

名古屋粘土の採取試料の品質に及ぼすチューブ径と刃先角度の影響

防衛大学校 ○荒井 晋・吉津 考浩・正垣 孝晴  
(株)アオイテック 津坂 喜彦・服部 正実

1. はじめに

乱れの少ない試料採取法は、土の強度や種類に応じて 4 基準が地盤工学会で制定されている。これらの基準のチューブ刃先角度は  $6^\circ \pm 1^\circ$  であり ISO(2002)の  $5^\circ$  と同等である。しかしながら、 $90^\circ$  の刃先角度の採取試料の品質が  $6^\circ$  のそれより良好であり、チューブ径や貫入速度に依存しないことが、豊浦砂に対するモデル試験で示された<sup>1)</sup>。本稿では、45mm と 75mm のチューブ径(それぞれ、45-mm と 75-mm と表記)と  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の刃先角度を有するサンプリングチューブが自然堆積した名古屋粘土の強度特性に及ぼす影響を検討する。

表-1 サンプリング結果

Bor.	Sampler (°)	z (m)	w <sub>n</sub> (%)	w <sub>L</sub> (%)	I <sub>p</sub>	S <sub>0</sub> (kPa)	q <sub>u</sub> (KN/m <sup>2</sup> )	E <sub>50</sub> (MN/m <sup>2</sup> )
1	45-mm(90)	14.00~14.35	50~64	65	35	18~30	108~129	2.0~2.9
	45-mm(6)	14.35~14.85	51~61	58	30	19~22	117~160	3.5~12.1
	45-mm(90)	16.00~16.50	54~66	64	33	20~42	83~121	20.5~32.5
	45-mm(6)	16.50~17.00	51~62	71	39	16~35	55~122	15~60.7
2	75-mm(6)	14.00~14.90	49~76	57	29	17~26	107~120	2.6~3.8
	75-mm(90)	15.00~15.09	33~69	63	35	4~5	38~39	0.4~0.4
	75-mm(6)	16.00~16.90	53~57	74	42	14~18	100~106	2.2~3.6
	75-mm(90)	17.00~17.10	47~50	48	21	2~7	46~73	0.1~0.2

2. サンプリングと実験方法

対象地盤は東海地域の沖積粘性土地盤である。JGS-1221(2012)に規定された刃先角度  $6^\circ$  の(45-mm と 75-mm)の水圧式の一チューブサンプラーに加え、刃先角度  $90^\circ$  の計 4 種類のチューブを用いた。5m の水平距離を有する 2 つのボーリング孔の異なる深度から、8 つの乱れの少ない試料を採取した。これらの組み合わせを表-1 に示す。45-mm と 75-mm サンプラーは、それぞれ 50cm と 80cm の試料が採取できる。刃先角度  $90^\circ$  のチューブは、貫入する力に対抗する水圧不足に起因して、45-mm で 35~50cm、75-mm で 9~10cm の試料しか採取できなかった。採取試料に対しては、JISA1216 に従う一軸圧縮試験を行った。供試体寸法は、直径  $d$  15mm、高さ  $h$  35mm の S 供試体である。これらの供試体と  $d$  35mm、 $h$  80mm の供試体の強度特性は同等であることを確認している<sup>2)</sup>。一軸供試体はせん断前とせん断中のサクシオンを測定する。また、供試体の削りくずから、同じ含水比下の練り返し供試体の試験も行う。表-1 には、採取した試料の含水比  $w_n$ 、サクシオン  $S_0$ 、塑性指数  $I_p$ 、粘性限界  $w_L$ 、一軸圧縮強さ  $q_u$ 、変形係数  $E_{50}$  も併せて示している。表-1 の  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の刃先角度の組み合わせの中で、75-mm の  $z=16.0\sim 17.0$ m は、 $I_p$  の差が 21 である。したがって本稿では、45-mm の  $z=14.0\sim 14.85$  と  $16.0\sim 17.0$ m、そして 75-mm の  $z=14.0\sim 15.09$ m の試験結果を中心に検討する。

