

粒子破碎に着目したまさ土の液状化挙動に及ぼす相対密度の影響

福岡大学工学部 学生員 ○松村 耕平 学生員 草野 裕一
福岡大学工学部 正員 佐藤 研一 正員 吉田 信夫

1.はじめに

破碎性材料であるまさ土は均等係数が大きく、せん断抵抗角も大きい
ため、埋立てや盛土に適している。また、液状化抵抗も強い土質材料で
あるとされている。しかし、阪神大震災ではまさ土で埋め立てられた六
甲アイランドやポートアイランドで液状化が発生し、港湾施設等に多大
な被害が生じた。また、最近の研究¹⁾では、液状化強度と粒子破碎の関
連性について明らかにされてきた。そこで本研究では、風化度の異なる
三種類のまさ土を用い、供試体密度に着目し繰返しせん断試験を行った。
さらに、せん断前後の細粒分含有率から液状化強度に及ぼす粒子破碎の
影響について明らかにする。

2.実験方法

今回の実験に用いた風化度の異なるまさ土は、図-1 と表-1 に示すよ
うな粒径と物理的性質を持つ杉山まさ土 (SM)、今宿まさ土 (IM)、
筑紫野まさ土 (CM) の 3 種類である。ここで今回風化度の指標として
用いた修正強熱減量 $Lim^{2)}$ は、それぞれ 0.47%、3.95%、4.64% を
示した。特に試料 SM は修正強熱減量 Lim が小さく、雲母を含有し、
偏平な粒子形状で他の 2 種類と異なる性質を持つまさ土である。実験

は、空圧応力制御式繰返し三軸圧縮試験装置を用
いて行った。密度の異なる供試体は、各試料 2mm
通過試料を用いて振動法により直径約 5cm、高
さ約 10cm になるように作成した。今回、実験
の対象とした相対密度は 50、60、80% の三種類
である。供試体の飽和方法は、炭酸ガスと脱気水
を用い背圧 $\sigma_{BP}=98\text{kPa}$ を加え、B 値が 0.96 以上
になった後に、拘束圧 $\sigma'_c=98\text{kPa}$ で等方圧密を
行った。せん断試験は任意の繰返し応力比により
一定振幅 0.1Hz の正弦波を用いて行い、両振幅
軸ひずみ $DA=5\%$ に達した後、実験を終了させた。
今回せん断に伴う粒子破碎量の検討は、せん断後
にふるい試験を行って評価した。

3.実験結果および考察

3-1 供試体密度の影響 図-2 (a)、(b)、(c) に
SM、IM、CM の各試料における有効応力経路図
を (i) $Dr=50\%$ 、(ii) $Dr=80\%$ について示し
ている。風化度の大小に関係なく供試体密度の影響
が有効応力の低下量に表れ、密度の増加に伴っ
て液状化に至る繰返し回数が増加していることが分
かる。また、強熱減量の小さい SM はせん断初期

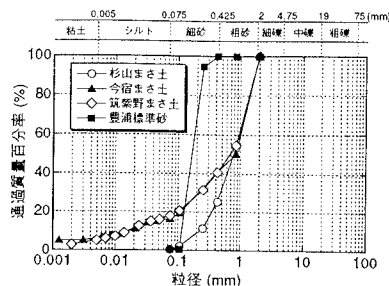
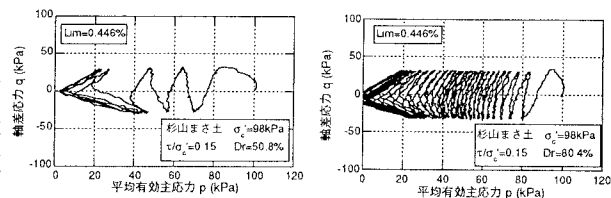


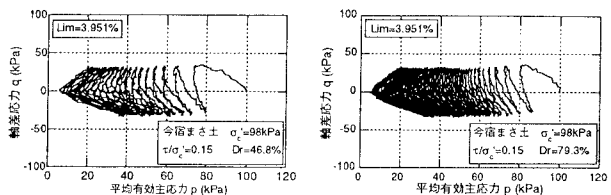
図-1 粒径加積曲線

表-1 試料の物理特性

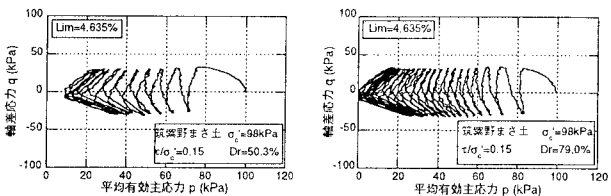
	杉山まさ土	今宿まさ土	筑紫野まさ土	標準標準砂
Gs (g/cm ³)	2.647	2.714	2.733	2.65
ρ_{max}	1.096	1.520	1.350	0.962
ρ_{min}	0.667	0.775	0.668	0.662
10%粒径	0.224	0.017	0.015	0.12
50%粒径	0.759	0.845	0.950	0.117
U_L	4.22	59.94	66.67	1.583
$Lim(\%)$	0.446	3.951	4.635	



(a) 杉山まさ土 (Lim=0.446%)



(b) 今宿まさ土 (Lim=3.951%)



(c) 筑紫野まさ土 (Lim=4.635%)

