

1. はじめに

圧密特性に及ぼす試料の乱れに関する一連の研究^{1),2)}において、 $e - \log p$ 曲線の圧密降伏応力 σ'_p の決定に著者らは三笠法を用いてきた。Casagrande 法では曲率最大点の決定が恣意的になり易いことに加え、乱れの大きな試料の $e - \log p$ 曲線では曲率最大点の決定そのものが困難であるからである。しかし、JIS A1217 では Casagrande 法が三笠法に優先する方法として規定され、国際的にも Casagrande 法が一般的な方法として用いられている。

本稿では I_p 、 q_u 、乱れの程度の異なる 37 の $e - \log p$ 曲線を準備し、技術者に対するアンケート調査から Casagrande 法の σ'_p ($\sigma'_p(C)$) 値に及ぼす個人誤差の影響を検討した。

2. 供試土と実験方法

供試土は、桑名、境、青海、尼崎、徳山、六甲の全国 6 地域の沖積低地から採取した 9 種類の乱さない自然堆積粘土である。その指数性質を表-1 に示す。 $I_p = 26 \sim 92$ 、 $q_u = 42 \sim 216$ kPa の広い範囲の土を対象にしている。試料変形装置³⁾を用いて、練り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。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 (練り返し土)の乱れの程度の異なる 6 種類の試料を準備した。 S_1 は乱さない土である。圧密供試体の寸法は、直径 6 cm、高さ 2 cm であり、JIS A1217 に従う標準圧密試験を行った。

3. 実験結果

図-1 に S_1 試料に対して行った 9 試料の $e - \log p$ 曲線をまとめて示す。 $e_0 = 0.8 \sim 3.4$ 、 $C_c = 0.2 \sim 1.9$ の範囲を持つ幅広い粘土であった。図-2 は、各試料を代表するものとして、桑名 18 の試料の応力 σ とひずみ ϵ の関係である。乱れが大きくなると q_u と曲線の立ち上がり勾配が小さくなり、破壊ひずみ ϵ_f が大きくなっている。図-3 は、図-2 と同じ桑名 18 の試料に対する間隙比 e を $\log p$ に対してプロットしたものである。試料の乱れが大きくなると σ'_p と C_c ともに小さくなっている。

4. アンケートの方法と回答結果

調査・設計を業とする全国規模の会社のうちの 7 社

キーワード 標準圧密試験、 $e - \log p$ 曲線、圧密降伏応力、判断誤差

連絡先 (住所・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)	ϵ_{vo} (%)	q_u (kPa)	σ'_p (kPa)	C_c	b/a
桑名 3	26	98	3	90	284	0.2	3.3
境 8	31	90	6	98	180	0.8	3.3
桑名 21	43	206	7	189	235	0.7	5.0
青海 4	52	138	5	172	202	1.0	5.8
桑名 18	54	186	5	216	245	0.9	4.1
尼崎 10	62	236	8	127	332	0.8	3.1
徳山 1	68	153	5	78	135	0.3	1.9
六甲 9	81	57	4	72	98	1.3	7.5
徳山 2	92	16	13	42	40	1.9	14.0

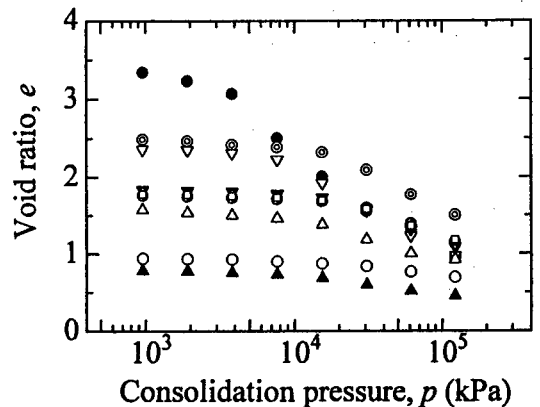


図-1 間隙比と圧密圧力の関係

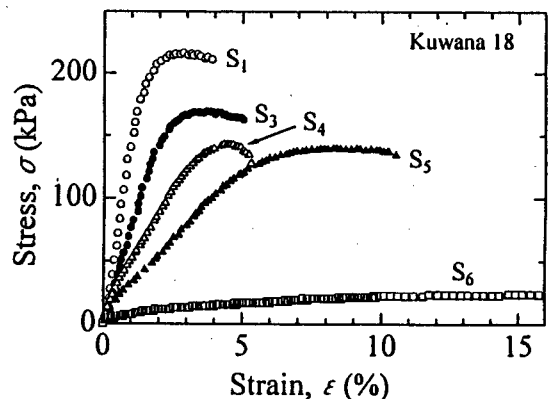


図-2 応力とひずみの関係

から計 20 名の技術者に 9 試料計 37 の乱れの程度の異なる $e - \log p$ 曲線を提示し、回答者には Casagrande 法で σ'_p を求めるための曲率最大点の決定を依頼した。 $e - \log p$ 曲線には C_c の直線が明記しており、回答者が示した曲率最大点からの σ'_p 値の読み取りは、個人誤差の介入を防ぐため著者のうちの一人が統一して行った。

