

神戸空港浚渫・沖積粘土層のサンプリング・サウンディング試験結果

大阪市立大学大学院

○学 峯翔太郎 正 大島昭彦

神戸市

正 岡田広久 正 長谷川憲孝

基礎地盤コンサルタンツ(株)

正 久保田耕司 樋口祐介

1. はじめに

標準貫入試験は、原位置地盤の強さを直接測定するサウンディングと土試料を採取するサンプリングを同時に行うことができるため、最も一般的な地盤調査法となっている。しかし、沖積粘土層の N 値は 0~3 程度であり、地盤情報として非常に粗い。また、採取された試料は乱れが大きいため、力学試験用に別途サンプリングを行うのが通常である。そこで筆者らは、粘土のサンプリング方法として一般的に使われる水圧式サンプラーに定流量ポンプで清水を送り、サンプリング時における水圧と流量速度を測定することによって、サンプリングとサウンディングを同時に行うことができる新しい地盤調査法として SPS (Sampling Sounding) 試験の開発を行っている¹⁾³⁾。

本稿では、2013 年 10 月末に神戸空港島内の浚渫処分地 (約 30 万 m^2) のほぼ中央位置で浚渫粘土層と沖積粘土層を連続サンプリングした時の SPS 試験結果と採取試料による力学試験結果⁴⁾の比較を報告する。

2. SPS 試験の結果

SPS 試験は浚渫粘土層を対象に深度 2.7m から 18.0m まで 17 本 (連続で、採取長は 90cm)、沖積粘土層 (下部の砂層も含む) を対象に深度 21.5m から 46.4m まで 25 本 (1m 間隔で、採取長は 90cm) 実施した。ただし、深度 40.5~41.4m では粘土のサンプリングはできたが、機器の不良によって計測データが採取できなかった。

図-1, 2 にそれぞれ浚渫、沖積粘土層に対する SPS 試験で計測した流量速度 q と水圧 p を示す。 q は計測開始から約 10 秒で 6.5~7.0 l/min (貫入速度で約 22mm/sec) で一定となる。 p は基本的に単調に増加するが、土質の変化によって増減し、アウターチューブ解放孔から圧力水が排水させた時点 (40~43sec) で急激に減少する。この p と q から貫入抵抗 q_p と貫入量を算出し、 q_p の深度分布を求めた。さらに、サンプリング 1 本当たりの q_p を積分して貫入量で除して平均化した代表貫入抵抗 q_p^* を求めた (図-3, 5)。SPS 試験の方法と結果の整理方法の詳細は文献 1) を参照されたい。

3. SPS 試験と他試験との比較

図-3 に浚渫粘土層の SPS 試験結果を示す。 q_p 及び q_p^* は深度方向に漸増するが、深度 10, 14, 17m 前後での q_p の変動が大きい。深度 14, 17m は砂分混入による影響と考えられる (後述)。深度 9.9~10.8m のサンプリング (図の網掛け部) は 60cm ほど試料落ちがあり、粘土が採取できていないが、9.8m 付近に大きな礫が混入していたので、浚渫粘土に局所的に粗粒物が混入していたと推定される。逆に言えば、SPS 試験は局所的な土質変化を捉えることができると言える。

図-4 に浚渫粘土層の採取試料による物理、力学特性を示す。図(1)から、自然含水比 w_n は深度方向に減少しているが、上部は 150% 前後で液性限界 w_L を大きく上回っており超軟弱な状態にある。この浚渫粘土は 3 回に渡って埋立処分されたもので、図に示した①, ②, ③が一次、二次、三次浚渫粘土と推定される (詳細は文献 4) 参照)。三次、二次浚渫粘土は比較的均質であるが、一次浚渫粘土の深度 14, 17m 付近は砂分が混入して塑性が低い (図-3 の q_p の変動が大きい深

