

戸建住宅を対象とした粘性土の基礎地盤に対する力学的特性と沈下の予測

東洋大学大学院 学生会員 ○廣瀬 寛・東洋大学 非会員 柳 裕斗
ポラス暮らし科学研究所 非会員 菊地康明・東洋大学 F 会員 石田哲朗

1. はじめに

近年、戸建住宅の液状化対策が注目されているが、地盤調査の情報不足による基礎の不具合も未だ問題となっている。その原因の一つに軟弱地盤上に建築した住宅の沈下問題がある。我が国は傾斜地や軟弱地盤が多く存在し、新たな宅地造成などの住宅事情に伴い、劣悪な軟弱地盤上であっても宅地として利用しなければならない場合が少なくない。また、戸建住宅の地盤調査に十分な費用を充てにくい現状もある。

そこで本研究では、戸建住宅を建築する浅部の自然堆積地盤の沖積層を対象に、安価で簡便な力学的特性、沈下特性の推定式を提案する。軟弱地盤を対象にした現場で、不攪乱試料のサンプリングを実施し、その室内土質試験結果から力学的特性、沈下特性の推定方法を検討およびSWS試験結果から沈下特性の推定方法の検討をした。

2. 試料採取

図-1 に示した関東平野における深度 1.2～1.7 m に自然堆積する浅部の粘性土を対象に 27 現場 62 試料を採取した。スウェーデン式サウンディング試験はその内の 22 現場で実施した。試料採取方法は、ハンドオーガー調査孔を利用し、所定の深度まで掘削した後、鉛直に貫入できるように専用の固定治具を用いて長さ 50 cm、内径 7.5 cm のシンウォールサンプラーを錘の自重によ

り静的貫入させる方法を用いた (図-2)。サンプラーから油圧ジャッキ式の引き抜き機を用いて試料を取り出し、各試験の規定の寸法に合わせ切り出し、供試体の成形を行う。

3. 地盤概要

埼玉県南東部周辺は沖積平野となっており、構成する地層は主に砂層と粘性土層の互層で構成されている。そのため、工学的に問題の多い軟弱地盤を形成し、層厚が最大約 40 m に達する地域も存在する。

沖積粘性土及び関東ロームそれぞれの物理的特性を表-1 に示す。表から沖積粘性土と関東ロームには数値に大きな違いがある。そのため、沖積粘性土と関東ロームは物理的特性と力学的特性の関係性を見る場合には別の傾向があると考えべきである。また、今回使用した試料は、CH、CL、VH₂に分類された。試験結果からCH、CL は同様の傾向であるため、同じプロット記号 (○) で示す。

表-1 試料土の物理的特性

土の分類		沖積粘性土	関東ローム
土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.41 ~ 2.73	2.4 ~ 2.7
自然含水比	w_n (%)	33.8 ~ 100.3	60.4 ~ 162.4
湿潤密度	ρ_t (g/cm ³)	1.22 ~ 1.76	1.0 ~ 1.6
液性限界	w_L (%)	41.6 ~ 115.4	107.3 ~ 181.8
塑性限界	w_p (%)	20.7 ~ 44.7	29.3 ~ 83.4

4. 試験結果

4-1 物理的特性と圧縮指数の関係

図-3 には沖積粘性土と関東ロームそれぞれの自然含水比 w_n と圧縮指数 C_c の関係を示す。実線は試験結果より得られた自然含水比 $w_n > 120\%$ における関係式「 $C_c = 0.012w_n - 0.175$ 」、破線は既存の推定式である「 $C_c = 0.01w_n^1$ 」を示す。沖積粘性土においては自然含水比が増加すると圧縮指数も増加する傾向にある。関係式から大きくずれているものはなく直線的な関係があると考えられる。一方、関東ロームにおいては特に、自然含水比 $w_n > 120\%$ の結果のばらつきが大きくなってい

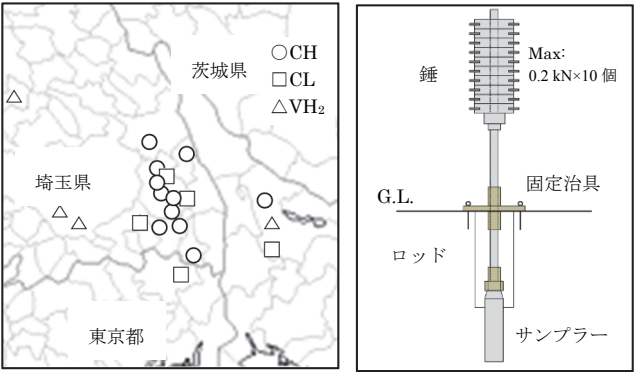


図-1 試料採取現場

図-2 サンプリング概要図

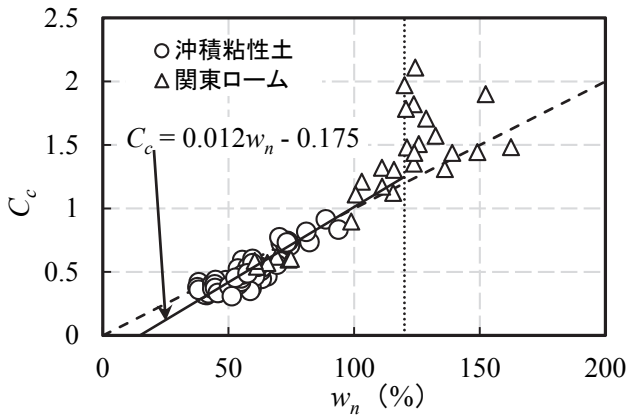


図-3 自然含水比と圧縮指数の関係

ることがわかる。しかし、自然含水比 $w_n < 120\%$ では沖積粘性土と同様な傾向を示している。また、自然含水比 $w_n < 120\%$ では「 $C_c = 0.012w_n - 0.175$ 」という関係があり、相関係数も $r = 0.95$ と精度の高い値が得られた。以上のことから、自然含水比が $w_n < 120\%$ であれば自然含水比から圧縮指数の値が推定できる。

