

1. はじめに

採取地や乱れの程度の異なる我が国の37の試料に対し、標準圧密試験で得た $e - \log \sigma'_p$ 曲線の曲率最大点の判断誤差の影響を技術者に対するアンケート調査から定量的に分析して先に報告した^{1),2)}。本稿では我が国の泥炭と硬質粘土、また海外の代表的な粘土に対して同様な検討を行い我が国の粘土に対する結果と比較した。

2. 供試土と実験方法

供試土は、桑名、境、青海、尼崎、徳山、神戸の国内6地域の沖積粘土地盤から採取した9種類の乱さない自然堆積粘土に加え、海外のBothkennar(英)³⁾、Blake(米)⁴⁾、Louseville(カナダ)⁵⁾の粘土、名古屋の洪積熱田粘土、北海道の泥炭を加えた計16試料である。その指数性質を表-1に示す。 $I_p = 26 \sim 92\%$, $q_u = 14 \sim 664 \text{ kPa}$ の広い範囲の土を対象にしている。

国内の沖積粘土のうち、桑名、青海、尼崎の粘土は試料変形装置⁶⁾を用いて、練返し土を含めて乱れの程度の異なる6種類の試料を準備した。これらは、チューブ内径に対する面積比によって S_1 (面積比1), S_2 (同0.95), S_3 (同0.9), S_4 (同0.8), S_5 (同0.7), S_6 (練返し土)とした。 S_1 は乱さない土である。圧密供試体の寸法は、直径6cm、高さ2cmであり、JIS A1217に従う標準圧密試験を行った。図-1に S_1 の $e - \log \sigma'_p$ 曲線をまとめて示す。 $e_0 = 0.8 \sim 9.2$, $C_c = 0.2 \sim 8.3$ の範囲を持つ幅広い試料である。

3. アンケートの方法と回答結果

先のアンケート結果^{1),2)}を踏まえ、 $e - \log \sigma'_p$ 曲線の0.1に相当する e の縦軸の長さ a に対する横軸の対数目盛1サイクルの長さ b の比 b/a がCasagrande法から得た圧密降伏応力 $\sigma'_p(C)$ に与える影響と海外の粘土、そして泥炭や硬質土について同様の検討を行うために追加アンケートを行った。

回答者には b/a の異なる曲線を提示し、 σ'_p を求めるための曲率最大点の決定を依頼した。 $e - \log \sigma'_p$ 曲線には C_c の直線を併記した。回答者は調査・設計を業とする全国規模の会社10社の技術者計43名である。なお2回目のアンケートを依頼する際には1回目の結果を情報として与えたが、2回目の回答者の判断にその影響がないことは確認した。また第1回目と第2回目の $\sigma'_p(C)$ の整理者は異なるが、読取り値に有意差が無いことも確認した。追加アンケートは平成10年7月からの6ヶ月間で実施し、郵便によって依頼・回収した。回収率は100%であった。

4. $\sigma'_p(C)$ 値の統計量に及ぼす b/a と試料の乱れの影響

キーワード：標準圧密試験、 $e - \log \sigma'_p$ 曲線、圧密降伏応力、判断誤差
連絡先(神奈川県横須賀市走水1-10-20 防衛大学校、電話：0468-41-3810)

表-1 供試土の指数性質

Site	I_p (%)	σ'_{vo} (kPa)	OCR	ϵ_{vo} (%)	q_u (kPa)	C_c	$\sigma'_p(C)$ (kPa)	$\sigma'_p(A)$ (kPa)	R	σ'_p (kPa)	b/a
桑名 3	26	98	2.9	3	91	0.23	250	284	0.88	3.3	
桑名 18	54	186	1.3	5	216	0.90	250	245	1.02	4.1	
桑名 21	43	206	1.1	7	189	0.69	235	235	1.00	5.0	
境 8	31	90	2.0	6	98	0.81	177	180	0.98	3.3	
青海 4	52	138	1.5	5	172	1.02	212	202	1.05	5.8	
尼崎 10	62	236	1.4	8	127	0.81	314	332	0.95	3.1	
徳山 1	68	153	0.9	5	78	0.29	121	135	0.90	1.9	
徳山 2	92	16	2.5	13	42	1.94	43	40	1.07	14.0	
神戸 9	81	57	1.7	4	72	1.30	97	98	0.99	7.5	
Bothkennar	47	43	1.7	2	56	1.08	74	74	0.99	6.0	
Blake	92	9	7.7	5	20	2.22	67	68	0.98	6.0	
Louseville	37	60	2.8	0	50	8.28	170	170	1.00	6.0	
名古屋 2	39	355	2.2	3	592	1.73	757	754	1.00	6.0	
名古屋 6	23	438	2.2	3	664	0.47	966	950	1.02	6.0	
泥炭 TB-1	NP	1	23.3	0.3	14	2.08	32	34	0.94	6.0	
泥炭 UB-1	NP	1	12.6	0.1	14	3.92	13	15	0.84	6.0	