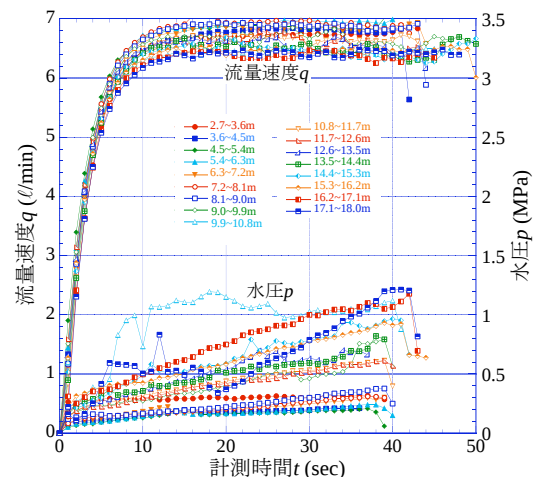


図-1 浚渫粘土層の水圧、流量速度の計測結果

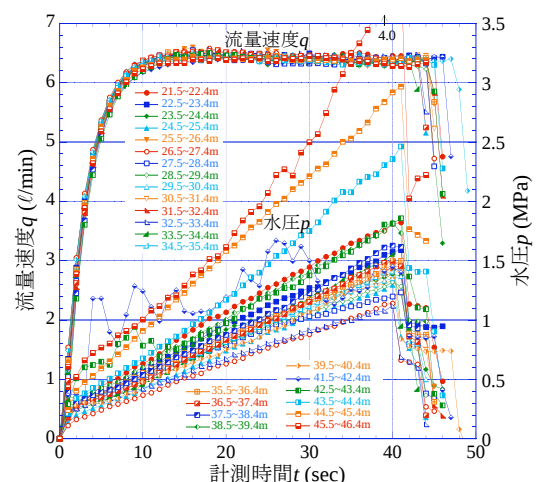


図-2 沖積粘土層の水圧、流量速度の計測結果

Key Words: 浚渫粘土, 沖積粘土, サンプリング, サウンディング, 水圧式サンプラー

〒558-5855 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

度に対応)。図(2)から、圧密降伏応力 p_c は深度方向に下に凸の曲線で増加しているが、有効土被り圧 p_0 よりも小さいため、未圧密の状態にあることがわかる。その傾向は一軸圧縮強さ q_u からも同様に見られる。

次に、図-5 に沖積粘土層の SPS 試験結果を示す。 q_p 及び q_p^* は上部でやや大きく、一旦減少した後、深度方向に漸増する。深度 42, 46m 前後で q_p の変動が大きいのは粗砂及びシルト質砂であるためである。

図-6 に沖積粘土層の採取試料による物理、力学特性を示す。図(1)から、深度 41m までは神戸地域特有の均質な粘土層と言える。図(2)から、 p_c は排水層に接する上・下面で大きく中央で小さい弓形分布となっており、埋立後の p_0 よりもかなり小さく、未圧密の状態にあることがわかる。その傾向はやはり一軸圧縮強さ q_u からも同様に見られる。

両粘土層の q_p^* の深度分布は、粗粒物が混入する深度を除けば、 p_c や q_u の分布と整合していると言える。

そこで、図-7 に代表貫入抵抗 q_p^* と力学試験による $q_u/2$, $p_c/3$ (粘土の非排水せん断強さに相当) の相関を示す。いくつか外れているプロットは粗粒物が混入している深度のものである。これらを除けば、浚渫、沖積粘土層ともに、線形関係が得られ、かつ $q_u/2$, $p_c/3$ の回帰式の傾きがほぼ同じとなった。また、この傾きの値は過去の測定地点²⁾ともほぼ整合した。

4. まとめ

今回、神戸空港島内の未圧密状態にある浚渫、沖積粘土層を対象に SPS 試験を行った。特に、浚渫粘土層のような超軟弱な地盤に対しても SPS 試験を実施できることがわかった。両粘土層に対する貫入抵抗と力学試験との相関も得ることができ、代表貫入抵抗 q_p^* から粘土の非排水せん断強さを推定することが可能と考えられる。

