

八戸工業高等専門学校 正会員 ○清原 雄康
 八戸工業高等専門学校 平野 和也
 八戸工業高等専門学校 平間 勇輝

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の際、しらすからなる盛土が泥流状崩壊を起こした地盤の飽和状態下での液状化強度試験をこれまで実施してきた¹⁾。しかし、被災時の地盤は不飽和な部分も存在していたと推察され、不飽和状態下での液状化強度試験も行い、当該地域の火山灰質土特有の性質を把握する必要がある。この際、不飽和状態を維持したり、サクシオンを計測したりするために、繰返し三軸試験装置のペDESTALにセラミックディスク（写真1右）を用いる必要がある。これは、飽和で用いられるポーラスストーンより透水性が低く、不飽和化に伴う負の水圧の計測の際の応答性の遅れなどが懸念され、载荷周波数をなるべく低く抑える必要がある。文献2)によれば、きれいな砂の繰返し試験における振動数の影響はないとされているが、様々な粒径を含み、比表面積が大きいしらすのような火山灰質土についての検討はあまりなされていない。本研究では、繰返し試験時の载荷周波数の影響と、セラミックディスクを用いた場合の水圧応答性の変化の有無について検討する。さらに、試料土の準備方法について、昨年度報告した風乾処理のみの場合と今回用いた110℃炉乾燥試料の場合での液状化強度曲線の比較も行った。



写真1 ポーラスストーン（左）とセラミックディスク（右）

表1 試料土の諸性質

自然含水比 %	23.1 (20.9-25.9)
土粒子密度(g/cm ³)	2.63
最小乾燥密度(g/cm ³)	1.127
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.566
Dr = 60%での乾燥密度 (g/cm ³)	1.355

2. 試験方法

(1) 試料土

本研究では、2mmふるい通過試料を110℃で炉乾燥させたものを用いた。表1に試料土の基本的性質を示す。図1に110℃炉乾燥試料と風乾試料土¹⁾の粒度分布を示す。両者の粒度分布には違いがほとんどないことが分かる。

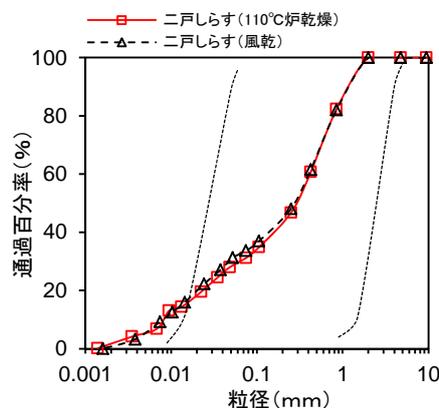


図1 試料土の粒度分布

(2) 繰返し三軸試験

相対密度 $Dr = 60\%$ を目標に $\Phi 5 \times 10\text{cm}$ の供試体を、振動と棒による突固めで作製し、供試体設置後、 CO_2 通気・脱気水通水により飽和化を促進させ、背圧を100kPa、拘束圧 σ'_c を100kPa かけてB値を確認した後、 σ'_c で等方圧密、繰返し载荷試験の手順で試験を行った。繰返し軸差応力 σ_d を30kPaと設定して、0.1Hz、0.5Hz、1Hzの载荷回数でそれぞれの供試体で試験を行った。さらに0.1Hzのケースでは、ペDESTALに空気侵入値50kPaのセラミックディスクを用いた場合の試験も行った。100kPaの圧密後、繰返し前の供試体乾燥密度は平均 1.41g/cm^3 ($Dr = 72\%$) であった。

3. 試験結果

図2に設定繰返し軸差応力 σ_d と過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'_c$ の経時変化、有効応力経路を示す。 $\Delta u/\sigma'_c$ が0.95以上になるときの繰返し回数は、周波数0.1Hz、0.5Hzでは30回程度であった。1Hzでは46回とやや増加する傾向

