

小規模建築物を対象とした液状化判定のための比較実験 (その1 土質判別)

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
液状化判定 CPT 粒度

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 (SWS) が簡便かつ低コストで地盤支持力などの評価が可能なることから広く利用されているが、地層判別が不得手でそのままでは圧密沈下や液状化抵抗を正確に判断することができない。そのため正確に判断する場合には、標準貫入試験 (SPT) や土質試験の実施が望ましいが、コスト面で敬遠されているのが現状である。

ここでは、SWS の結果に SWS 孔を用いた試料採取と地下水水位計測を追加することによる液状化判定の可能性を三成分コーン貫入試験 (CPT), SPT との比較を試みた。本稿その 1 では、土質 (粒度) の比較を、その 2¹⁾では液状化判定結果について報告する。

2. 調査概要

図 1 には今回の調査地点の位置、表 1 に調査地点毎の調査内容を示した。今回の調査地点の近傍では、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。地形条件を土地条件図のから調べると 4 地点ともに沖積低地上にあり、No.1, No.2, No.5 は、盛土地で水深の浅い潟を宅地化した地域である。No.3 は海岸低地を盛土した宅地、No.4 は砂丘~砂堆の住宅地であり、現状は公園、空き地やおよび資材置き場である。



図 1 調査地点

表 1 試験内容

試験位置	No	調査深度 m		粒度試験	
		CPT	SWS	細粒分	粒度
神栖市掘割 2-7	1	12.13	12.50	2	2
	2	12.42	12.50	3	0
潮来市あやめ 2-21	3	8.90	6.00	2	0
神栖市太田新田 5-1	4	5.64	6.00	2	2
潮来市日の出 5 丁目	5	16.38	16.50	2	1

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。その後、SWS 孔に試料採取用のサンプラー (写真 1) を挿入して土の採取を行った。当サンプラーは、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。当調査によると、1 回の土の採取重量は 40~73 g (平均 60 g) であった。

粒度特性を求めるために、SWS 孔とボーリング孔から採取した土に、土の細粒分含有率試験 (JIS A 1223) および土の粒度試験 (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。

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

地下水水位の測定は、CPT だと間隙水圧計の挙動により推測できるが、本調査では確認も踏まえて、SWS と同様、試験孔に測定用のメジャーテープを挿入して測定した。なお、SWS 孔では孔の崩壊等で測定できない地点が 2 箇所あった。

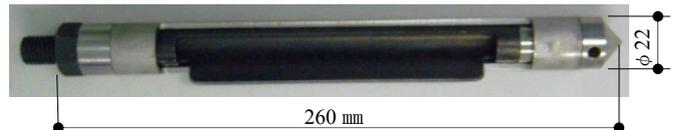


写真 1 SWS 試験用サンプラー

4. 結果と考察

1) 土質試験結果と CPT による F_c の比較

図 2 に各結果で得られた F_c の深度分布の比較を示す。図より No.4 を除く No.1, 3, 5 で部分的に CPT 結果から推定した F_c と実測値に大きな差異が生じていた。これは、推定式本来の精度上の問題があるが、その他、No.3 の深度 1-4 m 付近に見られるような砂層と粘土層が薄層かつ互層状を呈していると差異の要因に繋がりと考える。

2) サンプリング方法の違いによる試験結果の影響

図 4 は、No.1 地点で実施した SWS 孔およびボーリング

孔で採取した試料の粒径加積曲線である。SWS 孔を利用した試料は、孔壁を剥ぎ取る採取方法であることと、1 回に採取できる土の重量は平均で 60 g 程度と少ないことから 1 回と 2 回採取など各試験結果を比較してみたが、粒度分布に大きな差は見られなかった。ただし、図 5 に見られるように各調査地点の F_c を比較したところ、差が大きくなる地点も見られた。これは図 2 で示した両者の整合性からすると、両試験の調査位置での地盤のばらつきや互層状になる複雑な地質構成が要因と考える。

3) 調査方法毎の土質判別の比較

表 2 は調査方法毎の土質判別の比較を行った。No.5 を除くと土質試験、現場判断の土質判別と CPT による土質分類に大きな違いはなかった。なお No.5 地点は、干拓された土地であるため水平方向で土質状況が大きく変化することが一要因と考える。

5. おわりに

本稿では、SWS 孔で採取した試料で測定した F_c と他の調査方法で求めた F_c を比較した。その結果、土の採取方法の違いや採取量が少なくても、 F_c や粒度特性の結果に影響を及ぼすことが少ないことが分かった。しかし、薄

層状に土質が変化する地層構成などでは差が生じ、採取箇所数や採取量について検討が必要と考える。また CPT 結果で推定した F_c については、継続してデータの収集を行うことで、精度を上げることが可能だと考える。

<謝辞>本稿作成にあたり、調査地点のボーリング調査結果、土質試験結果について、茨城県及び国土交通省 H23 年度建築基準整備促進事業「住宅の液状化に関する情報の表示に係る基準の整備に資する検討」(委員長:時松孝次東京工業大学教授,事業主体:東京ソイルリサーチ)の成果の一部としてデータを提供いただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 高田他: 小規模建築物を対象とした液状化判定のための比較実験(その 2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2012(投稿中).
- 2) 地盤工学会編: 地盤調査の方法と解説, 2004. 6
- 3) 實松他: 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会, 2005. 7

