

風化度の異なるまさ土の非排水単調および 繰返しせん断特性

山口大学大学院 学生員○荒牧憲隆

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 村田秀一 中田幸男

山口大学大学院 学生員 松下純子 楠根経年

1. はじめに

まさ土は、花崗岩岩石の風化残積土、あるいはその崩積土であり、圧縮性に富んだ破砕性材料として知られている。また、阪神大震災で甚大な液状化被害を被ったポートアイランドや六甲アイランドの港湾施設の埋立て材料もまさ土であったが、まさ土のような破砕性材料の液状化特性¹⁾²⁾に関しては十分な解明がなされていない現状にある。本研究は、風化度の異なる3種類のまさ土を対象に、種々の初期拘束圧下において非排水静的・動的せん断特性を調べ、まさ土による埋立て地盤の耐震評価のための資料とすることを目的としたものである。

2. 試料および実験方法

本研究で用いた3種類のまさ土は、阪神大震災後の六甲アイランド、山口県宇部市および広島県東広島市より採取したもの（以後それぞれ六甲まさ土、宇部まさ土、広島まさ土と呼ぶ）である。六甲まさ土は六甲山系の、宇部・広島まさ土は広島型まさ土と称されるものである。これらの試料および豊浦砂の粒度分布を図-1に示す。それぞれのまさ土は豊浦砂に比べ均等係数が高く粒度分布がよいことが観察される。表-1にはそれらのまさ土および豊浦砂の物理的性質を掲げた。これらのまさ土は豊浦砂に比べ、比重 G_s 、最小間隙比 e_{min} はほとんど変わらないものの最大間隙比 e_{max} および均等係数 U_c が非常に大きいことが特徴的である。またこれらのまさ土の風化度を表すパラメータとして強熱減量試験を実施し、その強熱減量 L_i も表-1に併記した。この結果から、六甲、宇部、広島ま

表-1 試料の物理的性質

	G_s	e_{max}	e_{min}	U_c	L_i (%)
Rokko Masa	2.648	1.248	0.565	12.000	2.380
Ube Masa	2.615	1.243	0.728	4.772	2.690
Hiroshima Masa	2.610	1.394	0.784	5.819	3.731
Toyoura sand	2.643	0.973	0.635	1.200	—

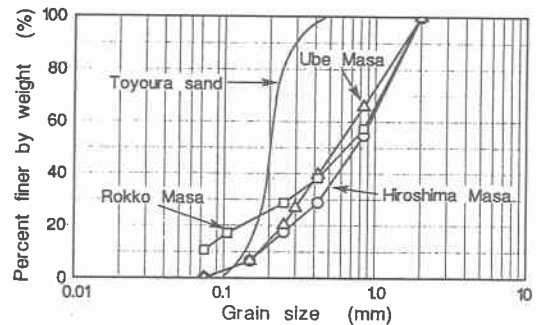


図-1 粒度分布

さ土の順で強熱減量が大きく現れ、広島まさ土が他の二つに比べ風化が進んでいるものと判断される。本研究では、初期相対密度を六甲・宇部まさ土で $D_{ri}=50\%$ 、広島まさ土で $D_{ri}=60\%$ とした。これらの初期相対密度に対し、初期拘束圧 σ'_c は、六甲・広島まさ土で $\sigma'_c=50, 100\text{kPa}$ 、宇部まさ土で $\sigma'_c=50, 100, 200\text{kPa}$ に設定し、非排水単調載荷試験および非排水繰返し三軸試験を行った。供試体は空中落下法により作成し、用いた試験機は、ひずみ制御式三軸試験機（ひずみ速度 $0.1\%/min$ ）、空圧制御式繰返し三軸試験機（周波数 $f=0.1\text{Hz}$ ）である。

3. 実験結果および考察

図-2～4に六甲・宇部・広島まさ土の非排水単調載荷試験より得られた初期拘束圧 σ'_c で正規化した軸差応力比-軸ひずみ関係を示す。これらの図から圧縮・伸張側共に変相点までひずみはほとんど発生しないものの、それ以後急激にひずみが発生し*Steady state*に至っている様子が観察される。また、宇部・広島まさ土では、変相点後の軸差応力比-軸ひずみ関係が拘束圧によって異なっており、*Steady state*における軸差応力

