

自然堆積土の圧密挙動に及ぼす載荷・拘束条件の影響

防衛大学校 学○熊谷 尚久 学 坂本 竜 正 正垣 孝晴

1. はじめに

粘性土の圧密試験は段階載荷と定ひずみ速度載荷が我が国の規格・基準として定められている。これらはいずれも剛な圧密リングに供試体を収め一次元載荷による沈下挙動から圧密特性を測定するものである。筆者らは自然堆積土の強度・圧密特性を小型供試体を用いて体系的に検討している^{1), 2), 3)}。しかし、採取試料の制約から自然堆積土の圧密特性を小型精密三軸圧縮試験機(PTA)を用いた K_0 圧密過程から測定できれば有利である。

本稿は、採取試料の有効利用と小径倍圧サンプラー(試料径45mm)で採取した試料の圧密挙動に及ぼす載荷・拘束条件の影響を検討するため、段階載荷圧密試験(IL)と K_0 三軸圧密試験(K_0C)の圧密挙動を自然堆積土に対して検討する。

2. 供試土と試料採取法および試験方法

供試土は韓国Pusan New Portから採取した沖積粘土と茨城県の沖積低地から採取した沖積粘土と有機質土である。ILから得た自然堆積土の自然含水比 w_n 、塑性指数 I_p 、初期間隙比 e_0 、体積ひずみ ε_{vo} 、有効土被り圧 σ'_{vo} 、圧密降伏応力 σ'_p 、過圧密比 $OCR(=\sigma'_p/\sigma'_{vo})$ を表-1に示す。ILはJIS A 1217に従った。供試体径 d と高さ h は $d60\text{mm}$ 、 $h20\text{mm}$ の標準寸法と $d30\text{mm}$ 、 $h10\text{mm}$ の2種類とした。また、 K_0C はPTAを用いた。 K_0C の供試体寸法は $d15\text{mm}$ であり、 h は K_0 圧密後のせん断を考慮して圧密終了時に 35mm になるように初期高さ h_0 を $(37\sim45)\text{mm}$ に変化させた。ゴムスリーブの厚さは 0.12mm であり、 K_0 圧密中の側方ひずみは $d15\text{mm}$ の $\pm 0.025\%$ 以下で制御した。 K_0 圧密の軸ひずみ速度は初期高さ h_0 の $0.005\%/min$ で行った。 K_0C の結果は、定ひずみ速度載荷圧密試験(JIS A 1227)に準じて整理した。

3. ILと K_0C による圧密特性

ILと K_0C から得た w_n の平均値を図-1に比較した。両試験の w_n はほぼ同等である。また、ILと K_0C の ε_{vo} の平均値を図-2に比較した。 ε_{vo} は試料の乱れを評価する指標として利用できる。Pusan New Port粘土の ε_{vo} は、ほぼ同等の値と判断されるが、茨城沖積と有機質粘土に関しては、ILの ε_{vo} が大きい傾向にある。ILは供試体と剛な圧密リングの間の摩擦に起因するせん断応力によって ε_{vo} が大きくなることが予想される。しかし、茨城土の両試験の ε_{vo} の差はPusan New Portのそれと同等であることから比較した供試体の試料の乱れは同等と推察される。Lunneら⁴⁾、Hightら⁵⁾は、供試体作成方法の違いに起因して、同じ K_0C であっても三軸圧縮試験より圧密リングを使用した方がわずかに ε_{vo} や $\Delta e/e_0$ が大きくなることを指摘して

表-1 w_n , e_0 , w_n , σ'_p , C_c , OCR (IL)

