

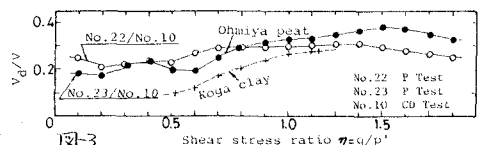
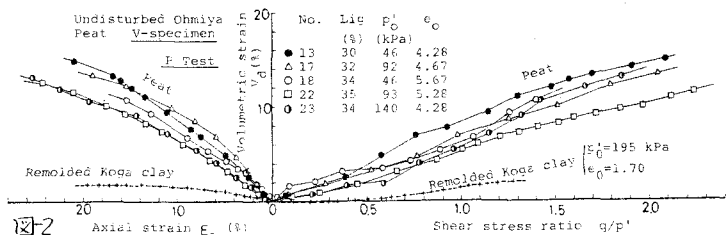
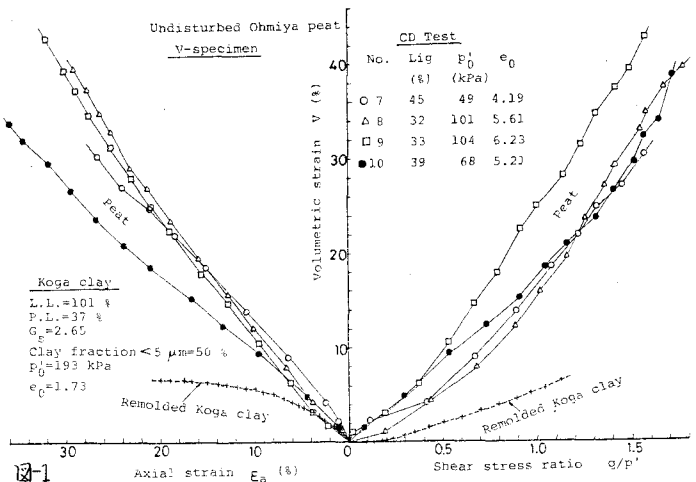
防衛大学校 田山口 晴幸・大平 至徳・木暮 敏二

1. はじめに 泥炭の力学特性を支配する主因子は、含有されている繊維性有機物量(Lig)と γ の軟硬程度や形状寸法に関連する腐植の度合(分解度)および構造異方性(A)と考えられる。そこで、試験によって得られる各種力学的パラメータ γ は、 γ の複雑な関数 $\gamma=f(Lig, D, A)$ として表わされるだろう。著者は、不攪乱泥炭を対象として γ およびAをほぼ固定した三軸試験結果から、泥炭のせん断特性が有機物量(Lig)と尺度として無機質粘土の延長線上に位置づけられることの一端を明らかにして来た。また、テングリンダ理論を若干修正することにより、泥炭の応力 γ と γ の関係および非排水強度と過圧 γ との関係を系統立てて整理できる可能性を示して来た。ここでは、泥炭要素の全体積変化量に占めるダイレタンシー量の割合が無機質粘土の場合と非常に類似していることと排水三軸圧縮試験結果より明らかにし、正規圧 γ 粘土を対象としたテングリンダ理論の検証を試みている。

2. 実験 埼玉県大宮市郊外の泥炭地に鉛直にシワールチューブを貫入して採取した不攪乱泥炭試料を用いた。 γ の物理的諸性質を右表に示す。直径50mm、高さ125mmに成形した円柱体試体と通常の三軸試験機を用いて等方正規圧 γ した後、応力制御により側圧一定排水圧縮試験(CD試験)と平均有効主応力一定排水圧縮試験(P試験)を実施した。また、無機質粘土との比較のために、練返し再圧縮した古河粘土(物理的性質は後述する図表参照)について同種の試験を行った。

