

III-206

不攪乱名古屋洪積砂の液状化強度特性

名古屋国道工事事務所 青山 秀樹 森本 清信
 竹中技術研究所 畑中 宗憲 内田 明彦
 (株)東京ソイルサーチ 大原 淳良 萩沢 毅

1. はじめに

砂質土の液状化強度は不攪乱試料の採取方法に影響されることが広く知られている。原位置凍結サンプリング方法とロータリー三重管方式サンプリング方法により採取した試料(以下、それぞれF S試料とT S試料と呼ぶ)の液状化強度の比較についてはいくつかの研究結果が発表されている^{1), 2), 3)}。しかし、洪積地盤を対象とした測定結果は比較的少ない⁴⁾。そこで今回、名古屋の洪積砂層から採取したF S試料とT S試料について繰り返し三軸試験により液状化強度をもとめ、比較検討した。また、この試験結果を時松・吉見の液状化判定曲線²⁾および「道路橋示方書・同解説」の液状化判定法から推定される液状化強度との比較検討も行ったのでそれらの結果をここに報告する。

2. 供試体作成方法と実験方法

供試体作成方法および解凍方法はF S試料、T S試料共に同じで、採取した試料をカッターとトリマーで直径約5.0cm、高さ約10cmの供試体に整形し、約0.3kgf/cm²の等方圧のもとで解凍する。その後、CO₂で通気、脱気水で通水して飽和させる。2.0kgf/cm²の背圧を加え、B値が0.95以上であることを確認した後、所定の拘束圧(試料採取深さにおける有効上載圧である1.0kgf/cm²)のもとで等方圧密し、液状化試験を行った。繰返し軸差荷重は0.1Hzの正弦波形を用いた。

3. 実験試料の物理特性

実験に用いた試料はGL-21.5~22.0mの洪積層の砂層から採取した。試料採取深度のN値は35である。有効上載圧(σ_v')が1kgf/cm²に換算したN値であるN₁値は25である。表1にF S試料およびT S試料の物理特性の平均値を示す。なお、T S試料の相対密度は各試料間のばらつきは大きい、平均値では78%であり、F S試料とほぼ同じ値となった。

4. 液状化実験結果

図1、図2はそれぞれF S試料、T S試料の両振幅軸ひずみ(DA)が1%, 2%, および5%になるまでの繰返しせん断応力比と繰返し回数関係を示したものである。図から分かるように、F S試料の場合、同じ繰返し回数において、DAが1%から5%に達するにはかなりの応力比の増加が見られるが、T S試料はDA=1%から5%に達するのに応力比の増大は小さく、つまり、F S試料に比べて、T S試料は粘り強さが小さいと言える。図1と図2から液状化強度を「15回もしくは20回の繰返しでDA=5%になるせん断応力比」と定義した場合、F S試料の液状化強度は0.52(Nc=15)~0.51(Nc=20)となり、T S試料のそれは0.27(Nc=15)~0.26(Nc=20)である。F S試料の液状化強度は、ほぼT S試料の2倍となっている。T S試料は内田⁵⁾らが指摘している様に①試料の細粒分が少なく、かつ②試料採取チューブ径が小さいため(今回の試料採取チューブの内径は71mm)、試料採取時のチューブの挿入によって、地盤に大きな乱れが生じて液状化強度が低下した可能性が高い。なお、ほぼ同じ相対密度であるにも拘らず、液状化強度が大きく異なっている事は、採取試料の攪乱状況が地盤の密度だけでは説明できなく、微視構造も大きく影響している事を示唆している。

5. 時松・吉見の液状化判定曲線との比較検討

図3はF S試料の結果に基づく時松・吉見の液状化判定曲線(DA=5%)に今回の実験結果をプロットしたものである。Nc=15, K₀=0.5~1として繰返し三軸試験結果を(1)式を用いて原位置での強度に換算し

$$\left(\frac{\tau_1}{\sigma_v'}\right)_{\text{原位置}} = 0.9 \frac{1+2K_0}{3} \left(\frac{\sigma_d}{2\sigma_v'}\right)_{\text{三軸試験}} \quad \dots \dots (1)$$

た値がFS試料では、0.31~0.47, TS試料では0.17~0.26となる。FS試料の実験結果は既往の結果とほぼ対応しているが、TS試料の実験結果は既往の結果よりかなり小さくなった。

