

III-205

サンプリング方法の違いによる液状化強度の差と N_1 値の関係について

竹中技術研究所 畑中宗憲 内田明彦
建設省建築研究所 大岡 弘

1. はじめに

砂質地盤の不攪乱試料の採取方法としては、ブロックサンプリング法を除くと原位置凍結サンプリング法とチューブサンプリング法が用いられている。本報告は、既往の研究結果^{1)、2)、3)}に新たに3サイトで得られた原位置凍結サンプリング試料(以下FS試料と呼ぶ)とロータリー三重管方式サンプリング試料(以下TS試料と呼ぶ)の液状化試験結果を加え、サンプリング方法の違いと液状化強度の関係について考察した。

2. 追加した実験試料の特性

表1に追加した3サイトの地盤条件と試料の物理特性を示す(詳細は文献4)、5)、6)を参照)。図1、図2、図3は3サイトの試料の液状化試験結果を示す。習志野サイト(図1)と鹿児島サイト(図2)ではFS試料の方がTS試料よりやや強度が高い。名古屋サイトは図3に示すように、FS試料はTS試料に比べて液状化強度がかなり高く、TS試料は採取時の乱れによる影響を受けて強度が低下した可能性が高い。

3. FS試料とTS試料の液状化強度の比較

既往の成果に今回の結果を加えてFS試料とTS試料の液状化強度について比較検討した。図4は繰り返し三軸試験により求めたFS試料およびTS試料の液状化強度と N_1 値の関係を示したものである。なお、液状化強度は繰返し回数15回で $DA=5\%$ に至る応力比で表している。FS試料は N_1 値の増大と共に液状化強度が大きくなっていく傾向が見られるが、TS試料の液状化強度は N_1 値によらず狭い幅に分布している。

次に、採取方法の異なる2種類の試料の液状化強度と N_1 値の関係を分かりやすく見るために、FS試料とTS試料の液状化強度の比と N_1 値の関係を図5に示した。 $N_1 \geq 6 \sim 8$ では、液状化強度がFS試料 $\geq$ TS試料、逆に $N_1 \leq 6 \sim 8$ ではTS試料 $\geq$ FS試料となる傾向が認められる。この結果は、TS試料を用いると N_1 値が大きい中密および密な地盤では液状化強度を過小評価し、 N_1 値が小さい緩い地盤では液状化強度を過大評価する傾向があることを示唆している。そして、その境界 N_1 値は約6~8となった。一方、細粒分の比較的多い習志野サイト砂と鹿児島シラスのFS試料とTS試料の液状化強度の差は、細粒分の少ない他の試料に比べて小さくなっている。これについては、一般論として以下の理由が考えられる。

- ①細粒分が多いので凍結膨張の影響でFS試料の強度が低下している。
- ②細粒分が多いため、細粒分の少ない地盤に比べて、チューブの挿入による攪乱が側面部に限られ、実験に用いたTS試料の強度低下が少ない。
- ③習志野サイト砂とシラスのTS試料はそれぞれ大口径サンプラー(採取試料径でそれぞれ150mm、175mm)で採取したため、チューブの挿入による実験試料への攪乱の影響が通常の小口径のサンプラーによる場合よりも小さい。

しかし、両者の液状化強度の差が小さいと言っても、FS試料 $\geq$ TS試料であり、かつ、FS試料の液状化強度の絶対値が決して小さくないことを考えると、両者の差が小さくなっている主な原因は②と③であり、それによって、TS試料の液状化強度が原地盤のものに近くなっていると思われる。特に③については、大口径チューブサンプリング法によって良質の不攪乱試料を採取できる可能性が示唆されていると思われる。

4. まとめ

砂質地盤から採取したFS試料とTS試料の液状化強度を比較し、試料の乱れと液状化強度の関係について考察した。その結果、ロータリー三重管方式サンプリング試料の場合、換算 N 値 N_1 値の小さい緩い地盤では液状化強度を過大評価し、 N_1 値の大きい中密から密な地盤では液状化強度を過小評価する傾向があることがわかった。その場合の地盤の緩密の境界は N_1 値でほぼ6~8となった。また、大口径ロータリー三重管方式サンプリング法はより良質の不攪乱試料採取方法として有望であることが示唆された。

