

## 第Ⅲ部門

## 西大阪沖積砂の動的特性に関する実験的研究

京都大学大学院 学生会員 檀上航

京都大学大学院 正会員 三村衛, 肥後陽介, 矢野隆夫

## 1. はじめに

我が国では、地質年代の若い沖積砂層が様々な平野部に広く分布している。その沖積砂層の中には、地震による急激なせん断力や揺れによって液状化を引き起こす軟弱な地盤が多く存在している。本研究では、西大阪地域に広がる沖積砂層の動的特性、主として液状化強度を調査するために、大阪市都島区友洲町1丁目開発公園内からサンドサンプラーによる乱さない試料採取を行い、非排水繰返し三軸試験を行うことで動的特性について検討する。

## 2. ボーリング位置とデータ

本研究で実施した大阪市都島区における地盤調査位置、ボーリング柱状図と標準貫入試験の結果を図1に示す。表層から堆積する二層の上層は埋立層の粘土混じり砂、下層は沖積相当の粘土混じり砂であり、N値5以下の緩い地盤であることがわかる。

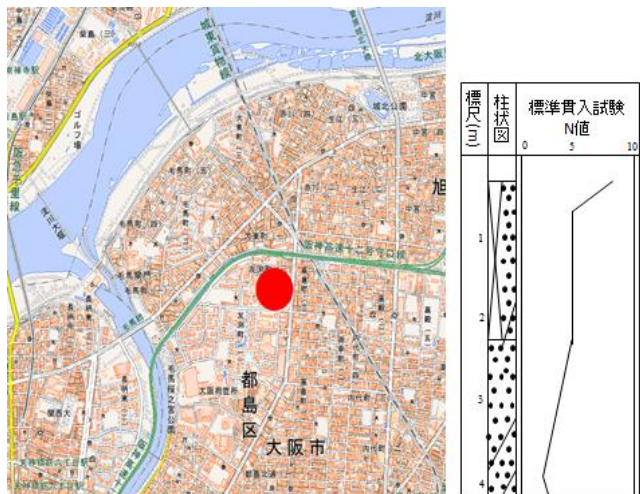


図1 調査位置（国土地理院地図）とボーリング柱状図

## 3. 沖積砂についての基礎実験結果

採取した沖積砂（以後都島砂と呼ぶ）を用いて土粒子密度試験を行い、 $\rho_s = 2.66 \text{ g/cm}^3$  が得られた。次に、粒径加積曲線を図2に示す。同図より、都島砂は細粒分含有率が31.7%であり、非常に細粒分の多い砂質土であること、また均等係数は255.7であり、

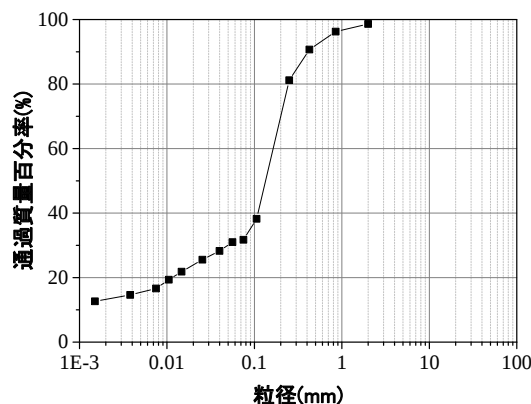


図2 粒径加積曲線

粗粒分から細粒分まで幅広い粒径を有する砂質土であることが分かる。この地点は上町台地の縁辺にあたり、沖積年代には海岸地形を有しており、海流による細砂が厚く堆積する環境であったことがわかっており<sup>1)</sup>、これと調和的な粒度特性を示している。

## 4. 繰返し非排水三軸試験

まず都島砂の非排水強度特性を把握するために、圧密非排水せん断試験を行った。砂試料は形状を維持するために採取後凍結させ、供試体に成形後拘束圧作用下で融解させた。有効拘束圧は40kPa、ひずみ速度は0.1%/minで軸ひずみ20%までせん断を行った。その結果、破壊応力比 $M_f$ は1.64、内部摩擦角 $\phi$ は40.1°であった。これらの結果を踏まえて、繰返し非排水三軸試験を行った。

供試体は、圧密非排水せん断試験時と同様、凍結砂をトリミングすることによって成形し、拘束圧作用下で融解、圧密させた。

繰返し非排水三軸試験における繰返し応力比を $\sigma_d/\sigma'_c = 0.201, 0.232, 0.280, 0.345$ に設定して実験を行った。試験結果の一例として $\sigma_d/\sigma'_c = 0.232$ の時の軸差応力-軸ひずみ関係と有効応力経路を図3-1と図3-2に示す。いずれの繰返し応力比でも、載荷を始めて伸張側のひずみが約7%までの時は圧縮側のひずみに比べて、伸張側のひずみが卓越する傾向を示したが、伸張側のひずみが約7%を超えると、圧縮

