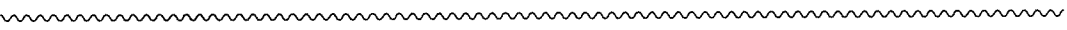


サンプリングの熟練度による液状化強度比の違い

田 上 裕



1. はじめに

飽和した砂質土の液状化強度を求める方法は、

① N 値や粒度分布から間接的に求める¹⁾、

② 原位置から採取した不攪乱試料を用いて直接的に室内試験から求める、などが一般的である。また、②の不攪乱試料を採取するには、三重管式のサンプラーなどが良く用いられるが、地盤を凍結させない場合には、採取時の乱れにより液状化強度に与える影響が懸念される。岩崎・龍岡らによると、乱れの種類には強度を小さくする乱れ（粒子構造の破壊や膨張）と大きくする乱れ（体積収縮）があり、それが同時に生じ、便宜上それらは相殺し合うと示されている²⁾。ただし、本質的には、砂の締め具合や採取技術者の熟練度により、乱れの程度は異なると考えられる。

そこで、採取技術者の技量により、液状化強度比がどう変化するかを、やや緩い砂及び密な砂に対してまとめてみた。

2. 方 法

対象地は 2 箇所、両者とも海岸付近に堆積する砂質土であるが、1 箇所は N

値 5～12 の沖積砂を対象とし、1 箇所は N 値 23 以上の洪積砂を対象としている。乱れの影響をみるために、採取者に熟練した技術者（いわゆるうまい人）および経験の浅い技術者（言い換えればへたな人）を選び、振動三軸試験結果より比較した。

条件は、2 箇所共に全く同じものとした。例えば、採取技術者、運搬方法（凍結）、振動三軸試験機および試験者、サンプラー（トリプルチューブサンプラー）、ボーリング機械、などである。ただし、刃先調整や押し込み圧力・速度などは各自の工夫にまかせることにした。

3. N 値 5～12 の沖積砂での比較

採取試料の粒度分布を図-1 に示した。図より全試料とも細粒分含有率 FC は 10% 以下で、均等粒度の砂といえる。

図-2 は、道路橋示方書での R_2 ¹⁾ と、今回得られた液状化強度比 R_l （軸歪 $D_A = 5\%$ 、繰り返し回数 $N_l = 20$ 回の応力比）より、次式により R_2 を求め比較したものである。

$$R_2 = R_l - R_1 \dots \dots \dots \text{式(1)}^{1)}$$

$$R_1 = 0.0882 \sqrt{\frac{N}{\sigma_i + 0.7}} \dots \dots \dots \text{式(2)}^{1)}$$

N : N値, σ_i : 有効上載圧(kst/cm²)

R_l : 振動三軸試験より得られる D_A = 5%, N_l = 20回の時の応力比

図より、熟練者の採取試料による R₂ は、道路橋での平均 R₂ よりも上であり、逆に経験が浅い人のそれは道路橋の R₂ よりもかなり下回っていることがわかる。

図-3は D_A = 5% になる繰返し回数 N_l と、過剰間隙水圧比 $\Delta u / \sigma'_D$ (σ'_D : 拘束圧) が 1.0 になる N_l とを比較したものである。この図によると、熟練者と経験が浅い人との差は殆ど見られず、やや緩い沖積砂個々の性質を示しているものと思われる(いわゆる、軸ひずみ 5% の時の繰返し回数 N_l と完全液状化に致るそれとはほぼ等しい)。

図-4はある応力比 R と D_A = 5% になるときの N_l の関係 (R ~ N_l 曲線) を模式的に示したものであるが、この曲線では両者の間にはっきりと差が出ている。いわゆる、熟練者では N_l の範囲においてある程度の R の幅がある (N_l が小さいと繰返しせん断応力 τ_a がある程度大きく加わる) のに対して、経験が浅い人の場合、R の幅はあまりみられない (N_l が小さくても、 τ_a はあまり大きく加わらない)。

