

過圧密履歴を受けた砂の液状化試験

九州工業大学大学院 学生員 ○宍道 玲
九州工業大学工学部 正会員 永瀬 英生
九州工業大学工学部 学生 木村 耕三

1. まえがき

筆者らは、豊浦標準砂を用いて、過圧密履歴を受けた砂の液状化強度に与える供試体の相対密度や有効拘束圧、過圧密比(O.C.R.)の影響を検討している¹⁾。このような研究は室内試験では行われているが、液状化対策工としての効果を確認するための原位置での検討は行われていない。そこで、原位置試験のための基礎的な資料を得る目的で、原位置より採取された不攪乱試料について、液状化強度に対する過圧密履歴の効果を検討してみた。

2. 試料について

試験に用いた試料は、千葉県習志野市の沖積砂層(河川堆積砂層)より採取した不攪乱試料(略語:習志野沖積砂)と、兵庫県神戸市ポートアイランド内の港島トンネル現場より採取した不攪乱試料(略語:神戸P.I.港島砂)の2種類である。土粒子の比重 G_s や最大間隙比 e_{max} 、最小間隙比 e_{min} は、ケース別に各供試体から同質量を採取して混合し、土質工学会基準の試験方法に基づいて、礫分を除いた粒径2mm以下の試料を用いて求めている。図-1にそれぞれの試料の代表的な粒径加積曲線を示す。

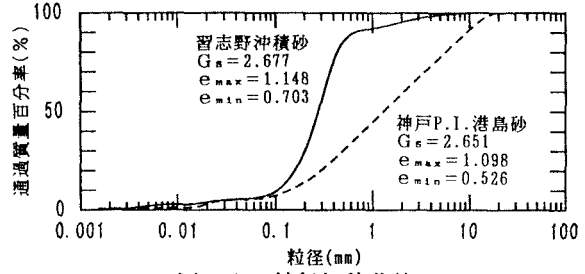


図-1 粒径加積曲線

3. 試験方法

供試体は、直径 $\phi=7.5$ cm、高さ $h=15$ cm(ただし、習志野沖積砂で $\sigma'_v=0.5$ kgf/cm²の場合は、 $\phi=5.0$ cm、 $h=10$ cm)の円筒形とし、二酸化炭素と脱気水により飽和させた。繰返し載荷時の初期有効拘束圧は、 $\sigma'_v=0.5、1.0$ kgf/cm²とした。過圧密履歴の与え方は、初期有効拘束圧で等方圧密した後、所定の過圧密比(O.C.R.)に対応する等方応力で圧密し、圧密終了を確認後、等方的に初期有効拘束圧まで下げる方法を採用した。この応力下で供試体が安定したのを確認後、所定の応力比で繰返し非排水三軸試験を行なった。圧密の全ての過程で軸変位および体積変化を測定した。過圧密比は(O.C.R.)=1、2、4の3種類とした。

供試体の相対密度は、 e_{max} 、 e_{min} の算出方法を考慮して、礫分以外の土粒子部分の間隙のみで計算すべきであると考えられる。したがって、供試体毎の2mmふるい通過質量百分率と供試体の乾燥質量、液状化試験前の供試体の体積および土粒子の比重を用いて、礫分の土粒子部分の質量・体

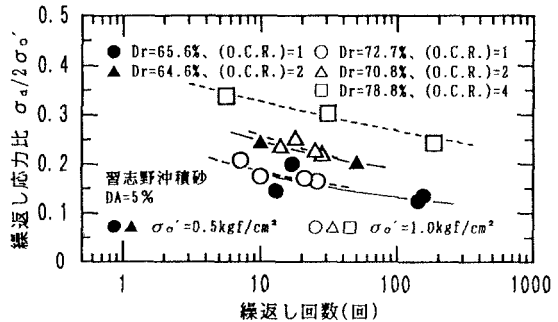


図-2(A) 繰返し応力比~繰返し回数関係

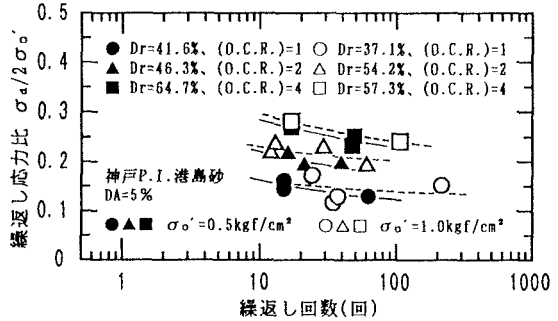


図-2(B) 繰返し応力比~繰返し回数関係

積を計算し、供試体全体から差引いた質量・体積で相対密度を求めている。

4. 試験結果

図-2(A)(B)に繰返し応力比と繰返し回数との関係を示す。過圧密比(O.C.R.)が増加するにつれて液状化強度増加率が増加していることが分かる。ここで、過圧密履歴による液状化強度増加率 R_{oc} を次式で定義する。

$$\text{過圧密履歴による液状化強度増加率 } R_{oc} = \frac{\text{過圧密した供試体の液状化強度比}}{\text{正規圧密した供試体の液状化強度比}}$$

