

III-286

泥炭の応力～ひずみ関係に関する一考察

防衛大学校(正)○山口晴幸・(学)三浦恵久・(正)大平至徳

1. はじめに 著者らは泥炭のせん断特性に関する基本的事項について報告して来た。^{1)～4)} 本報告では、平面ひずみ条件下での正規圧密泥炭の変形特性について軸対称応力条件下で誘導された応力～ひずみ関係式¹⁾を八面体面上での応力・ひずみパラメーターを用いて拡張し、その適用性について考察する。なお、軸対称と平面ひずみ条件下でのせん断特性の比較については文献⁴⁾に詳述している。

2. 試料と実験 埼玉県大宮市郊外から採取した泥炭試料を用い、予圧密法により練返し再圧密試料を作製し角柱供試体(60mm×60mm×145mm)をトリミングした。試料の強熱減量(Li)は40～50%,Gs=1.9～2.0であった。図1に示す平面ひずみ試験用プレッシャーバッグを取り付けた三主応力制御試験装置にセットし、圧密過程から100kPaの背圧を作用して所定の圧力まで等方正規圧密および過圧密した後、平面ひずみ条件($\varepsilon_y = 0$)下で非排水圧縮せん断試験(ひずみ速度約 $9.6 \times 10^{-3} \%$ /min)を実施した。

3. 考察 用いた応力・ひずみパラメーターを下記に示す。

$$\sigma'_{oct} = 1/3(\sigma'_x + \sigma'_y + \sigma'_z), \sigma'_x = \sigma'_y - u, \sigma'_y = \sigma'_z - u, \sigma'_z = \sigma'_x - u \quad (1)$$

$$\tau_{oct} = 1/3\{(\sigma'_x - \sigma'_y)^2 + (\sigma'_y - \sigma'_z)^2 + (\sigma'_z - \sigma'_x)^2\}^{1/2} \quad (2)$$

$$\gamma_{oct} = 1/3\{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2\}^{1/2} \quad (3)$$

$$v_{oct} = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z \quad (4) \quad \eta_{oct} = \tau_{oct} / \sigma'_{oct} \quad (5)$$

$\ln e \sim \ln \sigma'_{oct}$ 面上にプロットした等方圧密～膨張線の勾配(λ^*, κ^*)を用いて誘導した正規圧密泥炭についての軸対称応力条件下での応力～ひずみ式^{1), 2)}に上記のパラメーターを導入すると

$$d\gamma_{oct} = - \frac{1 + e_o}{1 + e} \left[\frac{e_o (\lambda^* - \kappa^*)}{1 + e_o} \left(\frac{\sigma'_{oct}}{(\sigma'_{oct})_c} \right)^{-(\lambda^* - \kappa^*)} \frac{d\sigma'_{oct}}{\sigma'_{oct}} + D d\eta_{oct} \right] \cdot \left[\frac{D}{D\eta_{oct} - \frac{e_o (\lambda^* - \kappa^*)}{1 + e_o} \left(\frac{\sigma'_{oct}}{(\sigma'_{oct})_c} \right)^{-(\lambda^* - \kappa^*)}} \right] \quad (6)$$

$$dv_{oct} = \frac{1 + e_o}{1 + e} \left[\frac{\lambda^* e_o}{1 + e_o} \left(\frac{\sigma'_{oct}}{(\sigma'_{oct})_c} \right)^{-\lambda^*} \frac{d\sigma'_{oct}}{\sigma'_{oct}} + D d\eta_{oct} \right] \quad (7)$$

ここで、Dはダイレタンシー係数、 $e_o, (\sigma'_{oct})_c$ はせん断開始後の e と σ'_{oct} である。Roscoeの手法を⁵⁾適用し、三次元応力条件下での各主ひずみを次式で仮定する。

$$d\varepsilon_x = 1/3\{(2\sigma'_x - \sigma'_y - \sigma'_z)d\varepsilon^*/r + dv^*\} \quad (8)$$

$$d\varepsilon_y = 1/3\{(2\sigma'_y - \sigma'_z - \sigma'_x)d\varepsilon^*/r + dv^*\} \quad (9)$$

$$d\varepsilon_z = 1/3\{(2\sigma'_z - \sigma'_x - \sigma'_y)d\varepsilon^*/r + dv^*\} \quad (10)$$

