

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

大阪市立大学大学院

○学 鈴木達也 正 大島昭彦

基礎地盤コンサルタンツ(株)

正 和田昌大 正 柳浦良行

北海道大学大学院

正 田中洋行 学 金子広明

東亜建設工業(株)

正 平林 弘 正 松岡達也

1. はじめに

標準貫入試験は、原位置での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を用いて、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（仮称 SPS : Sampling Sounding）の開発を行っている^{1)~4)}。

本稿では、3 現場で実施した試験結果を新たな整理方法でまとめ、他の試験と比較した結果を報告する。

2. 試験方法

図-1 に試験装置の概要を示す。予めチューブヘッドより上部の管路を水で飽和し、定流量ポンプ（最大圧力 3.5MPa、流量速度 6L/min）で送水し、サンプリングチューブを地盤に静的に貫入する。その際の水圧と流量速度を電磁流量計で 1 秒毎に計測する。圧力水がアウターチューブ下部の解放孔より排水される時点で貫入終了となる。なお、チューブヘッドと固定ピストンのシール摩擦を補正するために、事前に空状態でサンプラーを押出した時の水圧（空作動時水圧）も測定した。

本研究で実施した地点は、大阪市西淀川区西島、北海道勇払郡厚真町、東大阪市松原南で（以下、西島、厚真、松原南と呼ぶ）、主に沖積粘土層を対象にそれぞれ 26 本、31 本、13 本をサンプリングした。

3. 計測結果と整理方法

図-2 に代表例として松原南での流量速度 q と水圧 p_m の計測結果を示す。図(1)の流量速度は、T-3 と T-10 で乱れがあるが（原因は不明）、全体的にはほぼ一定となっている。

図(2)の水圧は、沖積砂層である T-1、T-2、T-13 は変動が大きい、それら以外の沖積粘土層では単調に増加している。

流量速度 q を積算して流量を求め、それをチューブヘッド断面積（ピストンロッドを除く）で除して貫入量 h に換算する。次に、計測水圧 p_m から空作動時水圧 p_1 を差し引き、スイベルからボーリングロッド内の静水圧 p_2 を加え、補正

