

Ⅲ-A179

カサグランデ法による圧密降伏応力に含まれる個人誤差の補正法

防衛大学校 坂本 竜・正垣 孝晴

1. はじめに

塑性、強度、乱れの程度の異なる国内外の試料に対する標準圧密試験から、53種類の e - $\log p$ 曲線を準備し、Casagrande法で求めた圧密降伏応力 $\sigma'_p(C)$ に含まれる個人誤差の実態を技術者に対するアンケート調査から定量的に分析した。本稿では、試料の乱れによって変化する $\sigma'_p(C)$ の変動係数を補正する方法を $\sigma'_p(C)$ の統計量に及ぼす試料の乱れの影響の分析から検討する。

2. 供試土と実験方法

アンケート調査に用いた供試土は、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土に加え、海外のBothkennar²⁾、Blake³⁾、Louseville⁴⁾の粘土、そして名古屋の洪積熱田粘土、北海道の泥炭を加えた総計16試料である。その強度・圧密特性を表-1に示す。図-1に S_1 供試体から得た16試料の e - $\log p$ 曲線をまとめて示す。供試体の初期間隙比 e_0 は0.8~9.2、圧縮指数 C_c は0.2~8.3の幅広い範囲の供試土である。

国内の沖積粘土のうち、桑名、青海、尼崎の試料に対しては、試料変形装置⁵⁾を用いて、練返し土を含む乱れの程度の異なる6種類の供試体を準備した。試料変形装置の内径に対するサンプリングチューブ内径の面積比 R_a によって、これらは S_1 ($R_a=1.0$)、 S_2 (同0.95)、 S_3 (同0.90)、 S_4 (同0.80)、 S_5 (同0.70)、 S_6 (練返し土)とした。 S_1 は乱さない供試体である。圧密供試体の寸法は直径 d 60mm、高さ h 20mmであり、JIS A 1217に従う標準圧密試験を行った。

3. $\sigma'_p(C)$ の統計量に及ぼす試料の乱れの影響とその補正

図-2に桑名18の S_1 , S_5 , S_6 の e - $\log p$ 曲線から得た $\sigma'_p(C)$ の統計量と正規分布曲線を示す。但し、図-2のヒストグラムは図が煩雑になるのを避けるため、 S_1 の結果のみを示している。 $\bar{\sigma}'_p(C)$ は試料の乱れによって $\sigma'_p(I)$ や S_1 試料に対する $\sigma'_p(M)$ から小さくなり、 $\sigma'_p(C)$ の変動係数 $V(\sigma'_p(C))$ が大きくなるのが分かる。乱れの程度の異なる試料の C_c と ε_{vo} の関係から得た $C_c(I)$ に対する C_c の比 $C_c/C_c(I)$ と $V(\sigma'_p(C))$ の関係が図-3に示される。また、図-4は三笠法から得た原位置の圧密降伏応力 $\sigma'_p(M)(I)$ に対する $\sigma'_p(M)$ の比と $V(\sigma'_p(C))$ の関係である。試料の乱れによって $C_c/C_c(I)$ と $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ が小さくなると $V(\sigma'_p(C))$ が大きくなる。桑名3(●印)の I_p は26であり、他の供試土

表-1 供試土の強度・圧密特性 (S_1 供試体)

供試土	I_p	σ'_{p0} (kPa)	OCR	ε_{vo} (%)	q_u (kPa)	C_c	$\bar{\sigma}'_p(C)$ (kPa)	$\sigma'_p(M)$ (kPa)	R	σ'_p	h/a
桑名3	26	98	2.9	3.2	91	0.23	250	284	0.88	3.3	
桑名18	54	186	1.3	4.5	216	0.90	250	245	1.02	4.1	
桑名21	43	206	1.1	6.5	189	0.69	235	235	1.00	5.0	
境8	31	90	2.0	5.8	98	0.81	177	180	0.98	3.3	
青海4	52	138	1.5	5.2	172	1.02	212	202	1.05	5.8	
尼崎10	62	236	1.4	7.6	127	0.81	314	332	0.95	3.1	
徳山1	68	153	0.9	5.4	78	0.29	121	135	0.90	1.9	
徳山2	92	16	2.5	12.6	42	1.94	43	40	1.07	14.0	
神戸9	81	57	1.7	3.6	72	1.30	97	98	0.99	7.5	
Bothkennar	47	43	1.7	2.2	56	1.08	74	74	0.99	6.0	
Blake	92	9	7.7	4.9	20	2.22	67	68	0.98	6.0	
Louseville	37	60	2.8	0.3	50	8.28	170	170	1.00	6.0	
名古屋2	39	355	2.2	2.7	592	1.73	757	754	1.00	6.0	
名古屋6	23	438	2.2	3.1	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	

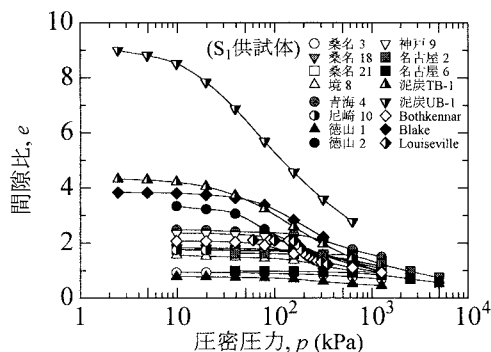


図-1 間隙比と圧密圧力の関係

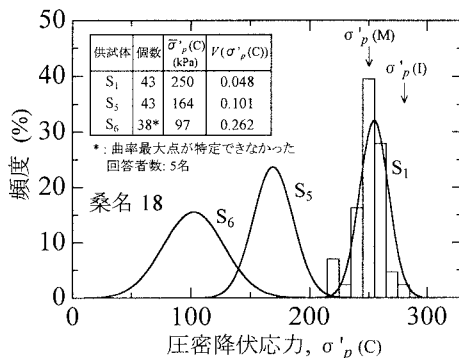


図-2 $\sigma'_p(C)$ 値の統計量の変化

キーワード：圧密降伏応力，カサグランデ法，試料の乱れ，個人誤差

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 Tel：0468-41-3810（内）2321 Fax：0468-44-5913

