

# 粘土の力学特性に与えるサンプリング方法の影響

岐阜大学 正会員 岡 二生 岐阜大学 正会員 八嶋 厚  
 岐阜大学大学院 学生会員 奥村 浩 岐阜大学大学院 学生会員 杉江 善信  
 ○ 岐阜大学大学院 学生会員 高橋 英俊

## 1. はじめに

実地盤の特性を正確に把握する試験を行うには、「乱されていない土 (Perfect Sample)」を試料として使うことが必要である。しかし、実際にそのようなサンプリングを行うことは不可能であり、サンプリングから室内試験に至るまでに幾つもの乱れを受ける可能性がある。それらの多くは、主として強度特性に著しい影響を与え、実地盤の強度特性を正確に把握することを困難にしている。

そこで本研究では、カナダの鋭敏な軟弱粘土を対象に開発されたラバルサンプラー [1] に改良を加えたラバル型大口径サンプラーにより採取された試料と、従来の  $\phi 75\text{mm}$  のシンウォールピストンサンプラー (水圧式) により採取された試料を用いて三軸試験を行い、サンプリング方法の違いが粘土の力学特性にどのような影響をおよぼすかを検討した。

## 2. 試料および試験条件

Table. 1 八郎潟粘土の物理特性

実験に用いた試料は、秋田県八郎潟でラバル型大口径サンプラーとシンウォールサンプラーにより、ほぼ同じ深さから採取した粘土である。粘土には堆積時に形成されたと考えられる構造がみられた。Table.1に八郎潟粘土の物理特性を示す。自然含水比と液性限界に近いことから、この粘土は鋭敏粘土であると言える。直径  $5\text{cm}$ 、高さ  $10\text{cm}$  の円柱供試体を  $0.2, 0.4\text{kgf/cm}^2$  でそれぞれ等方圧密を行ない、一定のせん断ひずみ速度で非排水三軸圧縮せん断試験を行なった。Table.2に試験条件を示す。尚、試験は過圧密領域 ( $P_c = 0.460\text{kgf/cm}^2$ ) 内で行った。

|        |                          |        |          |
|--------|--------------------------|--------|----------|
| 比重     | 2.678                    | 液性指数   | 0.843    |
| 先行圧密荷重 | $0.460(\text{kgf/cm}^2)$ | 塑性指数   | 106.9(%) |
| 圧密指数   | 0.515                    | 鋭敏比    | 7.46     |
| 膨潤指数   | 0.099                    | 活性度    | 2.38     |
| 自然含水比  | 144.1 ~ (%)              | 粘土分(*) | 64.0(%)  |
| 液性限界   | 165.8(%)                 | シルト分   | 31.5(%)  |
| 塑性限界   | 56.1(%)                  | 砂分     | 4.47(%)  |

(\*) :  $5\mu\text{m}$  以下

鋭敏比の求め方 :  $S_i = \frac{C_U}{C_{UR1}}$

$$C_U = \frac{q_U}{2}, \quad C_{UR}(kPa) = \frac{C_U}{(I_L - 0.21)^2}$$

$S_i$  : 鋭敏比       $I_L$  : 液性指数

$C_U$  : 乱さない試料の非排水せん断強度

$C_{UR}$  : 乱した試料の非排水せん断強度

$q_U$  : 乱さない試料の非排水せん断応力

## 3. 試験結果

圧密圧力  $0.4(\text{kgf/cm}^2)$  (過圧密比 1.1) で行なった三軸試験の応力-ひずみ関係、有効応力径路を Fig.1 と Fig.2 に示す。Fig.1 より、HS9-1 (大口径サンプラー)、HSS9-1 (シンウォールサンプラー) の応力がともにひずみ約 4% で残留強度に至っていることが分かる。しかし、大口径サンプラーで採取した試料の方がシンウォールサンプラーで採取した試料よりわずかに強度が高くなっている。Fig.2 より、ピーク前の間隙水圧の発生量はほぼ同じであり、ピーク強度に達した後はわずかな軟化とともに有効応力が減少している。全体的に見ると、HS9-1 と HSS9-1 の変形強度特性は類似しているが、これは圧密圧力 ( $0.4\text{kgf/cm}^2$ ) が正規圧密領域 ( $P_c = 0.460\text{kgf/cm}^2$ ) に近い領域であったためと思われる。一方、低い圧密圧力  $0.2(\text{kgf/cm}^2)$  (過圧密比 2.2) で行なった三軸試験の応力-ひずみ関係、有効応力径路を Fig.3 と Fig.4 に示す。Fig.3 より、大口径サンプラーで採取した試料 (HS10-2) の方がシンウォールサンプラーで採取した試料 (HSS10-1) より明らかに強度は大きいことがわかる。Fig.4 より、HS10-2 と HSS10-1 の双方ともせん断初期においてダイレイタンスの発生は、正でも負でもなく応力径路はほぼまっすぐに立ち上がっている。また、応力-ひずみ曲線の初期勾配は両圧密圧力において、どちらも大口径サンプラーの方が大きいことが明らかになった。

