

チューブサンプリングで採取した豊浦砂の品質と原位置相対密度・液状化強度の推定法

防衛大学校 正垣孝晴・上浦正行
(株)竹中工務店 技術研究所 金田一広

1. はじめに

細粒分の含有量が少ない新潟砂のような地盤に対する乱れの少ない試料採取は、凍結サンプリングが良いとされている。しかし、凍結サンプリングは、その費用が高額なため、特別なプロジェクトを除き一般の実務で用いられることはほとんどない。小径倍圧サンプラーは新潟砂に対しても内径 $d70\text{mm}, 125\text{mm}$ の固定ピストン型サンプラーと同等の品質の試料が採取できる¹⁾。本稿では、飽和した豊浦標準砂(豊浦砂)に対して $d48\text{mm}$ と 75mm の2つ割りチューブを貫入させたモデル試験から、採取試料の品質を間隙比の変化から定量的に検討し、チューブを貫入する前の原地盤の相対密度と液状化強度の推定法を提案する。

2. 供試土と検討方法

供試土は豊浦砂である。豊浦砂の土粒子密度 ρ_s は、 2.653g/cm^3 であり、均等係数 $U_c=1.5$ 、曲率係数 $U_c'=0.94$ である。新潟砂のそれらが、それぞれ $1.5\sim 2.2$ と $1.0\sim 1.2$ である¹⁾ことから、両砂は同等な粒度特性を有している。豊浦砂に対するモデル試験は自然堆積した沖積の新潟砂のような地盤を想定している。チューブ貫入のモデル試験は、文献2と同様である。また、原地盤の相対密度と液状化強度を推定するための繰返し三軸試験 CTX は、JGS 0541-2000 に従った。供試体作成は JGS 0520-2000 に示される密度調整法による。

3. 半割チューブで採取した試料の品質と原地盤の間隙比・相対密度の推定法

図-1 はチューブを貫入する前の原地盤の間隙比 e_0 に対する半割チューブの貫入で採取した試料の間隙比の平均値 \bar{e} の比 $R_e(e_0)$ を D_r に対してプロットしている。また、新潟砂に対して得た 70-mm に対する 45-mm と 50-mm サンプラーの D_r の比¹⁾に加え、新潟市の女池小学校校庭で 45-mm と 50-mm サンプラーを用いて新潟砂を採取した試料の R_e の結果¹⁾の範囲もシャドーで示している。これらのデータのうち、 D_r が最も小さい $D_r 51\%$ の試料に対して、 45-mm 、 50-mm 、 70-mm サンプラーの R_e は 0.7 、他のチューブサンプリング TS は 0.9 であり、チューブサンプリングで採取した e は凍結サンプリング FS のそれより小さく、チューブ貫入による間隙比の減少が明らかであった¹⁾。しかし、 $D_r 65\%$ と 74% の R_e はほぼ 1 であり、FS の e と同等である。また、 $D_r 72\%$ の (●) で示す \bar{e} (125T)/ $\bar{e}(70)$ は、 70-mm に対する 125-mm の \bar{e} の比である。このプロットの $R_e(e_0)$ はほぼ 1 であり、両者の \bar{e} は同等と判断される。

半割チューブから得た $R_e(e_0)$ は $D_r > 70\%$ の領域でほぼ 1 であるが、 $D_r 58\%$ 、 46% 、 34% 、 24% の $R_e(e_0)$ はそれぞれ 0.95 、 0.91 、 0.86 、 0.80 となり、 D_r が小さくなると $R_e(e_0)$ も小さくなる。このような挙動にチューブ径は依存していない。 $D_r > 45\%$ にプロットされる新潟砂 (○) は自然堆積土であることや、複数の供試体の乾燥密度の平均値から D_r を求めたことを反映して R_e の変動が大きい。半割チュ

