

三成分コーン貫入試験によるロームの土質判別に関する考察

地盤調査, コーン貫入試験, 土質判別

(株) 設計室ソイル

○ 伊東利枝

同 上

正 高田 徹

同 上

正 真島正人

同 上

正 若命善雄

1. はじめに

三成分コーン貫入試験 (CPT) は, 他のサウンディングに比べて多様な地盤情報を連続的に取得でき, 中でも土質が判別できるという優れた特長を有している。CPT では, 一般に Robertson<sup>1)</sup>の土質分類図を用いて土質判別ができる。この手法から得られる土質は, 主に粘土・シルト・砂・礫といった土の粒度構成から分類されるもので, ローム・シラス・泥炭といった土の鉱物組成や成因過程に起因する特殊土の分類はできず, 一部, 有機質土の判別はあるもののその精度は不明である。

筆者らは, これまで戸建住宅の地盤調査でスウェーデン式サウンディング (SWS) の追加調査として CPT を利用してきた<sup>2)</sup>。住宅の不同沈下が予想される場合には, 精度よく土質を判別することが望まれている<sup>3)</sup>。また特殊土が判別できるとその有用性はさらに高まると考えられる。例えば, セメント系の地盤改良工法では有機質土やロームは施工品質や地盤環境に影響を与えやすい。またロームであれば基礎地盤として問題が生じにくいので, 地盤補強の有無の評価対象にもなる。以上の背景のもと, 本稿では, 特殊土のうちロームで実施した CPT データの特徴をとりまとめたので, その結果と考察を示す。

2. ロームでの CPT データの傾向

表 1 に本稿で用いた CPT データの調査数量と調査位置を示す。調査箇所は全て関東地方で, ロームのデータは関東ローム層 (火山灰質粘性土) で, 粘土・シルトのデータは武蔵野台地内にある谷底低地や, 東京低地, 多摩川低地などで行ったものである。このロームと粘土・シルトの分類は, 当該地または近隣のボーリングデータを用いて整理した。

図 1 にローム地盤, 図 2 に粘土・シルト地盤で実施した CPT データの代表的な測定例を当該地の SWS, ボーリングデータと共に示す。両図の比較より, ローム地盤で実施した CPT の先端抵抗  $q_t$  は粘土・シルト地盤のそれに比べて値が大きくなっており, 他の調査法の貫入抵抗値 ( $W_{sw}$  and  $N_{sw}$ ,  $N$  値) でも同様の傾向が見られる。また周面摩擦  $f_s$  も, ローム地盤の方が大きく  $q_t$  よりも明らかな違いがある。間隙水圧  $u$  は, 両

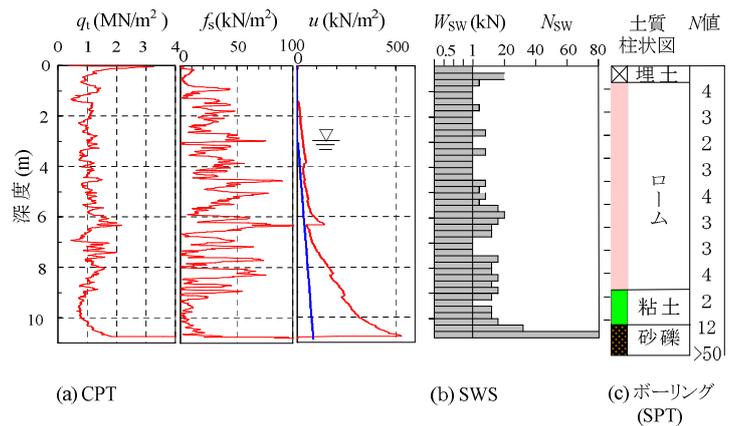


図 1 ローム地盤の地盤調査例 (調査箇所 No.1)

