

(III-12) まさ土の小型三軸試験機における凍結採取試料の液状化強度の比較

中央大学 学生員○黒田 友紀
正会員 國生 剛治
学生員 原 忠 岩澤 大

1. まえがき

兵庫県南部地震(1995年)でのポートアイランドなど埋め立て地盤の液状化による大規模な被害は、礫分を30%~60%も含んだまさ土からなる礫質地盤の液状化という問題を提起した。このような礫質土は均等係数が大きな土質で、乾燥密度は砂に比べてかなり大きい、従来は砂のような液状化は生じにくいと考えられてきた。本研究では東灘地区より凍結サンプリングによって採取したまさ土の不攪乱試料について、供試体径 50mmの三軸試験装置で非排水繰返し三軸試験を行った。試験結果は密な豊浦標準砂や文献 1)の類似した深度のポートアイランドまさ土の同様な関係と比較し、その特性を調べた。

2. 実験材料

実験した東灘まさ土の凍結サンプリング試料の粒度分布とそれらの物理特性を図 1、表 1に示し、ポートアイランドまさ土凍結サンプリング試料の粒度分布を図 2に示す。間隙比は砂に比べてはるかに小さく、細粒分含有率 F_c は東灘まさ土で 5~20%と、ポートアイランドまさ土の3~14%に比べ大きい。土粒子密度試験は地盤工学会の定めた試験法に従い、9.5mm以下の試料について行った。

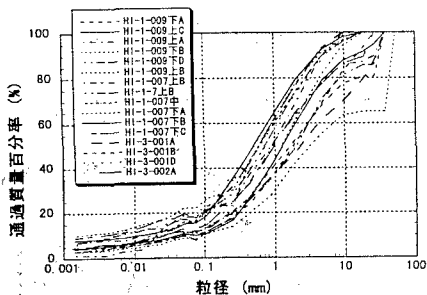


図 1 東灘まさ土の粒度分布

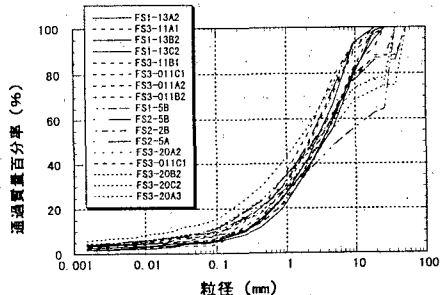


図 2 ポートアイランドまさ土の粒度分布

表 1 東灘まさ土の物理特性

試料名	深さ(m)	乾燥密度	土粒子密度	含水比(%)	間隙比 e	飽和度 S_r	D_{max} (mm)	F_c (%)	均等係数	曲率係数
HI-3-001-A	4.83~4.93	2.095	2.659	13.2	0.269	29.2	16.67	7.1	4.34	4.34
HI-3-001-B	4.83~4.93	1.819	2.607	14.2	0.433	24.4	60.00	5.9	21.6	21.6
HI-3-001-D	4.83~4.93	1.848	2.683	13.0	0.452	13.9	24.39	14.7	0.79	0.79
HI-3-002-A	5.44~5.54	1.957	2.630	12.1	0.344	31.0	65.50	10.2	6.29	6.29
HI-1-009-上A	11.85~11.95	1.821	2.630	13.0	0.444	16.2	76.67	10.1	7.37	7.37
HI-1-009-上B	11.85~11.95	2.029	2.602	10.9	0.282	49.5	73.3	8.6	1.07	1.07
HI-1-009-上C	11.85~11.95	1.865	2.610	11.3	0.399	32.9	51.28	6.5	12.82	12.82
HI-1-009-下A	11.95~12.05	1.987	2.540	10.9	0.278	45.1	72.5	8.8	2.03	2.03
HI-1-009-下B	11.95~12.05	1.894	2.714	12.5	0.433	18.5	81.8	11.1	11.6	11.6
HI-1-009-下D	11.95~12.05	1.860	2.627	13.9	0.412	3.62	70.0	7.9	1.8	1.8

3. 液状化強度

本研究で取り扱う不攪乱試料は、供試体側面が荒く、メンブレンの湾入による影響が考えられたため、供試体側面にまさ土の細粒分を張り付け、さらに文献 1)による補正を行った。

凍結サンプリング試料は、繰返し三軸試験装置にセットした後、有効拘束圧 29.4 KPaで 2~3時間放置し解凍させた。間隙水圧係数 B 値が 0.95以上であることを確認した後原位置での有効上載圧と等しい拘束圧で1時間程度等方圧密し、0.1Hzの正弦波を非排水状態で繰返し載荷して液状化試験を行った。図3(a)、(b)と、図4は東灘まさ土とポートアイランドまさ土の液状化試験結果を整理したものである。また、同図中

