

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
(財)大阪土質研究所
(株)オキココーポレーション

岡 二三生
橋本 正
古川 三郎

岐阜大学
川崎地質(株)
岐阜大学大学院

八嶋 厚
雨宮 松雄
高橋 英俊

1. はじめに

土質試験において、サンプリングの占める役割は極めて大きいといえる。なぜなら、構造物の設計における安定や沈下等を考慮する場合、サンプリングにより得られた試料を用いた試験結果を基本的なデータとするからである。また、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非排水三軸試験を行い、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

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、Table.2に大口径サンプラーとシンウォールサンプラーにより採取された八郎潟粘土の物理特性を示す。圧密降伏応力を比べると、大口径サンプラーにより採取された試料の方が高いことがわかる。自然含水比と液性限界が近いことから、この粘土は鋭敏粘土であると言える。直径5m、高さ10cmの円柱供試体を0.2、 0.4kgf/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.3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。

Table. 1 八郎潟粘土の物理特性
(大口径サンプラー)

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Table. 2 八郎潟粘土の物理特性
(シンウォールサンプラー)

比重	2.694	液性限界	156.7(%)
先行圧密荷重	$0.370(\text{kgf/cm}^2)$	塑性限界	49.8(%)
圧密指数	0.515	液性指数	1.013
膨潤指数	0.099	塑性指数	1.069
自然含水比	158.2~(%)		

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、有効応力経路を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(0.4kgf/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、有効応力経路を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経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とシンウォールサンプラーで採取した試料を比べると、有効応力径路が Fig.2 の様な場合は強度の差はあまり現れない。しかし、Fig.4 の様にダイレイタンスが正の向きに発生する場合は、大口径サンプラーで採取した試料のほうが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、大口径サンプラーで採取した試料はサンプリングにより乱れの影響をあまり受けていないのではないかと考えられる。この傾向は、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。

Table. 3 非排水三軸圧縮試験の試験条件

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

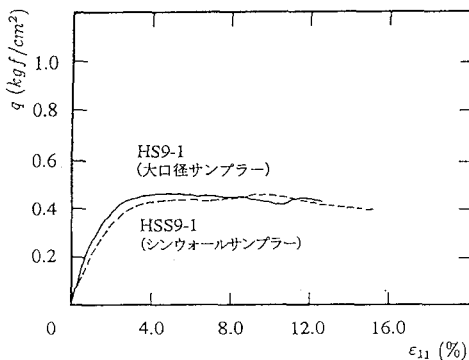


Fig. 1 HS9-1 と HSS9-1 の応力-ひずみ関係

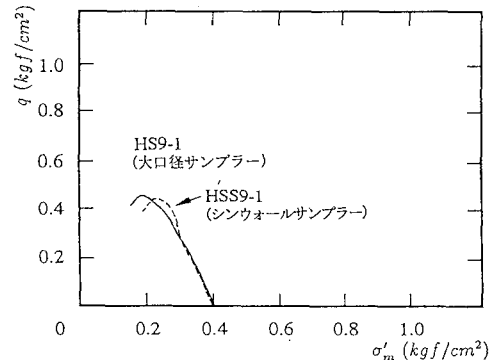


Fig. 2 HS9-1 と HSS9-1 の有効応力径路

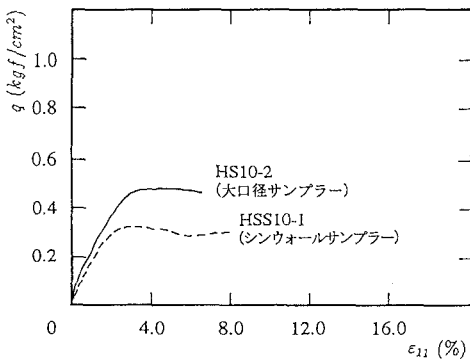


Fig. 3 HS10-2 と HSS10-1 の応力-ひずみ関係

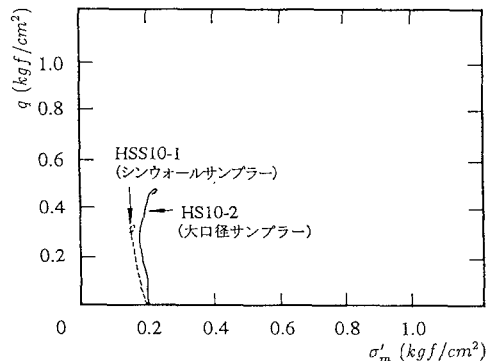


Fig. 4 HS10-2 と HSS10-1 の有効応力径路

5. 謝辞

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として実施された。また、実験に協力してくれた(株)大林組(元岐阜大学大学院)の奥村 浩さん、岐阜大学大学院の杉江 善信君に感謝致します。

6. 参考文献

- [1] La Rochelle, P., Sarraillh, 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.