(Pusan new port)								
Bor.	z (m)	I_p	$\bar{w}_n$ (%)	$\bar{e}_0$	$\bar{\varepsilon}_{vo}$ (%)	$\bar{\sigma}'_p$ (kPa)	$\bar{C}_c$	$\bar{OCR}$
1	26.1	29.9	59.1	1.60	3.7	52.0	0.54	0.8
	34.1	22.8	61.4	1.64	4.0	64.9	0.55	1.2
	2.2	29.4	68.6	1.81	5.0	74.5	0.74	10.2
	5.8	34.5	68.6	1.84	5.7	97.0	0.80	1.4
2	7.8	38.5	67.8	1.83	3.9	128.3	0.88	1.3
	10.6	38.7	73.9	1.98	6.4	125.0	0.91	1.1
	13.8	45.1	68.0	1.86	5.2	113.3	0.88	1.0
	17.8	47.9	75.2	2.08	5.2	148.8	1.15	0.9
	19.8	46.5	53.7	1.44	4.7	168.8	0.59	1.1
	20.6	53.5	53.1	1.47	4.8	116.7	0.54	1.0
	21.8	44.7	37.1	1.06	3.8	240.0	0.35	0.9
	25.8	48.5	54.1	1.44	0.8	37.7	0.38	1.0
	29.6	32.4	65.2	1.73	2.4	37.7	0.63	1.0
(Ibaraki)								
Bor.	z (m)	I_p	$\bar{w}_n$ (%)	$\bar{e}_0$	$\bar{\varepsilon}_{vo}$ (%)	$\bar{\sigma}'_p$ (kPa)	$\bar{C}_c$	$\bar{OCR}$
1	4.6	198.7	384	7.81	4.3	21	3.50	1.6
	7.8	73.9	130	3.54	3.9	22	1.43	1.2
2	7.8	34.4	87	2.25	2.4	30	0.61	1.6
5	7.6	60.7	113	3.14	3.7	32	1.49	1.8

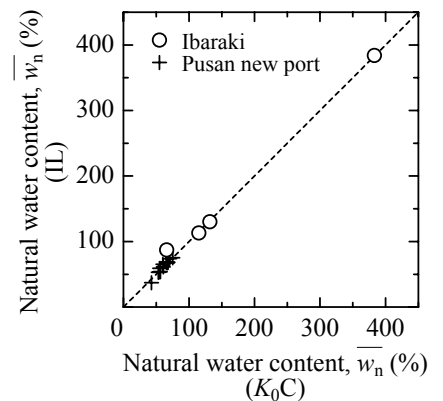


図-1 ILと K_0C における w_n の比較

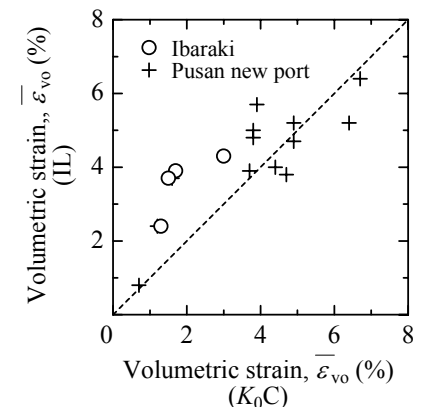


図-2 ILと K_0C における ε_{vo} の比較

キーワード 自然堆積土 / 圧密特性 / 定ひずみ速度載荷圧密 / 段階載荷圧密 / 三軸 K_0 圧密

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学 TEL 046-841-5114 E-mail : shogaki@cc.nda.ac.jp

いる。本研究のすべての結果がLunneら⁴⁾やHightら⁵⁾の示した傾向でないのは、両試験で用いた供試体の乱れや、供試体作成方法、圧密リングと試料の摩擦、載荷速度、荷重増分比の相違等の差が影響していると考えている。

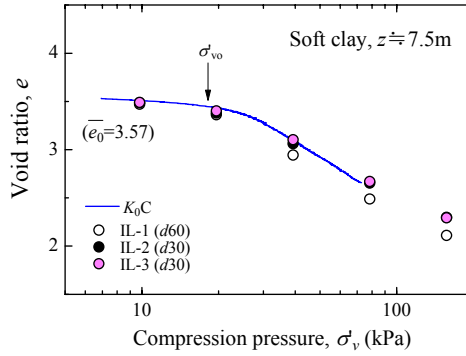


図-3 e と σ'_v の関係 (zP4.5m)

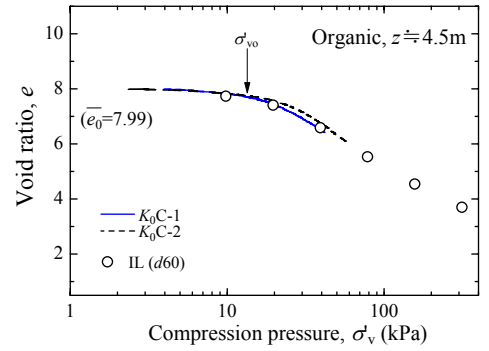


図-4 e と σ'_v の関係 (zP7.5m)

図-3と4は、茨城の有機質土と沖積土の e と圧密圧力 σ'_v の関係であり、 K_0C とILの結果を併せて示している。これらの図は供試体による e_0 の差を考慮して、各供試体の平均的な e_0 に統一している。両試験による e と σ'_v の関係は同等と判断される。また、このことは