のそれらより小さい。低塑性土の e -log p 曲線は、圧密降伏応力近傍の曲率が小さいため曲率最大点の判断誤差が大きくなる。桑名3の $V(\sigma'_p(C))$ が他のそれらより大きいのはこのためである。桑名3を除く供試土の I_p は 43~62 の範囲にあるが、これらの試料の $V(\sigma'_p(C))$ と $C_c/C_c(I)$ 、 $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ の関係のプロットは、比較的狭い範囲に位置している。

図-3, 4 の実線は、桑名3を除くプロットの近似曲線である。これらの近似曲線を用いた $R(V(\sigma'_p(C)))$ と $C_c/C_c(I)$ 、 $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ の関係を図-5 に示す。ここで、 $R(V(\sigma'_p(C)))$ は $V(\sigma'_p(C))$ に対する $V(\sigma'_p(C)(I))$ の比である。 $V(\sigma'_p(C)(I))$ は図-3, 4 の実線において、それぞれ $C_c/C_c(I)$ 、 $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ が1の $V(\sigma'_p(C))$ を 0.029、0.038 と読み取った。標準圧密試験の結果から $C_c/C_c(I)$ か $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ が分かれば、図-5 から $R(V(\sigma'_p(C)))$ を読み取り、その値を $V(\sigma'_p(C))$ に乗することで $V(\sigma'_p(C)(I))$ を求めることが可能である。すなわち $V(\sigma'_p(C))$ や $V(\sigma'_p(C)(I))$ は、図-5 を用いて推定することができる。試料の乱れに応じた圧密降伏応力の平均値の推定法については、すでに他の論文⁶⁾で提案している。

4. おわりに

試料が乱れると C_c が小さくなるため e -log p 曲線の曲率最大点が現れ難くなり、 $\sigma'_p(C)$ に関する回答者の判断誤差を大きくする。Casagrande 法による圧密降伏応力の変動係数を補正する方法を示した。アンケートの回答者は全国規模の会社をほぼ網羅していることから、 $\sigma'_p(C)$ に含まれる我が国の個人誤差の現状をほぼ把握できたと考えている。

最後に、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わします。

参考文献

- 1) 坂本, 正垣: Casagrande 法による圧密降伏応力に含まれる個人誤差, 第 26 回土木学会関東支部技術研究発表会, pp.470-471, 1999.
- 2) Nash,D, Sils.G and Davison,L.: One-dimensional consolidation testing of soft clay from Bothkennar, Geotechnique, Vol.42, No.2, pp.241-256, 1992.
- 3) Silva,A and Hollister,C.: Geotechnical properties of ocean sediments recovered with the giant piston corer, Blake-Bahama outer ridge, Marine Geology, Vol.29, No.1, pp.13~17, 1979.
- 4) Terzaghi,K, Peck,R. and Mesri,G.: Soil mechanics in engineering practice, 3rd edition, pp.102-103, 1998.
- 5) Shogaki, T. and Kaneko, M.: Effects of sample disturbance on strength and consolidation parameters of soft clay, Soils and Foundations, Vol.34, No.3, pp.1-10, 1994.
- 6) Shogaki, T.: A method for correcting consolidation parameters for sample disturbance using volumetric strain, Soils and Foundations, Vol.36, No.3, pp.123-131, 1996.

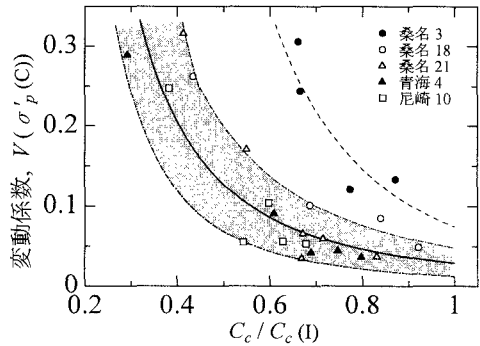


図-3 $V(\sigma'_p(C))$ と $C_c/C_c(I)$ の関係

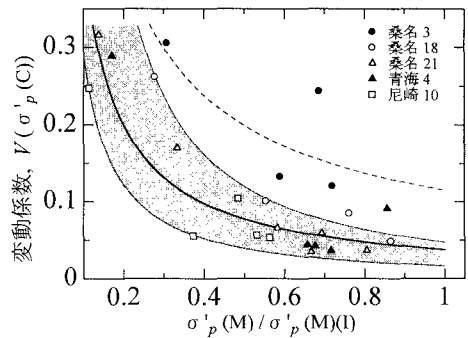


図-4 $V(\sigma'_p(C))$ と $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ の関係

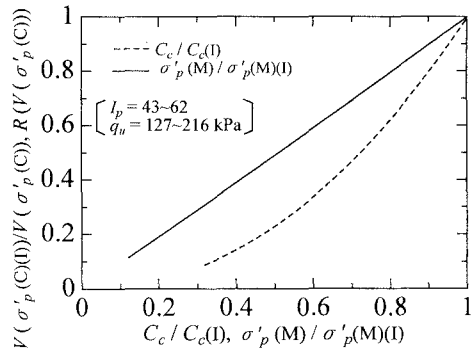


図-5 $R(V(\sigma'_p(C)))$ と $C_c/C_c(I)$ 、 $\sigma'_p(M)/\sigma'_p(M)(I)$ の関係