

SWS 試験孔から採取した土質試料の細粒分含有率の比較

正 ○ 須々田幸治 1*
正 高田 徹 2*
正 平出 務 3*

小規模建築物 地盤調査 SWS
細粒分含有率 三成分コーン貫入試験 土質判別

1. はじめに

戸建住宅の地盤調査では、スウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS）が簡便に地盤支持力などの評価ができることから広く利用されているが、土質判別が不得手で圧密沈下や液状化抵抗を正確に判断できない。そのため、標準貫入試験（SPT）や土質試験を別途実施する必要があるが、コスト面で敬遠されやすい。また小規模建築物基礎設計指針で推奨されている液状化の簡易判定法¹⁾を用いるには、土質試料の採取を別途行わない限りこの判定法は利用できない。

以上より、SWS だけで液状化判定に対応しようとする、SWS 試験孔で簡単に土質試料を採取する技術開発が必要といえる。そこで本稿では、SWS 孔を用いた簡易な試料採取方法と無水式土壌調査機を用いたボーリング孔で採取した試料（以下、無水サンプリング試料）の差異を比較してみた。また、三成分コーン貫入試験（CPT）も併せて実施した。

2. 調査概要

今回の調査は、茨城県神栖市内の 3 箇所で行った。表 1 には、各調査地の位置および試験内容、試料採取の箇所数は表 1 に示した。試料採取箇所毎に無水サンプリング試料と SWS 孔の上部から採取した試料と SWS 孔の下部から採取した 3 試料で粒度試験を行った。

今回の調査地点の No1, No3 の周辺では、東北地方太平洋沖地震による地盤の液状化により家屋など構造物に被害が生じた。一方、No2 の近傍では液状化の報告はなく現地周辺でも補修跡等も見当たらなかった。地形条件を土地条件図から調べると 3 地点ともに沖積低地上にあり、No1, No3 は、盛土地で水深の浅い潟を宅地化した地域である。No. 2 は海岸低地に広がる水田上の盛土地である。

表 1 試験内容

| No | 調査地点 | 調査深度 (m) | | | 試料採取箇所 |
|----|-------|----------|-------|-------|--------|
| | | Bor | CPT | SWS | |
| 1 | 神栖市掘割 | 15.00 | 14.35 | 15.00 | 10 |
| 2 | 神栖市芝崎 | 15.00 | 4.35 | 7.14 | 8 |
| 3 | 神栖市平泉 | - | 5.88 | 8.25 | 4 |

3. 調査方法と土質データの整理手法

SWS は、自動式試験機を用いて貫入困難になる深度ま

で計測した。写真 1 に試料採取サンプラーを示す。このサンプラーは、採取予定の深度でサンプラーを回転させることでサンプラーの扉が開閉し、土の採取ができる。

孔の上から試料採取する場合は、SWS 後の孔を用いて上から順に表 2 に示す深度で土の採取を行った。孔の下から試料採取する場合は、1m 程度離れた位置で SWS を行い孔の上から採取した同一深度で試料採取を行った。ボーリング孔からの試料採取はスリーブ内蔵二重管サンプラーによって全深度で行った。

粒度特性を求めるために、SWS 孔から採取した試料と無水サンプリング試料から土の粒度試験（JIS A 1204）を行い、細粒分含有率 F_c を求めた。

CPT は、先端抵抗、周面摩擦、間隙水圧が電氣的に測定可能なコーンを用いてコーンを一定速度（20 mm/s）で地盤に貫入させる試験法である。CPT 結果から土質判別や土質定数を推定する手法が幾つか提案されている²⁾。ここでは、Robertson が提案した土質分類指数 I_c と粒度試験結果から得られた推定式³⁾により F_c を推定した。

