

供試体条件の違いによる砂質土の液状化強度に与える細粒分含有率の影響

復建調査設計 正会員 ○中澤 博志
 不動産テラ 正会員 原田 健二

1. 目的

一般に、細粒分含有率の増加に伴い液状化強度が増大するといわれている。しかし、既往の研究によると、細粒分含有率によっては供試体の相対密度が大きく異なり、同一条件による液状化強度の評価が困難となる。また、地盤の堆積条件や供試体作製方法の違いとして、在来地盤、埋立地盤および室内再構成供試体では、液状化強度に差があることが経験的に知られている。そこで、本報では、細粒分含有率が5%以下のきれいな砂からシルトまでの地盤材料を対象に、上記の3条件における液状化強度 R_L と細粒分含有率 F_c の関係について整理し、その傾向について検討した。

2. 検討した液状化試験結果の特徴

データ整理については、参考文献¹⁾に示す $I_p \leq 15$ を対象とした液状化試験結果を対象とした。代表的な F_c と R_L および F_c と D_r の関係について図-1~3にそれぞれ示す。図-1は、通常のチューブサンプリングと凍結サンプリングに大別し、在来地盤の F_c と D_r の関係について示しているが、チューブサンプリングについて、 D_r が $F_c = 10 \sim 20\%$ の間で100%を超えるプロットが多い。これは、 F_c が高いと e_{min} の適切な評価出来ないためであり、 $F_c \geq 15\%$ の範囲で締固め試験の最大乾燥密度 ρ_{dmax} に基づき $e_{min}^* = 0.6$ とすることで、 D_r を細粒分補正する方法を提案している¹⁾。これにより算出された補正相対密度 D_r^* は、概ね100%以下に分布している様子がわかる。 F_c と R_L の関係については、図-2の在来地盤の R_L の分布を見ると F_c の増加に伴い R_L が単調増加傾向にある。一方、図-3の埋立地盤および空中落下法(AP)による室内再構成供試体の R_L 分布は、 F_c が10~20%程度までは減少傾向にあり、これを超える範囲で再び微増かまたは横ばいの様相を呈している点で同様な傾向を示している。したがって、 F_c に対する D_r と D_r^* の分布傾向については、在来地盤、埋立地盤および室内再構成試料で同様な傾向を示すものの、 R_L の分布については、供試体作製条件により傾向が異なる事がわかる。

3. 液状化強度推定式

以下に、本報における液状化強度推定式の算出手順について述べる。図-1に示したが、 $F_c \geq 15\%$ を対象に細粒分補正した D_r^* について、 $e_{min} = e_{min}^* = 0.6$ として Cubrinovski and Ishihara の提案式²⁾に基づき以下に示す。

$$D_r^* = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min}^*) \times 100, \quad (e_{max} - e_{min}^*) = 0.430 + 0.00867 F_c \quad (1)$$

D_r^* と R_L の関係は、 $R_L = a^* f(D_r^*)$ で表現されるものとする、係数 a^* は R_L に与える F_c の影響度合いとして評価することが可能である。図-4にそれぞれの供試体条件における D_r^* と a^* の関係を示す。図-4ではプロットにばらつきが認められるが、在来地盤では F_c の増加に伴い a^* も増加傾向にあることが確認できる。

キーワード 砂質土、細粒分含有率、相対密度、液状化強度、不攪乱試料、再構成試料

連絡先 〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-8-15(FGEX 岩本町ビル) TEL:03-5835-2631 E-mail: nakazawa@fukken.co.jp

