

中央大学 学生員○原 忠

正会員 國生剛治

学生員 岩澤 大 黒田友紀

1. まえがき

1995 年の兵庫県南部地震においては、礫分を多く含んだまき土埋め立て地盤が大規模に液状化した。同様なことは 1987 年の米国ボラーピーク地震や 1993 年の北海道南西沖地震の液状化によっても生じている。このような礫質地盤は均等係数が大きく、乾燥密度は砂に比べて大きいことなど、砂のような液状化は生じにくいと考えられてきた。本研究においては、粒度分布の異なる 3 種類の砂礫材料について供試体径 100 mm の中型三軸試験装置により行った非排水繰返しせん断試験結果から、均等係数や相対密度の違いが液状化強度に与える影響について考察する。

2. 実験装置と実験材料

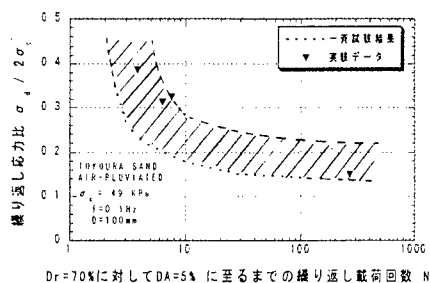
図一 1 は今回用いた供試体径 100 mm、高さ 200 mm の三軸試験装置で求めた豊浦標準砂の液状化応力比と繰返し回数のプロットである。地盤工学会が行った飽和豊浦砂についての全国一斉試験結果にはほぼ一致しており、本装置はほぼ妥当な非排水強度を与える。

図一 2 に本研究で使用した試料の粒度分布を示す。試験に用いた試料は、利根川砂礫などから人工的に粒度配合して作成した堅硬な粒子を有する砂または礫質土である。表一 1 には礫質材料の物理特性を示す。各試料とも土粒子密度試験は地盤工学会の定めた試験法に従い、9.5 mm 以下の試料について行った。最大・最小密度は、文献 2) の中型モールドにより求めた値を用いた。

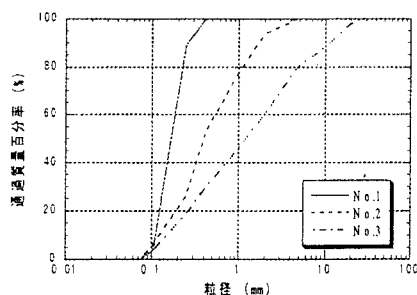
3. 液状化試験

供試体は粒子分級による影響を最小限に押さえるため、ウェットタンピング法によって作成し、相対密度は $Dr=10\%$ 、 30% 、 50% の 3 段階に変化させた。間隙水圧係数 B 値が 0.95 以上であることを確認した後、有効拘束圧 $\sigma'_c = 98\text{KPa}$ で 1 時間程度等方圧密し、0.1Hz の正弦波を非排水状態で加え液状化試験を行った。

図一 3(a)～(c)は、異なる 3 種類の礫質土より得られた液状化試験結果を両振幅



図一 1 一斉試験結果との比較



図一 2 礫質土の粒径加積曲線

表一 1 礫質土の物理特性

	D_{50} (mm)	U_c	土粒子密度 (g/cm^3)	$\rho_{dm, \text{max}}$ 平均値 (g/cm^3)	$\rho_{dm, \text{min}}$ 平均値 (g/cm^3)
試料 No.1	0.14	1.44	2.696	1.502	1.198
試料 No.2	0.40	3.79	2.697	1.839	1.421
試料 No.3	1.15	13.1	2.655	2.038	1.675

キーワード：液状化、礫質土、均等係数、相対密度

連絡先：〒112 文京区春日1-17-23 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03-3817-1799 FAX 03-3817-1803