キーワード：まさ土、凍結採取試料、繰返し三軸試験装置、液状化強度

に豊浦標準砂の全国一斉試験の結果も示す。東灘まさ土もポートアイランドまさ土も液状化強度は相対密度 80%の豊浦標準砂に比べ、 $N_c \approx 10$ 以上で同程度もしくは大きく得られているが、それ以下の載荷回数に対する応力比の増加の割合は小さくなっている。深度が -11.85～-12.05mの東灘まさ土においては $N_c \approx 10$ 以上で $DA=5\%$ について比較した場合、相対密度 70%の豊浦標準砂と同程度の挙動を示した。

東灘まさ土とポートアイランドまさ土の類似した深度の液状化強度を図 5 に示す。同様のまさ土であるが液状化の挙動は異なっており、また液状化強度もポートアイランドまさ土は東灘まさ土より比較的大きくなっている。これは、ポートアイランドまさ土の試料採取地点ではロットコンパクション工法による地盤改良が行われていたのに対し、東灘まさ土の試料採取地点は未改良であったことが大きな要因であると考えられる。

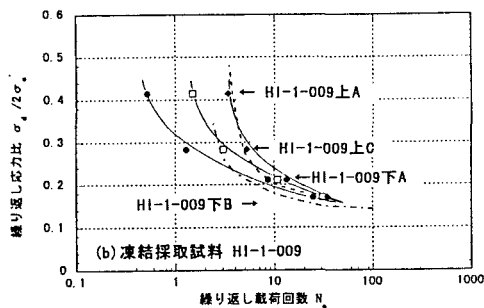
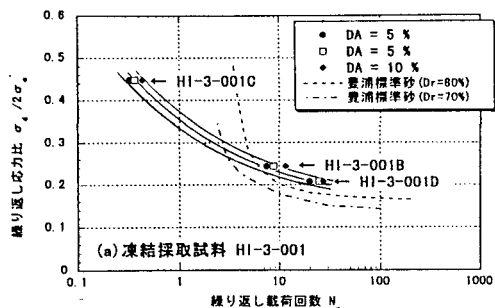


図 3 東灘まさ土液状化試験結果

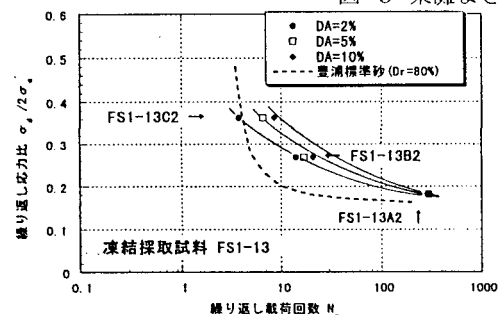


図 4 ポートアイランドまさ土液状化試験結果

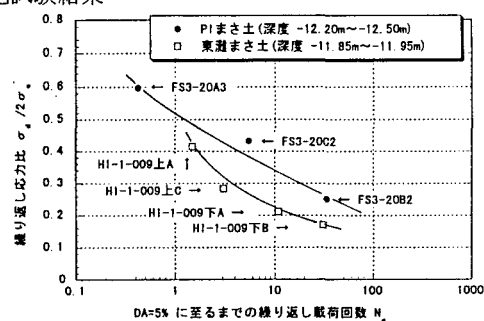


図 5 液状化強度の比較

4. 結論

- 1) 各供試体は、その径に比べて大きな礫まで含み粒度分布も異なっているが、試験結果の整合性は良い。
- 2) 東灘まさ土の液状化強度は、 $DA=5\%$ で比較した場合相対密度 70%程度の豊浦標準砂とほぼ同程度である。
- 3) ポートアイランドまさ土の液状化強度は、相対密度 80%程度の豊浦標準砂とほぼ同程度である。
- 4) まさ土の液状化強度は、採取地点や地盤改良により異なった傾向を示す。

最後に凍結サンプリング試料をご提供いただいた阪神淡路大震災調査委員会(委員長石原研而教授)、及び電力土木技術協会に謝意を表します。

《参考文献》 1) 國生剛治、原 忠(1997):「ポートアイランドまさ土の凍結採取試料の小型三軸試験による液状化強度」第32回地盤工学研究発表会 平成9年度発表講演集2分冊の1, pp.765-766 2) 地盤工学会(1995):「豊浦砂の繰返し非排水三軸試験における変形特性に影響を及ぼす諸要因」三軸圧縮試験実技講習会テキスト, pp.183-191 4) 時松孝次、田中敬三(1986):「液状化試験に対するMembrane Penetrationの簡便な評価方法」土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム, pp.85-88 5) 田中幸久、國生剛治、吉田保夫、工藤康二(1988):「システムコンプライアンスによる砂礫の動的強度測定誤差の評価方法」電力中央研究所報告