

防衛大学校 (印) 山口 晴幸
同上 大平 至徳
同上 木暮 敬二

1. はじめに ピートのせん断特性に関する研究は国内外において極めて

少なく、解明して行かなければならない問題が多く残されている。著者らは、不攪乱ピートを対象とした軸対称三軸圧縮試験を実施し、ピートの基本的せん断特性の一端を明らかにして来た。本文は、一見統一性が見えない挙動を呈するものと考えられかねないピートのせん断特性を系統立てて評価するための一つの試みとして、カムクレイ理論⁽¹⁾にダイルタンシー関数を組み込む三軸比の手法を適用して、ピートの非排水応力～ひずみ関係および強度特性について考察した結果を記述する。

2. 実験 埼玉県大宮市郊外の泥炭地に鉛直にシミュールホブを人力で貫入して採取した不攪乱試料を用い、通常の三軸セル内で等方正規および過圧密条件下に供試体について、定ひずみ速度(ひずみ速度=0.05%/min)非排水三軸圧縮試験を実施した。ピート試料の物理的性質を表-1に示す。なお、試験条件等に関する詳細は前報を参照。

3. 考察 正規圧密粘性土を対象として、カムクレイ理論にダイルタンシー～応力比関係と適切に反映するダイルタンシー関数 $F(\eta)$ を導入して誘導される非排水条件下での応力比～ひずみ増分関係は次式で与えられる。

$$de = -\frac{1}{\lambda} \frac{(F(\eta))^2}{\eta F(\eta) - \frac{\lambda}{1+e_0}} d\eta \quad (1),$$

$$-\frac{1}{1+e_0} \frac{dp}{p} + F(\eta) d\eta = 0 \quad (2) \quad \text{ここに、} \varepsilon \text{ は偏差ひずみ、} \lambda \text{ は圧縮指数}$$

(G.G.3), η は応力比 $\eta = q/p$, $q = \sigma_1 - \sigma_3$, $p = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$, e_0 はせん断開始時の空隙比。これは後述する(5)式で与えられ、膨張指数 κ (G.G.2.3)と同機能を持つ係数、 $F(\eta)$ は $F(\eta)$ の微分形。ここでは正規圧密ピートの $F(\eta)$ を次式より計算されるダイルタンシー相当量 $\bar{v}_d \sim \eta$ 関係の実験結果に基づき、図-1に示すように、応力比 η の一次式で表わすことにする。

$$\bar{v}_d = -\frac{e_0}{1+e_0} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\bar{c}_c} \right] \quad (3),$$

$$F(\eta) = 0, (\eta < \eta_0) \text{ \& } F(\eta) = \mu(\eta - \eta_0), (\eta_0 \leq \eta \leq M) \quad (4) \quad \text{ここに、} p_0 \text{ はせん断開始時の} p, M \text{ は限界状態での} \eta, \bar{c}_c \text{ は} \ln e - \ln p \text{ 面上での正規圧密線の勾配、} \mu$$

は $F(\eta) \sim \eta$ 関係直線の勾配。そこで、図-2に示すように、 $e - \ln p$ 面上でのピートの正規圧密曲線と勾配 λ と κ と(1)との二つの直線と近似し、 $p > p_m$ 領域での正規圧密ピートを対象とし、さらに粘着切片 $c = 0$ として、次の二つのケースについて予測計算を試み実験値との検証を行った。

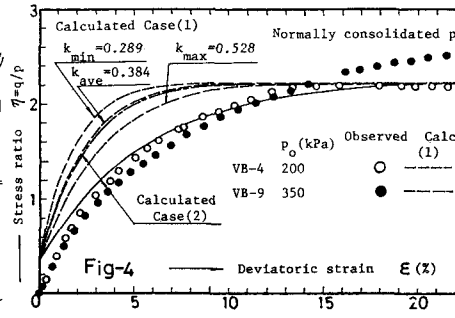
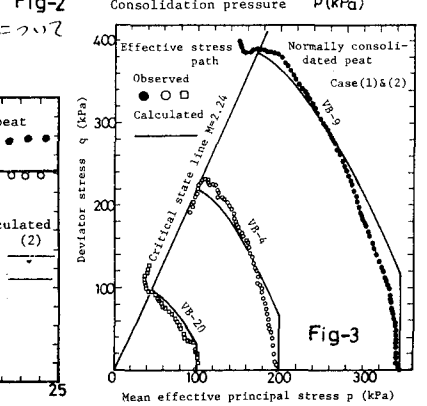
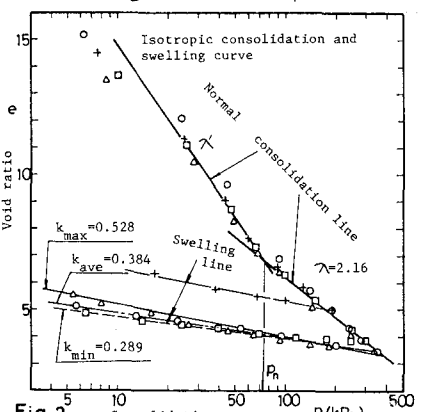
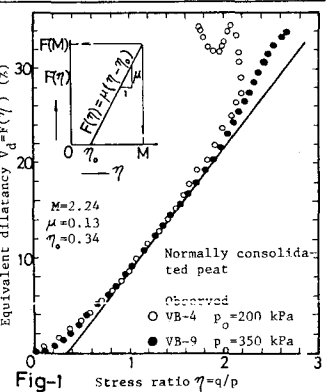
ケース(1): 図-2に描かれているように、 $e - \ln p$ 面上での膨張曲線と直線近似し、実験値に基づき、三つの κ (=1)値

