

災害分別土の液状化特性に及ぼす礫分含有率の影響

山口大学 学生会員 ○ 初村 直也
 山口大学 正会員 吉本 憲正
 山口大学 正会員 中田 幸男

1. はじめに

平成30年に発生した7月豪雨で、広範囲かつ長時間の降雨により、多数の土砂災害が発生した。これにより、その際発生した豪雨災害廃棄物混入土砂から産業廃棄物を取り除いた分別土が、広島県内で約94万トン発生した。この災害によって、広島県内で発生した廃棄物混入土砂の内、分別土は水面埋立の材料として有効活用されることが決定しており、液状化に対する評価が必要である。

本研究で用いた分別土の既往研究¹⁾では、2mm以下に粒度調整したものを対象に液状化試験を実施している。また、粒度の違いに着目した既往研究²⁾では、液状化強度比に約15%の違いが認められていること

が報告されている。これらを踏まえると、分別土にも礫分が含まれているため、分別土についても礫分を含んだ状態での液状化強度の評価が必要であると考えられる。

そこで、本研究では分別土の液状化特性に及ぼす礫分含有率の影響を調査することを目的とする。

2. 用いた試料

本研究で用いた試料は、廃棄物混入土砂の2次仮置場であるベイサイド(小)と埋立予定地付近の仮置場である出島(坂S)の2種類である。それぞれの分別土の礫分を含んだものと2mm以下に粒度調整したものの粒径加積曲線を図-1に示す。

また、試料の物理特性を表-1に示す。出島(坂S)は、ベイサイド(小)に比べて礫分が少なく、比較的粒径の小さいものが多く含まれる。また、ベイサイド(小)の方が出島(坂S)に比べて礫分含有率が10%高い。また、一般的に均等係数が10を超えると粒度分布が良いとされるため、今回使用する分別土の粒度分布は良いという結果が得られた。

3. 液状化特性

3-1 試験条件

上記の試料に粒径の揃った豊浦砂を比較対象に加え、液状化試験を実施した。試験は、非排水繰返し三軸試験機(供試体サイズ直径10cm、高さ20cm)を用いて行った。分別土においては、礫分の有無によって密度条件を変えている。礫分有の場合は、締固め度 $D_c=85\%$ 、礫分無の場合は、相対密度 $D_r=50\%$ を目標に供試体を作製した。これは、水中埋立を想定して緩い状態を再現するため、このような密度を設定した。試験条件は、背圧を200kPa、有効拘束圧を50kPaとし、両振幅軸ひずみが5%に達した時点で液状化に至ったとみなした。

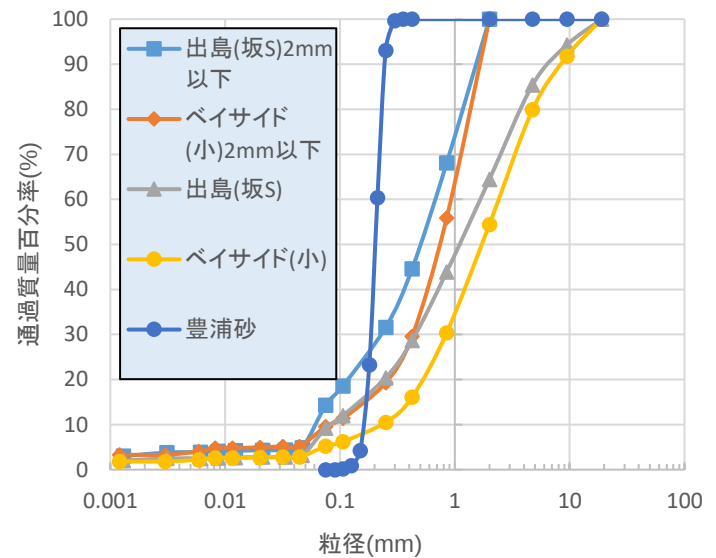


図-1 粒径加積曲線

キーワード：液状化，せん断挙動，分別土，三軸試験機，礫

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1 山口大学 大学院創成科学研究科 b010vev@yamaguchi-u.ac.jp

表-1 物理特性

	ベイサイド(小) 2mm 以下	出島(坂 S) 2mm 以下	ベイサイド(小)	出島(坂 S)	豊浦砂
均等係数 U_c	11.4	22.5	10.0	11.7	1.20
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.612	2.621	2.612	2.621	2.633
礫分含有率 (%)	0	0	45.6	35.6	0
平均粒径 $D_{50}(\text{mm})$	0.73	0.40	1.85	1.10	0.20