6. 「道路橋示方書・同解説」の動的せん断強度比との比較検討

「道路橋示方書・同解説」において動的せん断強度比Rは(2)~(5)式より求められる。今回の実験に用いたFS試料およびTS試料はほぼ同じ粒度特性を示しているため推定された動的せん断強度比Rは両者がほぼ同じで0.28である。その値はTS試料の実験結果(0.26)とほぼ等しい値となった。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad \dots (2)$$

$$R_1 = 0.0882 \sqrt{\frac{N}{\sigma'_v + 0.7}} \quad \dots (3)$$

$$R_2 = 0.225 \log_{10} (0.35/D_{50}) (0.05 \text{ mm} < D_{50} \leq 0.6 \text{ mm}) \quad \dots (4)$$

$$R_3 = 0.0 (0\% \leq F_c \leq 40\%) \quad (5)$$

7. おわりに

N₁値が25の洪積砂層から原位置凍結サンプリング法とロータリー三重管方式サンプリング法の異なる2種類の方法により試料を採取し、液状化試験を行った。その結果、原位置凍結サンプリング試料(FS試料)はチューブ試料(TS試料)に比べて液状化強度が約2倍程度あることがわかった。この強度差は文献4), 5)に指摘されている様に、チューブ挿入時の影響により、地盤の密度や微視構造が破壊されているためと推察できる。また、FS試料の液状化強度は時松・吉見の液状化曲線からの推定値とよく一致し、TS試料は道路橋示方書の方法からの推定値とほぼ一致した。今後はN₁値が15~20程度の洪積砂層の液状化強度や口径の大きなφ76による不攪乱試料の採取可能性について調べていきたいと考えている。

参考文献 1)Yoshimi, Y. et al(1984): Undrained cyclic shear strength of a dense Niigata sands, S&F, Vol. 24, No. 4, pp. 131-145 2)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 3)井合(1991): ゆるい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 4)畑中他(1993): 「サンプリング方法の違いによる液状化強度の差とN₁値の関係について」, 第48回土木学会学術講演集 5)内田他(1993): 「サンプリング方法の違いによる液状化強度の差と採取試料の相対密度について」, 第48回土木学会学術講演集

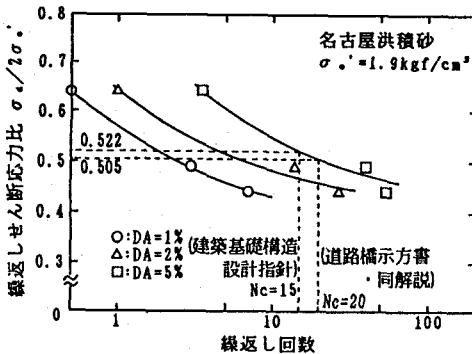


図1 液状化試験結果(FS)

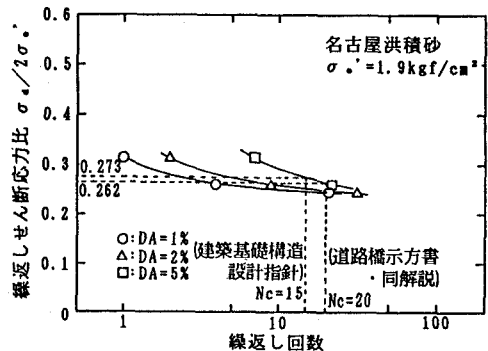


図2 液状化試験結果(TS)

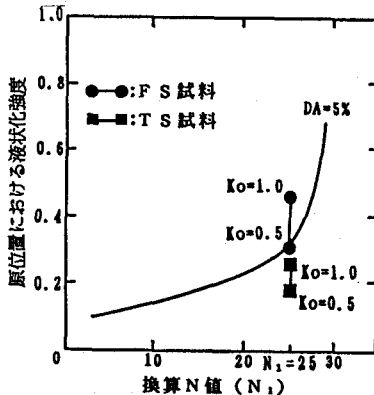


図3 時松・吉見の液状化曲線と実験結果との比較

表1 実験試料の物理特性と買入抵抗

	N値	N ₁ 値	D ₅₀ (mm)	U _c	F _c (%)	ρ _d (g/cm ³)	ρ _{dmax}	ρ _{dmin}	Dr (%)
FS試料	35	25	0.54	2.25	2.0	1.435	1.509	1.239	76
TS試料	35	25	0.56	2.07	0.8	1.409	1.481	1.203	78