

粒子破碎に着目したまさ土の液状化挙動に及ぼす拘束圧の影響

福岡大学大学院 学生員 ○草野 裕一 神山 実奈子
 福岡大学工学部 正員 佐藤 研一 正員 吉田 信夫

1.はじめに

1995年に発生した兵庫南部地震では、まさ土による埋立地が液状化による大きな被害を被った。まさ土は西日本に多く分布する風化残積土であり、粒度配合が良好で締固めやすく、内部摩擦角もある程度期待できるため、埋立や盛土などの地盤材料として多く用いられてきた。これまで一般にまさ土は特殊土として取り扱われており、その粒度分布の良さから比較的液状化強度が強い材料とされてきた¹⁾。一方まさ土は破碎性土であり、その破碎が拘束圧に大きく依存して力学特性が異なることを考えた場合、様々な拘束圧下においての評価が必要と考えられる。そこで、本研究では、拘束圧に着目し、まさ土の液状化特性、特に風化度に着目して粒子破碎との関連性について検討を行った。

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、表-1に示すような物理的性質を持つ2mmふるいを通した杉山まさ土(SM)、今宿まさ土(IM)、筑紫野まさ土(CM)の3種類を用いた。ここで、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、特に試料SMは有機物含有量が小さく、雲母を含有し、偏平な粒子形状で他のまさ土とは異なる土である。

表-1 物理特性

	杉山まさ土	今宿まさ土	筑紫野まさ土	普通標準砂
Gs(g/cm ³)	2.647	2.714	2.733	2.65
e _{max}	1.096	1.520	1.350	0.962
e _{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 _c	4.22	59.94	66.67	1.583
Lim(%)	0.446	3.951	4.635	

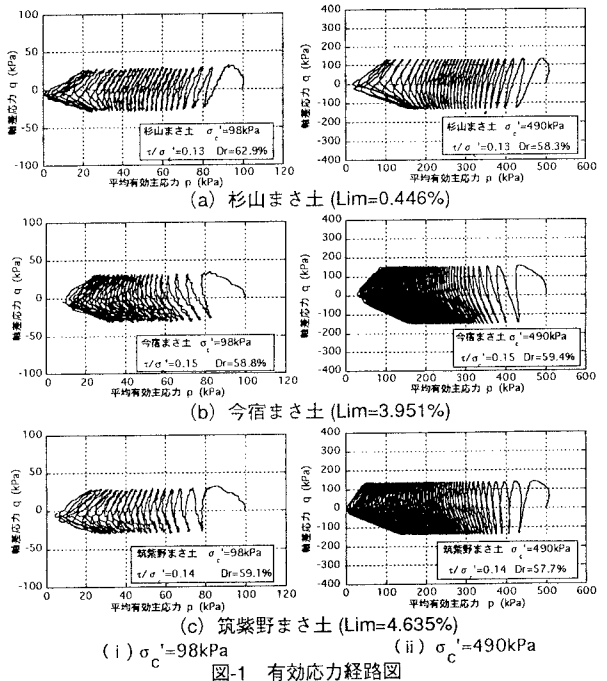
試験は、空圧応力制御式繰返し三軸圧縮試験装置を使用した。供試体は、直径約5cm、高さ約10cmの円筒モールドに振動法で相対密度60%になるように作成し、炭酸ガスと背圧($\sigma_{BP}=98kPa$)を与えて飽和させ、B値が0.96以上に達した後、拘束圧 $\sigma'_c=98, 294, 490kPa$ で等方圧密を行った。その後せん断試験は任意の繰返し応力により、一定振幅0.1Hzの正弦波を用いて行った。両振幅軸ひずみ $DA=5%$ に達した後、実験を終了し、せん断に伴う粒子破碎量の検討は、せん断後のふるい試験を行った結果を用いて評価した。

3.実験結果および考察

3-1 拘束圧の影響

図-1(a)、(b)、(c)に拘束圧の違いに着目して、同一密度の各試料における有効応力経路図を示す。IM, CMは拘束圧が増加するに伴い、繰返し載荷による有効応力の低下量は拘束圧の影響を強く受け、繰返し回数が増加していることが分かる。しかし、SMについては、拘束圧の影響がほとんど見られない。

次に両振幅軸ひずみ $DA=5%$ における繰返し回数 N と繰返し応力比 τ/σ'_c の関係を図-2示す。IM, CMの両試料は、拘束圧が増加するに伴い液状化抵抗が大きくなるが、SMは、拘束圧に関係なく液状化強度に拘束圧の影響が見ら