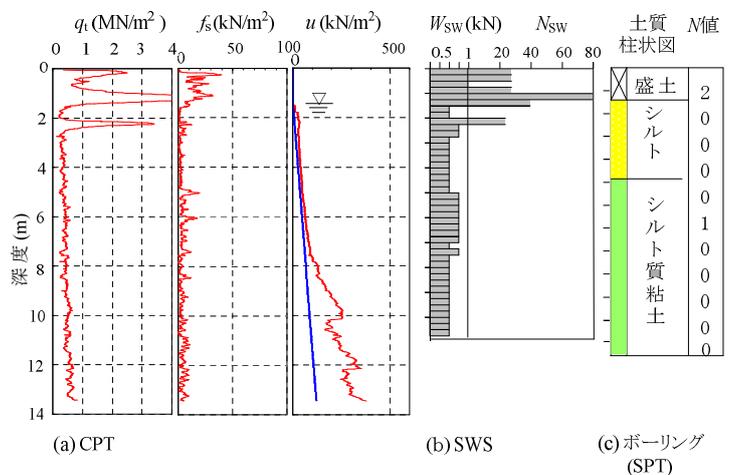


図 2 粘土・シルト地盤の地盤調査例 (調査箇所 No.15)

表 1 CPT データの調査数量と調査位置

ローム地盤 計 9 箇所		粘土・シルト地盤 計 7 箇所	
調査 No.	調査位置	調査 No.	調査位置
1	東京都練馬区	10	東京都板橋区
2	東京都杉並区	11	東京都世田谷区
3	東京都杉並区	12	東京都荒川区
4	東京都世田谷区	13	東京都足立区
5	東京都世田谷区	14	東京都荒川区
6	東京都文京区	15	東京都荒川区
7	神奈川県三浦市	16	神奈川県港北区
8	茨城県鹿島市		
9	茨城県坂東市		

地盤とも静水圧よりも高い数値を示すことから、粘性土の一般的な貫入の挙動と言えるが、 $q_t$ ,  $f_s$ ほどの差は見られない。

表 1 に示した全データからローム層およびシルト・粘土層に該当するデータ（深さ 0.5 m 毎の平均値）を抽出し、土質分類図（基準化先端抵抗  $Q_t$  - 基準化周面摩擦比  $F_r$ ）<sup>1)</sup> にプロットしたものを図 3 に示す  $\{Q_t = (q_t - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo}, F_r = f_s / (q_t - \sigma_{vo})\}$ 。両土質は図中の土質分類番号 3, 4 に

