

III-165

不攪乱砂の非排水せん断挙動

東京大学大学院(現三井建設) 学生員 津田 和夏希
 東京大学工学部 正会員 石原 研而

1. はじめに

地震動等を受けた地盤が流動破壊を生じるのは、定常状態強度あるいは準定常状態強度がピーク強度よりも小さくなる収縮性挙動を示す場合だと考えられている。これまでの定常状態に関する研究は、実験室での再構成試料を用いたものが多かった。本研究では、主に実地盤から採取した不攪乱試料について実験を行って定常状態の特徴を調べるとともに、実験室での再構成試料の結果とも比較した。

2. 実験方法

試料は、過去に液状化の履歴をもつ川岸町、釧路、茂原、関宿の4つの現場から採取した。各試料の粒径加積曲線を図. 1 に示す。茂原砂の細粒分含有率が10%程度と大きいのが特徴的である。不攪乱試料はシンウォールチューブを用いたブロックサンプリングによって採取し、その後ドライアイスによって凍結させ持ち帰った。また同じ場所から、再構成試料のためのくずした土も持ち帰った。再構成試料は、漏斗から落下高さゼロで乾燥砂をゆるく堆積させる乾燥堆積法(Dry Deposition)、同様の方法を水中で行う水中堆積法(Water Sedimentation)、不攪乱試料と密度を合わせるため上記の2つの方法にそれぞれ振動を加える方法の計4つの異なる方法によって作製した。これらの試料を用いてひずみ制御の非排水三軸圧縮試験を行った。ひずみ速度は1 mm/minで、軸ひずみが25%以上になるまでせん断した。

3. 実験結果および考察

以下、4つの試料のうちの代表的な結果を示すが、特にことわらないかぎり他の試料についても同様の結果である。図. 2, 3 は釧路砂の不攪乱試料の実験結果で、それぞれ低拘束圧(有効拘束圧500kPa以下)、高拘束圧(有効拘束圧1MPa以上)のものである。初期有効拘束圧が小さいと膨張性挙動を示しており、軸ひずみが20%程度になると定常状態に達している。しかし、初期拘束圧が2MPa以上になると準定常状態をもつ収縮性挙動を示すようになる。ただし、釧路砂以外の不攪乱試料については、初期有効拘束圧を3.5MPaまで大きくしても膨張性挙動しか示さなかった。一般に、流動破壊が問題となる地盤の有効拘束圧はせいぜい数百kPaまでであるので、今回試料を採取した地点では流動破壊は起きないと判断できる。図. 4, 5, 6 はそれぞれ茂原砂の圧密後、準定常状態、定常状態における間隙比と平均有効応力の関係を示したものである。初期状態では、不攪乱試料は多少ばらついているが、乾燥堆積法や水中堆積法による試料よりも密な状態にあることがわかる。また、水中堆積法では乾燥堆積法とほぼ同じか少し密な供試体が作製されるようである。準定常状態、定常状態は多少ばらつきがあるものの、供試体作製方法によらずそれぞれ1本の曲線上に存在することがわかる。そのばらつきは初期拘束圧が大きくなるにつれて小さくなっているが、これは拘束圧が大きいと供試体の初期構造の違いの影響が消去されるためと考えられる。図. 7, 8 はそれぞれ川岸町砂の準定常状態、定常状態における平均有効応力と軸差応力の関係を示したものである。どちらも供試体作製方法によらず1本の直線上にのっており、それぞれの状態における内部摩擦角は一定で供試体の初期構造の影響を受けないことがわかる。

4. まとめ

今回採取した不攪乱試料はやや密な状態にあり、通常の拘束圧下では膨張性挙動を示した。また高い拘束圧の下では準定常状態、定常状態は試料の初期構造の影響をほとんど受けないといえそうである。

【参考文献】

Ishihara, K. (1993) : "Liquefaction and Flow Failure during Earthquakes," *Geotechnique* 43, No. 3, pp. 351-415

