固め仕事量で定義し、 $E_c = W_R \cdot H \cdot N_L \cdot N_B / V$ (kJ/m³)とする。ここに、 W_R =ランマー重量、 H =落下高さ、 N_L =層数、 N_B =1層当たりの突固め回数、 V =モールド容積をそれぞれ表す。また、空中落下法での締固めエネルギーは、落下高さ、投入試料の質量を考慮して算出した。ここで、図・3、図・4から得られた繰返し回数 $N_c=20$ 回における繰返し応力比の値を液状化強度比 R_{120} とし締固めエネルギー E_c との関係をそれぞれのしらす試料について図・5、図・6に示す。

口輪野しらすにおいては、締固めエネルギー E_c が一定であれば、湿潤突固め法の方が水中突固め法よりも液状化強度は大きくなっている。よって、この場合、湿潤突固め法の方が水中突固め法よりも締固め効果が高いと言える。川内川しらすにおいては、ほとんどその差異は見られない傾向を示している。これらの結果より、細粒分含有率、粒子形状の影響により、口輪野しらすにおいて締固め効果が2つの突固め方法で異なったのではないかと考えられる。また、水中突固め法では、突き固める際に土粒子が水中に浮遊したり、突き固めることによって供試体の一部液状化を起こすなどで、伝達される締固めエネルギーが減少し、それによって液状化強度の増加が妨げられたものと考えられる。なお、空中落下法においては突固めによるエネルギーは全く加わっていないので、その値は微小であることが言える。

まとめ

本研究では以下挙動が観測された。

- 口輪野しらす、川内川しらすとも液状化強度曲線の形状は過圧密履歴を受けたときと同様の傾向を示した。
- 細粒分を比較的多く含む口輪野しらすでは、湿潤突固め法の方が水中突固め法よりも締固め効果が高い値を示した。

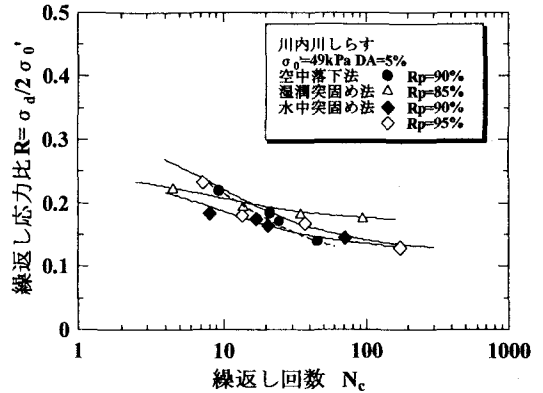


図-4 R~ N_c 関係(川内川しらす)

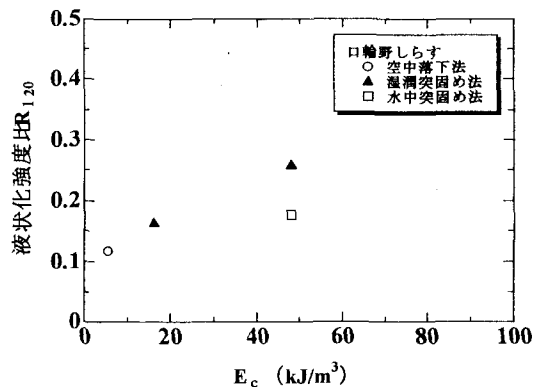


図-5 $R_{120} \sim E_c$ 関係(口輪野しらす)

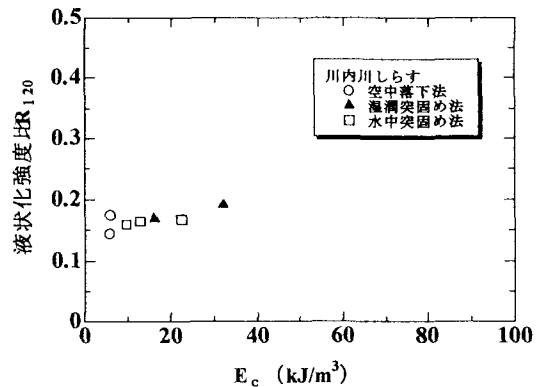


図-6 $R_{120} \sim E_c$ 関係(川内川しらす)