4. N値23以上の洪積砂層での比較

図-5は採取した洪積砂の粒度分布であり、図-3の沖積砂と比較すると粒度のばらつきは多い。FCは4~20%である。

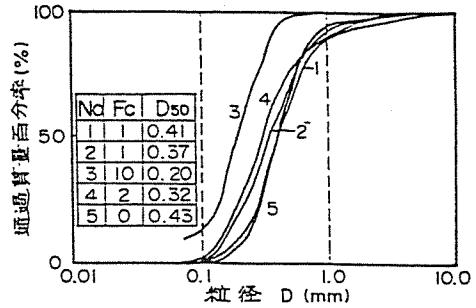


図-1 供試体の粒度分布 (沖積砂)

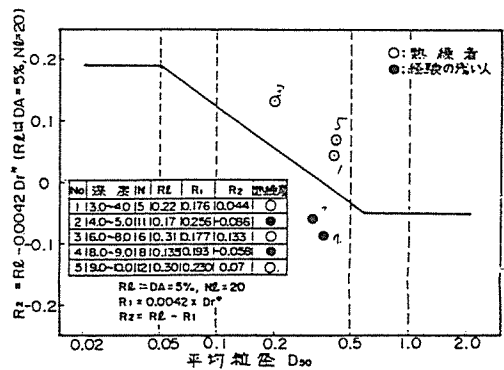


図-2 道路橋¹⁾での R₂ との比較 (沖積砂)

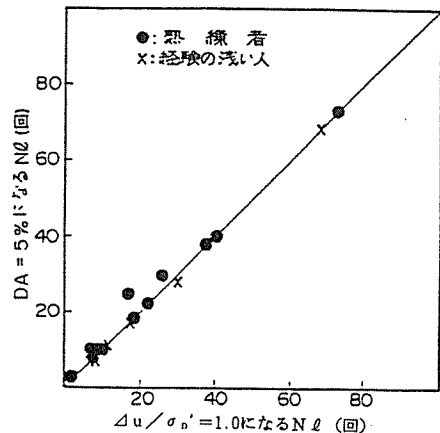


図-3 $\Delta u / \sigma'_D = 1.0$, D_A = 5% になる N_l の比較 (沖積砂)

図-6は図-2と同じ方法で R_2 を比較したものであるが、この場合は熟練者および経験の浅い人ともに平均曲線よりも今回の試験値の方が下回っている。この理由としては、道路橋示方書の式(1)自体が比較的緩い沖積砂や埋立て砂を対象にしていること、などが挙げられよう。ただし、熟練者の試料の方がより平均曲線に近い。

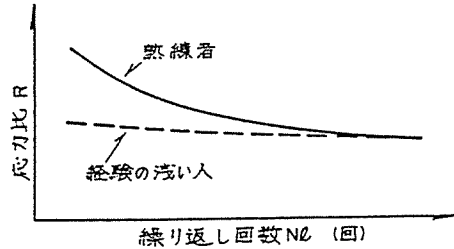


図-4 R~Nl 曲線 (沖積砂)

図-7では沖積砂 (図-3) と同様に、熟練度の違いは表われていない。ただし、Nlの傾向は図-3とは異なっており、 $\Delta u / \sigma'_v = 1.0$ になるNlが $D_A = 5\%$ 時のNlよりも小さい。特に応力比が小さい (Nlが大きい) 場合にその傾向は著しい。このことは完全液状化に致っても、洪積砂 (あるいは密な砂と言うべきか?) の歪は沖積砂のそれと比べて小さいことを示しており、多少乱してもその傾向は変わらないといえるようである。

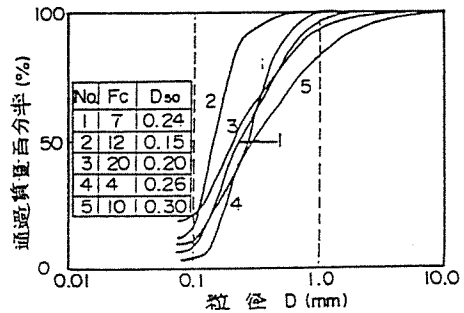


図-5 供試体の粒度分布 (洪積砂)