($\kappa_{max} = 0.528$, $\kappa_{ave} = 0.384$, $\kappa_{min} = 0.289$)の場合について計算を試みる。

ケース(2): 限界状態での条件

Table-1 Undisturbed Ohmiya Peat (VB-Sample)

Natural water content(%)	500 - 1000
Specific gravity	1.55 - 1.90
Ignition loss(%)	50 - 78
Degree of humification(%)	45 - 53
Wet unit weight(tf/m ³)	100
Liquid limit(%)	-
Plastic limit(%)	-



($\eta = M$ で、 $d\eta/d\varepsilon = 0$)を適用して次式で求められる ν 値を用いて計算を試みる。 $\nu = \lambda - (1+e_0)MF(M) - (5)$

両ケースでの応力経路式および応力比 η の式はそれぞれ次式で表わされる。

ケース(1): $P = P_0$ ($0 \leq \eta < \eta_0$), $\frac{1}{1+e_0} \ln \frac{P}{P_0} + \mu(\eta - \eta_0) = 0$ ($\eta_0 \leq \eta \leq M$) — (6)

ケース(1): $\varepsilon = 0$ ($0 \leq \eta < \eta_0$), $\varepsilon = -\frac{K}{\lambda} \mu \ln \left(\frac{\eta - M}{\eta_0 - M} \right)$ ($\eta_0 \leq \eta \leq M$) — (7)

ケース(2): $\varepsilon = 0$ ($0 \leq \eta < \eta_0$), $\varepsilon = -\frac{\nu}{\lambda} \mu \ln \left(\frac{\eta - \frac{\lambda}{1+e_0}}{\eta_0 - \frac{\lambda}{1+e_0}} \right)$ ($\eta_0 \leq \eta \leq M$) — (8)

ここで、三田地の粘性土の非排水強度算定に関する提案式と同様に、

過圧密土の非排水圧縮強度 $(C_u/p_0)_{op}$ と過剰圧係数 $(A_f)_{op}$ は正規圧密土のそれと、 $\bar{C}_s, \bar{C}_c$ を用いることにより次式で近似できることを前報で示す。

$(C_u/p_0)_{op} = (C_u/p_0)_{np} (OCR)^{\frac{1-\bar{C}_s/\bar{C}_c}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}}$ — (9), $(A_f)_{op} = (A_f)_{np} \left\{ 1 - (OCR)^{\frac{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}} \right\} / 2 (C_u/p_0)_{np}^{(10)}$

ここで、 $\bar{C}_s$ は $\ln e \sim \ln P$ 面上での膨張線の勾配、 $(C_u/p_0)_{np}$, $(A_f)_{np}$ は正規圧密土の C_u/p_0 と A_f 。よって、(6), (9), (10)式より次式が得られる。

ケース(1): $\begin{cases} (C_u/p_0)_{op} = \frac{M}{2} \exp \left\{ \frac{(K-\lambda)(M-\eta_0)}{\lambda M} \right\} (OCR)^{\frac{1-\bar{C}_s/\bar{C}_c}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}} \\ (A_f)_{op} = (A_f)_{np} - \frac{1}{M} \exp \left\{ -\frac{(K-\lambda)(M-\eta_0)}{\lambda M} \right\} \left\{ 1 - (OCR)^{\frac{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}} \right\} \end{cases}$ — (11) — (12)

ケース(2): $\begin{cases} (C_u/p_0)_{op} = \frac{M}{2} \exp \left\{ \frac{(1+e_0)\mu(M-\eta_0)}{\lambda} \right\} (OCR)^{\frac{1-\bar{C}_s/\bar{C}_c}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}} \\ (A_f)_{op} = (A_f)_{np} - \frac{1}{M} \exp \left\{ \frac{(1+e_0)\mu(M-\eta_0)}{\lambda} \right\} \left\{ 1 - (OCR)^{\frac{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}{\bar{C}_s/\bar{C}_c-1}} \right\} \end{cases}$ — (13) — (14)

ここで、表2に示す諸数値を用い、両ケースでの応力比 η および剪断力経路、非排水強度および過剰圧係数に関する計算結果と実験結果と照合して示すのが図7~8である。図9は、式で表わされるLaddとMurthyの粘性土に関する実験式をその計算結果に適用し、図10および11に必要諸数値を求め、両実験式