3. 実験結果と考察 各種の圧縮力 γ のもとで等方正規圧 γ した泥炭に関する側圧一定排水圧縮試験(CD試験)と平均有効主応力一定排水圧縮試験(P試験)による両結果をそれぞれ図1と2に示す。また同図には $P_0=193$ kPaのもとで圧縮した古河粘土についての結果も併記してある。両図より明らかなように、泥炭のせん断過程での体積変化量は古河粘土の無機質粘土に比較してはるかに大きいことがわかる。この結果は、泥炭要素が植物の根や葉等が部分的に分解した繊維性有機物と主体として構成されており、極めて多孔隙で高圧縮性の材料であることを裏付けている。図1のCD試験では、せん断応力の増大に伴い平均有効主応力も増大するので、生じる全体積変化量はせん断応力成分に起因するもの、即ち、負のダイレタンシー量と圧密によるものから成っている。これに対して、図2でのP試験の結果では、せん断中平均有効主応力が一定に保たれているので、生じる体積変化量は

Properties		Amounts
Natural water content	w_n (%)	330 - 1200
Natural void ratio	e_n	7 - 18
Specific gravity	G_s	1.60 - 2.30
Degree of saturation	S_r (%)	100
Ignition loss	Lig (%)	30 - 80
Degree of decomposition	D (%)	30 - 60
pH		5 - 7
Liquid limit	LL (%)	-
Plastic limit	PL (%)	-



はダイレイタンス量のみである。そこで、両試験結果に基づき、CD試験での体積ひずみ ϵ_v に対するP試験での体積ひずみ ϵ_v の比 v_c/v_p 値を応力比(q/p')に対してプロットしたのが図3である。興味深いことは、図1と2に示したように、泥炭と粘土ではせん断過程での体積変化量に極端な相違があるにもかかわらず、広範囲な応力比に亘って v_c/v_p 値がほぼ0.3と成り、 v_c/v_p 関係がほぼ一致する傾向を示していることである。このことは、土要素のせん断過程での全体積ひずみ中に占めるダイレイタンス量の割合が有残物量の含有程度によってあまり影響を受けない、泥炭と無残物粘土との体積変化挙動の類似性の一端を示すものである。図4, 5は同様にCD試験結果を用いて、圧縮による体積変化量、即ち、等方応力成分に起因する体積ひずみ ϵ_v と求め、全体積ひずみ ϵ_v から ϵ_v と差引いて算定したダイレイタンス量 v_c^* ($=v_c - \epsilon_v$)および v_c/v_p と応力比(q/p')との関係を ϵ_v が ϵ_v プロットしたものである。泥炭の場合 v_c と v_c^* は ϵ_v が

$$v_c = \frac{e_0}{1+e_0} \left\{ 1 - \left(\frac{p'}{p'_0} \right)^{-\bar{e}_c} \right\} \quad (1)$$

$$v_c^* = v - \frac{e_0}{1+e_0} \left\{ 1 - \left(\frac{3}{3-\eta} \right)^{-\bar{e}_c} \right\} \quad (2)$$

ここに、 e_0, p'_0 はせん断開始時の空隙比と圧縮圧、 $p'_0/(1+2\bar{e}_c)$ は $\bar{e}_c$ は $\log e \sim \log p'$ 面上で直線近似したときの等方正規圧密線の勾配である。図5に示す $v_c/v_p \sim \eta$ 関係は図3での $v_c/v_p \sim \eta$ 関係と類似した傾向を示し、せん断中の全体積ひずみに占めるダイレイタンス量の割合はほぼ一定値となるが、 v_c/v_p 値は v_c/v_p 値より多少大きな値と成っている。ところで、図3で示した泥炭の結果が河川粘土の結果と類似していることを示すが、この関係が広範な粘土土壌にも適用できるものがあるかを等方正規圧密粘土を対象として ϵ_v と ϵ_v の関係を試みるブリンザ理論⁵⁾を取り上げて検証してみる。OriginalおよびModifiedのCam-Clayモデルでは、 $v_c/v_p \sim \eta$ 関係は次式で表わされる。

$$v_c/v_p = \frac{\frac{\Lambda_0}{M} \cdot \eta}{\frac{\Lambda_0}{M} \cdot \eta + \ln \left(\frac{3}{3-\eta} \right)} \quad (3): \text{Original Cam-Clay Model.}$$

$$v_c/v_p = \frac{\Lambda_0 \ln \left(\frac{M^2 + \eta^2}{M^2} \right)}{\Lambda_0 \ln \left(\frac{M^2 + \eta^2}{M^2} \right) + \ln \left(\frac{3}{3-\eta} \right)} \quad (4): \text{Modified Cam-Clay Model.}$$

