

防衛大学校 (学) 岡子 睦夫
シ (正) 山口 晴幸
防衛施設庁 (正) 平井 啓友

1. はじめに

近年、泥炭地を地盤材料として利用する機会が増えて来ている。しかし、泥炭のせん断特性に関する研究は、粘性土や砂質土等の無機質土と比較して極めて少なく、基本的性質に関しても不明な点が多く残されている。本報告は等方正規圧密した不攪乱泥炭試料を対象として、ひずみ制御による軸対称非排水三軸圧縮と伸張試験を実施し、泥炭の非排水せん断特性におよぼすひずみ速度の影響について実験的に調べた結果について記述する。

2. 試料と実験

埼玉県浦和市郊外の泥炭地で、シンワールチップ(直径75mm、長さ500mm)を地表面に鉛直に貫入して採取した不攪乱泥炭試料を、両端面をトリミングして直径75mm、長さ100mmに成形した円柱供試体を飽和度留意して水中で三軸セル内にセットした。表-1に試料の物理的諸性質を示す。試料は自然含水比(w_n)が770~947%有機物含有率(Lig)が67~79%であり、高含水比の繊維性高有機質土である。等方圧密過程から100kPaのバグプレスを用い、圧密圧力200kPaまで、10~50kPaの拘束圧力を約1週間毎段階的に累積荷重して、供試体は正規圧密された。その後、図-1に示す各種の一定の軸ひずみ速度($\dot{\epsilon}$)の下で、側圧(σ_r)を一定に保ち、軸圧(σ_a)を増減することによって非排水圧縮試験と伸張試験を実施した。間隙水圧の測定は供試体底端部で圧力変換器を用いて行、た。

3. 実験結果と考察

1) 応力~ひずみ~間隙水圧挙動

各種のひずみ速度下での非排水圧縮と伸張下での応力~ひずみ~間隙水圧挙動を図2~5に示す。図-2から、泥炭の応力~ひずみ関係は粘性土と同様にひずみ速度に明瞭に依存していることがわかる。圧縮下では、特に、せん断速度が遅くなるに従って、軸ひずみ ϵ_a が2%を超えても軸差応力 $\sigma_a - \sigma_r$ が漸次増加する傾向が認められ、及川ら報告したひずみ硬化型の応力~ひずみ曲線を示している。伸張下では、 $\epsilon_a \approx 5 \sim 10\%$ 付近に $\sigma_a - \sigma_r$ の最大値が現われ、圧縮下に比較してせん断応力が最大に発揮されるひずみ量がかなり小さくなっている。圧縮と伸張下での挙動の相違は等方圧密後も保持される泥炭の構造異方性に依るものと考えられる。なお、図-3に示

Properties	Amounts
Sampling depth (m)	0.7 - 1.5
Natural void ratio e_n	11.06 - 13.14
Natural water content $w_n(\%)$	771 - 947
Specific gravity G_s	1.57 - 1.69
Ignition loss $Lig(\%)$	67 - 79
Degree of saturation $S_r(\%)$	100
Degree of decomposition $D(\%)$	45 - 55
Total unit weight $\gamma_t(kN/m^3)$	10 - 13
Preconsolidation stress $p_0(kPa)$	10 - 15
Liquid limit $L.L.(\%)$	-
Plastic limit $P.L.(\%)$	-

