

Ⅲ-A 89

非塑性シルトのサンプリング方法の検討(その2: 液状化特性)

飛島建設(株)技術研究所 正会員 嶋本 栄治
飛島建設(株)技術研究所 正会員 沼田 淳紀
飛島建設(株)技術研究所 染谷 昇

1. はじめに

非塑性シルトの液状化強度を求めるためのサンプリング方法を検討する目的で、圧密土槽で作成した供試体について凍結サンプリングを含めた3種類の方法で不攪乱試料を採取・保管し、繰返し非排水三軸試験(以下、液状化試験と呼ぶ。)を実施し比較検討を行った¹⁾。ここでは、その1に続き、液状化試験結果について示す。

2. 試験方法

TN(シンウォールチューブサンプリング, 未凍結), TF(シンウォールチューブサンプリング, 凍結)およびFF(凍結サンプリング)の3種類の採取・保管方法¹⁾で得られた供試体について、液状化試験を実施した。供試体寸法は、直径75mm, 高さ150mmである。供試体の上下端面には土粒子が流出しないようにろ紙を設置した。供試体の体積は三軸試験機にセットした供試体を-29kPaで自立させた状態で測定した。TFとFFの凍結された供試体については-29kPaで自立した状態で20時間室温で解冻し、解冻前後の体積の測定を行った。なお、供試体の飽和化は、二重負圧法を3時間行った後に背圧を196kPa载荷した。液状化試験前の供試体のB値は、いずれも0.95以上である。供試体の圧密は、有効拘束圧98kPaで24時間行った。このような供試体について非排水状態で0.1Hzの液状化試験を実施した。

3. 凍結および解冻による体積ひずみ

図-1に、有効拘束圧29kPaにおける各供試体の乾燥密度を示す。黒塗りの点は凍結時の乾燥密度であり、白抜きは解冻後または未凍結供試体の乾燥密度である。それぞれの印は、土槽圧密の各試料ごとに形をそろえてある。

図よりTNの乾燥密度は1.240~1.279g/cm³あることがわかる。解冻後の供試体乾燥密度は、TFで1.263~1.285g/cm³, FFで1.242~1.290g/cm³あり、TNにおけるばらつきの範囲内である。したがって、解冻による体積収縮が認められるが、解冻後には3種類の試料の採取・保管方法によって得られた供試体の乾燥密度には、有意な差は認められないといえる。

FFは、有効拘束圧29kPaでの解冻時の収縮体積ひずみ3.1~5.0%である。一方、TFの解冻時収縮体積ひずみは5.3~7.9%で、FFより平均で2%大きく生じた。FFは試料上部が排水状態で土槽下部より凍結しているため、凍結時に間隙水の体積膨張による排水がある程度可能である。しかし、TFはシンウォールチューブごと冷凍庫にて凍結しているため、供試体の周囲から凍結され、内部の排水が不可能となる。このため、凍結時の体積膨張量が大きくなり、TFの解冻時の収縮体積ひずみが、FFよりも大きくなったと考えられる。

4. 液状化試験結果

(1) 繰返し強度曲線

図-2に液状化試験によって求められた繰返し強度曲線を示す。(a)(b)(c)は、過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'_c$ が0.95, 両振幅軸ひずみDAが1%および5%にそれぞれ至るまでの繰返し回数と繰返しせん断応力比 $\sigma_d/(2\sigma'_c)$ との関係である。TFシリーズ中で1本だけ未凍結としたもの、および、TNシリーズ中で1本だけ凍結したものは、図中の印を小さくしたが、それぞれの関係の繰返し強度曲線中にあり、土槽圧密時の液状化強度に与えるばらつきは無視できると考えられる。

TFとFFの繰返し強度曲線は、(a)(b)(c)のいずれもほぼ同じであるが、繰返しせん断応力比の大きなところではTFの方が大きくなっている。TNの繰返し強度曲線は、(c)のDA=5%で比べると、TFよりも16~23%程度小さく、FFと比較すると、繰返しせん断応力比の大きなところでは同程度であるが、繰返しせん断応力比の小さなところではTFと比べた場合と同様に小さくなっている。

後藤ら²⁾が示した膨張体積ひずみと液状化強度の低下率の関係では、1.7%の膨張体積ひずみが生じたときには液状化強度が1割程度低下することになるが、本試験では凍結解冻することで液状化強度が増加した。後藤ら²⁾の関

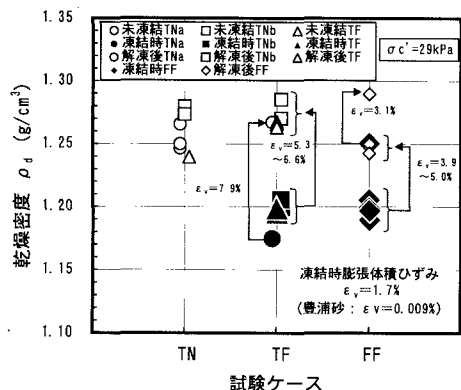


図-1 各サンプリング方法によって得られた供試体の密度

キーワード: 液状化, 三軸試験, サンプリング, シルト, 凍結

連絡先: 〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬5472, TEL 0471-98-7553, FAX 0471-98-7586

