

粒度の異なるしらすの液状化強度に及ぼす相対密度の影響

崇城大学 正 員 〇荒牧 憲隆

鹿児島高専 正 員 岡林 巧

崇城大学 学生員 島添 幸喜 桐明 高

1. はじめに

砂地盤上の地震による被害は、過去に数多く報告されており、これらの成果をもとに土構造物の耐震設計などが整備されている。しかし、鹿児島県を中心に分布する火山灰質粗粒土であるしらすは、内部空隙を有する粒子構造、粒子形状、地質および風化による相違のために、一般の砂質土とは異なり特異な力学的性質¹⁾を有する。このため砂質土と同様な動的特性の評価は困難である。

そこで本研究では、鹿児島県霧島市始良町で採取したしらすを使用し、粒度を調整した種々のしらすの非排水繰返し三軸圧縮試験を行い、しらすの繰返しせん断強度に及ぼす相対密度の影響について調べることを目的としている。

2. 試料および実験方法

本研究で用いたしらすは、鹿児島県鹿児島県霧島市始良町の1次しらすの地山より掘削して採取した攪乱試料である。しらすの土粒子密度は、2mm以下を対象に、 $\rho_s=2.409\text{ g/cm}^3$ であった。粒度調整にあたり、礫分は0～50%、細粒分は10～50%になるように配合している。詳細な物理的性質は、文献2)に示されている。

繰返し三軸圧縮試験では、これらの粒度調整したしらすについて、初期の相対密度 $D_{ri}=50, 90\%$ を目標に供試体を作成した。通水は、二重負圧法を採用し、B 値が 0.96 以上の供試体について実験を行っている。拘束圧は、相対密度 50%では $\sigma'_c=100, 300, 500\text{ kPa}$ とし、相対密度 90%では $\sigma'_c=50, 100, 300\text{ kPa}$ として、それぞれ等方圧密後、周波数 0.1Hz で荷重制御による正弦波載荷を行っている。

3. 代表的な液状化強度曲線

図-1 (a), (b) は、繰返し三軸圧縮試験によって得られた $DA=5\%$ に至るのに必要な応力比と繰返し回数の関係を、拘束圧 100kPa と 300kPa について示している。粒度は、礫分 10%、砂分 40%、細粒分 50%の液状化強度曲線である。図-1 (a)拘束圧 100kPa において、密詰めしらすの液状化強度曲線は、緩詰めしらすのそれに比べて右上方に位置し、繰返し載荷回数が小さくなると急激に立ち上がっている。これに対し、緩詰めしらすの液状化強度曲線は、繰返し回数が小さくとも緩やかに上昇していることから一般的な砂質土と同じように、相対密度の増加に伴い、強度が増加している。一方、同図(b) 拘束圧 300kPa において、密詰めしらす

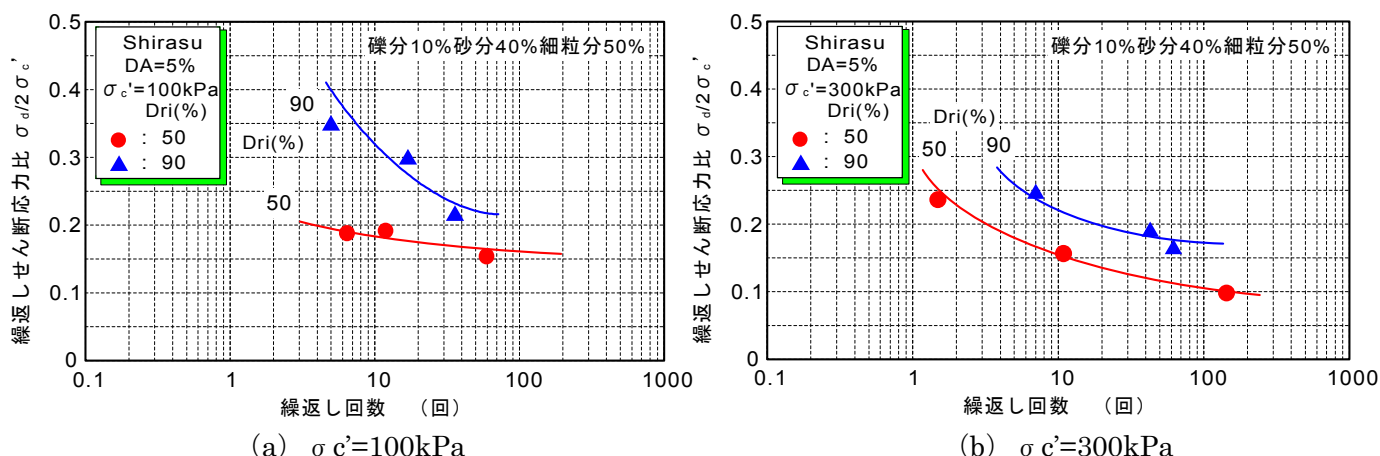


図-1 代表的な液状化強度曲線（礫分 10%砂分 40%細粒分 50%）

キーワード しらす、液状化、相対密度、粒度、拘束圧

連絡先 〒860-0082 熊本市池田 4-22-1 崇城大学工学部環境建設工学科 TEL 096-326-3805

の強度曲線は、拘束圧 100kPa 時の曲線と比較して、繰返し回数が小さい時に立ち上がるような傾向は認められず、曲線形状が緩やかになり、強度が低下している。一方、緩詰めしらすについては、拘束圧の増加に伴う、強度への影響はほとんど認められない様子が伺える。これらの傾向は、礫分、砂分、細粒分の含有量の違いによらずほぼ同様の結果であった。

