

## III-275

## 砂礫地盤の原位置液状化抵抗の一推定法

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

近年、重要構造物を砂礫地盤上に建設する計画件数が増加し、砂礫地盤の力学特性に関する調査・研究が進められている。その結果、砂礫地盤の原位置液状化抵抗は、原位置と同じ密度に詰め直して作製した再構成供試体を用いたのでは、直接的に評価できないことが明らかになった<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>。しかし、同時に動の変形特性の $G/G_0 \sim \gamma$ 曲線と $h \sim \gamma$ 曲線、静的強度、 $\phi$ 等は、再構成供試体を用いても、その原位置特性をほぼ評価できることが指摘されている<sup>4)</sup>。そこで、もし、再構成供試体（以下RSと呼ぶ）を用いて原位置液状化抵抗を推定することができれば都合がよい。本報告は、その可能性を探ることを目的とする。

## 2. FSとRSの液状化抵抗と地盤特性

ここで、原位置凍結サンプリングによって採取された良質の不攪乱試料を成形し、解凍して得た供試体をFSと呼ぶことにする。検討に用いた5グループのFS、RSの液状化抵抗と、それぞれの地盤特性を表1に示す。液状化抵抗LRは、15回の繰返し載荷で軸ひずみ両振幅(DA)が2%もしくは2.5%に達するに要するせん断応力比と定義することにする。表中に示した $N_{L1}$ とは、標準貫入試験のN値と大型貫入試験の $N_L$ 値を、それぞれ有効上載圧 $\sigma_v'$  (kgf/cm<sup>2</sup>)の平方根で除して正規化したものである<sup>6)</sup>。表中の $V_{s1}$ は、原位置S波速度 $V_s$ を $N_{L1}$ と同じく便宜的に $\sigma_v'$ の平方根で除して求めている。RSの作製方法は、緩い場合は振動を与えることなしに礫を置いて作製し、密な場合は振動を与えて、所定の密度にした。

図1にFSの液状化抵抗と $N_{L1}$ の関係を示す。また比較のため、同じグループのRSの液状化抵抗についても、対応するFSの $N_{L1}$ 値でプロットした。図から、FSの液状化抵抗は $N_{L1}$ が増加するにつれて大きくなる傾向が見られ、どのグループにおいてもRSの液状化抵抗より大きい。しかし、 $N_{L1}$ の値が小さくなるにつれて、FSとRSの液状化抵抗の差は縮まる傾向が見られる。

3. FSとRSの液状化抵抗比と $N_{L1}$ の関係

FSとRSの液状化抵抗の比を縦軸にとり、横軸に $N_{L1}$ をとって、図1に示したデータをプロットし直してみたのが、図2である。FSとRSの液状化抵抗比(LRR)は、 $N_{L1}$ とよい相関があり、 $N_{L1}$ が増加するとともに急激に増大している。なお、LRRと $N_{L1}$ 、LRRと $V_{s1}$ の相関は、あまり良くないという結果となった(図3、図4参照)。砂礫地盤で大型貫入試験を実施し $N_{L1}$ を求め、何らかの方法で砂礫の原位置密度を測定し、チューブサンプリングで採取した試料を使って、原位置密度と同じ密度に詰めた再構成供試体を作製して液状化試験を行えば、図2を用いて、RSの液状化抵抗、 $N_{L1}$ 、そして、液状化抵抗比LRRの値から、砂礫の良質不攪乱供試体の液状化抵抗、すなわち、原位置液状化抵抗を推定できる可能性がある。ただし、ここでいう原位置液状化抵抗とは、さら地における液状化抵抗であって、構造物がある場合の構造物下や周辺地盤の液状化抵抗については、別途検討する必要がある。なお、原位置密度の求め方については、①密度検層、②マイヤホフの式の様に貫入抵抗と有効上載圧から推定する方法等が考えられる。

## 4. まとめ

砂礫地盤を対象に、原位置凍結サンプリングで得られた良質不攪乱試料を成形して得た供試体と、同じ密度に詰め直した再構成供試体の液状化抵抗を、5グループについて比較したところ、両者の液状化抵抗の比は、大型貫入試験で得られた $N_L$ 値を有効上載圧に関して正規化した $N_{L1}$ 値と良好な相関関係にあることが認められた。このことは、原位置密度を有する再構成供試体を用いた液状化試験結果と大型貫入試験結果に基づいて、砂礫地盤の原位置液状化抵抗を推定できる可能性があることを示している。