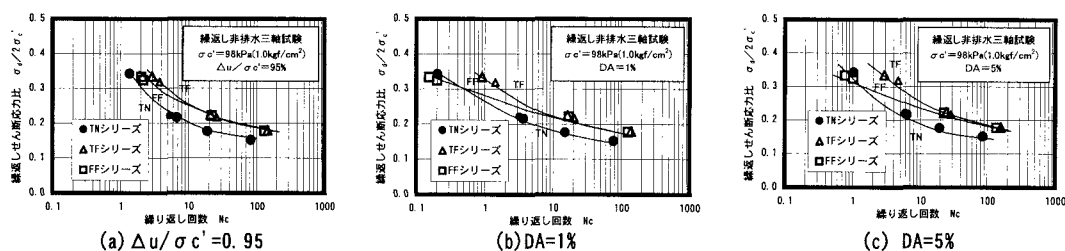


図- 2 繰返し強度曲線

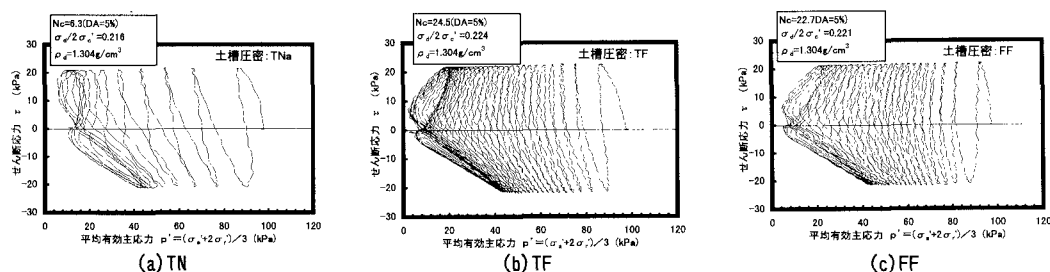


図- 3 有効応力経路

係は、締固めた供試体に動的なせん断ひずみ履歴を与えることであらかじめ微視的構造が強化された供試体を用いて求められているので、凍結解凍により液状化強度は低下したと考えられるが、今回の結果のように、密度も低く埋立地盤のように若齢で微視的構造がまだ不安定であるような場合には、凍結解凍することで体積膨張と収縮が生じ、かえって微視的構造が強化され液状化強度が増加すると考えられる。しかしながら、その割合は2割程度の増加であった。

(2) 有効応力経路

図- 3に、TN, TF, FFの各シリーズの $DA=5\%$ に至るまでの $\sigma_v/(2\sigma_c')=0.22$ における有効応力経路の一例を示す。TNの有効応力経路は原点から離れたところで定常状態を示し、塑性指数 I_p が大きな試料の場合の有効応力経路³⁾に類似し、圧縮側では収縮性、伸張側では膨張性の挙動を示し、構造の異方性が顕著である。一方、FFの有効応力経路は、原点近くで定常状態を示し、破壊線の勾配は伸張側よりも圧縮側が大きい破壊線に至るまでの過剰間隙水圧が蓄積していく過程では圧縮と伸張側の形状がほぼ対称となっている。TFは、載荷初期の1波目程度まではTNに類似し、それ以降はFFに類似している。このため、TFは最初の1波でTNと同じ有効応力経路をたどり伸張側で膨張的な挙動を示し有効応力が回復するが、その後FFと同様に過剰間隙水圧がTNと比較して上昇しにくくなる。TFは繰返しせん断応力比が大ききところでは、繰返し回数におよぼす第1波目の影響が大きく、 $DA=5\%$ に至るまでの繰返し回数がTNおよびFFよりも多くなったと考えられる。以上より、ここに示したような緩い低塑性シルトの有効応力経路の形状は、単純に塑性指数や密度によって決定できないことがわかり、むしろ微視的構造の影響が大きいと考えられる。

5. まとめ

圧密土槽で緩い若齢 $P_c=5.5\%$ 、 $U_c=3.8$ 、 $P_f=80.8\%$ の低塑性シルトの供試体を作成し、3種類のサンプリング方法を行い液状化強度を求め以下のことがわかった。

- (1) 凍結をとまうサンプリング方法による解凍後の供試体の乾燥密度は、シンウォールチューブでサンプリングを行った未凍結のものとはほとんど変わらなかった。
- (2) 凍結をとまうサンプリング方法による試料の液状化強度は、シンウォールチューブでサンプリングした未凍結の試料に比べ、密度が変わらないのに繰返し強度が2割程度大きくなった。

参考文献

- 1) 沼田 淳紀, 嶋本 栄治, 染谷 昇: 非塑性シルトのサンプリング方法の検討 (その1: 土槽圧密), 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集, 第Ⅲ部, 投稿中, 1999.9.
- 2) 後藤 茂, 吉見 吉昭, 田地 陽一: 細粒分を含む砂地盤に対する原位置凍結サンプリングの適用性, 清水建設研究報告, 第67号, pp.11-20, 1998.4.
- 3) 兵動 正幸, 内田 一徳: 粘性土の動的性質 2.粘性土の動的問題の分類, 土と基礎, Vol.46, No.6, pp.53-58, 1998.6.