豊浦砂の液状化強度に及ぼす相対密度と繰返し回数の影響

1. はじめに

採取試料から繰返し非排水三軸試験を行い液状化判定を行 う方法がある。この場合,応力振幅比($\sigma_d/2\sigma_o$)は,両振幅のせ ん断ひずみ DA5%下の 20回(R_{L20})の値が相対密度 D_r , コーン 抵抗, N 値等と関係付けられ,液状化の予測が行われている。 しかし,2011年東北地方太平洋沖地震のように地震動が 3分 程度と長い場合は,20回の繰返し回数では実現象と対応して いない危惧がある。繰返し非排水三軸試験による液状化判定 は,有効拘束圧 σ_c に対する過剰間隙水圧 $\bigtriangleup u$ の比や,繰返し 応力振幅比に支配される。本稿は,液状化強度に及ぼす D_r と 繰返し回数 N_c の影響を検討する。

2. 供試土と実験方法

供試土は豊浦砂である。豊浦砂の土粒子密度は 2.653 g/cm³である。図-1 と表-1 は、供試土と新潟砂¹⁾の粒径加積曲 線と粒度特性を示している。豊浦砂の均等係数と曲率係数は、 1.5 と 0.94 であり、新潟砂¹⁾ と同様な粒度特性を有している。 豊浦砂に対する検討は自然堆積した沖積の細粒分の少ない新 潟砂のような地盤を想定している。

繰返し三軸試験は,JGS-0541(土の液状化強度特性を求めるための繰返し三軸試験)に従った。*D*_rは,新潟地盤の実態¹⁾を考慮して 25~95%に設定した。

3. 実験結果

3.1. *△u/ σ[′]*。=95%下の *σ*_d/2*σ[′]*。に及ぼす *Q* と *N* の影響

 $\Delta u/\sigma_c = 95\%$ 下の $\sigma_d/2\sigma_c \geq N_c$ の関係に及ぼす D_r の影響を図-2に示す。 $\sigma_d/2\sigma_c$ は N_c が大きくなると小 さくなるが、この傾向は、 $D_r > 70\%$ で顕著であり、この範囲の $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は N_c に対して指数関数的に小 さくなる。 $\Delta u/\sigma_c = 95\%$ 下の $N_c = 20$ 回、50回、100回の $\sigma_d/2\sigma_c$ 値を図-2の曲線から読み取り、それぞ れ R_{L20} 、 R_{L50} 、 R_{L100} と定義して図-3に D_r に対してプロットした。これらの値は、 D_r 25%で同等である が、 D_r とともに大きくなり、 $R_{L20} > R_{L50} > R_{L100}$ の関係にある。図-4は R_{L20} に対する $R_{L50} \geq R_{L100}$ の比を D_r に対してプロットしている。図-2の結果を反映して、これらの比は、 D_r が大きくなると小さくなり、 D_r 95%下の、 $R_{L50} < R_{L100} / R_{L20}$ は、それぞれ、0.63 と 0.48 である。図-4 の曲線は、 $\Delta u/\sigma_c = 95\%$ 下 の R_{L20} に対する $R_{L50} \geq R_{L100}$ の低減係数を D_r をパラメータにして求める図として利用できる。

3.2. $\sigma_{d}/2\sigma_{c}$ 。と N_{c} の関係に及ぼす D_{c} と液状化強度の影響

図-5 は $\sigma_d/2\sigma_c$ と N_c の関係に及ぼす D_r の影響を示している。図-5 の(a), (b), (c)は, それぞれ DA2%, 5%, 10%の結果である。同じ DA 下で $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は, N_c が大きくなると小さくなるが, この傾向や $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は, 同じ N_c 下で DA2% < 5% < 10%の関係にある。図-6 は $\sigma_d/2\sigma_c$ と D_r の関係に及ぼす液状化強度の



キーワード:液状化強度 過剰間隙水圧 せん断ひずみ

連絡先:〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Ta 046-841-3810



表-1 供試土の粒度特性

試 料	豊浦砂	新潟砂1)
土粒子密度 $\rho_s(g/cm^3)$	2.653	2. 693
間隙比 e	0.69~0.95	0.73~0.91
礫分 (%)	0	0~0.4
砂分 (%)	100	93.2~99.1
シルト・粘土分 (%)	0	0.6~6.8
最大粒径 (mm) 均等係数 U _c 曲率係数 U'c	0.85 1.5 0.94	0.85~4.75 1.5~2.2 1.0~1.2

防衛大学校 〇(学)吉津考浩・(正)正垣孝晴



影響を図-3と同様に示している。これらの値は、 $D_r 25\%$ で同等であるが、 $D_r とともに大きくなり、 R_{L20} > R_{L50} > R_{L100}$ の関係にある。この関係は図-6の(a)、(b)、(c)に関係なく同じ傾向であることから、 DAに依存していない。

図-7 は R_{L20} に対する R_{L50} と R_{L100} の比を D_r に対してプロットしている。図-7 の(a), (b), (c)は, そ れぞれ DA2%, 5%, 10%の結果である。図-6の結果を反映して、これらの比は、 D_r が大きくなると小 さくなり、 D_r 95%下の、 R_{L50}/R_{L20} と R_{L100}/R_{L20} は、図-7(a)で 0.70 と 0.45、同(b)で 0.62 と 0.46、同(c)で 0.75 と 0.65 である。図-7(a), (b), (c)の曲線は、それぞれ DA2%、5%、10%下の R_{L20} に対する R_{L50} と R_{L100} の低減係数を求める図として利用できる。

4. おわりに

本稿の主要な結論を要約すると、以下のようである。

1) $\Delta u/\sigma_c = 95\% \sigma_d/2\sigma_c \ge N_c \sigma_d$ の関係に及ぼす $D_r \sigma_b$ 響として、 $\sigma_d/2\sigma_c \doteq N_c$ が大きくなると小さくなるが、この傾向は、 $D_r > 70\%$ で顕著であり、この $D_r \sigma_d$ の範囲の $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は、指数関数的に小さくなった。

2) $\sigma_d/2\sigma_c \ge N_c$ の関係に及ぼす液状化強度の影響として、同じ DA 下で $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は、 N_c が大きくなると 小さくなった。 $\sigma_d/2\sigma_c$ 値は同じ N_c 下で DA2% < 5% < 10%の関係になった。

3) $\Delta u/\sigma_c = 95\%$ 下で得た R_{L20} に対する R_{L50} と R_{L100} の低減係数と DA2%, 5%, 10%下で得た R_{L20} に対する R_{L50} と R_{L100} の低減係数を D_r をパラメータにして提案した。

図-4と7の結果は、2011年東北地方太平洋沖地震のような地震動が長く続く場合の液状化現象の解 釈に検討を予定している。その際、チューブサンプリングによる密度増加に起因した原位置の相対密 度や動的強度推定法²⁾と交えた検討が必要になる。

参考文献 1) Shogaki, T. et al.: Applicability of the small diameter sampler for Niigata sand deposits, *Soils and Foundations*, 46 (1), 1-14, 2006. 2) 正垣孝晴:性能設計のための地盤工学, 鹿島出版会, pp.120-132, 2012.

-640-