

若齢地盤に対する細粒な土の繰返し非排水抵抗推定法

飛島建設 正会員 沼田淳紀

1. はじめに

著者らは、今までに海岸埋立地のような若齢な地盤における非塑性で均等な粒径の砂からシルトの繰返し非排水抵抗（以下、繰返し抵抗）が粒径に依存しないことを示し、相対密度や標準貫入試験より求められるN値と繰返し抵抗の相関が高いことを示してきた¹⁾。ここでは、一連の実験結果¹⁾に基づき、地盤の含水比から簡単に繰返し抵抗を推定する方法について述べる。

2. 非塑性で細粒な土の繰返し非排水抵抗

図-1に、一連の実験より求められた圧密後相対密度と種々の破壊基準に対する繰返し抵抗の関係を示す。破壊基準は、繰返し回数2回または20回で繰返し非排水三軸試験における両振幅ひずみDAが1%または5%に至るときの繰返し抵抗を示した。ただし、ここで用いる相対密度は、細粒な土にも相対密度が適用できるように最小間隙比を求めた最小法²⁾によって定義されたものである。試料には、50%粒径が0.040～0.28mmの均等な粒径の土が用いられているが、相対密度との関係はあるばらつきの範囲内にあり、粒径にかかわらず相対密度からそれぞれの破壊基準に対する繰返し抵抗が推定可能であることがわかる。図中には、ばらつきの平均値と上下限の関係を示した。目的に合わせてこれらの関係を用いることで相対密度から繰返し抵抗が求められる。

3. 地盤の相対密度推定方法

相対密度を求めるのは、体積を求めることが難しいので一般的には容易ではないが、以下により地盤の相対密度を推定する。液状化する可能性のある地盤は地下水位以下の飽和された地盤であり、しかも、細粒な土であれば排水性も悪いのでシンウオールサンプラーなどを用いて含水比が変化しないように試料を採取することが可能と考えられ、試料の含水比から式(1)より地盤の間隙比を求めることが可能である。

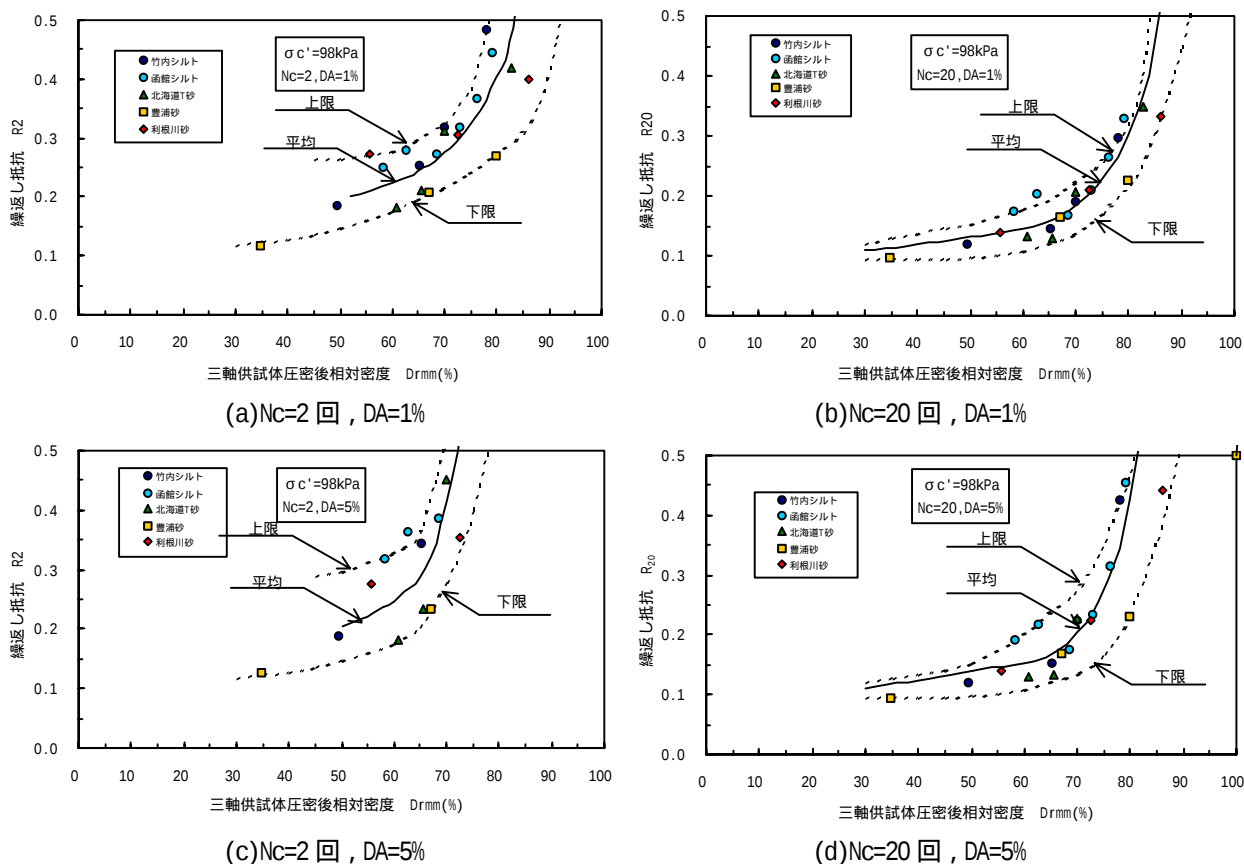


図-1 推定に用いる相対密度と繰返し抵抗の関係

キーワード：液状化，シルト，砂，相対密度，埋立て地盤，非塑性

連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設(株) 技術研究所 TEL 04-7198-7553 FAX 04-7198-7586

$$e = \frac{\rho_s w}{\rho_w S_r} \quad (1)$$

ここで、 ρ_s ：土粒子の密度 (g/cm^3)、 w ：含水比 (%)、 ρ_w ：水の密度 (g/cm^3)、 S_r ：飽和度 (%)