今後、さらにデータの蓄積を重ね、力学試験との相関性も図り、精度を高めていく予定である。

参考文献

- 1) 大島・他：水圧式サンプラーを用いたサウンディング試験結果の整理方法，第 46 回地盤工学研究発表会，No.40，2011。
- 2) 鈴木・他：水圧式サンプラーを用いたサウンディング試験の貫入抵抗と他試験との比較，土木学会第 66 回年次学術講演会，III-356，2011。
- 3) 峯・他：滋賀県守山市におけるサンプリング・サウンディング試験と沖積粘土層の性状，第 48 回地盤工学研究発表会，No.172，2013。
- 4) 岡田・他：神戸空港浚渫土処分地の浚渫粘土と沖積粘土の土質特性，第 49 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2014。

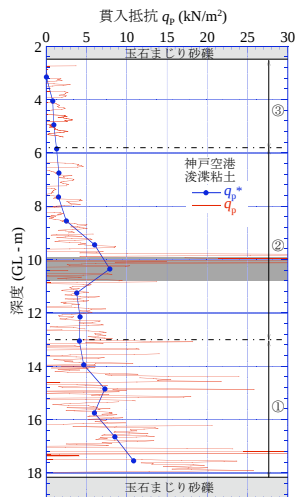


図-3 浚渫粘土層の SPS 試験結果

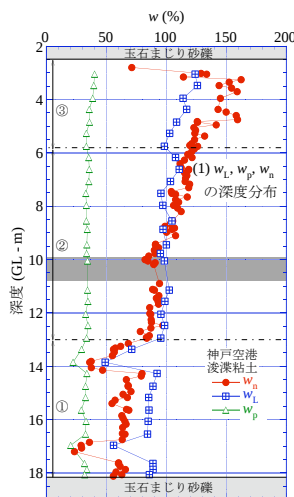


図-4 浚渫粘土層の物理、力学特性

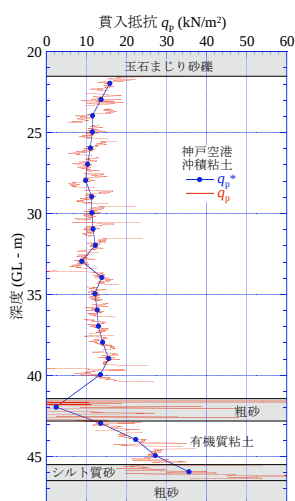


図-5 沖積粘土層の SPS 試験結果

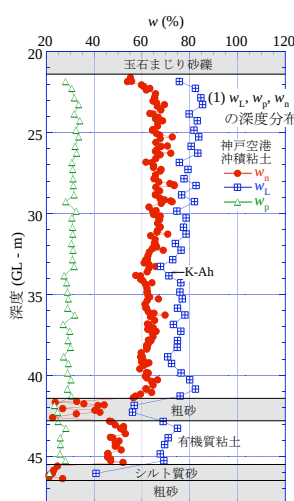


図-6 沖積粘土層の物理、力学特性

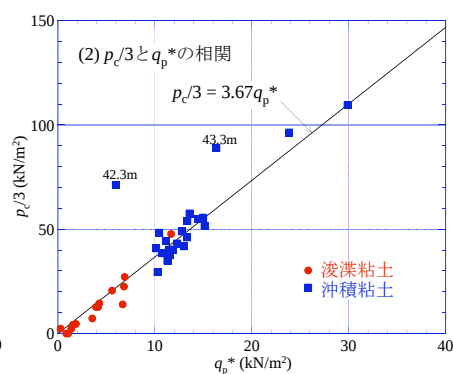
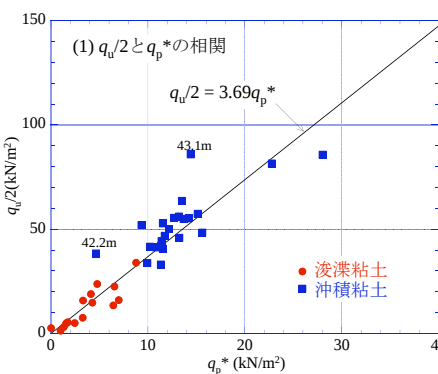


図-7 代表貫入抵抗 q_p^* と $q_u/2$, $p_c/3$ の相関関係