

## 鈹滓堆積場堆積物の土質特性

鹿島建設(株) 正会員 ○上谷泰高 小淵考晃 岡本道孝 坂本 諭 小原隆志

### 1. はじめに

鈹滓堆積物に関する工学的知見が少ないことから、土質試験を実施した。本報ではその結果について報告する。

### 2. 外観および物理試験結果

写真-1 は当調査で扱った鈹滓の一例である。鈹滓は土堰堤で締め切られた谷にポンプで流体輸送して投入されており、調査個所での最大堆積厚さは約 20m であった。地表では薄灰色を呈する鈹滓が多く見られたが(写真-1 右)、褐色を呈する材料も確認できた(写真-1 左)。後述する鈹滓の試験は、表層に薄灰色を呈する鈹滓が堆積している箇所(A地点)と褐色の鈹滓が堆積している箇所(B地点)で、シンウォールチューブを用いて表層 0.9m の範囲から試料を採取した。なお、A地点とB地点は 100m 以上離れている。

図-1 は A 地点で実施した単管式のポータブルコーン貫入試験から得られた貫入抵抗  $q_c$  の深度分布である(コーン直径 0.02m)。これによれば表層の  $q_c$  はごく小さいが、深度方向に増加する傾向が認められる。近傍で実施した標準貫入試験では鈹滓範囲全長で  $N$  値=0 が確認されていたが、深度方向の  $q_c$  の増加は圧密による強度増加やロッドの摩擦の影響が考えられる。図中の破線については後で詳述する。

鈹滓の物理試験結果を表-1 に、粒径加積曲線を図-2 に示す。均等係数  $U_c$  は 10 を下回っており、粒径範囲は狭い。鈹滓の大半はシルト分で構成されている。塑性限界  $w_p$  は 50% 以上であり、日本の港湾地域の土の一般的な  $w_p$  (=20~50%<sup>1)</sup>) の上限以上の値を示した。自然含水比  $w_n$  は液性限界  $w_L$  より大きく、液性指数  $I_L$  は 1.5~3.4 で、極めて軟弱である。

### 3. 圧密試験結果

図-3 は乱れの少ない試料(採取深さ 0.5m 以深)を用いた標準圧密試験結果( $e$ - $\log p$  関係)である。圧縮指数  $C_c$  は 1.0 に近い値が得られたが、海成粘土粘土に関して提案された式( $C_c=0.015 \times (w_L-15)$ )<sup>1)</sup> に表-1 の  $w_L$  を代入して求められる  $C_c$  が 0.98~1.04 であることを考慮すると、特殊性は認められない。

キーワード 鈹滓、圧密試験、三軸圧縮試験

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111



写真-1 鈹滓堆積物の外観

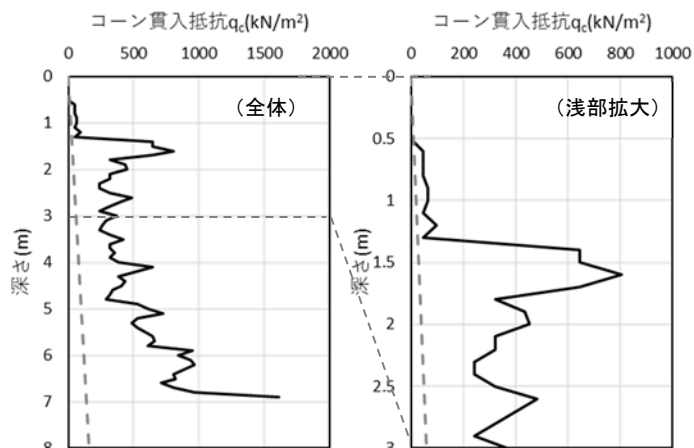


図-1 ポータブルコーン貫入試験結果

表-1 物理試験結果

項目		A地点	B地点
土粒子の密度	$\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.650	2.804
最大粒径	$D_{max}$ mm	0.425	2.0
細粒分含有率	$F_c$ %	99.6	97.3
均等係数	$U_c$	8.0	6.5
自然含水比	$w_n$ %	146.0	102.7
液性限界	$w_L$ %	88.1	84.6
塑性限界	$w_p$ %	63.7	49.8
塑性指数	$I_p$	24.4	34.8
液性指数	$I_L$	3.37	1.52