(i) $Dr=50\%$

(ii) $Dr=80\%$

図-2 有効応力経路図

に膨張傾向を示しており、風化度と粒子形状がまさ土のせん断挙動を特徴づけていることが分かる。

次に、図-3 に両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ における繰返し回数 N と繰返し応力比 τ/σ_c' との関係を示している。

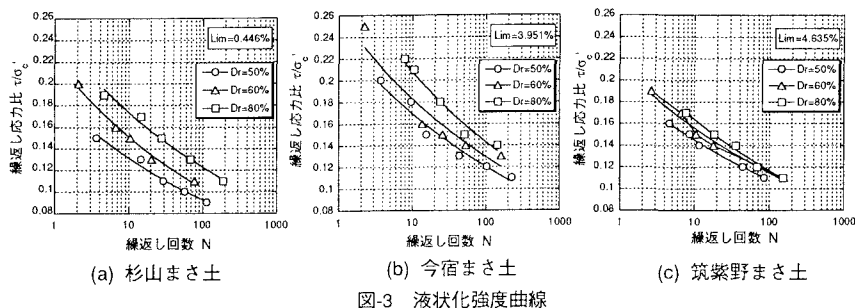


図-3 液状化強度曲線

試料について示している。いずれの試料ともに繰返し強度に供試体密度の影響が現れている。また、風化度の小さい試料の方が同一応力比における繰返し回数が大きく異なり、密度の違いによる繰返し強度の差が明確に表れていることが分かる。

そこで、図-4 に繰返し回数 $N=20$ 回の繰返し応力比を R_{20} と定義し、 R_{20} と供試体密度の関係を示している。

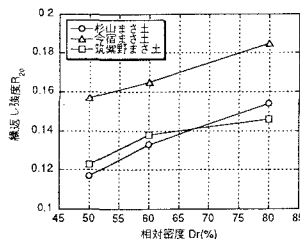


図-4 相対密度Drと繰返し強度 R_{20} の関係

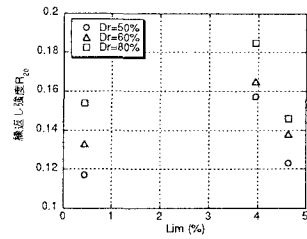


図-5 相対密度Drと繰返し強度 R_{20} の関係

いずれの試料ともに密度の増加に伴って、繰返し強度が増加している事が分かる。また、その増加率は風化度の小さい方が大きくなっている。

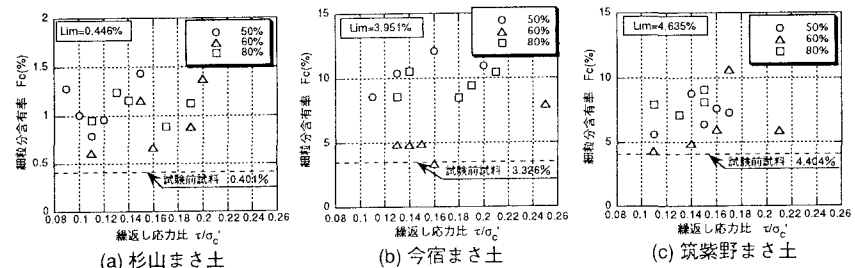


図-6 細粒分含有率と繰返し応力比の関係($\sigma_c'=98\text{kPa}$)

次にまさ土の修正強熱減量 Lim と繰返し強度 R_{20} の関係を図-5 に示す。

風化度の違いによって液状化強度が異なり、今宿まさ土が最も繰返し強度が大きい結果を示した。しかし、今回用いたまさ土の風化度と繰返し強度との関係には一義的な関係は見られなかった。今後、風化度の異なる数種類のまさ土を用いて検討する必要がある。

3-2 粒子破碎の影響

図-6 に繰返しせん断試験に伴う粒子破碎の評価をするために、実験後の各試料の粒度試験結果から整理したものを示す。粒子破碎量の評価にはふるい分け試験における 0.075mm 以下の細粒分含有率 (F_c) を用いて評価を行った。また図中には、せん断前の F_c を点線で示している。いずれのまさ土とも、せん断中の繰返し応力比の増加とともに細粒分含有率が增加していることが分かる。しかし、細粒分含有率に風化度及び供試体密度の違いによる相関性は見られなかった。これは、せん断後に行うふるい分け試験から生じる誤差が大きく、今後、せん断に伴う粒子破碎の評価においては、ふるい分け試験の方法に別の手法を用いて行う必要があると思われる。

4. まとめ

- 1) 風化度の異なる 3 種類の試料において、供試体密度は液状化強度に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。
- 2) 風化度と液状化強度の関係に一義的な関係は見られなかった。
- 3) 試験後の細粒分含有率 F_c の増加により、繰返し試験において粒子破碎が生じたと考えられるが、粒子破碎と液状化強度の関連性を評価するには至らなかった。

《参考文献》1) 荒牧憲隆・兵動正幸・村田秀一・中田幸男・松下純子；破碎性土としてのまさ土の液状化ポテンシャル、土木学会第 51 回学術講演会、pp210～211、1996
2) 村田秀一・安福規之・浅上洋一；風化度の乱さないまさ土の圧縮・せん断特性、第 21 回土質工学研究発表会、pp479～480、1986