

まさ土の液状化特性について

山口大学工学部 正員 兵動正幸 学生員 山本陽一
 " 学生員 丸山浩史 正員 安福規之
 正員 村田秀一

1. まえがき

まさ土は西日本一帯に広く分布しており、最近関西新空港を始め様々な海上施設の埋立て材料として広く利用されている。近年埋立て地盤の液状化が大きな問題となっている中、このような破砕性材料の液状化特性については十分な解明がなされていないのが現状である。本研究はまさ土を対象に、種々の拘束圧下で静的せん断試験並びに液状化試験を行って液状化強度について調べるとともに液状化強度と静的強度との関連性について評価を行ったものである。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料は、東広島市並びに宇部市で採取された2種類のまさ土であり、それぞれの主な物性値を表-1に示した。ここで、 Lim は筆者らが提案した方法¹⁾で測定した修正強熱減量値であり、工学的性質に大きく影響する粗粒子含有量を考慮した風化度を表す指標である。また、図-1は両まさ土の等方圧縮・除荷特性を豊浦砂のもの重ねて示したものであり、ここにまさ土が低拘束圧域において非常に高い圧縮性を示す材料であることがわかる。供試体は空中落下により初期の相対密度が $55 \pm 5\%$ になるように作成した。その後、種々の等方圧密応力状態から静的な圧密非排水せん断試験（圧縮・伸張）並びに液状化試験を実施した。

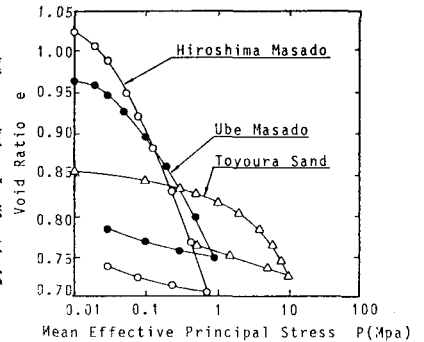


図-1 等方圧密・除荷曲線

3. 試験結果及び考察

図-2は宇部まさ土について行った静的試験における有効応力経路を表すものである。圧縮・伸張の両側で、初めは収縮性の挙動がみられ、ある応力比に達すると変相点を経て急激に膨張性の挙動を示すようになる。Vaidら²⁾は、この変相状態の強度を S_{PT} と定義している。まさ土は極めて圧縮性の高い材料であり、本研究において対象とした拘束圧（50kPa~200kPa）の範囲内でも拘束圧による密度増加が著しかったにもかかわらず、図-2に示すように拘束圧による違いが圧縮側・伸張側ともにほとんど見られなかった。また変相点における応力比は、圧縮・伸張側共に各拘束圧に対してほぼ等しく、 S_{PT}/p_c の値は圧縮及び伸張側についてそれぞれ一定値をとる。さらに全ての実験において、この変相点に至ると同時にひずみが急増して破壊に至る傾向がみられた。従ってまさ土についてはこの変相点が、静的非排水せん断試験における破壊開始点と見なすことができるので、ここでは非排水せん断強度を S_{PT}/p_c で定義する。次に非排水繰返し三軸試験結果から、まさ土の液状化強度の評価を行うために、破壊ひずみとして軸ひずみ両振幅 $DA=5\%$ をとり、繰返し応力比 q_{cyc}/p_c と繰返し回数との関係を求める。ここでは拘束圧の違いが液状化強度に及ぼす影響について調べた。図-3は、まさ土の液状化強度に及ぼす拘束圧の影響を調べるために広島まさ土については拘束圧 50, 100 kPa、宇部まさ土については拘束圧 50, 100, 200kPaの条件下で各々非排水繰返し試験を行った結果を示したものである。図-3より、2種類のまさ土で強度の違いはあるが、それぞれの材料については拘束圧の違いによる強度の変化は見られないことが分かる。従って、静的強度と同様に液状化強度もまた拘束圧の影響を受けないと考えられる。図-4は、非排水繰返し三軸圧縮試験から得られた典型的な有効応力経路を静的試験によるものと重ねて示したものである。ここに見られるように繰返しによる有効応力経路は静的試験

