

繰返し三軸圧縮試験による鳥取県境港砂の液状化特性に関する研究

鳥取大学大学院 正会員 ○中村 公一 鳥取県 正会員 岡本 貴也
鳥取大学大学院 正会員 清水 正喜

1. はじめに

鳥取県西部地震では、境港市の埋立地で液状化現象による被害が発生した。境港市の埋立地の填砂の研究は行われてきたが、その他の鳥取県内の砂について液状化特性についての検討は行われていない。そこで、本研究室では鳥取県内の砂の液状化特性を調べることにした。本研究では、鳥取県境港砂の液状化特性についてと、細粒分の影響および相対密度の違いについて検討を行った。

2. 試料および試験装置

本研究で使用した試料は、鳥取県境港砂（以降これを境港砂と呼ぶ）である。図1に粒径加積曲線を示す。また、細粒分を水洗いした細粒分無し境港砂、比較対象として豊浦砂も試料として使用した。境港砂の特徴としては、豊浦砂と同様な粒度分布を示すが、細粒分を5%程度含み、貝殻が混入している点と、特に液状化の可能性ありの範囲の砂であるということである。繰返し三軸試験装置の概略図を図2に示す。繰返し三軸試験装置は、油圧による応力制御となっている。

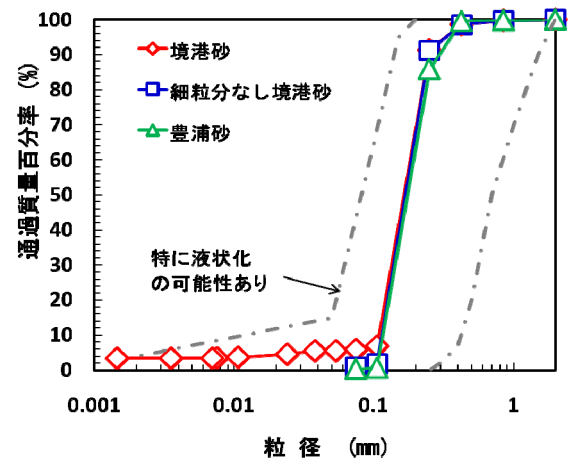


図1 粒径加積曲線

3. 供試体作成方法および試験方法

供試体は、緩詰め供試体($D_r=30\%$)、密詰め供試体($D_r=60\%$)ともに含水比5%に調整した試料を、高さ10cm、直径5cmに締固めることにより作成した。試験方法は、負圧法により供試体の飽和度を高め、有効応力100 kPaで圧密後、sin波・載荷周波数0.1 Hzで繰返し載荷を行った。また、試料・繰返し応力振幅比・相対密度を変えて試験を行った。

本研究では液状化強度 R_L を、繰返し載荷回数20回で両振幅ひずみ $DA=5\%$ に達する時の繰返し応力振幅比 R_{20} とした。

4. 結果および考察

図3に豊浦砂、細粒分無し境港砂、境港砂の緩詰め供試体に対して試験を実施してえられた有効応力経路（繰返し応力振幅比0.125（上図）、0.125（中図）、0.150（下図））を示す。図3より細粒分無し境港砂は、豊浦砂と同様に伸張側において有効応力経路が一気に原点へ向かう挙動を示している。しかし、境港砂ではこのような挙動は示さなかった。また、密詰め供試体の場合では、緩詰め供試体のように細粒分の有無における挙動の違いは見られなかった。

図4に境港砂と豊浦砂の液状化強度曲線を示す。図4より、境港砂は豊浦砂に比べて、密詰めでは液状化強度が大きく増

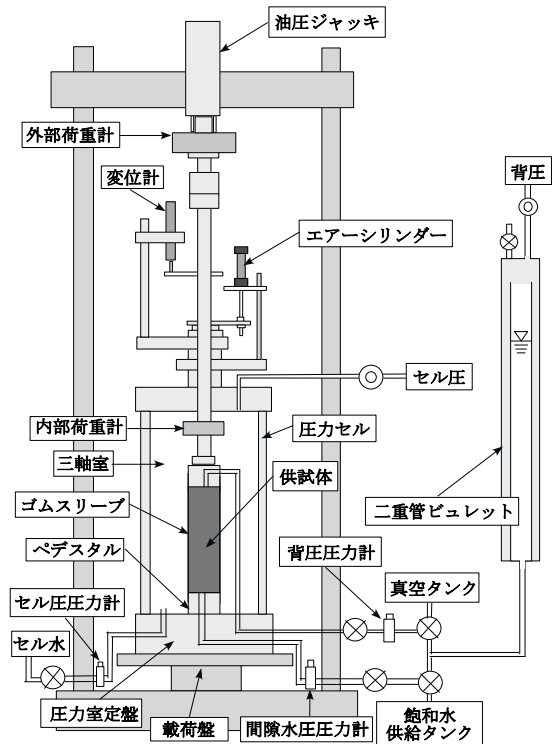


図2 繰返し三軸試験装置

加しているが、緩詰めでは豊浦砂とほとんど差がみられない。また境港砂は密詰め緩詰めともに、豊浦砂のような繰返し回数の少ないところにおいて顕著な強度の立ち上がりはみられない特徴がある。