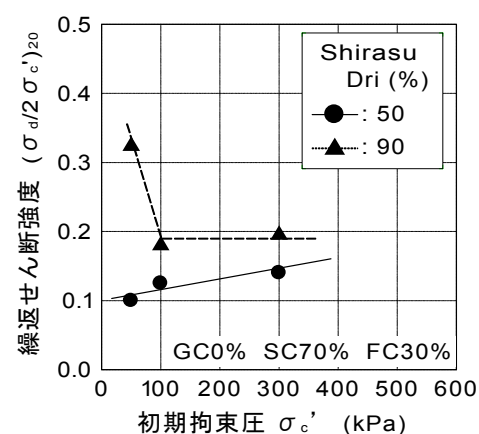
4. 液状化強度特性

地震時における砂の液状化強度は、一般的に繰返し三軸試験より得られる繰返し回数 $N=20$ 回における所定のひずみ振幅を生じるのに必要な応力比により規定されている。本研究においては、繰返しせん断によるしらすの破壊軸ひずみ両振幅 $\varepsilon_{DA}=5\%$ に至った時点と定義し、繰返し回数 $N=20$ 回のときの繰返し応力比をもって繰返しせん断強度 $(\sigma_d/2\sigma'_c)_{20}$ と定義した。図-2(a)~(c)には、繰返しせん断強度と初期拘束圧の関係を代表的な粒度を対象に示している。図-2(a)は礫分 0%，砂分 70%，細粒分 30%，図-2(b)は礫分 30%，砂分 60%，細粒分 10%，図-2(c)は礫分 50%，砂分 40%，細粒分 10%である。図-2(a)は、砂質土¹⁾のしらすであるが、緩詰めでは、拘束圧の増加に伴い、繰返しせん断強度は増加する。密詰めでは、逆に、拘束圧の増加に伴い、急激に繰返しせん断強度が低下し、拘束圧 100kPa 以降では、ほぼ一定値を示すことが分かる。図-2(b)では緩詰めの場合、拘束圧の増加に伴う強度への影響は認められず、ほぼ一定値を示す。密詰めの場合、拘束圧 100kPa まで強度は変化しないが、拘束圧が 300kPa では、繰返しせん断強度が急激に低下していることがわかる。同図(c)においては、緩詰めでは拘束圧の増加に伴い緩やかな強度低下を引き起こし、密詰めでは、顕著な強度低下を示している。これらより、粒度、拘束圧および相対密度の違いにより、液状化強度特性も異なってくることが分かる。また、緩詰めに比べて密詰めの方が液状化強度の低下を引き起こしやすいことが認められる。さらに、礫分の増加により、相対密度によらず、拘束圧の増加に伴って構造が著しく変化し、液状化に対し不安定な状態になっていくと考えられる。

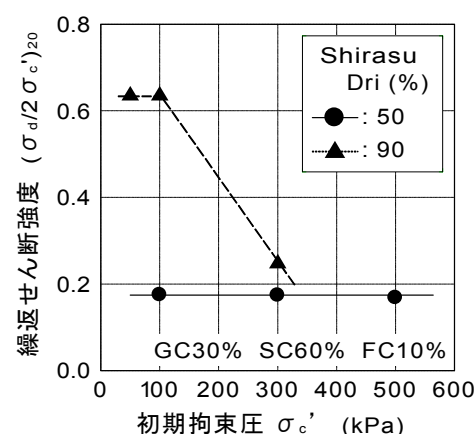
5. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。粒度、相対密度、拘束圧の違いにより、液状化強度特性も異なってくることが認められた。砂質土しらすの緩詰めで液状化強度は拘束圧の増加に伴い増加するものの、他では、拘束圧の増加に伴い、液状化強度の低下を引き起こしやすい傾向があることが認められた。これらは、礫分の増加により、相対密度によらず、拘束圧の増加に伴って構造が著しく変化し、液状化に対し不安定な状態になっていると考えられる。

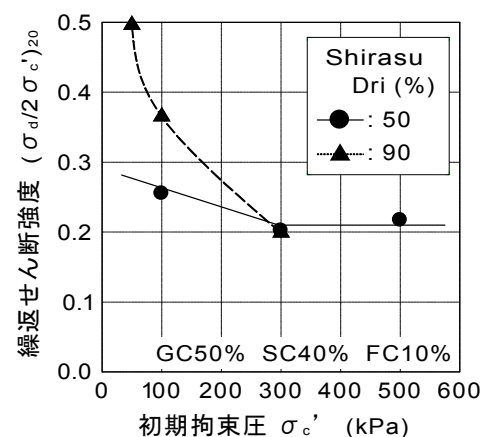
【参考文献】1) 兵動正幸ら：破碎性土の定常状態と液状化強度，土木学会論文集，No. 554/Ⅲ-37，pp. 197-209，1996，2) 荒牧憲隆ら：粒度調整したしらすの非排水繰返しせん断特性，地盤工学会北海道支部創立 50 周年シンポジウム（投稿中），2006。



(a) 礫分 0% 砂分 70% 細粒分 30%



(b) 礫分 30% 砂分 60% 細粒分 10%



(c) 礫分 50% 砂分 40% 細粒分 10%

図-2 液状化強度と初期拘束圧の関係