

再液状化現象に与える粒度および粒子形状の影響

福岡大学 学生会員 ○松元真美 高森智子
正会員 山田正太郎 佐藤研一

1. はじめに 別報¹⁾では、同じ砂質土でも異方性の発達程度が異なり、液状化履歴を受けることで、液状化抵抗が大きく増減する砂質土もあれば、さほど変化しない砂質土もあることを示した。本報告では、この研究をさらに一歩進め、異方性ひいては液状化履歴に伴う液状化抵抗の変動はどのような物理的特徴を持った試料において生じやすいのか、粒度及び粒子形状に着目して明らかにする。

2. 実験概要

2-1 実験試料 実験試料には粒子形状の異なる東北硅砂といわき硅砂を用いた。東北硅砂は角がなく丸みを帯びているのに対し、いわき硅砂は角張っている。それぞれ粒度調整を行った上で、東北硅砂の粒度が悪い試料を試料 A、粒度が良い試料を試料 B、いわき硅砂の粒度が悪い試料を試料 C、粒度が良い試料を試料 D とする。各試料の物理特性を表-1 に、粒径加積曲線を図-1 に、顕微鏡写真を写真-1 に示す。供試体作製時の目標相対密度を 60% として、空中落下法により供試体を作製した。

2-2 実験条件 実験には三軸試験装置を用い、各試料に対し液状化試験を計 4 回繰返した。各回の停止位置を変化させることで液状化終了時の異方性の発達程度を意図的に変化させた。このような方法によって各試料の液状化履歴に伴う液状化抵抗の変動のしやすさと異方性の発達のしやすさを比較する。実験条件の詳細は別報¹⁾に譲る。

3. 粒度組成及び粒子形状が異方性の発達のしやすさに与える影響 図-2 に液状化試験を計 4 回繰返したときの各試料の挙動を示す（各回の供試体の相対密度は図中に示す）。丸みを帯びた試料（試料 A と B）では、異方性の発達状態に応じて液状化抵抗が著しく増減している。一方、角張った試料（試料 C と D）では、液状化抵抗が多少は変化するものの、角のない試料のような著しい増減はみられない。このことから、液状化履歴に伴い液状化抵抗が変動しやすいのは角が取れて丸みを帯びた試料であることがわかる。また、試料 A と B、試料 C と D の間には液状化抵抗の増減にあまり違いが見られないことから、粒度は液状化抵抗の変動のしやすさにさほど影響を与えないことがわかる。既往の研究²⁾によれば、液状化履歴に伴う液状化抵抗の増減は、液状化終了時の異方性の発達状態の影響を大きく受ける。また、別報¹⁾によれば、異方性が高位に発達しやすい試料ほど、液状化履歴に伴って液状化抵抗が大きく増減する。別報¹⁾図-4 の実験結果と比較してみると、丸みを帯びた試料（試料 A と B）の結果は異方性が高位に発達する豊浦硅砂の結果によく似ているし、角張った試料（試料 C と D）の結果は豊浦硅砂に比べて異方性が発達しにくい筑紫沖積砂の結果によく似ている。したがって、異方性の発達のしやすさにとっては、粒度よりも粒子形状の影響が支配的であり、意外にも、角張った試料よりも、角が取れて丸みを帯びた試料の方が異方性が高位に発達しやすいことが分かる。

4. おわりに 本報告では、砂質土の粒度と粒子形状の違いに着目して、再液状化実験を行った。その結果、異方性の発達特性と再液状化特性に関して、以下に示す結論を得た。(1) 異方性の発達のしやすさにとっては、粒度よりも粒子形状の影響が支配的である。(2) 意外にも、角張った試料よりも、角が取れて丸みを帯びた試料の方が異方性は高位に発達する。(3) 結果として、角が取れて丸みを帯びた試料では、液状化履歴を受けることで液状化抵抗が激しく増減する。

表-1 物理特性

試料記号	試料名	粒子形状	粒度	土粒子の密度 ρ_t (g/cm ³)	最大間隙比 e_{max}	最小間隙比 e_{min}
試料A	東北硅砂	角なし	悪い	2.649	0.818	0.536
試料B	東北硅砂	角なし	良い	2.652	0.790	0.450
試料C	いわき硅砂	角あり	悪い	2.651	1.190	0.734
試料D	いわき硅砂	角あり	良い	2.656	1.076	0.601