## 4. 考察

大口径サンプラーで採取した試料はシンウォールサンプラーで採取した試料に比べると、低拘束圧で強度が高いこと及び、応力-ひずみ曲線の初期勾配も大きいことが明らかになった。このことより、サンプリングにより乱れの影響を大きく受けていたのではないかと考えられる。この傾向は、拘束圧が小さくなるつまり過圧密比が大きくなると顕著に現れるようで、先に報告された結果 [2][3] の傾向とも一致している。なお、本研究は運輸省港湾技術研究所地盤調査研究室との共同研究の一部である。

Table. 2 非排水三軸圧縮試験の試験条件

| 試験名     | 圧密圧力<br>( $\text{kgf/cm}^2$ ) | サンプラー  | 深さ<br>(m)  | ひずみ速度<br>(%/min.)     | 間隙比   |
|---------|-------------------------------|--------|------------|-----------------------|-------|
| HSS9-1  | 0.4                           | シンウォール | 12.7～13.57 | $6.04 \times 10^{-3}$ | 4.409 |
| HSS10-1 | 0.2                           | シンウォール | 12.7～13.57 | $6.26 \times 10^{-3}$ | 4.329 |
| HS9-1   | 0.4                           | 大口径    | 13.0～13.6  | $6.29 \times 10^{-3}$ | 3.987 |
| HS10-2  | 0.2                           | 大口径    | 13.0～13.6  | $6.62 \times 10^{-3}$ | 3.966 |

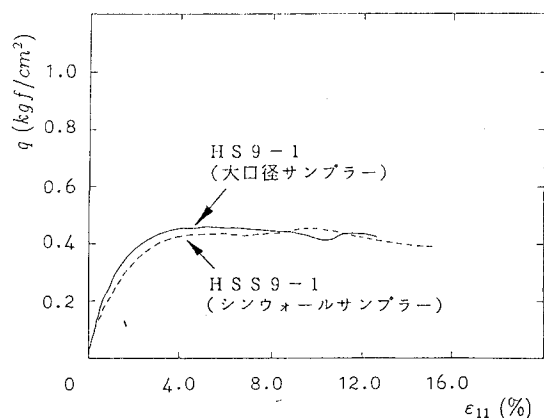


Fig. 1 HS9-1 と HSS9-1 の応力-ひずみ関係

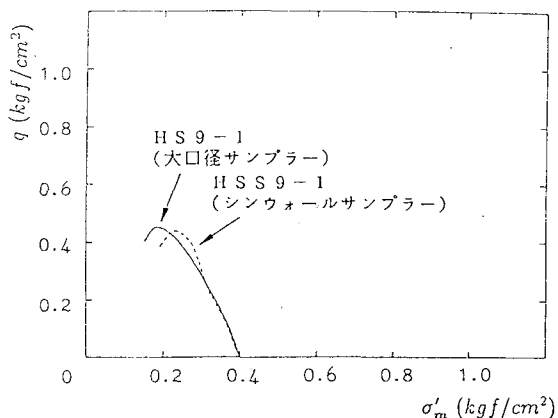


Fig. 2 HS9-1 と HSS9-1 の有効応力径路

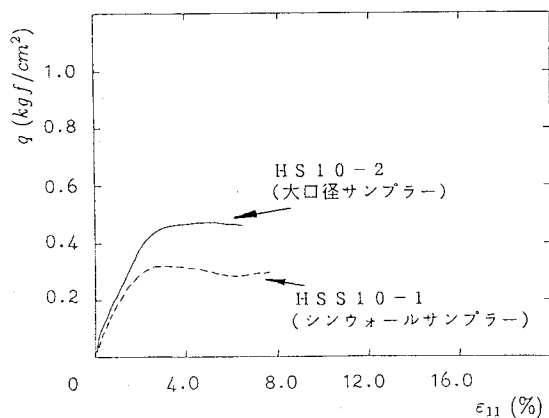


Fig. 3 HS10-2 と HSS10-1 の応力-ひずみ関係

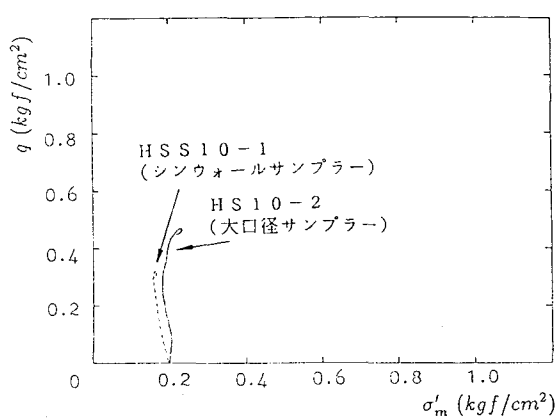


Fig. 4 HS10-2 と HSS10-1 の有効応力径路

## 5. 参考文献

- [1] La Rochelle, P., Sarrailh, F., Tavenas, F., Roy, M., Leroueil, S. (1980): Causes of sampling disturbance and design of a new sampler for sensitive clays, Canadian Geotech. Journal. 18-1, 1981, 52-56.
- [2] 岡・八嶋・橋本・長屋・雨宮・大山・古川・安藤: 土質工学会、平成4年度サンプリングシンポジウム発表論文集、pp.35-38.
- [3] 岡・雨宮・橋本・古川・高崎 (1991): 第26回土質工学研究発表会講演集、pp.151-152.