アンケートは平成 9 年 7 月からの 4 ヶ月間で実施し、郵便によって依頼・回収した。アンケートの回収率は 100% であった。 S_6 試料の $e - \log p$ 曲線に対しては、曲率最大点を特定できない回答者の割合は 22% であった。

5. $\sigma'_p(C)$ 値に及ぼす土の塑性と試料の乱れの影響

図-4 と 5 は、それぞれ S_1 と S_6 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 20 名の全回答者による $\sigma'_p(C)$ の比 $R\sigma'_p$ を I_p に対してプロットしたものである。これらの図で [] は有効土被り圧下で定義した体積ひずみ ε_{vo} であり、() は提示した $e - \log p$ 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 の比である。JGS T411 は $b/a = 4 \sim 10$ の範囲で $e - \log p$ 曲線を描くことを規定している。

図-4 において、 $b/a = 4 \sim 10$ の範囲で整理した $R\sigma'_p$ 値は、1.0 を中心に 0.9~1.1 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、 $b/a = 4 \sim 10$ の範囲を外れる $R\sigma'_p$ 値は、 $b/a < 4$ で 1 以下、 $b/a > 10$ で 1 以上の値を示し、 $R\sigma'_p$ 値の変動も $b/a = 4 \sim 10$ のそれに比べて大きくなる傾向がある。一方、図-5 は繰り返し土であるため、 $\varepsilon_{vo} \approx 10 \sim 30$ と大きい。 b/a が $4 \sim 10$ の範囲であっても ε_{vo} 値が大きく $e - \log p$ 曲線に明瞭な曲率最大点が現れないことを反映して、 S_6 試料の $R\sigma'_p$ 値の変動は S_1 試料のそれより大きい。そして、 $R\sigma'_p$ は I_p とともに大きくなり、 $I_p \approx 60$ の試料で約 1~2 である。すなわち、Casagrande 法は試料の乱れが大きくなると σ'_p 値を過大に評価する。

6. おわりに

本稿の主要な結論は以下のようなものである。

- 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。しかし、 $\pm 10\%$ の範囲で変動する。
- 2) 試料の乱れが大きくなると Casagrande 法による σ'_p 値は三笠法のそれより大きくなる。繰り返し土の場合、個人差に起因する σ'_p 値の推定誤差の範囲は三笠法のそれの $\pm 100\%$ 程度であった。

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) Shogaki, T. and Kaneko, M., Soils and Foundations, Vol. 34, No. 3, pp. 1-10, 1994. 2) Shogaki, T., Soils and Foundations, Vol. 36, No. 3, pp. 123-131, 1996.

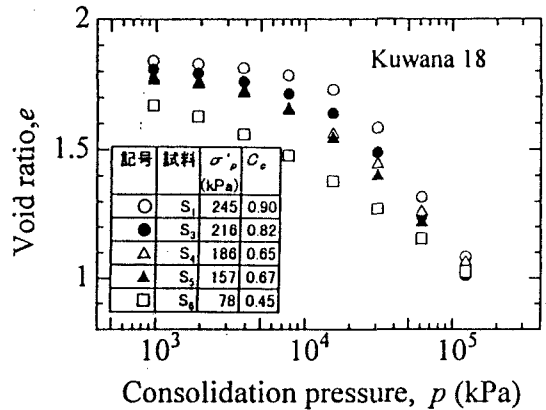


図-3 間隙比と圧密圧力の関係

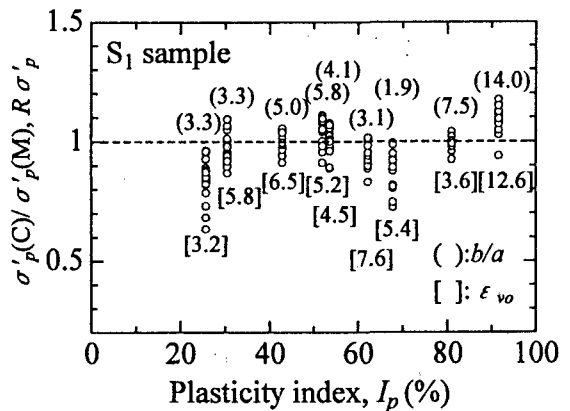


図-4 $R\sigma'_p$ と I_p の関係

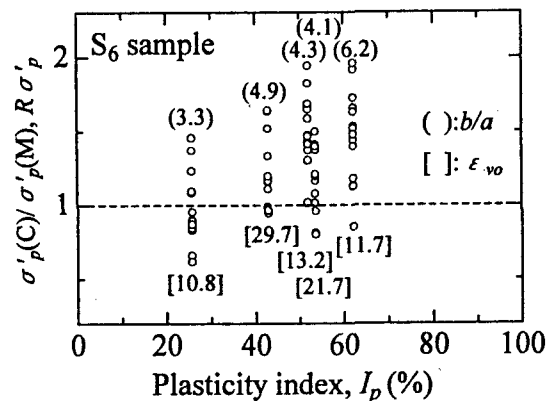


図-5 $R\sigma'_p$ と I_p の関係