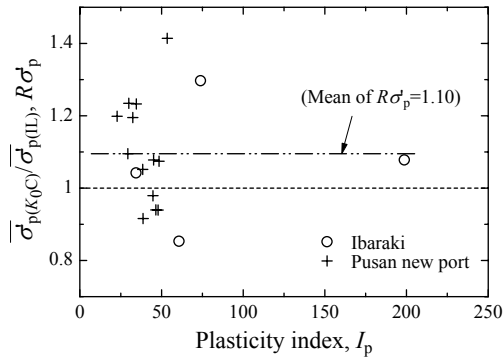


図-5 $R\sigma'_p$ と I_p の関係

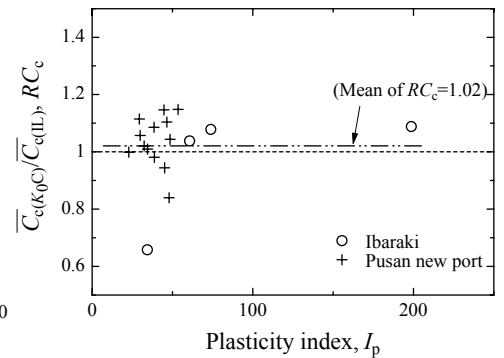


図-6 RC_c と I_p の関係

有機質土と粘土の違いにも依存していない。ILに対する K_0C の σ'_p と C_c の比(それぞれ、 $R\sigma'_p$ と RC_c)を、 I_p に対して図-5と6に示す。 RC_c の平均値は1.02であり両試験による差はないと判断されるが、 $R\sigma'_p$ の平均値は1.10である。この値が、両試験法の差に起因しているのかは、追加実験を含む今後の検討が必要である。

同様に m_v を平均圧密圧力 $\bar{\sigma}'_v$ に対して図-7にプロットした。 K_0C のひずみ速度 $\dot{\epsilon}_c$ は0.005%/minである。 K_0C は、ILとの比較を考慮して σ'_v が $4\sigma'_{v0}$ になるまで圧密した結果を示している。 K_0C とILの m_v 値は、図-3で示したように σ'_v の増分に対する e の減少量が K_0C とILで差がないため、概ね一致している。このことは、有機質土に対しても確認している。

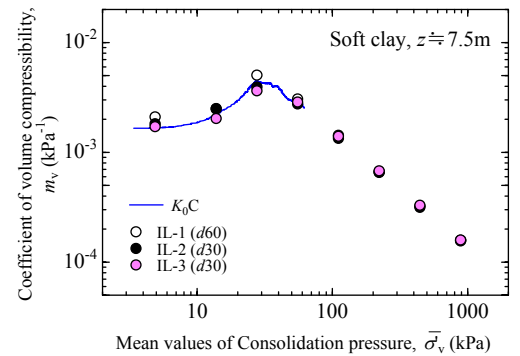


図-7 の関係 m_v と σ'_v の関係

4. おわりに

主要な結論と今後の課題は、以下のように要約される。

- 1) Pusan New Portに加え茨城の沖積粘土と有機質土に対しても、ILと K_0C の σ'_v に対する e や m_v の変化、 σ'_p 、 C_c は同等であり、三軸 K_0 圧密の結果から試料の圧密挙動を評価できることが分かった。
- 2) 両試験法の試験結果に含まれる載荷・拘束条件の影響に関する精緻な検討は今後の課題である。

謝辞： 茨城土に対する実験は、(社)地盤工学会の「地盤調査法・試験法の小型・高精度委員会」の活動の一環として行った。同委員会の関係各位に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) Sakamoto, R. and Shogaki, T.: Effect of specimen size on unconfined compressive strength properties for natural clay deposits, The 13th International offshore and polar engineering conference & exhibition, 2003.
- 2) 正垣, 後川, 市野: 乱さない自然堆積土とその練返し土の圧密特性に及ぼす供試体寸法の影響, 粘土地盤における最新の研究と実際に關するシンポジウム発表論文集, pp.87-94, 2002.
- 3) 正垣, 矢野: 自然堆積土の K_0 圧密強度特性, 土と基礎, Vol.50, No.9, pp.34-36, 2002.
- 4) Lunne, T. et al.: Sample disturbance effect in soft low plastic Norwegian clay, Symposium on recent developments in soil and pavement Mechanics, Rio de Janeiro, pp.81-102, 1997.
- 5) Hight, D. et al.: Disturbance of the Bothkennar clay prior to laboratory testing, Geotechnique, Vol.42, No.2, pp.199-217, 1992.