ここで $r, d\varepsilon^*, dv^*$ は次式で表示される。

$$r = \sqrt{3} \tau_{oct}, \quad d\varepsilon^* = \sqrt{3} d\gamma_{oct}, \quad dv^* = dv_{oct} \quad (11)$$

そこで、非排水平面ひずみ条件($dv^* = dv_{oct} = 0, d\varepsilon_y = 0$)と適用することによって、応力～ひずみ関係式が次式で与えられる。

$$\frac{d\gamma_{oct}}{d\eta_{oct}} = \frac{\left(\frac{\lambda^* - \kappa^*}{\lambda^*} \right) \left\{ 1 + \left(\frac{1 + e_o}{e_o} \right) D_u \eta_{oct} \right\}^{-\kappa^*/\lambda^*} - 1}{D_u \eta_{oct} - \frac{e_o (\lambda^* - \kappa^*)}{1 + e_o} \left[1 + \left(\frac{1 + e_o}{e_o} \right) D_u \eta_{oct} \right] \frac{(\lambda^* - \kappa^*)}{\lambda^*}} \quad (12)$$

$$\left(\frac{\sigma'_{oct}}{(\sigma'_{oct})_c} \right)^{-\lambda^*} = 1 + \frac{1 + e_o}{e_o} D_u \eta_{oct} \quad (13)$$

ここで、 D_u は図2に示すように、非排水試験での平均有効主応力(σ'_{oct})の変化から算定したダイレタンシー

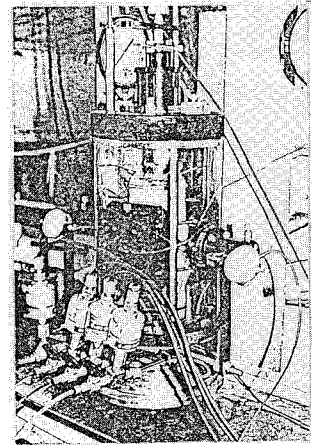


Fig.1

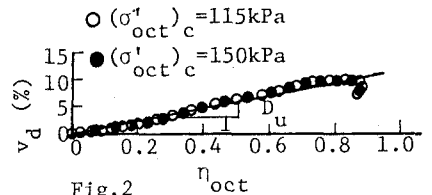


Fig.2

一相当量²⁾(vd)~ η_{oct} 関係を線形近似した直線の勾配である。なお、 κ^* は、(12)式に限界状態での条件($\eta_{oct}=M_{oct}$ で $d\gamma_{oct}/d\eta_{oct}=\infty$)を適用して次式により求めることとする。

$$\kappa^* = \lambda^* + \frac{2\lambda^*}{D_u M_{oct}} \left\{ \left(\frac{e_o}{1+e_o} \right) - \sqrt{\left(\frac{e_o}{1+e_o} \right)^2 + \frac{4 M_{oct}^2 D_u}{\lambda^*}} \right\} \quad (14)$$

ここで、 M_{oct} は $\tau_{oct} \sim \sigma'_{oct}$ 面上での限界状態後の勾配である。また、過圧密供試体の非排水せん断強さ(S_u)と間隙圧係数(A_f)を次式より求めることにする。¹⁾

$$[S_u/(\sigma'_{oct})_c]_{OP} = [S_u/(\sigma'_{oct})_c]_{NP} \cdot OCR^{(1-\kappa^*/\lambda^*)} \quad (15)$$

$$[A_f]_{OP} = [A_f]_{NP} - \frac{[1 - OCR^{(\kappa^*/\lambda^*) - 1}]}{2[S_u/(\sigma'_{oct})_c]_{NP}} \quad (16)$$

ここで、サフィックスNPとOPは正規および過圧密泥炭供試体を意味する。図3(a)~(d)は平面ひずみ条件下での正規圧密泥炭についての非排水応力~ひずみ関係、また図4(a)と(b)は過圧密泥炭の非排水せん断強さと間隙圧係数について、実験値と計算値とを比較したものである。応力~ひずみ関係に関する計算値の実験値に対する近似度合は過圧密土の強度特性に関する結果より良好とは言えないが、実験値の傾向をある程度表現していると言える。今後、文献3)で記述した三主応力試験結果を考慮し、三次元応力条件下での泥炭の変形特性についてさらに考察を続けたい。