$$F_c = I_c^{4.2} \dots\dots\dots (1)$$

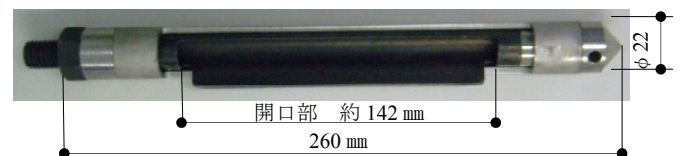


写真 1 SWS 試験用サンプラー

表 2 試料採取位置

| No | 調査地点 | 採取深度 (GL- m) | | | | |
|----|-------|--------------|------|------|------|------|
| | | 0.75 | 1.25 | 2.25 | 3.25 | 3.75 |
| 1 | 神栖市掘割 | 4.50 | 5.25 | 6.25 | 7.25 | 8.50 |
| | | 0.70 | 1.10 | 1.50 | 2.00 | 2.30 |
| 2 | 神栖市芝崎 | 2.80 | 3.15 | 3.80 | | |
| | | 1.30 | 2.30 | 3.30 | 4.20 | |
| 3 | 神栖市平泉 | | | | | |
| | | | | | | |

4. 結果と考察

図 1 に SWS 孔の上から採取した試料の F_c との下から採取した試料の F_c を 1 : 1 スケールで示した。バラツキが見られ、上から順に採取した場合の F_c と下から順に採取した F_c の差の標準偏差は $\sigma=9.7$ を示した。図 2 には、標準偏差より大きな差を示す点（図 1 赤色の印）を除外し、無水サンプリング試料の F_c と比較した。

無水サンプリング試料との F_c の差は、バラツキが小さく標準偏差は $\sigma=3.9$ であった。

図 1 で結果にバラツキが生じる原因として、今回の調査では、中間部に締まった土が狭在したためサンプラーを挿入する時に大きな抵抗が生じた。この時、サンプラー内に土が流入することがあり、 F_c に大きな差が生じ、サンプリングの信頼性を欠く結果となった。また、図 3 に同一深度の粒径加積曲線を示した。ボ無水サンプリング試料には礫分や粗砂分を混入するが、今回用いた SWS 孔から試料採取するような小型のサンプラーには礫分の混入が少なかったことが F_c の値に差が生じた。

図 4 には、No1 地点での F_c の深度分布をボーリング結果、SWS 結果及び CPT 結果と合わせて示した。-4.0m 以深に分布する砂混じりシルト層で、 F_c の差が大きくなっているのが分かる。また当該地の埋土が調査地点で土質の変化が激しく、土質試験から得られた F_c との差が大きいが、昨年調査した CPT 結果とは近い値を示している。

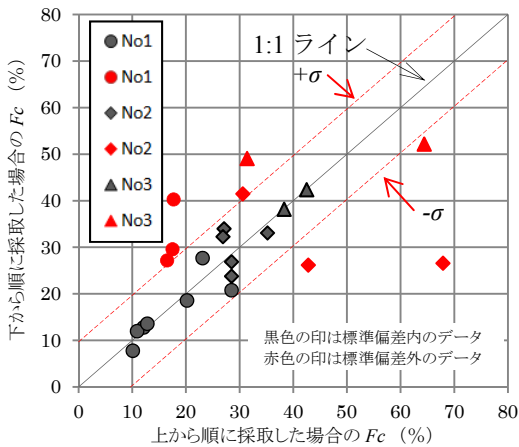


図1 採取方向の違いによる F_c の比較

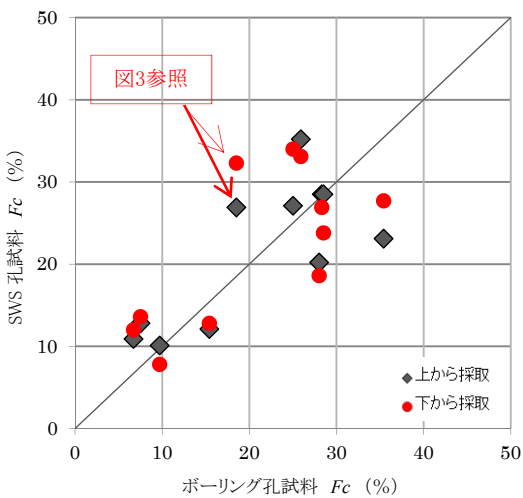


図2 ボーリン孔試料と SWS 孔試料の F_c の比較

5. まとめ

SWS 孔で試料を採取した場合、上から採取した場合でも下から採取した場合でも F_c 違いは生じないことが分かった。しかし、今回の調査ではサンプラーの挿入時に大きな抵抗力が生じた場合にはサンプラー内に異なる深度の土が流入することがあり、 F_c に大きな違いを生じた。