$(A_f)_{NP} = 0.8$ $e_0 = 3.46$ ($p_0 = 350 \text{ kPa}$)
 $\bar{C}_s/\bar{C}_c = 0.22$ $e_0 = 6.47$ ($p_0 = 100 \text{ kPa}$)

上述した理論と背景とした三田地の土に

基づいて、土の応力比 η と剪断力 τ に非排水強度について実験値との検証を試みる。この結果から、粘性土のせん断特性の定量的評価方法に関する既存の理論あるいは実験結果の整理方法を若干修正して土に適用することによって、巨粒土、系統土のせん断特性を把握できる可能性を示すことができ、今後微細土の場合、有機物自身の圧縮特性と定量的に評価できる方法について説明し、構成式に組み込むことを検討していきたい。

- (謝辞) 砂質土生山崎俊明先生に謝意を表す。(論文) 1) 山口 (1981): 工学部60周年誌 第2巻, pp.242~243. 2) 山口 (1982): 工学部60周年誌 第2巻, pp.485~486. 3) 平本 (1982): 工学部60周年誌 第2巻, pp.295~296. 4) 山口 (1983): 工学部60周年誌 第2巻, pp.103~104. 5) 山口 (1983): 工学部60周年誌 第2巻, pp.103~104. 6) Atkinson et al. (1978): The Mechanics of Soils, McGraw-Hill. 7) Mitachi et al. (1979): S&T, Vol.19, No.2, pp.45~61. 8) Mitachi et al. (1976): S&T, Vol.16, No.1, pp.45~58. 9) Ladd et al. (1977): Proc. 9th ICSMFE, Vol.3, pp.421~424. 10) Murthy et al. (1982): S&T, Vol.22, No.1, pp.18~31.

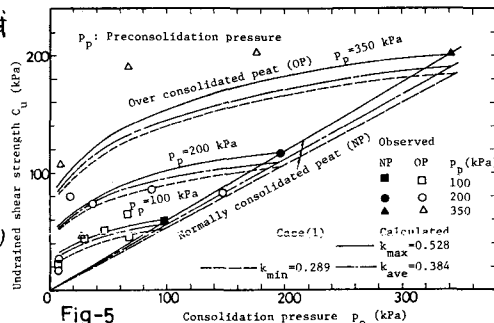


Fig-5

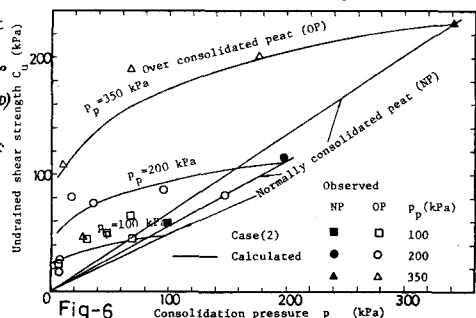


Fig-6

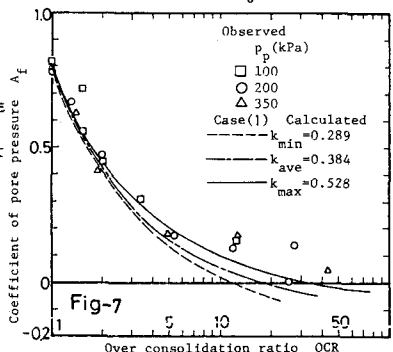


Fig-7

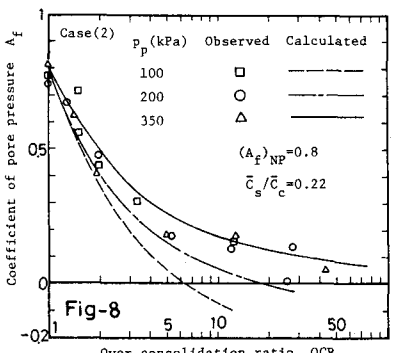


Fig-8

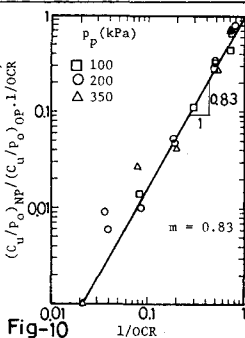


Fig-10

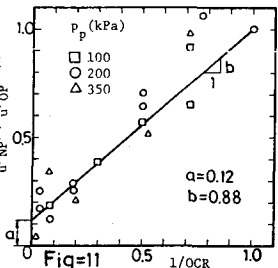


Fig-11

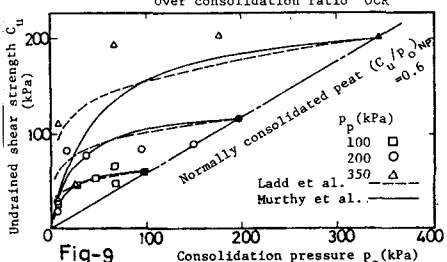


Fig-9