

京都大学防災研究所 正会員 三村 衛
 京都大学防災研究所 清水博樹
 立命館大学工学部 正会員 勝見 武
 立命館大学工学部 学生会員 ○藤本陽平

1. はじめに

航路・港湾の浚渫ならびに浚渫土による埋立は環境地盤工学的課題の一つであり、浚渫土で埋め立てられた地盤の評価は重要な研究課題となっている。中でも地盤の造成あるいは構造物の建設に際しては、埋立地盤の液状化特性を評価することが重要となる。近年では評価方法としてコーン貫入試験を利用することが注目されており、攪乱試料と原位置試験から原位置の液状化強度を推定できれば有用と考えられる。本研究では、地震による液状化被害のあった若齢の浚渫土埋立地盤に対してRIコーン貫入試験と不攪乱試料による室内強度試験を行い、液状化強度特性の評価を試みた。

2. 試料採取地点

本研究で対象とした試料は、平成12年鳥取県西部地震で液状化被害が起きた境港市竹内地区で採取したものである。竹内地区は、昭和60年代に埋立てが終了した比較的若い海底浚渫土の埋立地である。現場の噴砂を調べた報告¹⁾によると、噴砂の粒径はシルト・粘土の含有率が約90%と細粒分主体の構成となっており、液状化しやすいとされる「噴砂=きれいな砂」の範疇にはあてはまらない。一方、液性限界・塑性限界試験からは非塑性となり、細粒土といっても粘りがほとんどない材料であることがわかっている。標準貫入試験から求めたN値およびRIコーン貫入試験による q_1, U を図1に示す。N値と q_1 値を比較すると、両者から求められる地盤特性はほぼ一致し、深度1.5m~10mまでかなり緩い状態で存在していることが明らかとなった。採取試料はサンプリングした後、水抜きを行って凍結させた。

3. 室内試験方法

不攪乱試料と再構成試料について圧密排水三軸圧縮試験と繰返し非排水三軸試験を行った。再構成試料は、不攪乱試料の試験終了後の試料を回収して、不攪乱試料と同じ相対密度になるよう作製した。再構成試料の作製には空中落下法を用いている。供試体寸法は直径5cm、高さ10cmの円柱供試体である。供試体はCO₂、脱気水、バックプレッシャーにより飽和させ、飽和の確認の基準はB値0.95以上とした。不攪乱試料は凍結されているため、19.6kPaの低拘束圧下で半日かけて解凍し実験を行った。載荷周波数は0.1Hz、載荷方法は一定応力振幅である。

4. 室内試験結果および考察

圧密排水三軸圧縮試験の結果を図2に示す。内部摩擦角は不攪乱および再構成試料で違いはみられず、ともに38°~41°であった。また、粘着力はほぼ0であった。埋立地盤が若齢であることから土粒子骨格の構造があまり発達しておらず、不攪乱試料と再構成試料で強度特