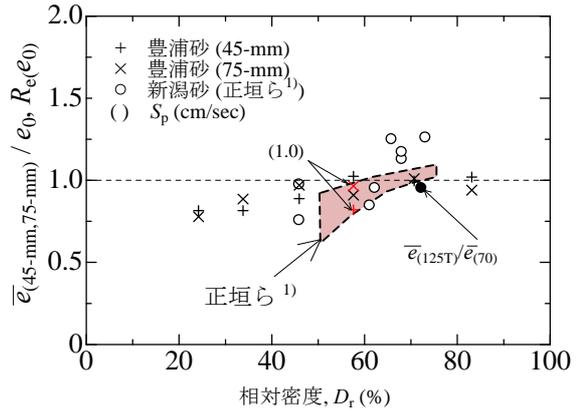


図-1 チューブ貫入による間隙比変化と相対密度の関係

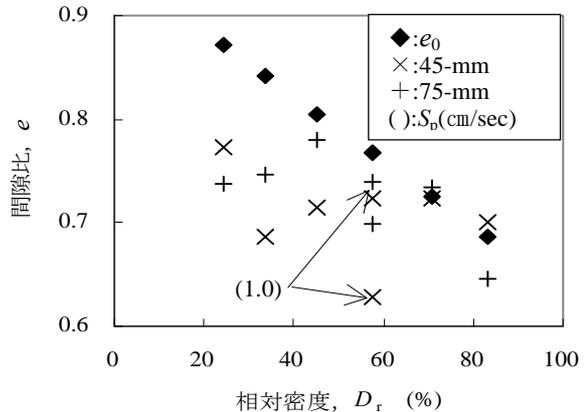


図-2 間隙比と相対密度の関係

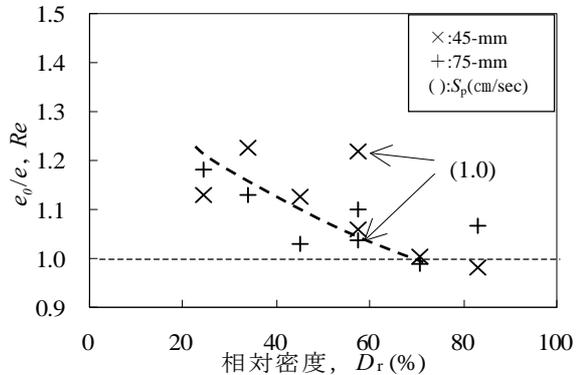


図-3 間隙比変化と相対密度の関係

キーワード：チューブサンプリング・新潟砂・試料の乱れ・液状化強度

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 TEL 046-841-3810

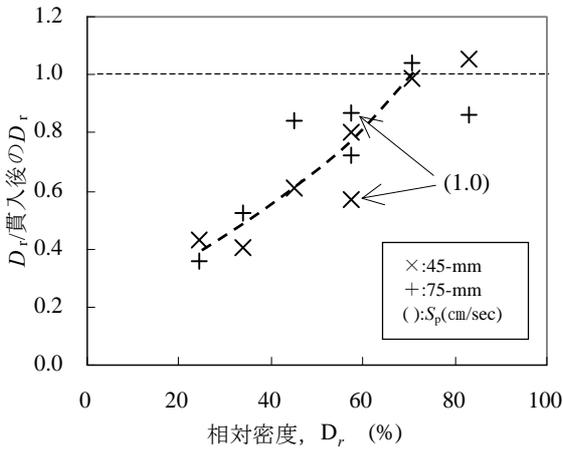


図-4 相対密度の変化と相対密度の関係

ープの結果と同じ傾向であると判断される。シャドーで示す R_c の範囲もまた新潟砂と豊浦砂と同様な位置にある。このことは、チューブサンプリングで採取した試料の間隙比の変化は自然地盤や半割チューブを貫入したモデル地盤にも依存しないことを示している。

図-2 は間隙比と D_r の関係である。図-1 の結果を反映して、 e_0 からの減少は D_r が小さい緩い地盤で大きい。チューブサンプリングで得た e と D_r に対する原地盤のそれらの比を図-3 と 4 に D_r に対してプロットした。 $D_r \approx 70\%$ でこれらの比は 1 になるが、 $D_r < 70\%$ の領域で e と D_r の測定値は、それぞれ過少、過大評価することになる。図-3,4 のプロットを近似する曲線は、チューブサンプリングで得た試料の e と D_r を原位置のそれらに補正する曲線として利用できる。

4. チューブサンプリングで採取した豊浦砂の原位置液状化強度の推定法

図-5 は $D_r = 25\%, 50\%, 60\%, 70\%, 85\%, 95\%$ の供試体に対する CTX から得た繰返し応力振幅比と繰返し载荷回数との関係である。繰返し载荷回数 20 回の応力比 R_{L20} を図-5 から読み取り、 D_r に対して図-6 にプロットしている。図-6 のプロットは図-5 で測定した 6 種類の D_r に加え、補間法で得たプロットも示しているが、豊浦砂に対する R_{L20} と D_r の基準曲線として用いることができる。