3-2 液状化挙動

図-2 に、残留過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係を示す。図中には、繰返し応力比が $\sigma_d/2\sigma_c' \div 0.18$ 付近のものを示し比較した。2つの分別土は礫分の有無に関係なく残留過剰間隙水圧比が1に近づいている。残留過剰間隙水圧比の発達は、豊浦砂が最も速く、その次に分別土の礫分無が速い。分別土と比較すると、礫分を含むことによって、残留過剰間隙水圧比が増加するのに、より多くの繰返し回数を必要とすることから、ねばり強い挙動を示しているといえる。

図-3 に、両振幅軸ひずみと繰返し回数の関係を示す。図より、いずれの結果も両振幅軸ひずみがある繰返し回数から急激に発達している様子が認められる。また、両振幅軸ひずみの発達は豊浦砂が速く、ベイサイド(小)と出島(坂 S)では、礫分有、礫分無のそれぞれで差異のない様子が認められる。豊浦砂や礫分のない分別土は、少ない繰返し回数で急激に両振幅軸ひずみが発達するのに対し、礫分を有する分別土は、両振幅軸ひずみが急激に発達するまでの繰返し回数も多く、じわじわと両振幅軸ひずみが発生している。

3-3 液状化強度

図-4 に、両振幅軸ひずみが5%に至った時点の繰返し回数を用いた液状化強度曲線を示す。この図から、特に出島(坂 S)礫分有で少ない回数で急激に立ち上がるような曲線になっていることが確認できる。これより、繰返し回数の少ないところで、高い液状化強度を発揮することが明らかである。また、ベイサイド(小)礫分有でも、出島(坂 S)礫分有程ではないが、

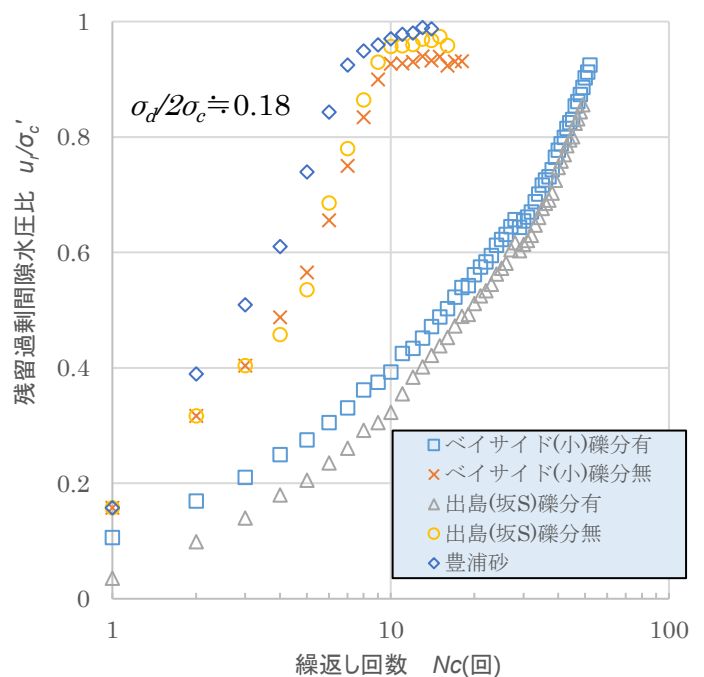


図-2 残留過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係

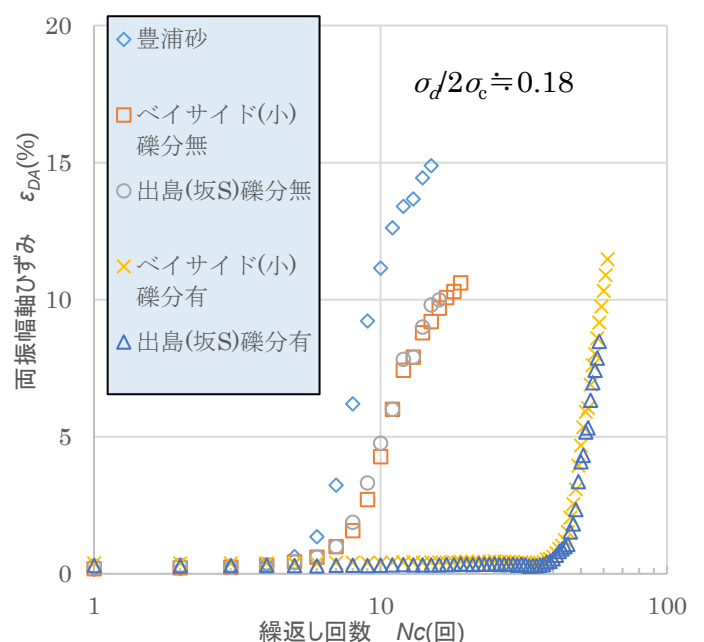


図-3 両振幅軸ひずみと繰返し回数の関係

急激に立ち上がるような曲線を示している。それに比べて、どちらの分別土も礫分無では、なだらかな曲線を描くため、繰返し回数が少ないところでも、高い液状化強度は発揮されない。礫分を含むことによって、液状化強度曲線は右上に配置され、液状化強度比が上昇したことが分かる。