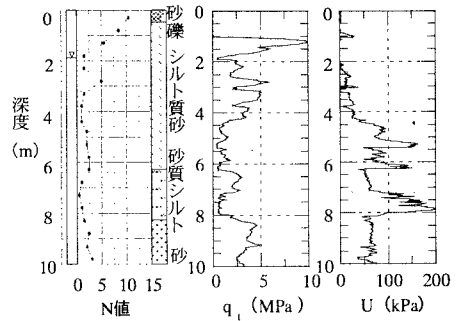


図1 柱状図、N値、コーンデータ

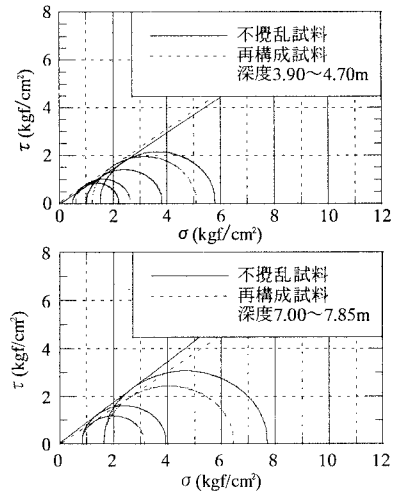


図2 静的三軸圧縮試験結果

性に差異が現れなかったと考えられる。

深度3.90~4.70 mからの供試体の繰返し非排水三軸圧縮試験の結果を図3に示す。軸差応力を受けたときの軸ひずみは、不攪乱試料では膨張側、再構成試料では圧縮側に大きく現れた。また、ひずみが現れはじめてから完全に大きなひずみに至るまで、不攪乱試料の方が時間を要する。間隙水圧比の結果から、不攪乱試料では軸差応力の除荷時に有効応力の回復がみられる。一方、再構成試料では1サイクル中の過剰間隙水圧比の変動が小さくひずみが急激に発現し、短時間で過剰間隙水圧比が1に達してしまうと考えられる。これらの挙動はいずれも、不攪乱試料の方が再構成試料に比べ、液状化により抵抗力をもつことを示していると考えられる。しかしながら、図4に示すDA 5%での液状化強度曲線から明らかなように、不攪乱試料と再構成試料での液状化強度の差は0.03程度であり、ほとんど差はないとみなしうる。

5. RIコーン貫入試験のデータとの比較

図5に相対密度および液状化強度比を比較した図を示す。相対密度は、Lancellottaの手法²⁾を用いて求めたものと、最大・最小密度試験から算出したものとを比較した。Lancellottaの手法は砂質地盤で適用される手法であるので、水圧が静水圧分布となる深度を灰色で示し、この部分でのみ検討した。Lancellottaの手法による相対密度の方がバラツキがなく、原位置の相対密度を表していると考えられる。液状化強度比は、Lancellottaの手法あるいは最大・最小密度から求めた相対密度に対して、時松・吉見の式³⁾を用いて求めた。また、不攪乱試料および再構成試料による室内繰返し三軸圧縮試験結果より求めた液状化強度も示した。この結果より、RIコーン貫入試験からの先端抵抗から推定した簡易的な液状化強度は、室内試験により求めた液状化強度によく一致していると言える。

6. 結論

不攪乱試料とRIコーン貫入試験によるデータを用いて原位置の液状化強度を推定することは、液状化するまでの様々な挙動の違いはあっても、本研究で対象としたような若齢の埋立地盤に対しては十分可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 山本祐司・森本巖・亀井祐聡・安田進・(2001): 鳥取県西部地震における埋立土の液状化, 第36回地盤工学研究発表会, pp.393-394.
- 2) Lancellotta, R. (1983): Analisi di Affidabilita in Ingegneria Geotecnica, Atti Istituto Scienza Costruzioni, No.625, Politecnico di Torino.
- 3) Tokimatsu, K. and Yoshimi, Y. (1983): Empirical correlation of soil liquefaction based on SPT N-value and fines content, Soils and Foundations, Vol.23, No.4, pp.56-73.

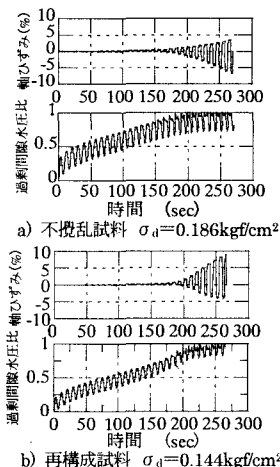


図3 繰返し非排水三軸圧縮試験結果
深度 3.90~4.70m 拘束圧 0.6kgf/cm²

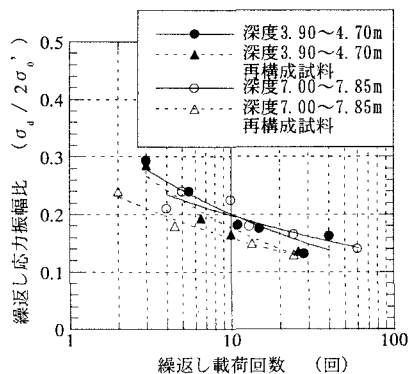


図4 液状化強度曲線

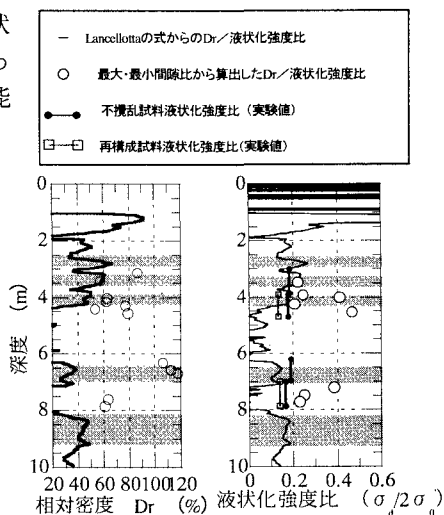


図5 RIコーン貫入試験のデータの利用