図-8は図-4と同様にR~Nl曲線を示しているが、図-4と比較すると全体に曲線がきつくなっている。ただし図-8では繰り返し回数が同じならば、熟練者の方が応力比が大きい、というように両者の間には明確な差が出ている。

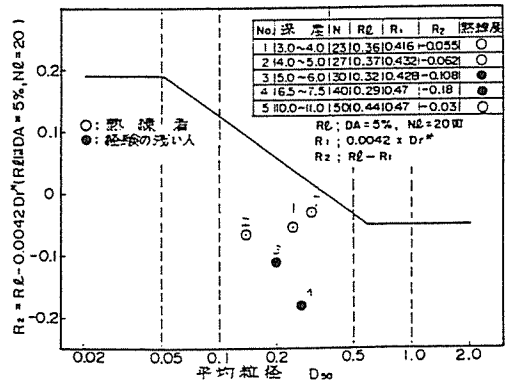


図-6 道路橋¹⁾での R_2 との比較 (洪積砂)

5. ま と め

- N値5~12の沖積砂層、N値23以上の洪積砂層ともに、熟練度により液状化強度比に違いが生じる。当然、熟練者の方が大きい値である。
- さらにいえば、砂の締まりに関係な

くサンプリング技術の未熟な人はどうしようもない。

- 液状化強度比を決定する際には、当然ながら採取者の熟練度を考慮すべきである。
- 乱れているかどうかの判定には、応力比と繰り返し回数 $N \ell$ の関係がある程度目安となる。

6. おわりに

少ない試料数ではあるが、採取者の熟練度の違いにより液状化強度比に差が出る結果となった。やはり、砂のサンプリングは、ある程度の熟練度が必要といえる。ただし一般に熟練者の欠点として、自分だけの工夫に終わってしまうこと、勘と経験で表現されるため他者は理解に苦しむこと、人に伝達する意欲がないこと、などがあげられる。そのため、技術の熟練度を後人に如何に伝達するかを、後継者問題などと同様に今後真剣に考えていく必要がある。

(基礎地盤コンサルタンツ株式会社)

[参考文献]

- 1) : 例えば、日本道路協会、“道路橋示方書・同解説、Ⅴ耐震設計編”、1990
- 2) : 岩崎・龍岡・安田・常田、“地震時地盤液状化の程度の予測について”、土と基礎、Vol.28、No.4、1980

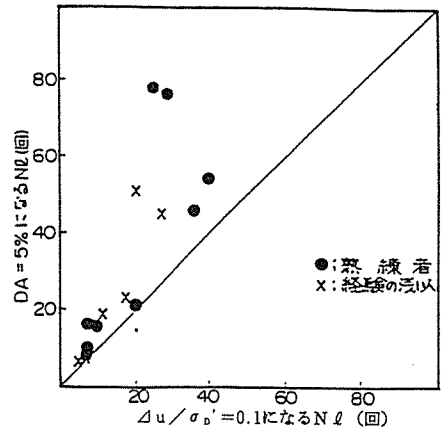


図-7 $\Delta u / \sigma_D' = 1.0$, $DA = 5\%$ になる $N \ell$ の比較 (洪積砂)

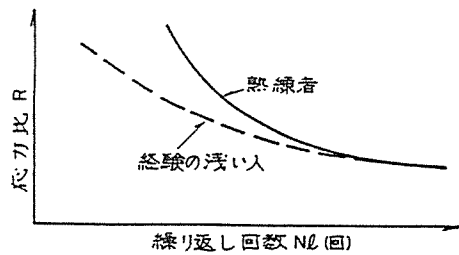


図-8 $R \sim N \ell$ 関係 (洪積砂)