図5に細粒分無し境港砂と豊浦砂の液状化強度曲線を示す。図5より相対密度、繰返し応力振幅比および繰返し载荷回数に違いはあるが、密詰め緩詰めともに液状化強度曲線は、類似した曲線を描いている。密詰めでは、繰返し载荷回数の少ないところにおいて顕著な強度の立ち上りを示している。また、緩詰めでは繰返し応力振幅比の大きさに関わらず、繰返し载荷回数が $DA=1, 2, 5\%$ で同程度の回数を示しており、前述のようにある繰返し回数に達すると急激に過剰間隙水圧比が上昇し液状化したことを示している。以上より、細粒分無し境港砂は豊浦砂と同様な挙動を示していると言える。

液状化強度に着目すると、図4、図5より緩詰めでは細粒分の有無に関らず境港砂は豊浦砂とほぼ同じ値を示す。これに対し密詰めでは、細粒分の有無に関らず液状化強度は増加している。また、細粒分の有無による違いとしては、細粒分有りの方が液状化強度は大きい。

以上のように境港砂は、境港砂は細粒分の有無に関らず、密詰めになると液状化強度が大きく増加する特性を有している。豊浦砂と同じ粒度分布である細粒分無し境港砂が、密詰めでは大きく液状化強度が増加している要因については、粒子形状の違いがあげられる。マイクロスコープにより形状を確認すると豊浦砂と比較して角ばった形状となっている。粒子形状が液状化強度に与える影響に関しては、既往の研究で指摘²⁾されているところであり、境港砂ではそれが顕著に表れていると言える。

5. 結論

- 1) 液状化強度が、細粒分を含まないきれいな砂に比べて大きくなっている。
- 2) 相対密度を大きくすることで、境港砂は細粒分の有無に関らず、豊浦砂より液状化強度が大きく増加する特性を有している。
- 3) 砂の粒形が液状化強度に影響を与えている。

参考文献

- 1) 桑野二郎・Sapkota, Binod K.・橋爪秀夫・高原健吾：細粒分を含む砂の液状化特性，土と基礎，41-7(426),1993.
- 2) 榎戸源則・上田高博：砂の粒子形状と粒度構成が液状化に及ぼす影響，地盤工学会論文報告集，Vol.37, No.4, 1997.

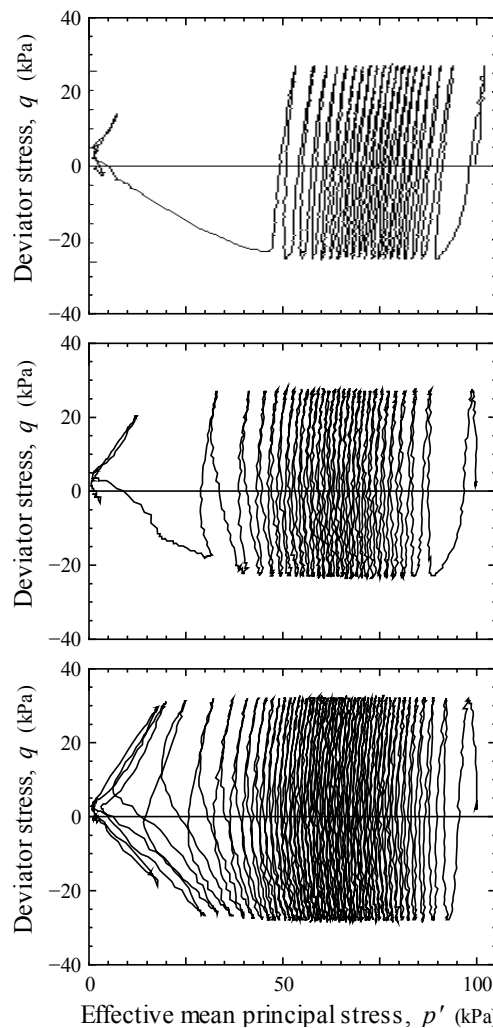


図3 豊浦砂(上図)

細粒分無し境港砂(中図)・境港砂(下図)

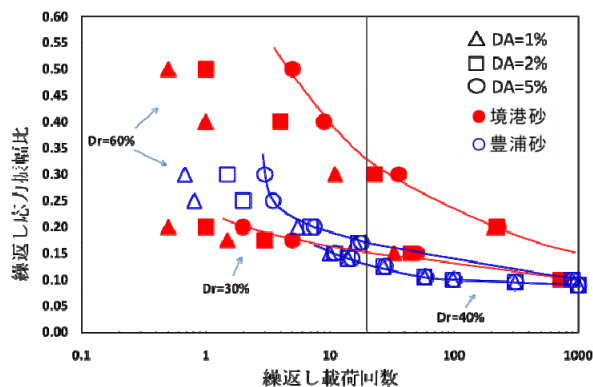


図4 境港砂と豊浦砂の液状化強度曲線

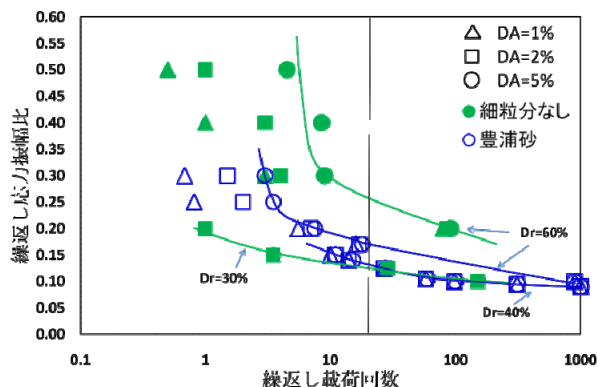


図5 細粒分無し境港砂と豊浦砂の液状化強度曲線