式(1)より飽和度を 100%と仮定すると、体積の計測を行うことなく間隙比を求めることが可能である。含水比と土粒子の密度の計測は、特に細粒な土であれば少量でも試験が可能である。繰返し抵抗を求めるための不攪乱試料を採取するのは容易ではないが、ここでは試料が乱れていても原地盤の含水比さえ求めることができれば良いので簡単に間隙比を推定できる。

次に、相対密度を求めるためには最小法で定義する最小間隙比を求める必要がある。この場合、かなりの量の試料が必要になる。しかし、液状化が生じるような均等な粒径で非塑性で 50%粒径が 0.2mm 程度以下の細粒な土の最小間隙比は、ほぼ同一の 0.6 程度になる場合が高い^{(1),(2)}。そこで、最小間隙比を求められないときには最小間隙比を 0.6 とする。最大間隙比は JIS 法により求めることが必要だが、試料は 200g 程度あれば求めることが可能である。このようにして最大間隙比と最小間隙比を求めることで相対密度も求めることが可能となる。

4. 模型地盤の飽和度

以上のような推定を行うためには、飽和度が 100%であることが条件となるが、この可能性を示したのが図- 2 である。この図は、一連の模型地盤による実験でシルト質試料の相対密度と飽和度の関係を示したものである。図中、「水面下 BS」と「水面下 TH」とあるのは、圧密後水位を下げずにブロックサンプリングとシンウォールチューブサンプリングしたものである。また、「突固め」とあるのは、直径 30cm の大型モールドで試料を突固め、それよりシンウォールチューブサンプリングを行ったものである。

「水面下 TH」とあるものや相対密度の低いものでやや飽和度が高く 100%を超えている。これは、乾燥密度を等方応力状態の圧密後三軸供試体より求めているので、 K_0 状態の模型地盤より平均主応力が大きくなっているため体積が幾分小さくなり、飽和度が大きくなったものと考えられる。また、飽和度がやや 100%よりも低いのは、サンプリング採取時に一度水位を低下したためだと考えられる。このような若干の誤差はあるものの、試験結果で得られた飽和度は突固めによるものを除きいずれもほぼ 100%である。したがって、飽和度 100%を仮定し、式(1)より間隙比を推定可能と考えられる。

5. まとめ

含水比の変化を起こさず試料採取できる粒径の大きさなど、実際の地盤への適用性については多少の課題もあるが、以上より、液状化する可能性のある粒度組成である、対象地盤は海岸埋立地のような若齢な正規圧密状態の地盤である、非塑性である、均等粒径である、50%粒径は 0.2mm 程度以下である、飽和地盤である、といった条件であれば図- 3 に示すフローにより地盤の繰返し非排水抵抗を推定することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 沼田 淳紀, 嶋本 栄治: N 値と相対密度を条件とした非塑性で細粒な土の液状化抵抗, 土木学会論文集, No.764/ -67, pp.287-305, 2004.
- 2) 沼田 淳紀, 染谷 昇, 田雑 満孝, 國生 剛治: 細粒な土に対する最小間隙比定義方法の提案, 第 11 回日本地震工学シンポジウム, pp.665-670, 2002.

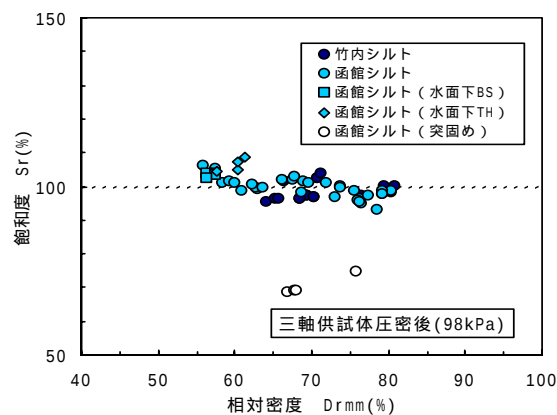


図- 2 模型地盤における相対密度と飽和度の関係

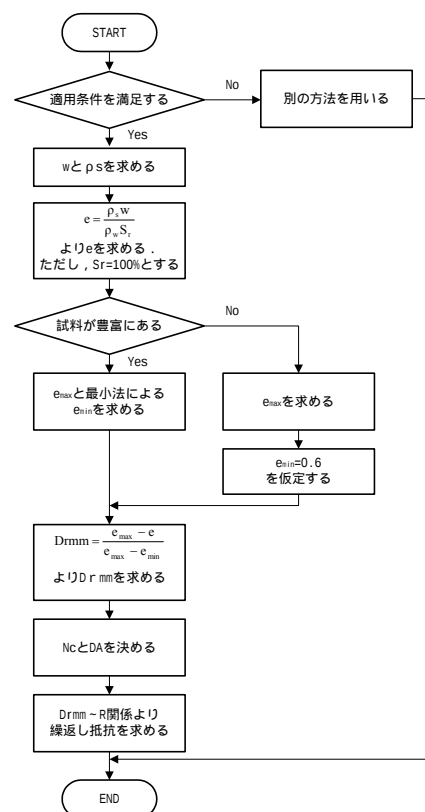


図- 3 繰返し非排水抵抗推定フロー