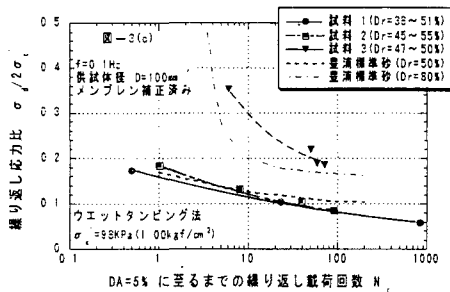
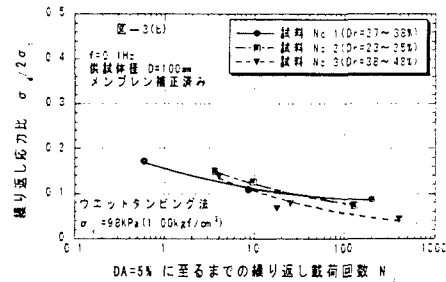
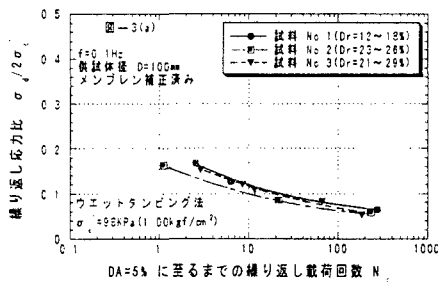


図-3 礫質土の液状化試験結果

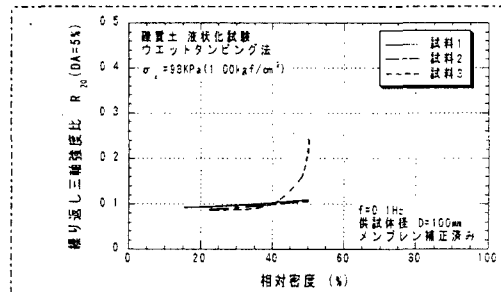


図-4 相対密度と繰り返し三軸強度比 R_{20} の関係

ひずみ $DA=5\%$ について整理したものである。すべてのデータのメンブレンペネトレーション効果は基本的に文献 3) の方法に基づき、文献 4) の微小振幅載荷時の間隙水圧計測により補正されたものである。図-3 (a) (b) の $Dr \approx 10\%$ 、 30% の供試体においては、粒度分布が異なる 3 種類の試料とも液状化強度はほぼ等しく、繰り返し載荷回数に対する応力比の増加傾向も類似している。しかし図-3 (c) の $Dr \approx 50\%$ においては、粒度分布の広い良配合の試料 3 の液状化強度は豊浦標準砂の相対密度 $Dr=50\%$ と同程度の強度を有する試料 1、2 よりはるかに大きく、豊浦標準砂の $Dr=80\%$ のそれに近い。また繰り返し載荷回数に対する応力比の増加傾向も試料 1、2 とは大きく異なる。

図-4 に相対密度と両振幅ひずみ $DA=5\%$ に至るときの繰り返し載荷回数 N_{20} に対する繰り返し三軸強度比 R_{20} との関係をもとめる。各試料とも供試体の相対密度のある程度のばらつきを平均化して表している。試料 1、2 が $Dr \approx 20 \sim 50\%$ の範囲内で相対密度によらず R_{20} がほぼ一定であるのに対し、試料 3 では $Dr \approx 50\%$ で上昇しており、均等係数の大きな礫質材料の液状化強度は均等係数の小さい砂質材料に比べて小さい相対密度から増加する傾向があるものと思われる。

4. 結論

- (1) 相対密度 $Dr \approx 10\% \sim 30\%$ の緩い供試体の液状化強度は試料の均等係数によらずほぼ一定である。
- (2) 相対密度 $Dr \approx 50\%$ の試験結果を比較した場合、粒度分布の広い良配合の礫質材料は、貧配合の砂質土に比べ液状化強度は遙かに大きい。
- (3) 以上の結果より、今後さらに実験データの集積は必要であるが、粒度分布の違いが液状化強度に与える影響は Dr が小さいときは無視するが、 Dr が 50% 程度を越えると大きな影響を与える可能性が明らかになった。

〔参考文献〕 1) 地盤工学会 (1987) : 「飽和豊浦砂の共通仕様に基づく全国一斉非排水繰り返し三軸試験の結果について」 土の非排水繰り返し試験に関するシンポジウム, pp. 1-35 2) 國生剛治、原 忠 (1997) : 「礫質土の最大・最小密度試験法の検討」 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第 3 部 (A), pp. 20-21 3) 時松孝次、田中敬三 (1987) : 「液状化試験に対する Membrane Penetration の簡便な評価方法」 土の非排水繰り返し試験に関するシンポジウム, pp. 85-88 4) 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測定誤差の評価方法」 電力中央研究所研究報告報告 U89040 5) Evans, M.D., and Zhou S (1995) 「Liquefaction Behavior of Sand-Gravel composites」 Journal of Geotechnical Engineering, ASCE Vol. 121, No. 3