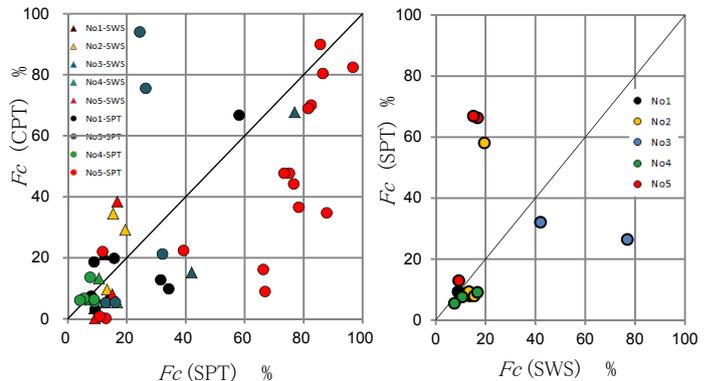


図 3 F_c の比較 (土質試験と CPT) 図 5 F_c の比較 (SPT と SWS)

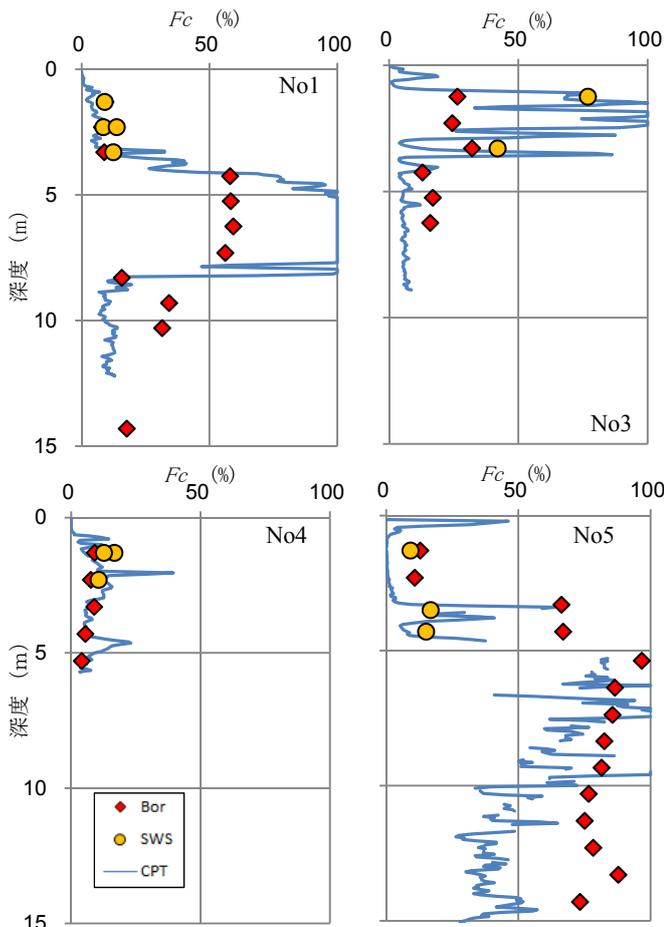


図 2 F_c の深度分布

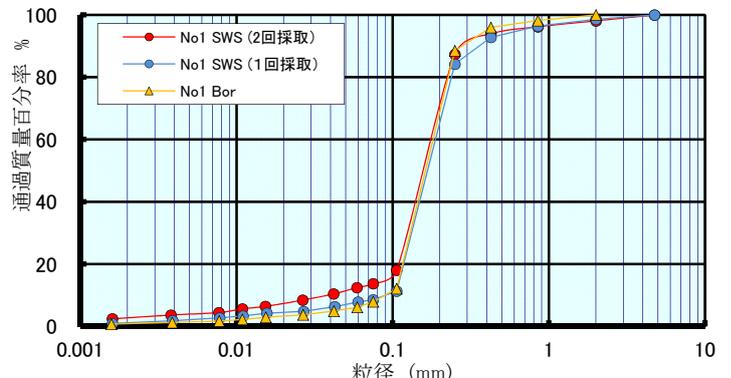


図 4 粒径加積曲線

表 2 土質判別

No	深度 m	土質試験 (SWS) 分類名	SWS (現場) 土質名	ボーリング 土質柱状図	土質試験 (SPT) 分類名	CPT 土質分類
1	1.30	Cm	砂質土	理土(細砂)	S-F	礫質土
	2.30	S-F	砂質土	理土(細砂)	S-F	砂へシルト質砂
	3.30	Cm	砂質土	理土(細砂)	S-F	砂へシルト質砂
2	1.30	Cm	砂質土	-	-	砂へシルト質砂
	2.30	Cm	砂質土	-	-	シルト質砂へ砂質シルト
	4.30	Cm	砂質土	-	-	砂へシルト質砂
3	1.25	Fm	粘性土	シルト質細砂	SF	シルト質砂へ砂質シルト
	3.30	Fm	砂質土	シルト質細砂	SF	砂へシルト質砂
	1.30	S-F	砂質土	理土(細砂)	S-F	砂へシルト質砂
4	2.30	Cm	砂質土	理土(細砂)	S-F	砂へシルト質砂
	4.30	Cm	砂質土	砂礫	SG-F	砂へシルト質砂
	1.30	Cm	砂質土	細砂	S-F	礫質土
5	3.50	Cm	粘性土	砂質シルト	FS	シルト質砂へ砂質シルト
	4.30	SF	砂質土	砂質シルト	FS	砂へシルト質砂

Cm: 粗粒土, Fm: 細粒分, S-F: 細粒分まじり砂, SF: 細粒分質砂,
FS: 砂質細粒分, SG-F: 細粒分まじり礫質砂

*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