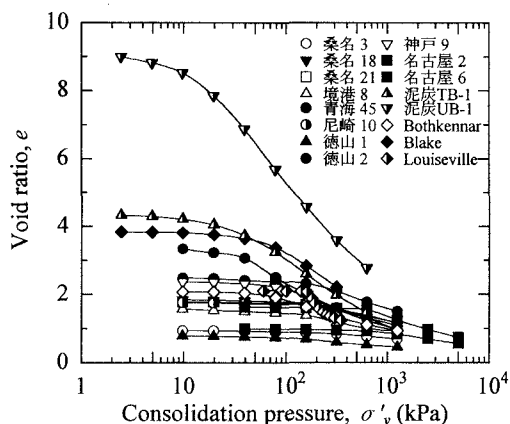


図-1 間隙比と圧密圧力の関係

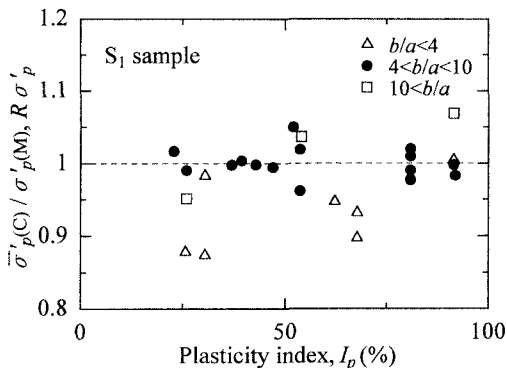
図-2 $R \sigma'_p$ と I_p の関係

図-2は、S₁試料に対し、三笠法から得た圧密降伏応力 $\sigma'_p(M)$ に対する43名の総ての回答者による $\sigma'_p(C)$ の平均値の比 $R\sigma'_p$ を I_p に対してプロットしたものである。JGS T411は $b/a=4\sim 10$ の範囲で $e-\log \sigma'_v$ 曲線を描くことを規定している。図-2を見ると、 $b/a=4\sim 10$ の範囲で整理した $R\sigma'_p$ 値は、1.0を中心に0.95~1.05の範囲内にあり、この傾向に I_p は依存していない。しかし、 $b/a<4$ と $b/a>10$ の場合には、 $R\sigma'_p$ はそれぞれ1より小さく、また大きくなっている。そして、この傾向は q_u の大小にも依存しないことを確認した。

図-3に $\sigma'_p(C)$ の変動係数を C_c に対してプロットした。図-1の中で上に位置する泥炭、徳山2、Blakeの4試料は、図-3のプロットの位置が他と異なるが、試料が乱れ C_c が小さくなると $V(\sigma'_p(C))$ が大きくなる傾向が明瞭に現れている。これは、試料が乱れると $e-\log \sigma'_v$ 曲線に明瞭な曲率最大点が現れ難くなり、 $\sigma'_p(C)$ 値に関する回答者の判断誤差を大きくするためである。S₁試料の $V(\sigma'_p(C))$ は約0.004~0.1の範囲であるが、S₆試料の $V(\sigma'_p(C))$ は約0.25~0.3と大きくなる。このような傾向に泥炭、洪積粘土、海外の粘土の違いはない。

図-4に桑名18のS₁,S₃,S₅,S₆と原位置の $e-\log \sigma'_v$ 曲線⁷⁾を示す。また図-5に図-4のS₁,S₅,S₆の曲線に対する $\sigma'_p(C)$ の統計量と正規分布曲線を示す。但し、ヒストグラムは図が繁雑になるのを避けるため、S₁の結果のみを示している。試料の乱れによって $\sigma'_p(C)$ の平均値が原位置の圧密降伏応力 $\sigma'_p(I)$ や $\sigma'_p(M)$ から小さくなり、変動係数が大きくなることがわかる。