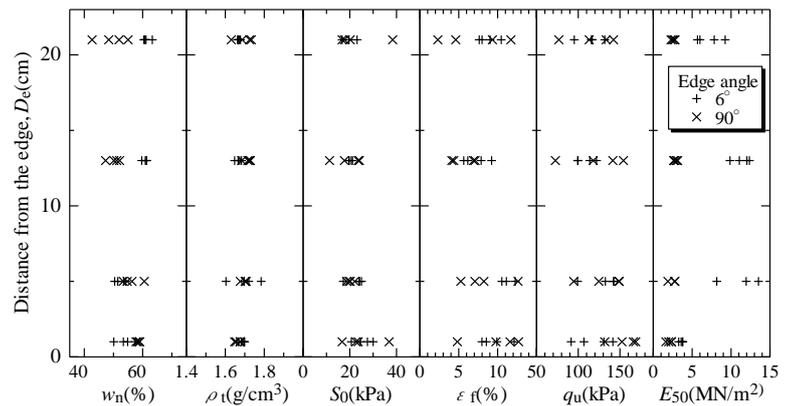


図-1 45-mm, z=14.00~14.85m

図-1 は、表-1 に示す Bor.1 の 45-mm サンプラーで得た試料に対する  $z=14.0\sim 14.8$ m の刃先角度が  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の一軸圧縮試験結果をチューブ刃先からの距離  $D_e$  で整理している。同じ  $D_e$  下の破壊ひずみ  $\epsilon_f$  は  $90^\circ$  で大きい傾向にあり、特に  $D_e < 20$ cm の刃先側の  $E_{50}$  は  $90^\circ$  で小さく、この領域では  $90^\circ$  の試料の乱れが大きいことを示している。

3. 非排水強度特性に及ぼすチューブ径と刃先角度の影響

図-1 は、表-1 に示す Bor.1 の 45-mm サンプラーで得た試料に対する  $z=14.0\sim 14.8$ m の刃先角度が  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の一軸圧縮試験結果をチューブ刃先からの距離  $D_e$  で整理している。同じ  $D_e$  下の破壊ひずみ  $\epsilon_f$  は  $90^\circ$  で大きい傾向にあり、特に  $D_e < 20$ cm の刃先側の  $E_{50}$  は  $90^\circ$  で小さく、この領域では  $90^\circ$  の試料の乱れが大きいことを示している。

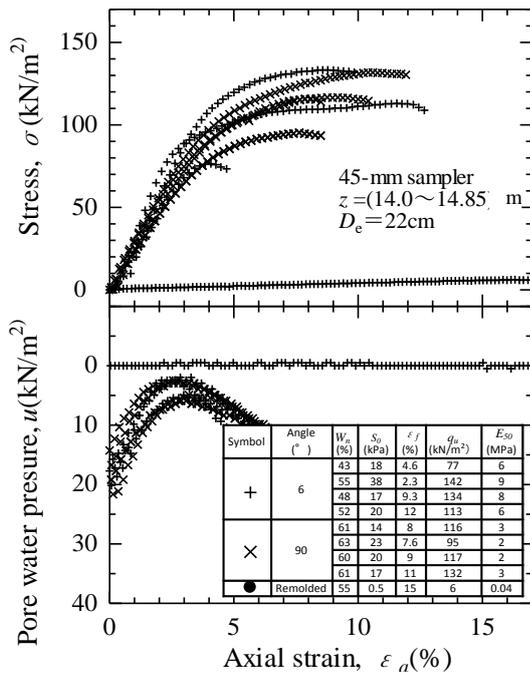


図-2  $\sigma \cdot u$  と  $\epsilon_a$  の関係(45-mm,  $z=14.0\sim 14.85$ m)

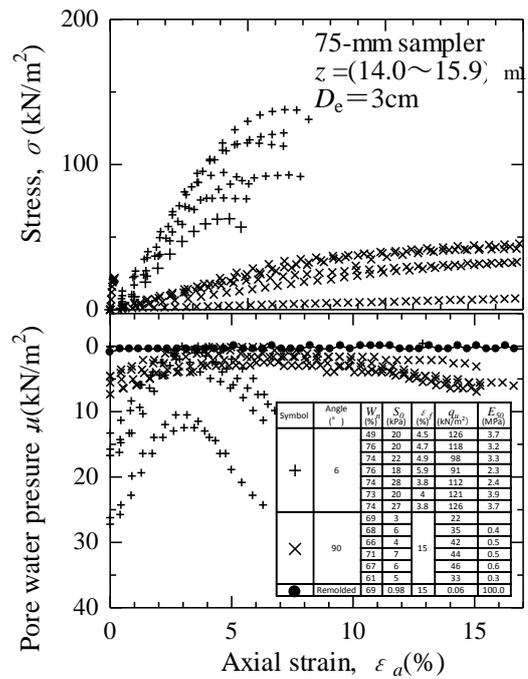


図-3  $\sigma \cdot u$  と  $\epsilon_a$  の関係 (75-mm,  $z=14.0\sim 15.9$ m)