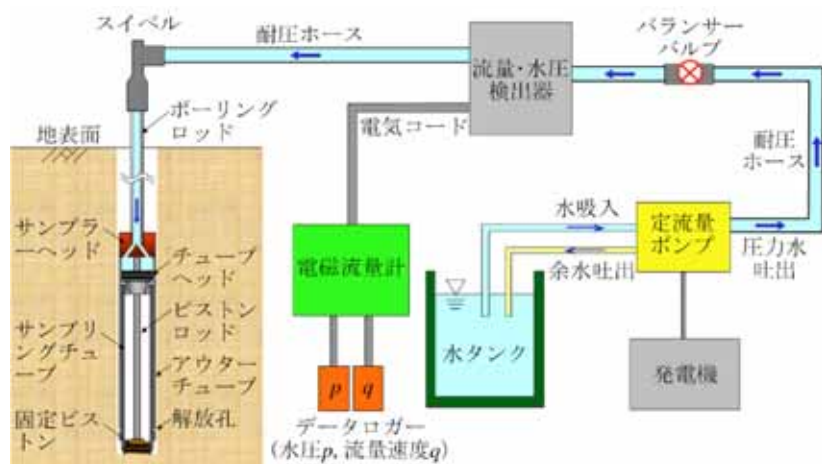


図-1 試験装置の概要

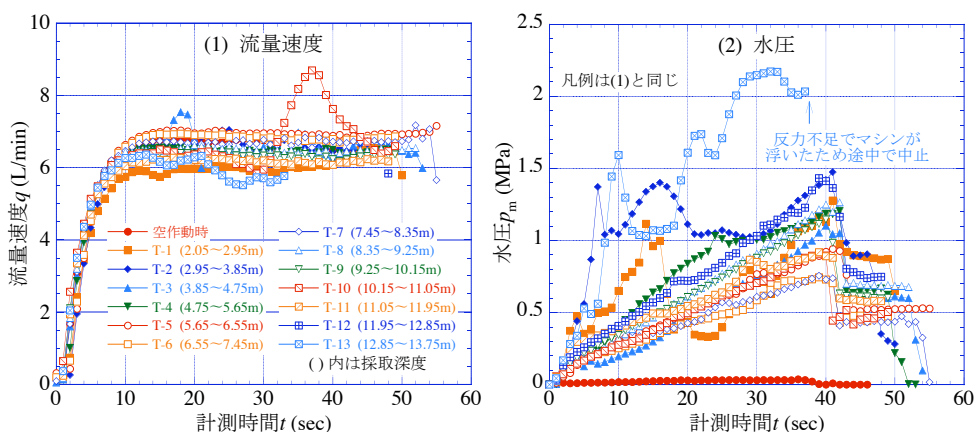
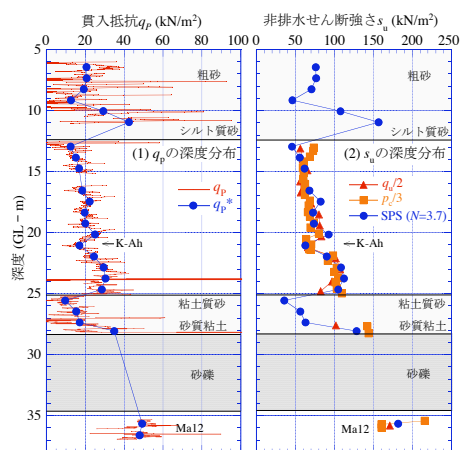
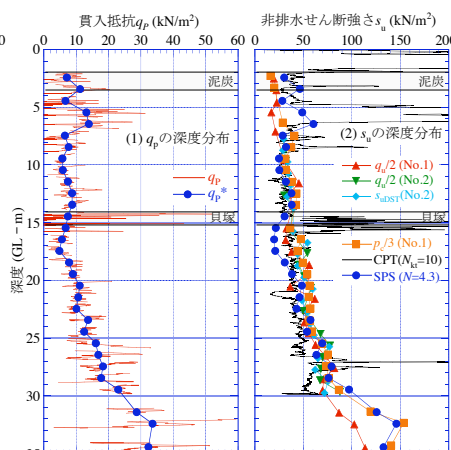
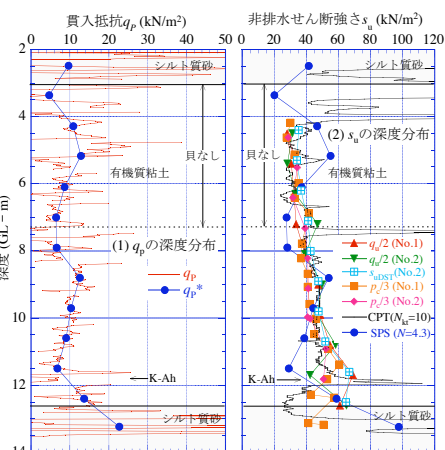
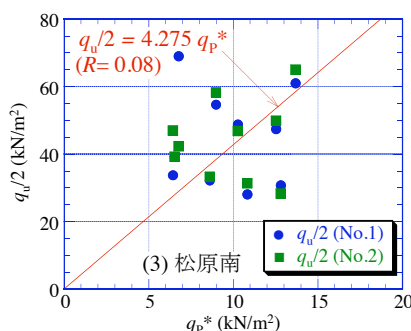
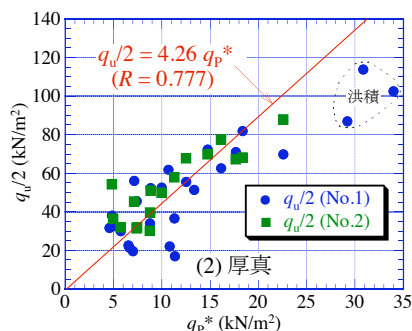
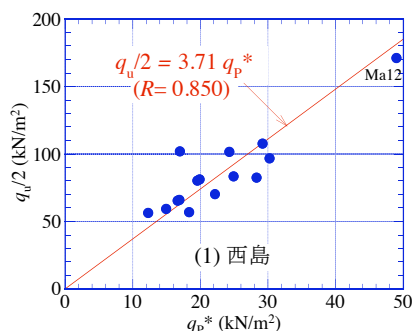