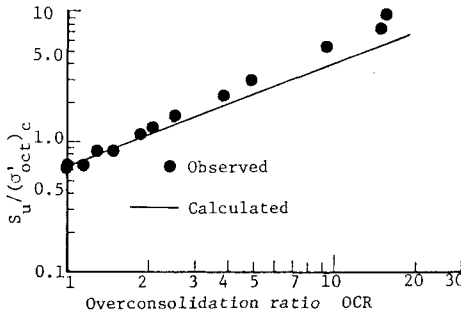


Fig.4(a)

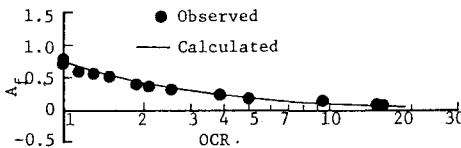


Fig.4(b)

参考文献

- 1) 山口ら(1984);土と基礎, Vol.32, No.11, pp.37~44
- 2) H.Yamaguchi et al.(1985);S&F, Vol.25, No.3, pp.1~18
- 3) H.Yamaguchi et al.(1988);International Cont.on Eng. Problem on Regional soils 投稿中
- 4) 山口ら(1988);第23回土質工学研究発表会投稿中
- 5) Roscoe et al.(1968);In Eng.Plasticity,Camba.Univ.Press, pp.535~609.

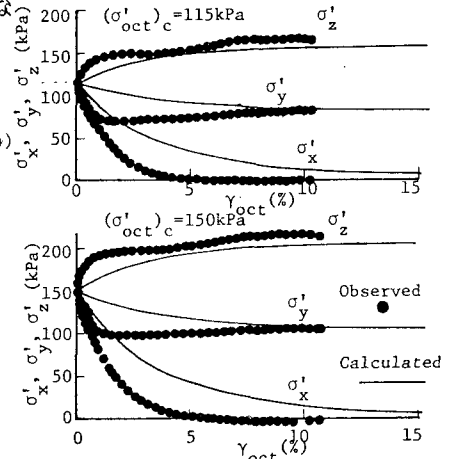


Fig.3(a)

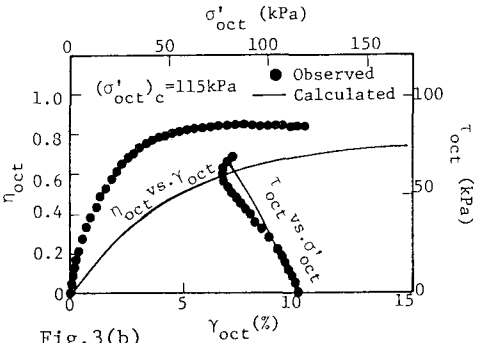


Fig.3(b)

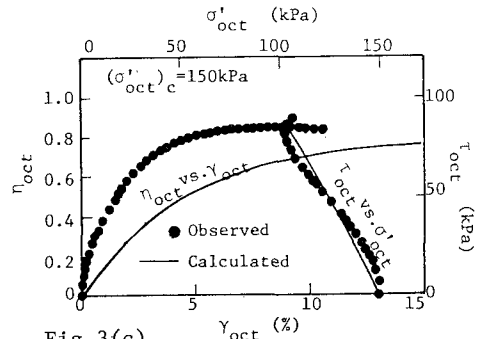


Fig.3(c)

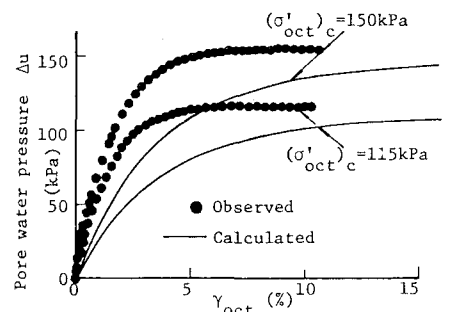


Fig.3(d)