ここに、 $\Lambda_0 = 1 - C_s/C_c$, C_c, C_s は圧縮指数と膨張指数、 M は限界状態での応力比。土質によって Λ_0 と M ($= \frac{6 \sin \phi'}{3 - \sin \phi'}$)の値が異なるが、図6に示すMayne⁶⁾が整理した等方正規圧密粘土に関する ϕ' と Λ_0 との関係を利用した。ここでは、 (ϕ', Λ_0) が $(20^\circ, 0.4)$, $(20^\circ, 0.9)$, $(35^\circ, 0.4)$, $(35^\circ, 0.9)$ と $\phi' = 32.5\Lambda_0 + 6.5$ (5)とした場合について、 $v_c/v_p \sim \eta$ 関係を計算し図7と8に示す。 ϕ' と Λ_0 を平均的に最も接近近似した(5)式に対する図8に依ると、 $\eta > 0.5$ 領域では、両モデルの結果は、図5に示した泥炭の結果と非常に類似した傾向を示している。このことから、土要素の全体積変化量に占めるダイレイタンス量の割合は有残物量の程度にあまり影響を受けないことが示唆される。(参考文献) 1) 山口(1983): 第18回土工学会研究発表会講演要録集, pp.471-474, 2) 山口(1983): 工学部第2回年次学術講演会講演要録集, II-285, 3) 山口(1983): 第5回土木学会学術発表会(船舶学)集, pp.49-50, 4) H. Yamaguchi, et al. (1982): M.N.D.A., Vol. 6) Mayne, P.W. (1980): Proc. ASCE, Vol. 106, No. GT11, PP. 1219-1222, 22, No. 1, PP. 49-65, 5) Roscoe et al. (1968): Engineering Plasticity, Cambridge Univ. Press., PP. 535-609.

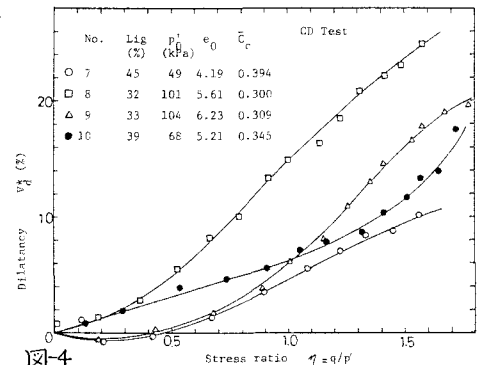


図4

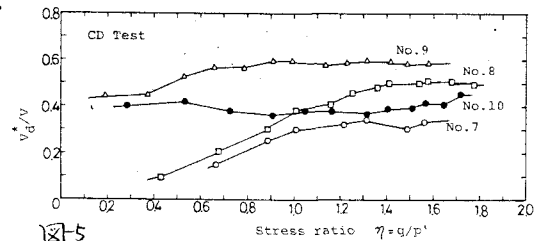


図5

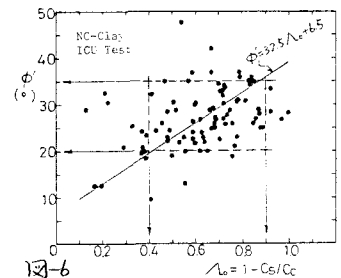


図6

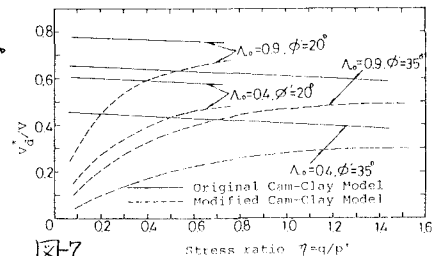


図7

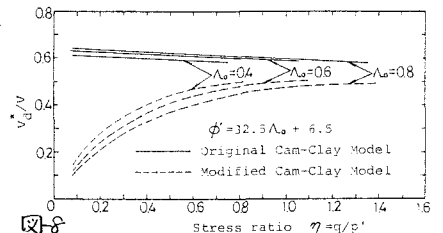


図8