図-7 はチューブサンプリングで得た試料の D_r に相当する R_{L20} を図-6 から読み取り、 D_r に対してプロットしている。また、図-8 にこれらの R_{L20} に対する原地盤のそれらの比を D_r に対してプロットした。 $D_r < 70$ の領域で D_r が小さくなるとチューブ貫入によって、 e が小さくなり R_{L20} が大きくなる。そして、図-8 のプロットを近似する曲線から得た R_{L20} の値を測定値に乗ずることで、原地盤の R_{L20} を推定することができる。

5. おわりに

2 つ割りチューブを貫入させたモデル試験から、採取試料の品質を間隙比の変化から定量的に検討し、チューブを貫入する前の原地盤の相対密度と液状化強度の推定法を提案した。実地盤への適用は今後の課題である。

参考文献 1) Shogaki, T., Sakamoto, R., Nakano, Y. and Shibata, A. : Applicability of the small diameter sampler for Niigata sand deposits, *Soils and Foundations*, Vol.46, No.1, pp.1~14, 2006. 2) 上浦・正垣・金田 : チューブサンプリングで採取した豊浦標準砂の品質, 第 36 回土木学会関東支部技術研究発表会, pp.49-52, 2009.

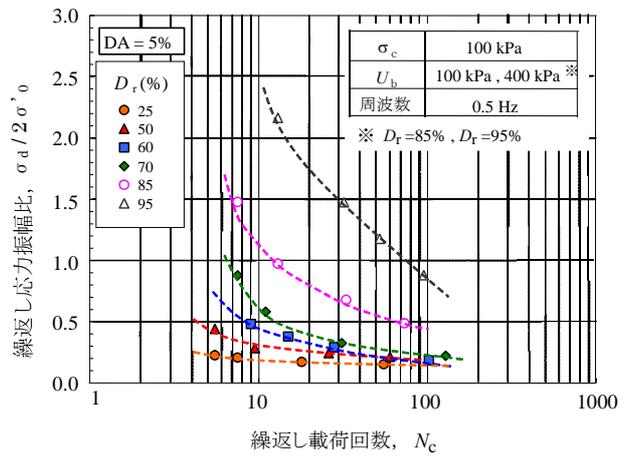


図-5 繰返し応力振幅比と繰返し载荷回数との関係

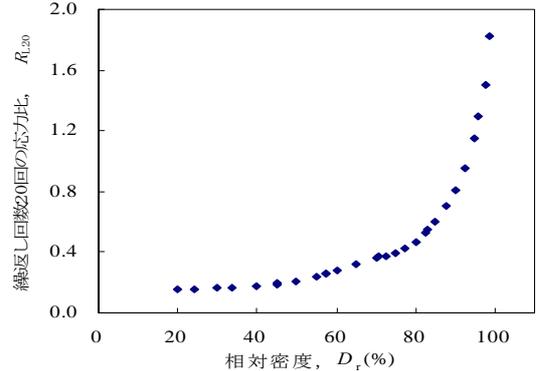


図-6 繰返し回数 20 回の応力比と相対密度の関係

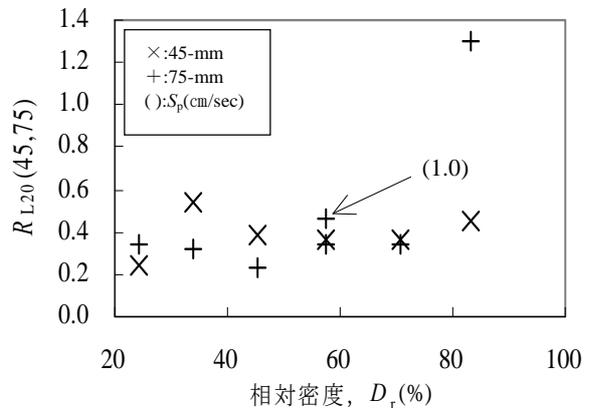


図-7 試料採取後の D_r に相当する R_{L20} と D_r の関係

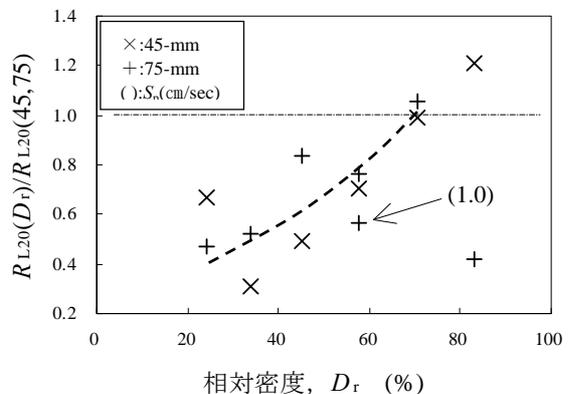


図-8 R_{L20} 比と D_r の関係