- 【参考文献】 1)井合他(1991):ゆるい砂地盤における地震時の間隙水圧の観測と解析、港湾技研資料、No. 718 2)Yoshimi, Y. et al(1984):Undrained cyclic shear strength of a dense Niigata sand, S&F, Vol.24, No.4, pp.131-145. 3)Yoshimi, Y. et al(1989):Evaluation of liquefaction resistance of clean sands based on high-quality undisturbed samples, S&F, Vol.29, No.1, pp.93-104 4)畑中他(1990):「不攪乱成田砂層の液状化特性」、第25回土質工学研究発表会、pp.793-794 5)Hatanaka, M. et al(1985):Liquefaction resistance of two alluvial volcanic soils sampled by in situ freezing, S&F, Vol.25, No.3, pp.49-63 6)青山他(1993):「不攪乱名古屋洪積砂の液状化特性」、第48回土木学会学術講演集

表1 追加した3サイトの地盤条件と実験試料の物理特性

	土質名	試料採取深度 (m)	N 値	$\sigma'_{v'}$ (kgf/cm ²)	N ₁ 値	F _c (%)
習志野サイト	洪積砂	13.0-14.0	10	1.3	9	7.1-7.8
鹿兒島サイト	シラス	8.3-8.8	7.7	0.85	8.4	1.1-8.2
		9.3-10.6	6	0.96	6.1	5.4-14.4
名古屋サイト	洪積砂	21.5-22.0	35	1.9	25	0.8-2.0

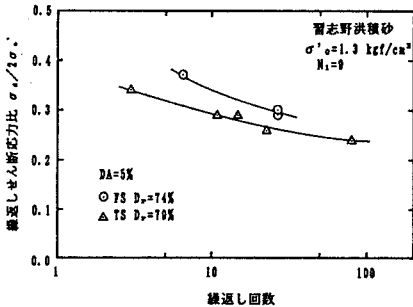


図1 習志野#1試料の液状化試験結果

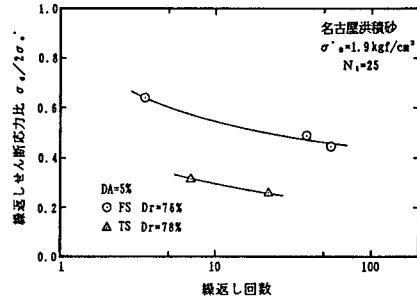


図3 名古屋#1試料の液状化試験結果

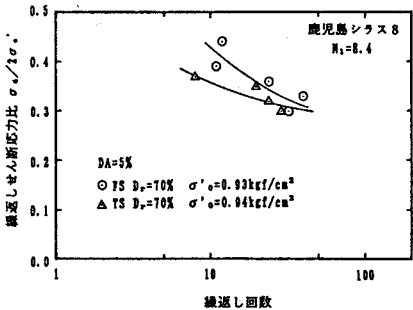


図2 鹿兒島#1試料の液状化試験結果
(a): 深さ 8.3-8.8m

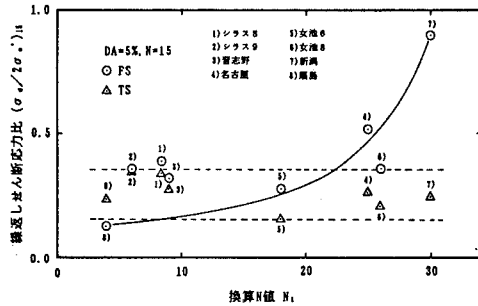


図4 液状化強度と換算N値N₁の関係

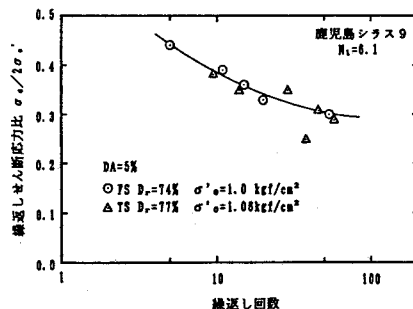


図2 鹿兒島#1試料の液状化試験結果
(b): 深さ 9.3-10.6m

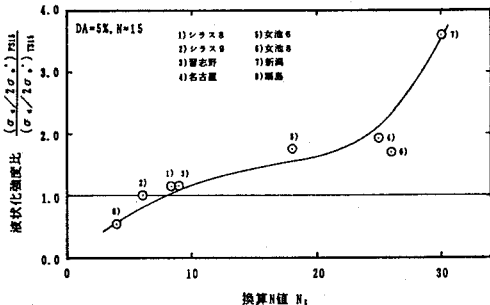


図5 F S 試料、T S 試料の液状化強度比と換算N値N₁の関係