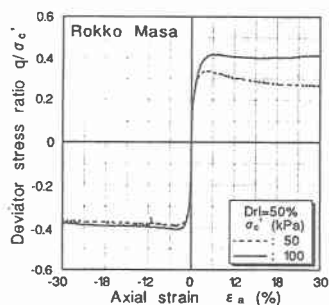


図-2 六甲まさ土の応力-ひずみ

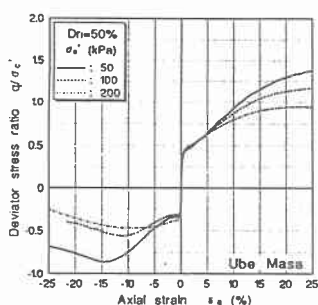


図-3 宇部まさ土の応力-ひずみ

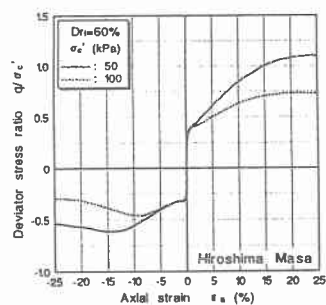


図-4 広島まさ土の応力-ひずみ関係

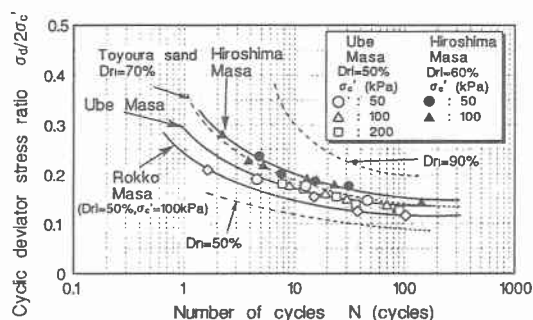


図-5 液状化強度曲線

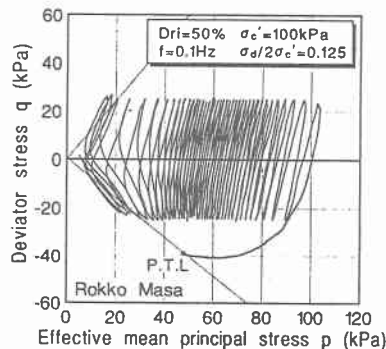


図-6 単調および繰返しせん断による有効応力経路

比は拘束圧が低いほど高くなっていることが認められる。六甲まさ土では、圧縮側において変相点時、*Steady state*における軸差応力比は拘束圧の増加に伴い高くなっているが、伸張側においてその両者ともに拘束圧の影響は見受けられない。次に、図-5にそれぞれのまさ土に対し、非排水繰返し三軸試験より得られた液状化強度曲線を示す。広島、宇部、六甲まさ土の順で液状化強度が高くなっていることが観察される。これは、風化度（強熱減量 L_i ）の増加に伴い、液状化強度が増していることを表している。また、これらのまさ土は拘束圧の影響を受けず、ほぼ一義的な曲線関係にあることが分かる。これは、六甲まさ土の単調および繰返しせん断試験による有効応力経路を重ねて描いた図-6で見られるように、単調試験の伸張側の変相線に繰返し試験の有効応力経路が達した後には一様な定常ループを描きながら液状化に至っており、繰返しせん断破壊は、伸張単調せん断により得られる変相応力に依存していることが推察される³⁾。図-2～4のそれぞれのまさ土の伸張側の変相応力時の軸差応力比を見ると、それぞれのまさ土において拘束圧に依らずほぼ一様な値であり、このことから、まさ土の液状化強度曲線においても拘束圧に依存しないそれぞれ一義的な曲線関係にあるものと推察される。

3. おわりに

以上、得られた知見をまとめると、1)いずれのまさ土においても伸張側の変相応力が拘束圧に依らずほぼ同一値を示す、2)風化度の増加に伴い、液状化強度も増加する、3)それぞれのまさ土の液状化強度は拘束圧に拘わらず一義的な曲線関係を得ることが分かった。

【参考文献】：1)兵動・安福・村田・山本・丸山：まさ土の液状化特性に及ぼす拘束圧の影響，第26回土質工学研究発表会講演集，Vol.1，pp.841-842，1991。2)兵動・中田・村田・松下・荒牧・徳原・菊池：六甲アイランド埋立てまさ土の動的強度特性に及ぼす初期せん断応力の影響，第31回地盤工学研究発表会（投稿中）3)M.Hyodo et al, Undrained cyclic shear behaviour of normally consolidated clay subjected to initial static shear stress, SOILS AND FOUNDATIONS Vol.34, No.4, pp1-11, 1994。