図-3(A)(B)に液状化強度増加率 R_{oc} と過圧密比(O.C.R.)の関係を示す。曲線 $R_{oc} = (O.C.R.)^n$ で近似すると、 $n = 0.40 \sim 0.45$ の値が得られる。どちらの試料に対しても、液状化強度に対する過圧密履歴の効果が確認できる。得られた液状化強度増加率 R_{oc} は双方で同程度の値となり、試料の違いによる明確な差は認められないと言ってよい。

また、拘束圧に対する影響も小さいのではないかと考えられる。次に、過圧密履歴時の排水量 ΔV_{oc} を正規圧密後の供試体体積 V_c で除算した値を過圧密履歴体積歪み $\Delta V_{oc}/V_c$ とし、過圧密比(O.C.R.)との関係を図-4(A)(B)に、液状化強度増加率 R_{oc} との関係を図-5(A)(B)に示す。これらの図から、過圧密履歴によって生じる体積変化が液状化強度の増加に寄与していると考えられる。

5. まとめ

原位置より採取された不攪乱試料についても、豊浦標準砂と同様、過圧密履歴による液状化強度の増加が確認できた。

6. 参考文献

- 1) 穴道・内堀・安田・永瀬・吉田: 過圧密効果に与える拘束圧の影響に関する液状化試験、土木学会第49回次学術講演会、1994。

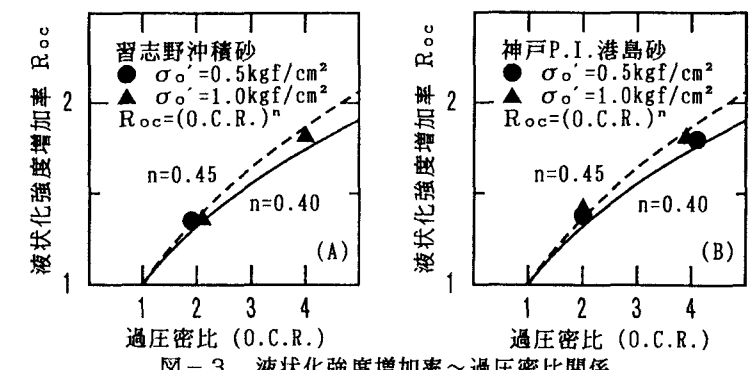


図-3 液状化強度増加率～過圧密比関係

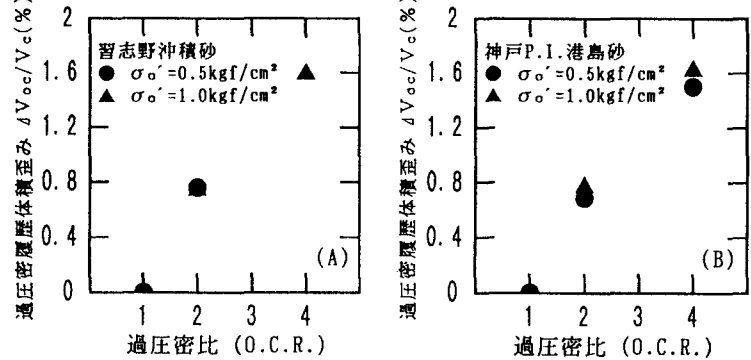


図-4 過圧密履歴体積歪み～過圧密比関係

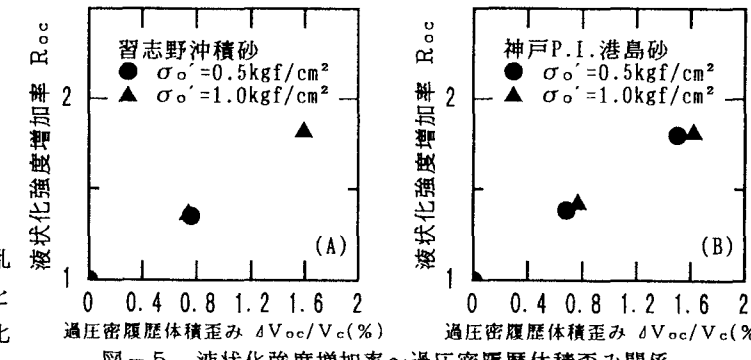


図-5 液状化強度増加率～過圧密履歴体積歪み関係