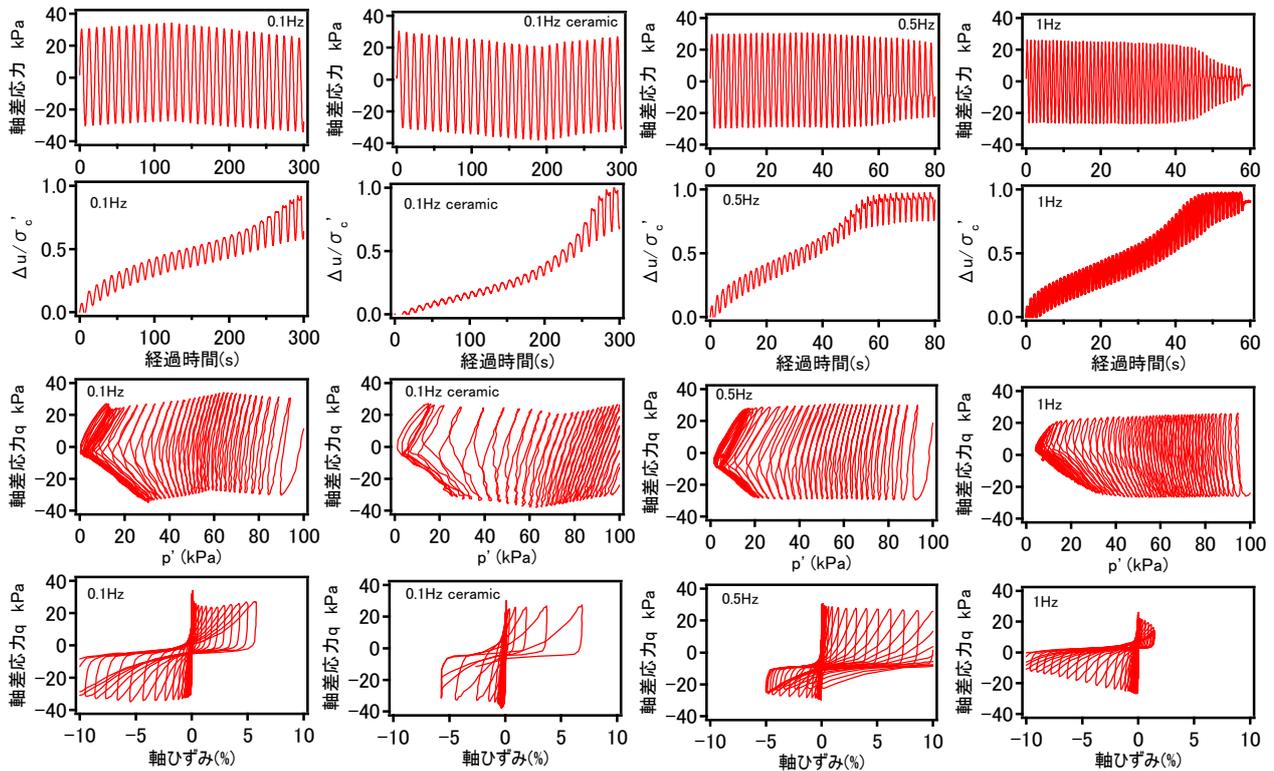


図2 二戸しらすの液状化強度試験結果

にあった。また 0.1Hz での $\Delta u/\sigma'_c$ の振幅について、セラミックディスクを用いたケースは、 $\Delta u/\sigma'_c$ が 0.3 付近でポーラスストーンを用いたケースの 37% 程度、 $\Delta u/\sigma'_c$ が 0.5 付近では、62% 程度になった。 $\Delta u/\sigma'_c$ が大きくなるにつれ、両者の差は縮まる傾向にあり、 $\Delta u/\sigma'_c$ が 0.95 となる付近ではほぼ同じ挙動となった。図 3 に各軸ひずみレベルに伴う過剰間隙水圧比の関係を示す。いずれのケースもほぼ同じ傾向が得られた。

図 4 に液状化強度曲線を示す。今回の 110°C 炉乾燥試料土は風乾試料土より、両者の粒径分布に差がなかったにもかかわらず、全体的にやや大きめの値を撮る傾向にあった。吉見²⁾は締め固め方法の違いにより液状化強度曲線が変化することを示しており、今回のケースでも乾燥方法の違いにより、締め固め特性等が変化したことが原因の 1 つと考えられる。

4. まとめ

繰返し載荷試験における二戸しらすの液状化に至るまでの挙動について、載荷周波数 0.1, 0.5Hz ではほぼ同じ挙動で、1Hz ではやや繰返し回数が増加した。セラミックディスクを用いた場合の水圧応答は、 $\Delta u/\sigma'_c$ が 0.5 付近まではポーラスストーンを用いた場合より小さめになったが、限界状態付近での挙動には大差はなかった。採取土を 110°C 炉乾燥させて作製した供試体と、風乾のみで作製した供試体とで液状化強度特性に若干の差が生じた。

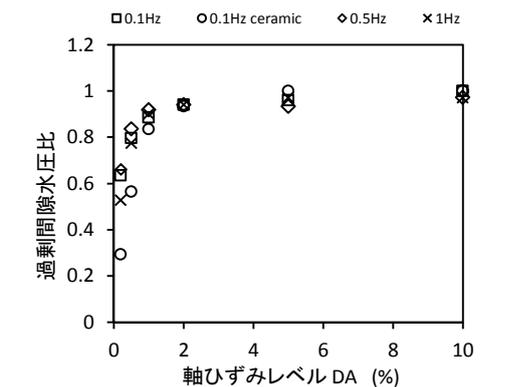


図3 軸ひずみレベルに対する過剰間隙水圧比

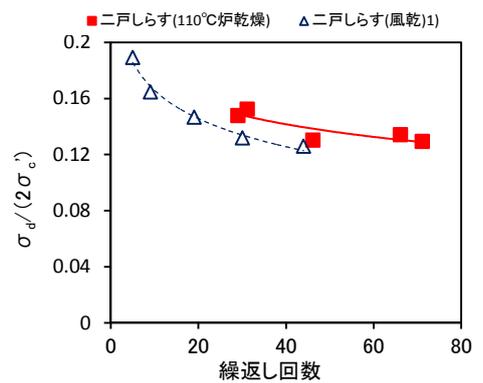


図4 液状化強度曲線

謝辞：本研究は JSPS 科研費 24560612 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 清原雄康, 佐々木裕貴：東北地方太平洋沖地震において泥流状崩壊をもたらした二戸しらすの液状化強度特性, 平成 25 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, III-53, 2014. 2) 吉見吉昭：砂地盤の液状化, 技報堂出版, 1991.