表-1 試料の物性値

	G_s	Lim	e_{max}	e_{min}
広島まさ土	2.615	2.690	1.243	0.728
宇部まさ土	2.610	3.731	1.394	0.784

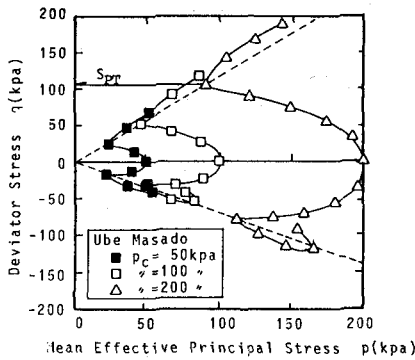


図-2 静的非排水せん断試験による有効応力経路 (宇部まさ土)

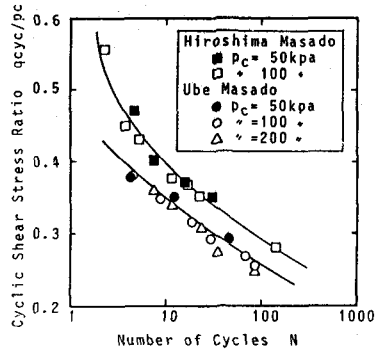


図-3 液状化強度曲線～拘束圧の影響～

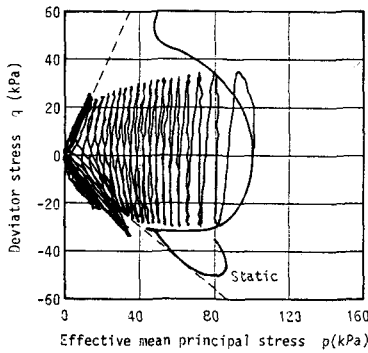


図-4 液状化試験による有効応力経路 (宇部まさ土: pc = 100kPa)

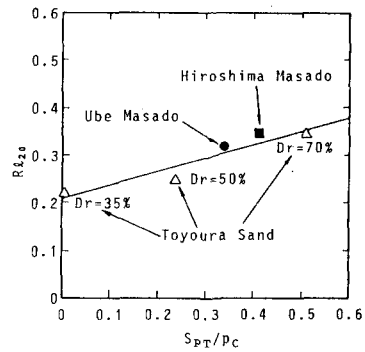


図-5 静的強度と液状化強度との対応

の伸張側の有効応力経路に沿うような形となる。繰返し載荷とともに繰返し応力振幅の減少が見られるが、静的伸張試験の変相線に当たると同時に再び応力が復活し、その後液状化に至る傾向がみられる。本研究において行った全ての液状化試験においてこのような特徴がみられ、応力制御試験機における応力振幅一定の制御が困難であった。このように、液状化は静的試験における伸張側の有効応力経路に大きく依存して起こっており、液状化強度と静的強度の間には、何らかの関係が存在すると考えられる。そこで両者の対応を調べるために静的強度として静的伸張試験における S_{pT}/p_c を、さらに液状化強度として液状化強度曲線より得られる繰返し回数 $N=20$ 回の繰返し応力比 R_{120} をとった。両まさ土の実験結果をプロットすると、図-5のようになる。参考のために相対密度を変えて行った豊浦砂の結果^{3), 4)} も重ねて示した。これらの関係から、若干のばらつきはあるものの、静的強度と液状化強度との間に、一義的な関係が存在することが明らかとなった。また、材料、相対密度、拘束圧などの条件が異なるにもかかわらずこのような関係が成り立つことから、この直線関係は工学的に重要な意味を持つものであると考えられる。

参考文献

- 1) 村田秀一・兵動正幸・安福規之：風化度に着目した乱さないまさ土の圧縮せん断特性，土木学会論文集，第38号／III-7，1987。
- 2) Y.P.Vaid and J.Chern：Cyclic and Monotonic Undrained Response of Saturated Sands, Advances in The Arts of Testing Soils under Cyclic Conditions, ASCE Convention, pp.120-147, 1985.
- 3) 藤井照久：初期せん断を受ける飽和砂の動的変形挙動の評価，山口大学大学院 昭和63年度修士論文。
- 4) 谷水秀行：初期せん断を受ける砂の動的変形・強度特性，山口大学大学院 平成元年度修士論文。