液状化強度曲線における繰返し回数が10回の時の繰返し応力比を液状化強度比 R_{L10} 、液状化強度曲線における繰返し回数が20回の時の繰返し応力比を液状化強度比 R_{L20} と定義し、結果の整理に用いる。

図-5 に、定義した液状化強度比と礫分含有率の関係を示す。 R_{L20} は、ベイサイド(小)において、礫分を含むことによって約17.1%上昇した。また、出島(坂S)において約14.1%上昇した。また、 R_{L10} で比較すると、ベイサイド(小)は約12%の上昇で、出島(坂S)は、約25%上昇した。ベイサイド(小)に比べて出島(坂S)は繰返し回数が少ないところでも大きな変化がある。この図からも、礫分を含むことによって液状化強度比が上昇することは明らかである。

4. まとめ

せん断挙動において礫分のない分別土は礫分を含むことによって、過剰間隙水圧、軸ひずみのどちらにおいても増加するのに多くの繰返し回数が必要とすることから、液状化に対して粘り強さを発揮することが分かった。また、礫分を含むことによって、液状化強度比は増加した。その増加は繰返し回数の少ないところで更に大きな差が生じることが分かった。

参考文献

- 1) 遠藤宏朗, 吉本憲正, 中田幸男: 平成30年7月豪雨における広島県坂町周辺地域の分別土の土質力学特性, 第55回地盤工学研究発表会講演集, 22-1-1-01, 2020.
- 2) 原忠, 國生剛治: 粒度分布を変化させた砂礫材料の力学特性, 第25回地震工学研究発表会講演論文集, pp.257-260, 1999.

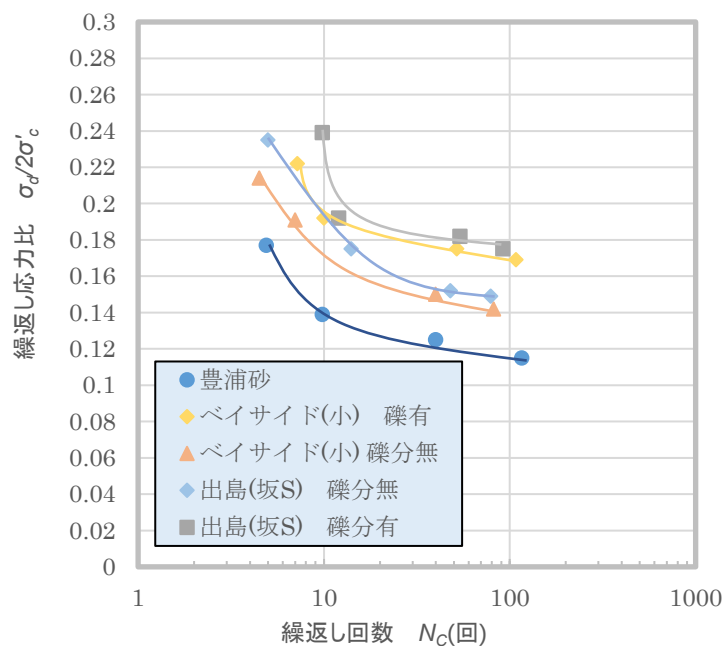


図-4 液状化強度曲線

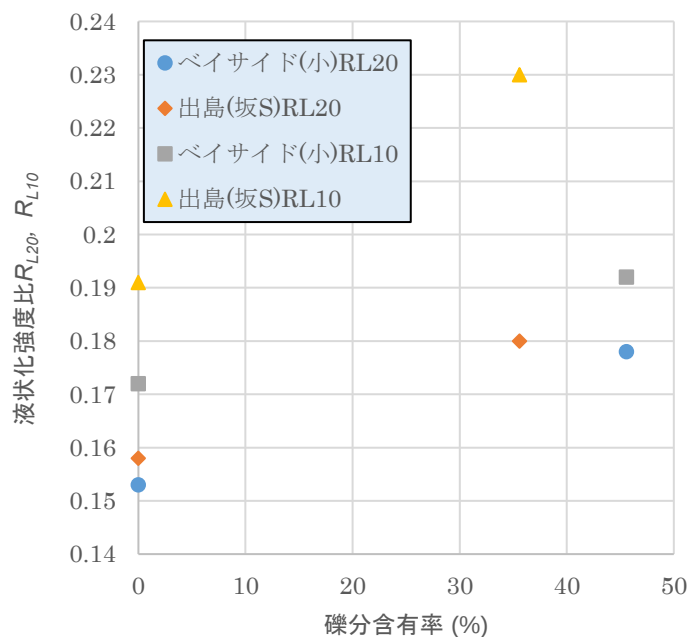


図-5 液状化強度比と礫分含有率の関係