る。図-2 は、 $S_0$ 測定後のせん断応力  $\sigma$ 、間隙水圧  $u$  と軸ひずみ  $\epsilon_a$  の関係である。各供試体の  $w_n, S_0, \epsilon_f, q_u$  を図中の表にまとめている。両刃先角度が  $S_0$  や強度特性に及ぼす影響は明らかではない。図-3 は、75-mm の  $z=14\sim 15.09$ m の試料に対する  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の一軸圧縮試験結果を示している。

$90^\circ$ で採取した  $z=15.0\sim 15.09$ m の 9cm の試料は、刃先側の 7~9cm の深度にシルトが堆積しており、このシルトがチューブに納まった後の刃先側 2~5cm の試料を採取したこと起因して試料が乱れたと判断している。この乱れに起因して、 $90^\circ$ の  $S_0, q_u, E_{50}$  の低下が著しい。

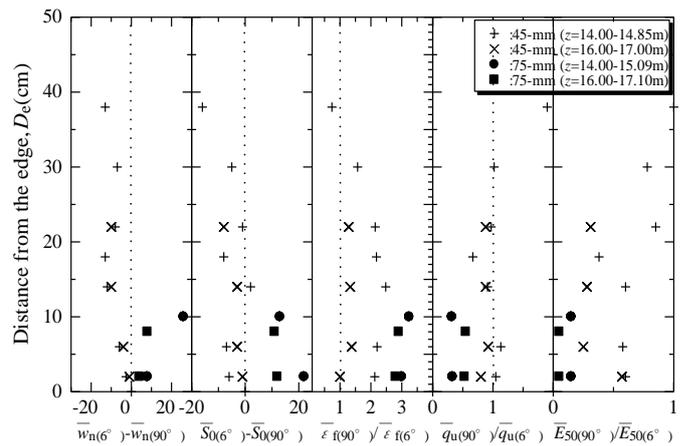


図-4 刃先角度  $6^\circ$  と  $90^\circ$  の比較

表-1 に示した試料のすべての一軸試験結果を、 $6^\circ$  から  $90^\circ$  の  $w_n$  と  $S_0$  の差に加え、 $6^\circ$  に対する  $90^\circ$  の  $\epsilon_f, q_u, E_{50}$  の比を刃先からの距離に対して図-4 に示す。 $90^\circ$ の刃先角度の 75-mm から得た  $q_u$  は、 $6^\circ$ のそれらの 50~70% であるが、45-mm から得た  $q_u$  は同等であり、刃先角度や試料の採取深度にも依存していない。Horng ら<sup>3)</sup> は、75-mm の  $90^\circ$ で採取した試料の  $q_u$  が  $6^\circ$ のそれらより 20%程度小さいことを Takuhoku 粘土に対して示している。図-3 と 4 で述べた 75-mm の  $90^\circ$ の試料の乱れが大きい理由は、土性やチューブ貫入時のポンプ圧不足に起因していると推察しているが、45-mm の  $q_u$  が刃先角度に依存しないことは豊浦砂に対するモデル試験結果とも整合している。

4. おわりに

75-mm の試験結果では、 $90^\circ$ の試料の乱れが著しいが、45-mm では、採取試料に対する刃先角度の影響は明確でなかった。

参考文献 1) Shogaki, T and Yoshizu T: Mechanism of Sample Disturbance Caused by Tube Penetration, *The 23<sup>rd</sup> ISOPE*, 2013 in printing, 2) Shogaki, T: Effect of specimen size on unconfined compressive strength properties of natural deposits, *Soils and Foundations*, Vol.47, No1, pp.158-167, 2007. 3) Horng, T., Tanaka, H., Hirabayashi, H. and Tomita, R.: Sample Disturbance Effects On Undrained Shear Strengths-Study From Takuhoku Site, Sapporo- *Soils and Foundations*, Vol. 51, No. 2, pp.203-213, 2011.