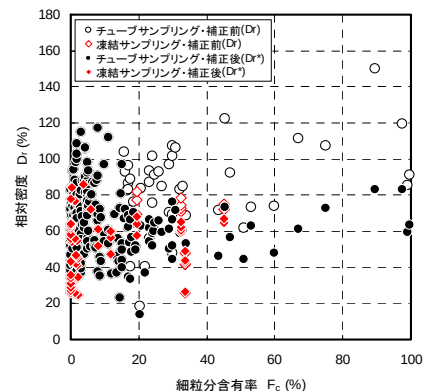


図-1 F_c と D_r の関係

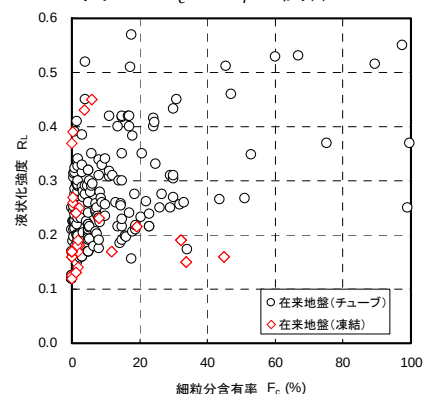


図-2 F_c と R_L の関係 (在来地盤)

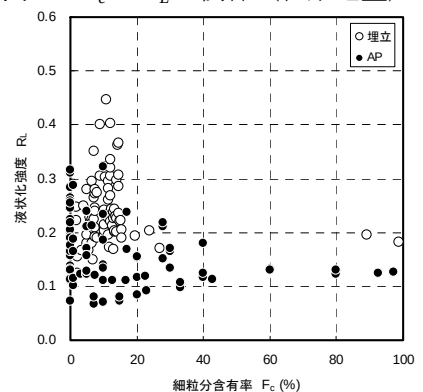
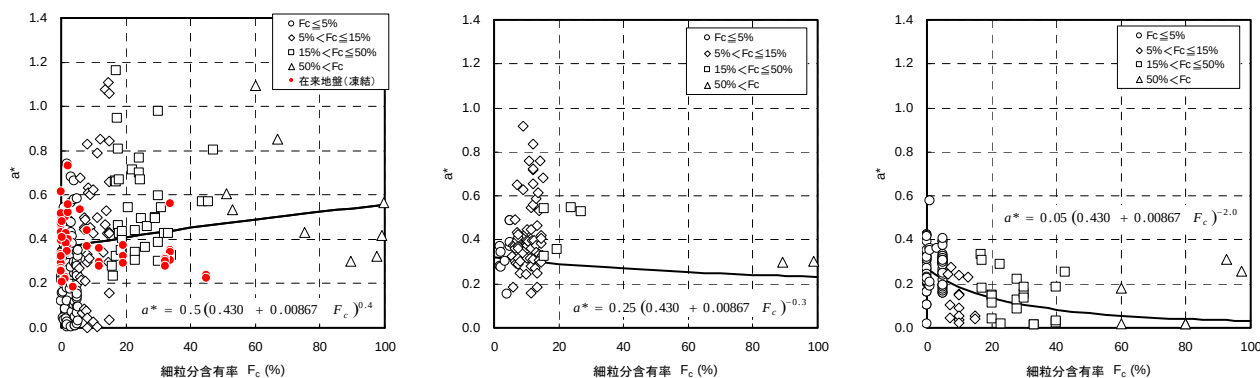
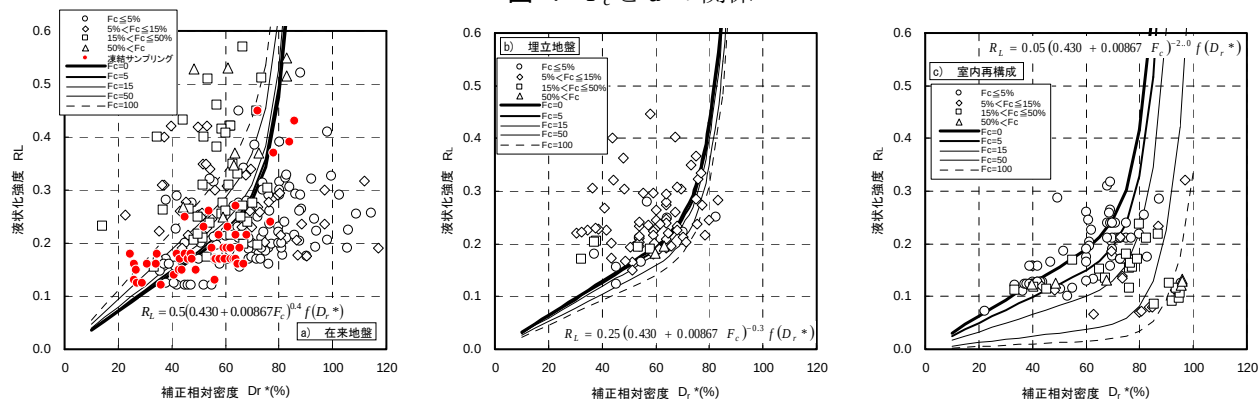