また、当該地の埋土のように土質の変化に富む地盤では、粒度特性の正確な把握には平面的に試験数を増やし、精度を上げることが必要である。また、ボーリングによる連続サンプリングや CPT による連続的のデータを加えることで信頼性が向上させる必要がある。

参考文献

- 1) 日本建築学会編：小規模建築物基礎設計指針，日本建築学会，pp. 89-90，2008.
- 2) 實松俊明，鈴木康嗣：コーン貫入試験結果と地盤物性との関係(その 1 土質判別と標準貫入試験の N 値の評価)，第 40 回地盤工学研究発表講演集，pp. 59-60，2005.
- 3) 須々田他：小規模建築物を対象とした液化判定のための比較実験(その 1)，日本建築学会大会学術講演便覧集，pp. 603-604，2012

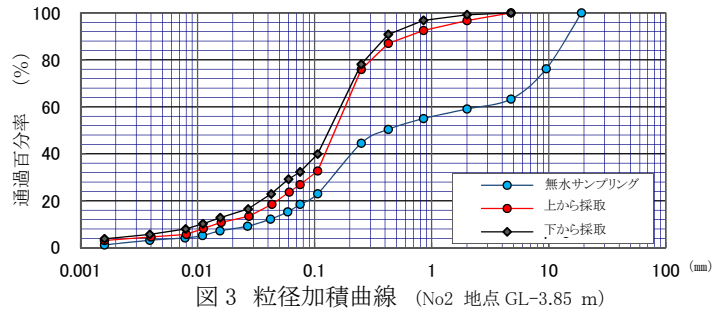


図3 粒径加積曲線 (No2 地点 GL-3.85 m)

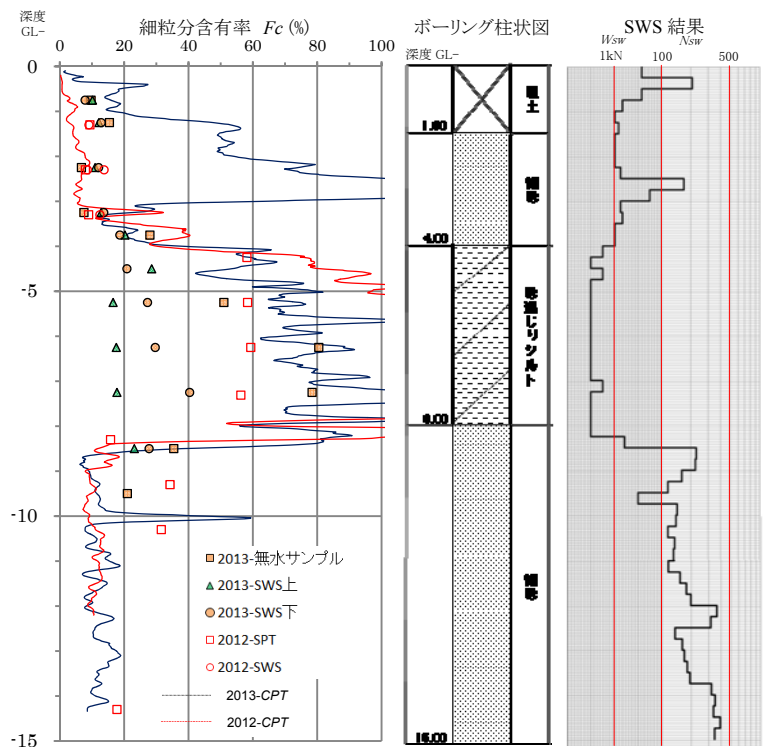


図4 F_c の深度分布

*1 アースリレーションズ
*2 設計室ソイル
*3 建築研究所

*1 Earth Relations
*2 Soil Design
*3 Building Research Institute