5. おわりに

本稿の主要な結論は以下のようである。

- 1) $b/a=4\sim 10$ の範囲で得たCasagrande法による σ'_p 値は、回答者の平均値に対しては三笠法によるそれと同等の値を与えるが、 $b/a<4$ で小さく、 $b/a>10$ で大きくなる傾向を示す。
- 2) 試料が乱れると C_c が小さくなるため $e-\log \sigma'_v$ 曲線の

最大曲率点が現れ難くなり、 $\sigma'_p(C)$ 値に関する回答者の判断誤差を大きくする。その結果、S₁試料の $V(\sigma'_p(C))$ は約0.004~0.1の範囲であるが、S₆試料の $V(\sigma'_p(C))$ は約0.25~0.3と大きくなった。このような傾向に泥炭、洪積粘土、海外の粘土の違いはなかった。

謝辞：ご多忙のところ面倒なアンケート調査にご協力いただきました関係各位に深甚の謝意を表します。

参考文献 1)正垣ら：土木学会第25回関東支部発表会, pp.498,499,1998 2)正垣ら：第33回地盤工学研究発表会, pp.419,420, 1998. 3)The Institution of Civil Engineers London, Geotechnique, Vol.42, No.9, pp.246~277, Test9A-3, 1992 4)Silva, A. and Hollister, C.: Marine Geology, Vol.29, No.1, pp.13~17, 1979. 5)Terzaghi, K. and Peck, R. and Mesri, G.: Soil mechanics in engineering practice, 3rd edition, pp.102, 103. 6)Shogaki, T. and Kaneko, M.: Effects of sample disturbance on strength and consolidation parameters of soft clay, Soils & Foundations, Vol.34, No.3, 1994. 7)Shogaki, T.: A method for correcting consolidation parameters for sample disturbance using volumetric strain, Soils & Foundations, Vol.36, No.3, pp.123~131, 1996.

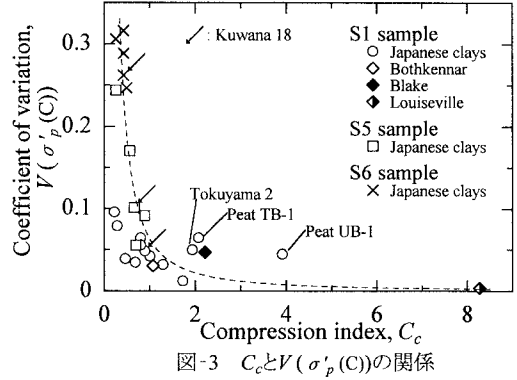


図-3 C_c と $V(\sigma'_p(C))$ の関係

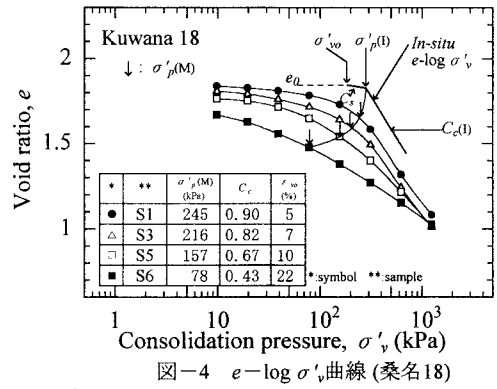


図-4 $e-\log \sigma'_v$ 曲線 (桑名18)

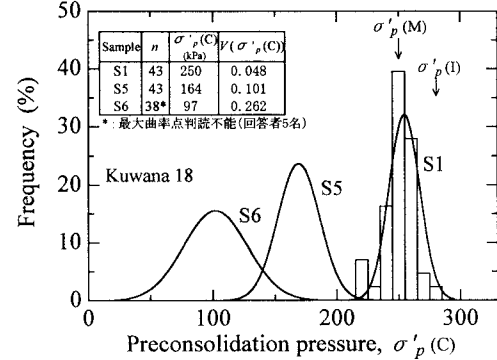


図-5 試料の乱れによる $\sigma'_p(C)$ 値の統計量の変化