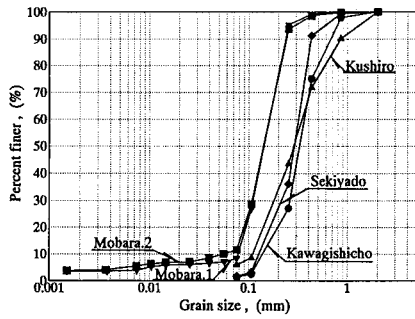


図. 1 粒径加積曲線

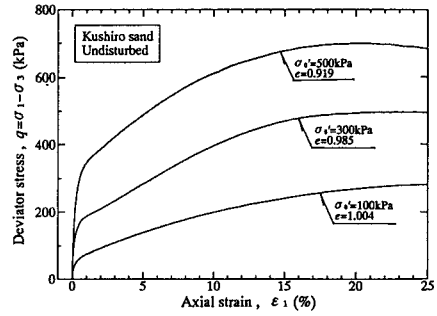


図. 2 鉋路不攪乱砂の応力-ひずみ曲線

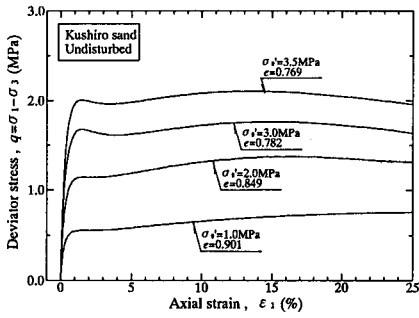


図. 3 鉋路不攪乱砂の応力-ひずみ曲線

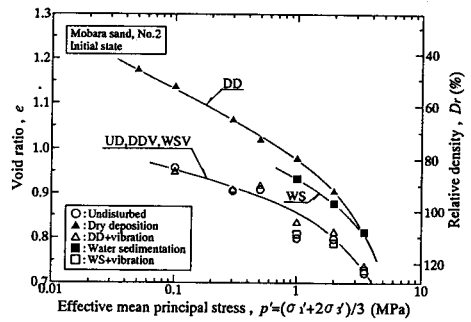


図. 4 茂原砂の圧密曲線

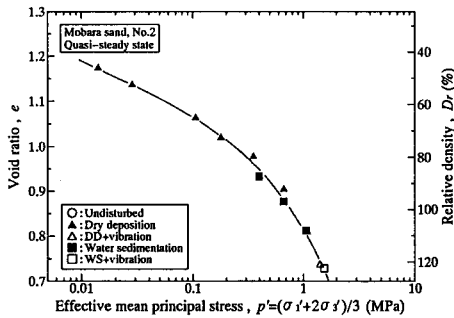


図. 5 茂原砂の準定常状態線

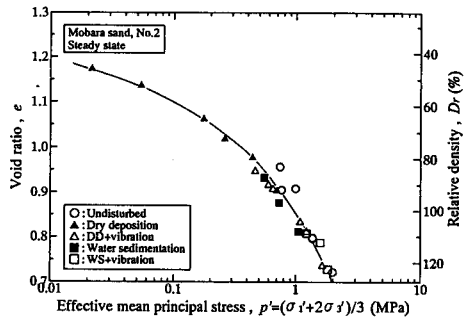


図. 6 茂原砂の定常状態線

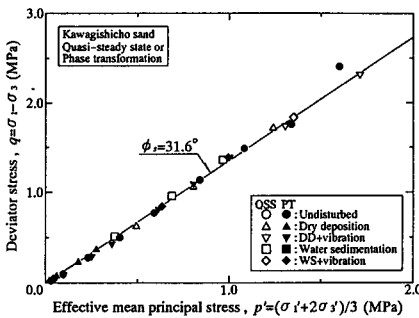


図. 7 川岸町砂の準定常状態における平均有効応力と軸差応力の関係

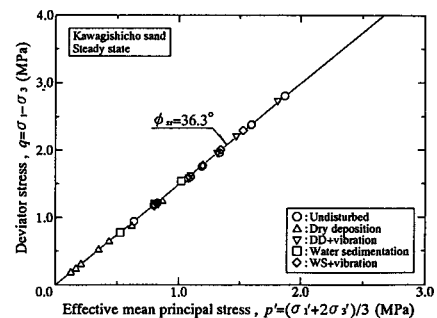


図. 8 川岸町砂の定常状態における平均有効応力と軸差応力の関係