図-4 には沖積粘性土及び関東ロームにおける初期間隙比 e_0 と圧縮指数 C_c の関係を示す。実線は試験結果から得られた沖積粘性土における初期間隙比 e_0 と圧縮指数 C_c の関係式「 $C_c = 0.43e_0 - 0.1$ 」、破線は有明粘土における既存の推定式「 $C_c = 0.49e_0 - 0.41$ 」、赤線は住宅の品質確保の促進等に関する法律に規定された基準である。ここでは、建築物の沈下傾斜により基礎や外壁などに悪影響を及ぼす可能性がある $4/1000$ とした³⁾。沖積粘性土、関東ロームどちらの関係においても同様な傾向が見られる。その関係から「 $C_c = 0.43e_0 - 0.1$ 」という関係式を得られた。また、この式の相関係数は $r = 0.97$ と非常によい相関性があると考えられる。また、初期間隙比 $e_0 = 3$ 前後から赤線を上回っている点があり基準を超えてしまう危険性がある。そのため、初期間隙比 $e_0 = 3$ 前後及びそれを越えるものに関しては慎重に検討すべきである。以上のことから初期間隙比 e_0 から圧縮指数 C_c を推定する際には、初期間隙比 $e_0 > 3$ の場合には、今回の試験結果から得られた推定式「 $C_c = 0.43e_0 - 0.1$ 」を用いることで精度の高い圧縮指数が得られる。

4-2 SWS 試験結果と沈下特性の関係

図-5 は SWS 試験結果から「 $q_u = 45W_{sw} + 0.75N_{sw}$ ⁴⁾」を用いて求めた沈下量と圧密試験結果から求めた沈下量の関係を示す。この関係から、粘性土においては $1:1$ の線に近似する結果となった。そのため、粘性土においては SWS 試験結果から沈下量の予測が可能である。一

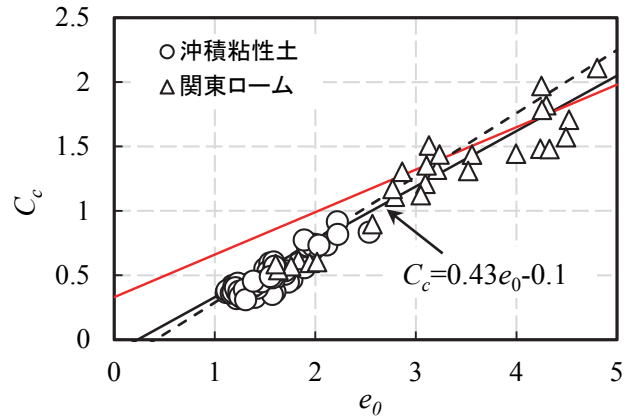


図-4 初期間隙比と圧縮指数の関係

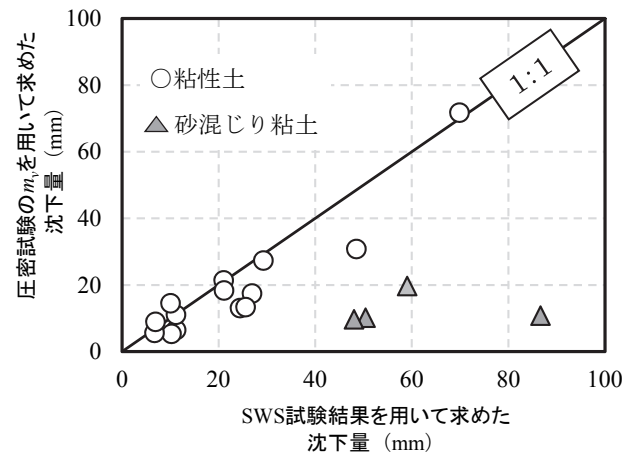


図-5 SWS 試験と圧密試験それぞれの沈下量の関係

方で、砂混じり粘土においては $1:1$ の線からはズレている。今後は、砂混じり粘土においても、データを積重ね粘性土と同様に、沈下量との関係を検証したいと考えている。

5. まとめ

- 1) 自然含水比と圧縮指数からは $w_n < 120\%$ であれば、関係式を用いた評価がより適応性の高い。
- 2) 初期間隙比と圧縮指数においては $e_0 < 3$ の場合、関係式より精度の高い沈下特性を求められる可能性がある。
- 3) 粘性土においては SWS 試験結果から沈下特性を推定できると推察する。

サンプリング試料から簡易的な室内土質試験又は、SWS 試験の実施することで簡便で経済的な沈下特性の推定も可能と考える。

参考文献

- 1)地盤工学会編：軟弱地盤の調査・設計・施工法，pp.93～107，1966.3
- 2)NPO 住宅地盤品質協会：小規模建築物の圧密沈下計算方法，2011
- 3)日本建築学会編：小規模建築物基礎設計指針，p.254，2008.2
- 4)稲田倍徳：スウェーデン式サウンディング試験結果の使用について，土と基礎，Vol.8(1)，pp13～18，1960.2