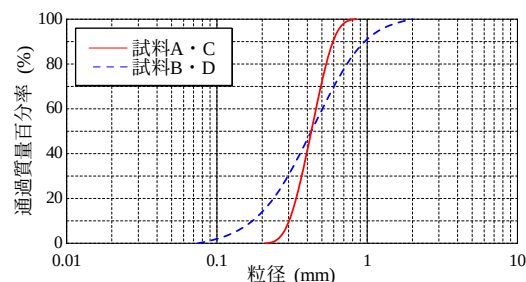
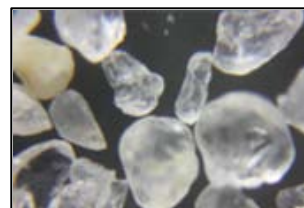


図-1 粒径加積曲線



(i) 東北硅砂 (試料AとB)



(ii) いわき硅砂 (試料CとD)

写真-1 試料の顕微鏡写真

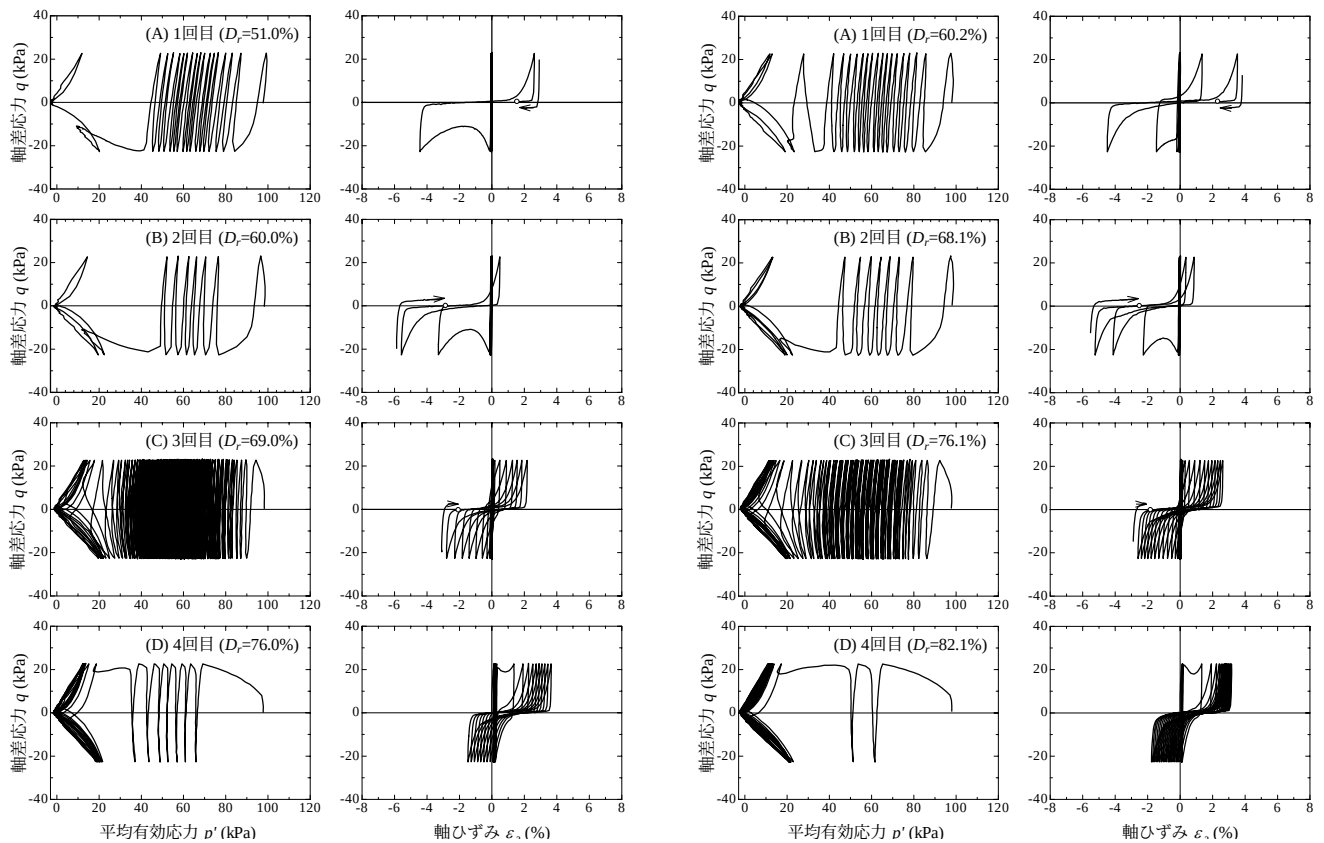


図-2 各試料の再液状化挙動

参考文献 1) 高森ら (2010): 粒度組成の異なる砂の単調および繰返し非排水せん断挙動, 平成21年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 (本概要集). 2) Yamada, et al. (2010): Effects on reliquefaction resistance produced by changes in anisotropy during liquefaction, S&F, 50(1), accepted.