れなかった。

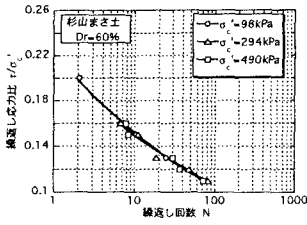
図-3 に風化度と液状化抵抗との関係を調べるために、修正強熱減量 Lim と液状化強度比 R_{20} の関係を示している。ここで、

液状化強度比 R_{20} とは、図-2 において繰返し回数 $N=20$ に対する繰返し応力比である。今回用いた3種類のまさ土において、風化度が最も小さいSMでは拘束圧の影響が表れていないが、風化度が大きくなるにつれ拘束圧の違いによる液状化強度が異なっていることが分かる。

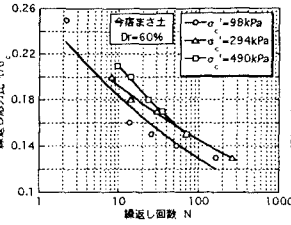
3-2 粒子破碎の影響

今回、まさ土の液状化挙動に及ぼす粒子破碎の影響を調べるために、試験後のふるい試験結果からその評価を行った。別途発表³⁾を行っている結果によると細粒分含有率 F_C による評価法は、液状化との関連性が見い

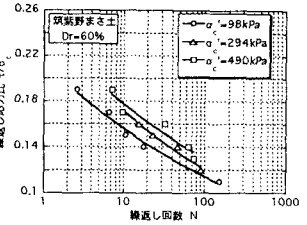
出せなかった。そこで、拘束圧の影響について修正破碎率 B_M ⁴⁾ を用いて評価を行った。この方法は F_C とは異なり、試験前後の粒径の変化量



(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%)

図-2 液状化強度曲線 (Dr=60%)

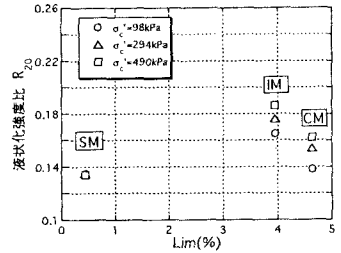
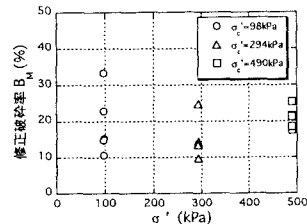
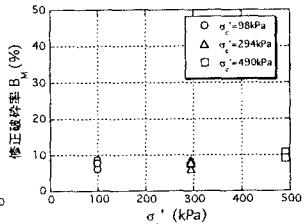


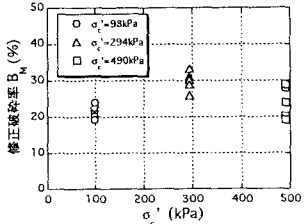
図-3 修正強熱減量と液状化強度比の関係



(a) 杉山まさ土



(b) 今宿まさ土



(c) 筑紫野まさ土

図-4 拘束圧と修正破碎率 B_M の関係

を評価できるところに特徴がある。図-4(a)、(b)、(c)各試料における拘束圧と修正破碎率 B_M の関係を示す。SM、IMともに拘束圧が増加するにしたがって B_M の値は若干であるが増加する傾向が見られ、CMにおいては拘束圧が増加すると B_M 値の範囲が広がっている。図-5 に修正強熱減量 Lim と修正破碎率 B_M の関係を示す。その結果、図-3 で液状化強度が最大値を示した IM は B_M 値が小さく、またその範囲が小さいことが分かる。これに対し、液状化強度の小さい SM は、 B_M 値が大きく、広く分布している。これは、実験に伴う粒子破碎が顕著に生じていることを意味しており、この影響により、液状化強度が小さくなり、拘束圧の影響がなくなったと考えられる。

4. まとめ

- 1) 今宿まさ土と筑紫野まさ土では拘束圧の大きい方が、液状化強度が大きくなり、杉山まさ土では液状化強度に拘束圧の影響を受けず、同じ繰返し強度を示した。
- 2) 杉山まさ土は、脆弱な粒子を持つ試料であり、圧密及びせん断過程において粒子破碎が他の2つのまさ土に比べ多く発生した。

《参考文献》1) 兵動ら；まさ土の液状化強度に及ぼす拘束圧の影響，第26回土質工学研究発表会，No.316，pp841～842，1991。
2) 村田ら；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。3) 松村ら；粒子破碎に着目した風化度の異なるまさ土の液状化挙動に及ぼす相対密度の影響；平成10年度土木学会西部支部研究発表会(投稿中)。4) 石井武美；粒子破碎の表示尺度のもつ物理的意義，土質学会論文報告集，Vol.29，No.4，pp155～pp164，1989。