図-2 流量速度と水圧の計測結果（松原南）

Key Words: サウンディング, サンプリング, 水圧式サンプラー, 貫入抵抗, 沖積粘土層

〒558-8585 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

図-3 西島の q_p , s_u の深度分布図-4 厚真の q_p , s_u の深度分布図-5 松原南の q_p , s_u の深度分布図-6 各地点での代表貫入抵抗 q_p^* と $q_u/2$ の相関関係

水圧 $p (=p_m - p_1 + p_2)$ を求める。これにチューブヘッド断面積（ピストンロッドを除く）を乗じて貫入力 P を求め、深度方向の P の増分 ΔP をサンプリングチューブの周面積の増分 ΔA ($=$ (内周+外周)×貫入量増分 Δh) で除して貫入抵抗 q_p を求めた。 q_p の求め方の詳細は文献3)を参照されたい。

4. 貫入抵抗と他試験との比較

図-3～5 に3地点で得られた q_p の深度分布と非排水せん断強さ s_u の深度分布を示す。 q_p は土質変化などによって増減が激しい場合があるので、各ケースの 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●で図中に示している。また、 s_u は一軸圧縮試験による $q_u/2$ 、一面せん断試験による s_{uDST} 、圧密試験による $p/3$ (強度増加率 $s_u/p=1/3$)、コーン貫入試験 (CPT) による $(q_t - \sigma_{v0})/10$ (コーン係数 $N_{kt}=10$) および本試験 (SPS) による $N \cdot q_p^*$ (N は後述する相関式の係数) で示している。

図-3 の西島では、図(1)の q_p は深度 5～12m および 25～28m の砂質土で変化が大きい、深度 12～25m の沖積粘土層では q_p^* は深度方向に単調に増加している。図(2)の s_u から、 q_p^* と土質試験結果との整合性が確認できる。なお、西島では洪積粘土 Ma12 層でも本試験を2本行ったが、 q_p^* は明らかに大きくなっており、 s_u とも整合している。

図-4 の厚真では、深度 2～3m の泥炭層を含んで粘性土が厚く堆積しており、図(1)の q_p^* は深度方向に単調に増加している。ただし、深度 14～15m 付近に貝密集帯 (貝塚) があり、地中の異物によって、 q_p が激しく増減している。図(2)の s_u から、 q_p^* と土質試験結果および CPT 結果とよく整合している。

図-5 の松原南では、図(1)の q_p^* は西島や厚真に比べて大きく増減している。図(2)の s_u から、 q_p^* は深度 5m 前後が大きく、11.5m 付近で小さいため、土質試験結果および CPT 結果との整合性はやや低い。深度 4～7m の有機質粘土 (貝なし部) は、海成粘土 Ma13 層の上に旧河川の氾濫により堆積したもので、他に比べて整合性が低い。

図-6 に3地点での q_p^* と $q_u/2$ の相関関係 (回帰式) を示す。図-3～5 で示した SPS の s_u はこの回帰式による係数 N を用いて換算している。西島、厚真では相関性が高く、 q_p^* から $s_u = q_u/2$ を推定できることがわかる。ただし、松原南ではバラツキが大きく相関性が低い。今後、さらにデータを蓄積して、相関性を見出していきたい。

参考文献

- 1) 松村, 他: 水圧式サンプラーを利用したサウンディング試験の開発, 土木学会第64回年次学術講演会, III-185, 2009.
- 2) 入口, 他: 水圧式サンプラーを利用したサウンディング試験の開発(第2報), 第45回地盤工学研究発表会, No.22, 2010.
- 3) 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(投稿中), 2011.
- 4) 大島, 他: 水圧式サンプラーを用いたサウンディング試験と他の試験の比較, 第46回地盤工学研究発表会(投稿中), 2011.