## 【参考文献】

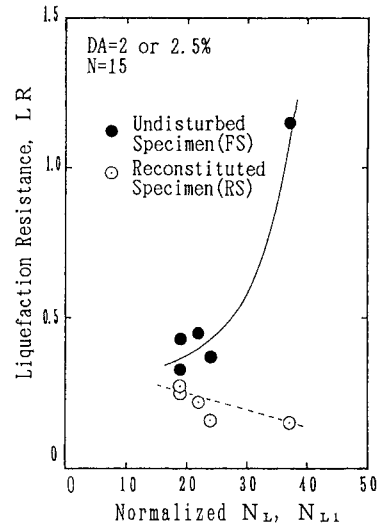
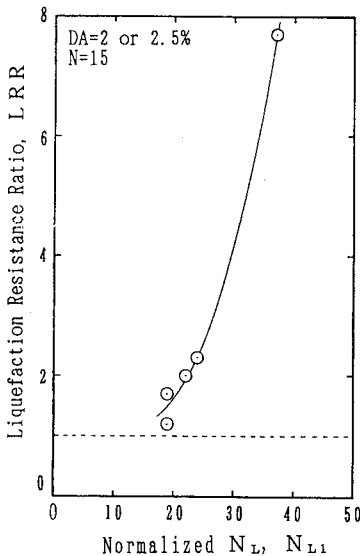
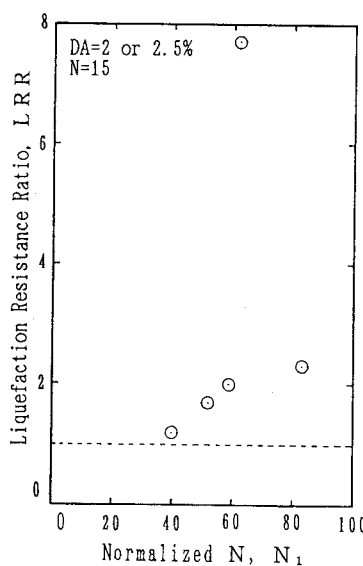
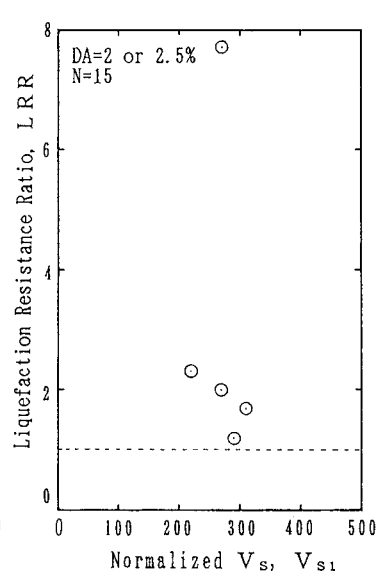
1)Hatanaka, M. et al(1988): "Cyclic undrained shear properties of high quality undisturbed Tokyo gravel," S&F, Vol.28, No. 4, pp.57-68. 2)Goto, S. et al(1987): "Dynamic properties of undisturbed gravel sample by in-situ frozen," Proceedings of the 8th Asian regional conference on SMFE, Vol.1, pp.233-236. 3)Suzuki, Y. et al(1992): "Engineering properties of undisturbed gravel sample," Proceedings of the 10th WCEE, Vol.3, pp.1281-1286. 4)Goto, S. et al(1992): "Mechanical properties of undisturbed Tone-river gravel obtained by in-situ freezing method," S&F, Vol.32, No.3, pp.15-25. 5)Suzuki, Y. et al(1993): "Correlation between strengths and penetration resistances for gravelly soil," S&F, Vol.33, No.1, pp.92-101.

表1 FSおよびRSの液状化抵抗と地盤特性

| Sample                             | A     | B     | C     | D1    | D2    |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N                                  | 143   | 68    | 82    | 23    | 44    |
| N <sub>L</sub>                     | 41    | 40    | 31    | 22    | 26    |
| $\sigma_v'$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 3.0   | 1.2   | 1.9   | 1.3   | 1.9   |
| N <sub>i</sub>                     | 83    | 62    | 59    | 20    | 32    |
| N <sub>L1</sub>                    | 24    | 37    | 22    | 19    | 19    |
| $\sigma_c'$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 3.0   | 1.2   | 1.9   | 0.8   | 1.3   |
| LR #1                              | FS    | 0.37  | 1.15  | 0.45  | 0.33  |
|                                    | RS    | 0.16  | 0.15  | 0.22  | 0.27  |
| LRR #2                             | 2.3   | 7.7   | 2.0   | 1.2   | 1.7   |
| $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )      | 2.026 | 1.959 | 1.892 | 2.080 | 2.075 |
| D <sub>r</sub> (%)                 | 54    | 99 #3 | 96    | 59    | 57    |
| V <sub>s</sub> (m/sec)             | 380   | 300   | 370   | 330   | 420   |
| V <sub>s1</sub>                    | 220   | 270   | 270   | 290   | 310   |
| D <sub>10</sub> (mm)               | 0.13  | 0.28  | 0.72  | 0.47  | 0.44  |
| D <sub>50</sub> (mm)               | 9.7   | 1.8   | 8.9   | 11.3  | 10.8  |
| D <sub>max</sub> (mm)              | 83    | 76    | 121   | 83    | 144   |
| F <sub>c</sub> (%)                 | 9.1   | 0.4   | 0.6   | 0.3   | 0.6   |
| 参考文献                               | 1)、5) | 2)、5) | 3)、5) | 4)、5) | 4)、5) |

#1 Liquefaction Resistance

#2 Liquefaction Resistance Ratio

#3  $\rho_{dmax}$ ,  $\rho_{dmin}$ の求め方が多少他と異なる図1 FSとRSの液状化抵抗とN<sub>L1</sub>の関係図2 FSとRSの液状化抵抗比とN<sub>L1</sub>の関係図3 FSとRSの液状化抵抗比とN<sub>1</sub>の関係図4 FSとRSの液状化抵抗比とV<sub>s1</sub>の関係