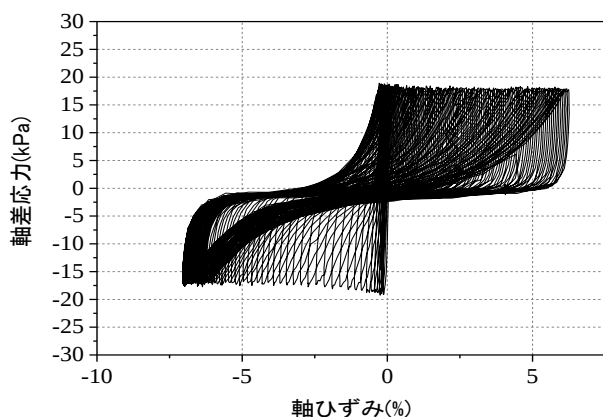


図 3-1 軸差応力-軸ひずみ関係

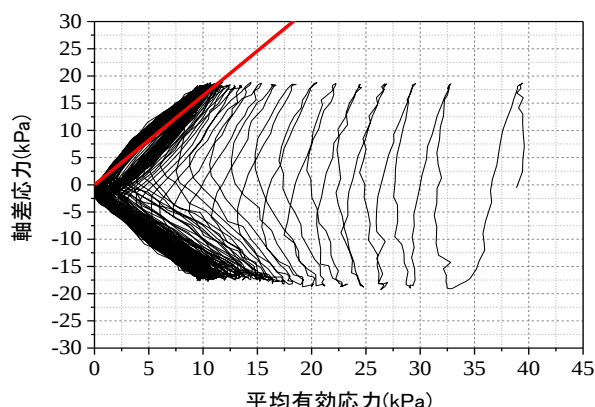


図 3-2 有効応力経路

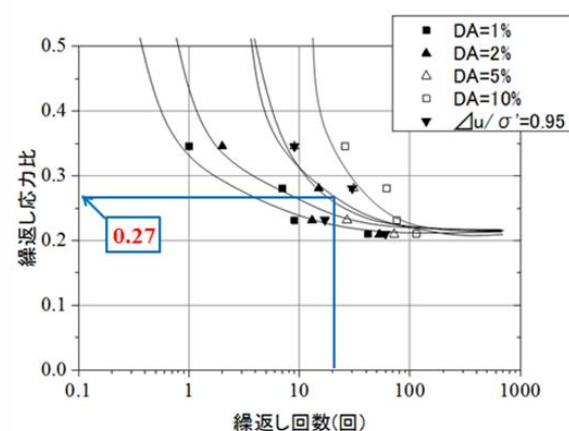


図 4 液状化強度曲線

側にひずむ速度がそれまでに比べて早くなる傾向にあった。

設定した繰返し応力比 4 パターンのデータから得られた液状化強度曲線の結果を図 4 に示す。図に示す DA 値はそれぞれの両端軸ひずみに至るまでの載荷回数を示す。液状化強度曲線より両端軸ひずみ 2% を超えたあたりからひずむ速度が徐々に早くなり、5% を超えると急激にひずむスピードが上がっていることが分かった。

液状化強度曲線における両端軸ひずみ 5% の曲線

(つまり DA=5% の曲線) と繰返し回数 20 回の交点の繰返し応力比が液状化強度比となる。都島砂の液状化強度比は  $R_{L20}=0.27$  となった。

ここで道路橋示方書の液状化強度判定簡易法<sup>2)</sup>を用いて、都島砂の液状化強度比を算出する。都島砂の代表値として N 値を 4、地下水面深度を 0.68m、代表湿潤密度を  $1.85\text{g/cm}^3$  を与えて計算すると、 $R_{L20}=0.26$  となり、実験値とほぼ同等の値が得られた。

## 5. 動的変形試験

動的変形試験は、様々な応力比で載荷を 11 回ずつ行う実験である。得られた結果を図 5 に示す。図は等価せん断剛性率  $G$  を初期等価せん断係数  $G_0$  で除したものと片振幅軸ひずみ  $\epsilon_a(\%)$  の関係と履歴減衰率  $h(\%)$  と  $\epsilon_a(\%)$  の関係を示したグラフである。載荷 11 回を行った中の 5 回目のデータだけを抽出し、プロットを行った。  $G/G_0$  は  $\epsilon_a$  が 0.01% を超えたあたりから減少し、1% あたりで一定値に収束した。  $h$  は最終的に 15% あたりに収束した。

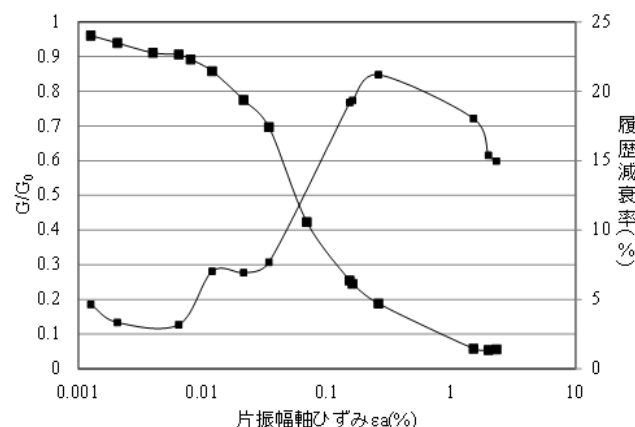


図 5 動的変形試験結果

## 6. まとめ

細粒分の多い砂質土である都島砂に対する繰返し非排水三軸試験より、液状化強度比は 0.27 と求められ、N 値ベースで求められる換算値と良い一致を示した。今後、西大阪地域内様々な地点における沖積砂層の液状化強度に基づくマイクロゾーニングを実施し、地域の液状化脆弱性の把握を行う予定である。本研究遂行に当たり、文部科学省地域防災技術開発支援プロジェクトの助成を受けた。謝意を表する。  
参考文献) 1) 趙哲済・松田順一郎：河内平野の古地理図，日本第四紀学会「大阪 100 万年の自然とくらし」，2003. 2) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2012.