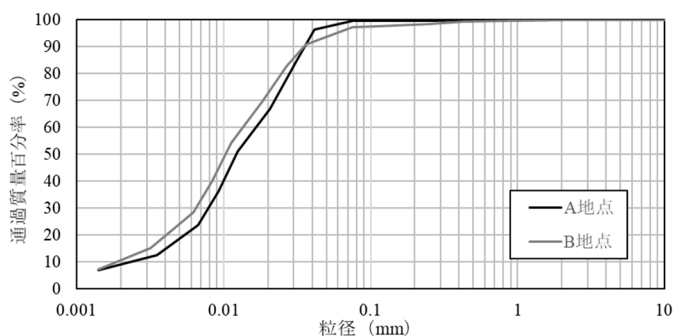


図-2 粒径加積曲線

なお、鉍滓は未圧密状態であることが予想されたが、 $e$ - $\log p$  関係を見ると、A、B 両地点ともに  $40\text{kN/m}^2$  付近に圧密降伏応力が存在するように見える。調査地点は冬季に積雪する寒冷地域だが、これによって  $40\text{kN/m}^2$  もの圧密履歴が生ずるとは考えにくい。これは水位の変動や乾燥などの影響で生じたものと考えられる。なお、当試験で最も圧密圧力を大きくした時 ( $p \approx 1,000\text{kN/m}^2$ ) の圧密係数  $c_v$  は  $780\text{cm}^2/\text{day}$  で、日本近海の花成粘土の上限付近の関係 ( $\log(c_v) = 4.6 - 0.02 \cdot w_L$ )<sup>1)</sup> から評価される値 ( $700 \sim 800\text{cm}^2/\text{day}$ ) と同等となった。鉍滓の  $U_c$  は小さく、排水性が比較的高いと推測されるが、このことが影響している可能性がある。

#### 4. 強度試験結果

図-4 は乱れの少ない試料 (採取深さ  $0.5\text{m}$  以深) に関する三軸圧縮試験 (CU) の結果である。等方圧密は  $\sigma_c = 10, 20, 60, 120\text{kN/m}^2$  で行った。モール円の大きさを見ると、 $\sigma_c = 20\text{kN/m}^2$  以上の範囲で正規圧密領域に入っているように見える。図-4 の破壊包絡線 (黒破線) は正規圧密領域 ( $\sigma_c \geq 20\text{kN/m}^2$ ) の試験結果に対して  $c = 0\text{kN/m}^2$  として描いたものである。図-5 は正規圧密領域で得られた  $\tau_f (= (\sigma_1 - \sigma_3)_f / 2)$  を非排水せん断強さ  $c_u$  と書き換えて  $\sigma_c$  との関係に再整理したものである。ここから得られた強度増加率  $m (= c_u / \sigma_c)$  は、 $0.47$  とシルトに関する一般的な値 ( $0.25 \sim 0.40$ )<sup>2)</sup> よりやや大きい。図-1 に示した破線は、 $\rho_{\text{sat}} = 14\text{kN/m}^3$ 、 $q_c = 10c_u$  (ここでの  $q_c$  は先端抵抗を表す) として図-5 に示した  $m (= 0.47)$  をもとに描いた  $q_c$  の深度分布である。 $q_c$  の実測値は破線の値を上回っていることが分かる。ポータブルコーン貫入試験は深さ  $0 \sim 3\text{m}$  の範囲であれば、ロード摩擦の影響が小さいとされているが<sup>3)</sup>、鉍滓堆積物の採取範囲のうち  $0.5 \sim 0.9\text{m}$  の範囲の  $q_c$  は上述の関係を上回っており、過圧密であることが示唆されている。このことは圧密試験や三軸圧縮試験で過圧密挙動が部分的に確認されたこととも整合する。