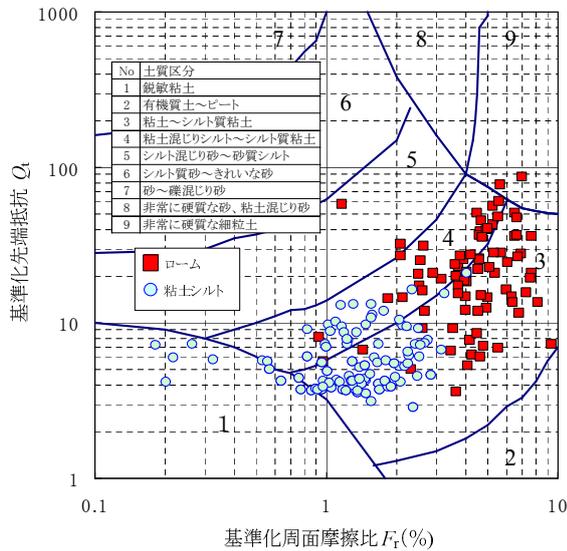


図 3 土質分類図によるロームと粘土・シルトの関係

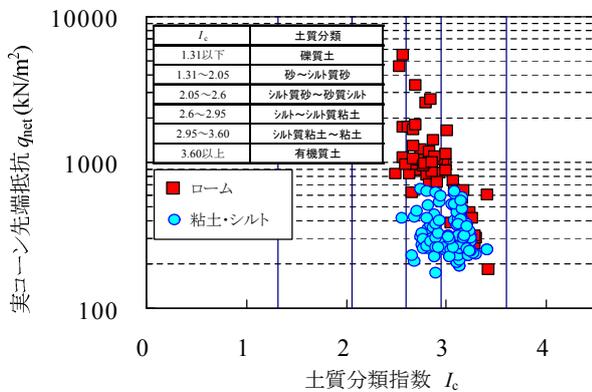


図 4  $I_c$  と  $q_{net}$  の関係

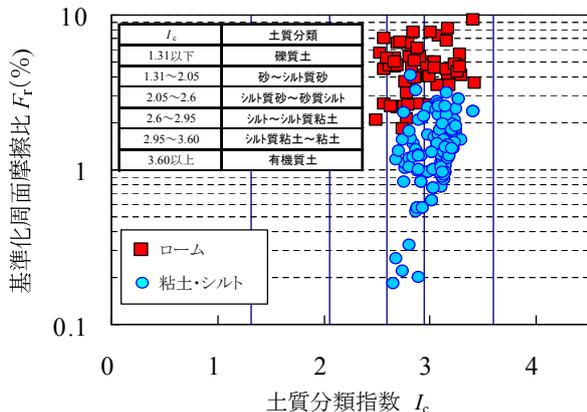


図 5  $I_c$  と  $F_r$  の関係

集中しており、この土質分類図だと、ロームは粘土～シルト質粘土～粘土混じりシルトと判別できる。これはロームが火山灰質粘性土であることを考慮すると、妥当な領域にプロットされたと言える。ただし図 3 中では、ロームの方がシルト・粘土よりも右上の位置に点在するのがわかる。この傾向を把握するため土質分類指数  $I_c$  を用いて整理してみた。図 4 に  $I_c$  と実コーン貫入抵抗  $q_{net}$  ( $= q_t - \sigma_{vo}$ ) の関係を、図 5 に  $I_c$  と  $F_r$  の関係を示す。  $I_c$  は、図 3 中の土質分類番号 2～7 に対する土質分類境界の曲線を示す一般的な指標である。図 4, 図 5 よりロームおよびシルト・粘土の両  $I_c$  は、2.5～3.5 の範囲に収まっており大差はない。しかし  $q_{net}$  (図 4) と  $F_r$  (図 5) は両定数ともロームの方が粘土・シルトより大きな値を示している。

この両者の差を数値化したものが表 2 であるが、ロームの  $q_{net}$ ,  $F_r$  の平均値は、シルト・粘土のそれに比べて 3.3 倍と大きくなっている。これはローム内に含まれる粗粒分(砂・礫分 15～40%)<sup>4)</sup> が比較的多いからと考える。また標準偏差もロームの方がシルト・粘土に比べて大きな値を示している。これは、関東ロームが風成堆積土であることから火山灰の供給源からの距離によって粒度分布が異なることや二次堆積ロームなどのデータも含まれてばらつきが大きくなったと考える。

### 3. おわりに

ロームとシルト・粘土の区別は、土質判別図<sup>1)</sup>や  $I_c$  のみで区別することは難しいが、その元となる成分  $q_{net}$  と  $F_r$  のそれぞれが両土質の違いに対して異なった傾向を示すので、この成分を利用すれば土質判別できる可能性があると言える。

本報告は、SWS データで住宅の基礎設計ができなかった地盤で CPT を追加で実施した結果をまとめたもので、限られたデータ数で考察したものである。今後、よりデータを蓄積して今回の考察結果の検証を進めていきたいと考えている。

表 2 ロームとシルト・粘土の  $I_c$ ,  $q_{net}$ ,  $F_r$  の比較

土質	ローム (a)	粘土シルト (b)	差 (a) / (b)	
データ数	59	133	-	
$I_c$	平均値	2.90	3.05	0.95
	標準偏差	0.24	0.17	1.4
$F_r$ (%)	平均値	4.7	1.4	3.3
	標準偏差	1.6	0.7	2.3
$q_{net}$ (MN/m <sup>2</sup> )	平均値	1.11	0.33	3.3
	標準偏差	0.95	0.10	9.5

### [参考文献]

- Robertson, P. K.: Soil classification using the cone penetration test Canadian Geotechnical Journal, Vol.27, No.1, pp. 151～158, 1990.
- 高田徹: 三成分コーン貫入試験による宅地地盤の評価, 建築技術, No. 699, pp. 179～183, 2008.4
- 日本建築学会編: 小規模建築物基礎設計指針, 2008.
- 高速道路調査会: 関東ロームの土工, 共立出版, p.74, 1973