図-3 F_c と R_L の関係 (埋立地盤・室内再構成試料)

図-4 F_c と a^* の関係図-5 D_r^* と R_L の関係

一方、再構成試料では F_c の増加に伴い R_L は減少し、埋立地盤に関しても再構成試料程ではないものの、在来地盤と逆の傾向を示している。これらの関係は、式(1)を代入することで、式(2)で表すことが出来る。なお、係数 b 、 c は図-4 に示されている。

$$a^* = b(e_{\max} - e_{\min})^c = b(0.430 + 0.00867 F_c)^c \quad (2)$$

最終的に、 R_L と D_r^* に関する式(3)のように表され、図-5 に示す形となる。なお、 $f(D_r^*)$ については参考文献³⁾を参考としている。

$$R_L = b(0.430 + 0.00867 F_c)^c f(D_r^*), \quad f(D_r^*) = \frac{D_r^*}{100} + \left(\frac{D_r^*}{83.7} \right)^{14} \quad (3)$$

図-5 を見ると、在来地盤では、 F_c が 15%以下の範囲において、 R_L の試験値に大きなばらつきが見られ式(3)の精度がやや劣るが、全体的に調和的な傾向を示している。一方、埋立地盤と再構成試料は F_c の増加に伴い R_L が減少する傾向を示していることがわかる。

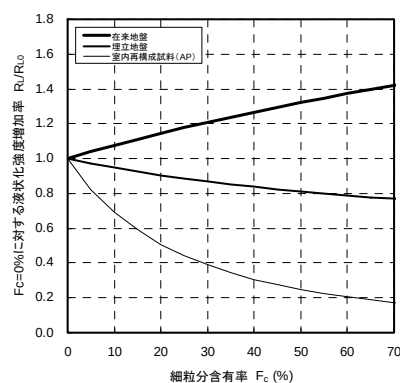
4. 細粒分含有率の影響

F_c の増加に対する R_L の変化の程度について、式(3)に基づき図-6 に示す。同図は $F_c=0\%$ に対する R_L の増加あるいは低下度合いを示しているが、在来地盤では増加傾向、埋立地盤と再構成試料では程度は異なるものの低下傾向にあり、堆積環境・年代や供試体作製方法の違いによるものと考えられる。

5. まとめ

本検討では、サンプリング時の乱れについては未確認のため議論の対象とはしなかったが、在来地盤と埋立地盤および室内再構成試料では、細粒分含有率に対する液状化強度の傾向が異なることを確認できた。

参考文献 1)中澤・原田：細粒分を含む砂質土の相対密度および液状化強度評価に関する検討，土木学会論文集 A1, Vol.68, No.4, I_282-I_292, 2012. 2)Cubrinovski, M. and Ishihara, K.: Empirical correlation between SPT N -value and relative density for sandy soils, *Soils and Foundations*, 39 (5), pp.61-71, 1999. 3)Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y.: Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N -value and Fines Content, *Soils and Foundations*, Vol.23, No.4, pp.53-74, 1983.

図-6 $F_c=0\%$ に対する液状化強度増加率