#### 5. おわりに

地盤材料として扱うことが稀な鉍滓堆積物に関する土質試験結果を紹介した。類似材料を扱う際の参考となれば幸いである。

#### 参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説、pp.481-483、2009。
- 2) 日本道路協会：道路土工 軟弱地盤対策工指針 (平成 24 年度版)、p.83、2012。
- 3) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説、p.342、2013。

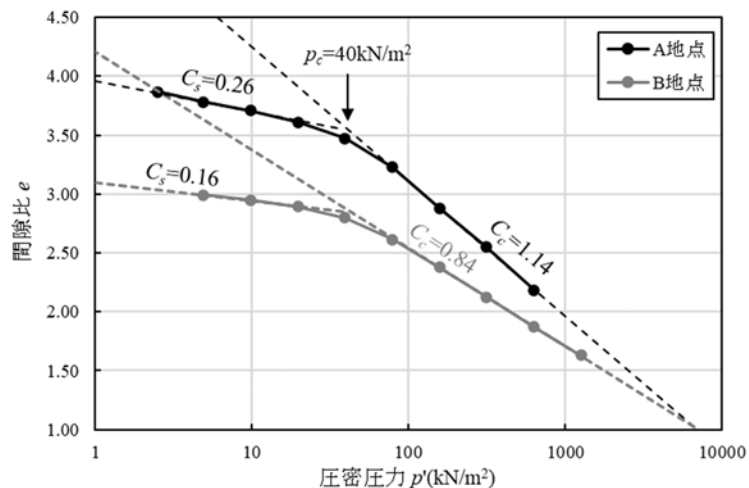


図-3 標準圧密試験結果

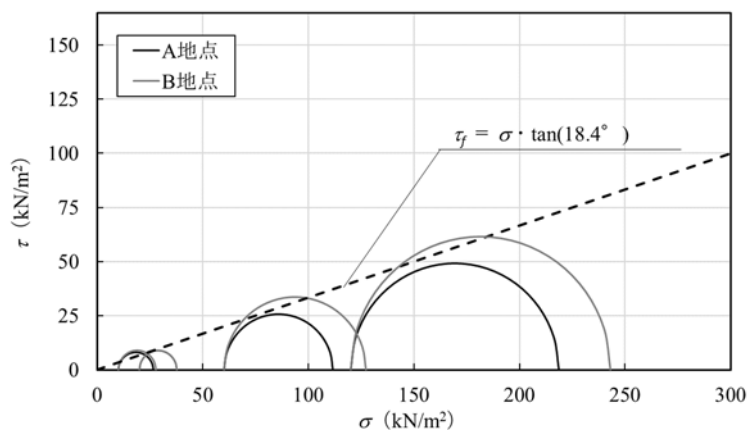


図-4 三軸圧縮試験 (CU) 結果

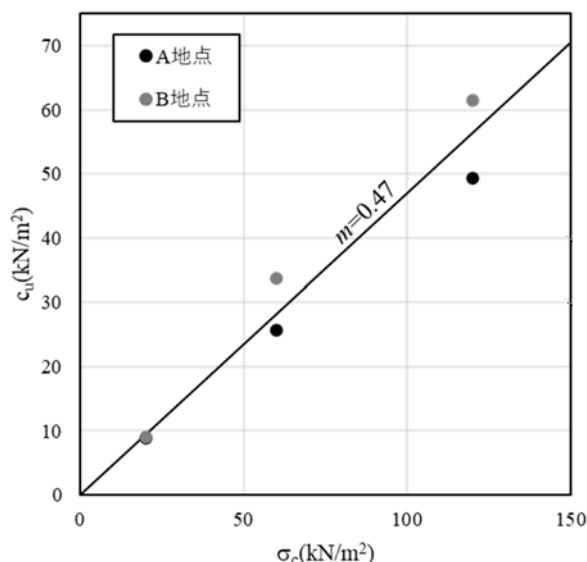


図-5 非排水せん断強さ  $c_u$  と  $\sigma_c$  の関係