表-1 浦和泥炭の物理的性質

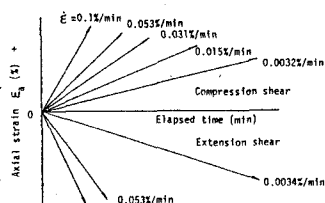


図-1 用いたひずみ速度の概要

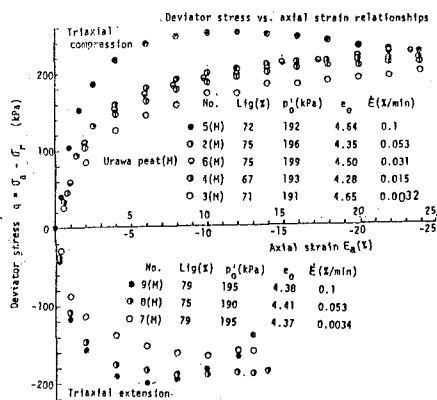


図-2 軸差応力と軸ひずみの関係

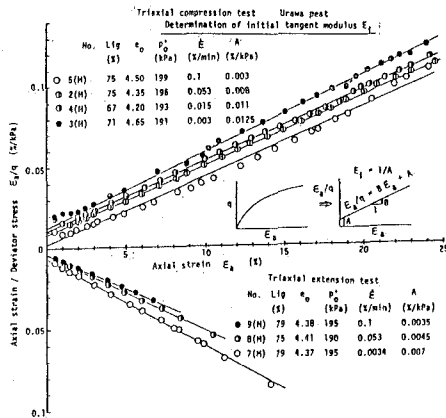


図-3 ϵ_a と軸ひずみ ϵ_a の関係

図-4 変形係数とひずみ速度との関係

すように、各種のひずみ速度での圧縮と伸張下での応力-ひずみ曲線は双曲線近似することが可能であり、この切片(A)から求めた初期変形係数 $E_0 = \frac{1}{\epsilon_0}$ と E_{50} が図-4にもとに対してプロットしてある。 E_0 及び E_{50} も当然ひずみ速度依存性を示し、 E_0 及び E_{50} は圧縮及び伸張両下において、 $\dot{\epsilon} < 0.05$ %/minまではほぼ平行に同じ割合で増加しているが、 $\dot{\epsilon} > 0.05$ %/minで圧縮下では急激な増加を示し、伸張下ではそのまま両対数線上で直線的に増加している。このことから泥炭においては変形初期過程でのひずみ速度効果は $\dot{\epsilon} > 0.05$ %/minを越えると伸張下より圧縮下においてより顕著に現

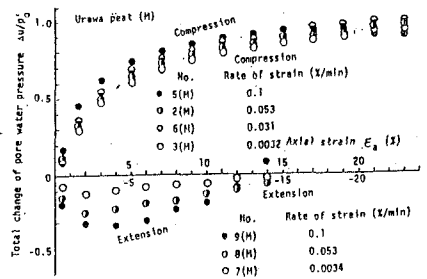


図-5 間隙水圧と軸ひずみの関係

われると考えられる。図-5はせん断過程での発生間隙水圧(Δu)挙動を示したもので、 $\Delta u/p_0 \sim \epsilon_1$ 関係はひずみ速度の影響を受けることがわかる。特に、伸張下においてこの傾向が顕著である。この結果は、同一軸ひずみ ϵ_1 における Δu の値はひずみ速度の影響を受けないとする粘土に関する赤井らの報告と異なっている。

ii) 有効応力経路と等ひずみ線

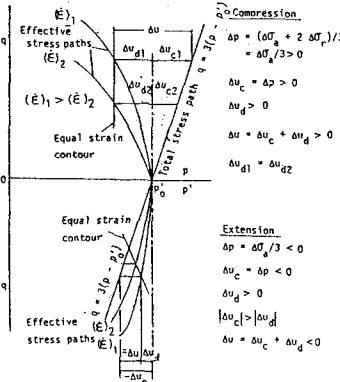


図-7 有効応力経路と等ひずみ線の図式化

各種のひずみ速度下で得られた圧縮と伸張下の有効応力経路を図-6にプロットしてある。同図中には、同一軸ひずみ(ϵ_1)における応力状態を結んだ等ひずみ線群が互いにほぼ平行と成り、それらが q 軸に平行な位置関係を示している。このことは、 Δu に占めるせん断応力成分に起因する発生間隙水圧量(Δu)がひずみ速度にほとんど依存しないことを意味している。このことを観たのが図-8である。同一軸ひずみ(ϵ_1)における Δu はその相違によってはほとんど影響を受けないことがわかる。一方、伸張下では、平均主応力($p = \frac{1}{3}(\sigma_1 + 2\sigma_2)$)の減少に伴って、 Δu は負となり全応力経路の右側に有効応力経路がプロットされる。この等ひずみ線群は圧縮の場合と異なる位置関係を示している。図-7に示すように、同一軸ひずみにおける Δu 及び $\Delta u/p_0$ は $\dot{\epsilon}$ に依存し、 Δu に占める Δu_d は $\dot{\epsilon}$ が小さいほど大きくなることを意味している。すなわち伸張下ではせん断速度が遅いほど、負のダイレイタレンシーに富んだせん断特性を示すと言える。

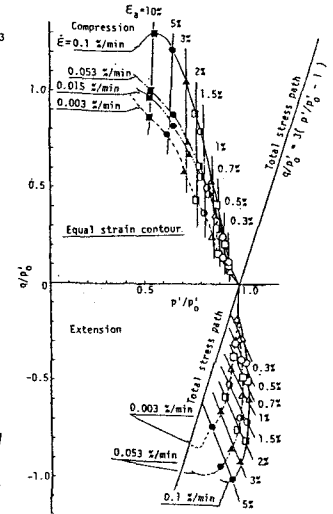


図-6 有効応力経路と等ひずみ線

iii) 非排水強度

非排水せん断強度 τ_f のひずみ速度依存性を示したのが図-9である。ここでは、粘性土についてのクリープ強度とクリープ破壊時間との関係を整理したSnead'sの手法に基づき、 τ_f と $\dot{\epsilon}$ との関係で表示してある。 τ_f と $\dot{\epsilon}$ の関係は圧縮と伸張下においてそれぞれ直線近似でき、 $\dot{\epsilon} = 0$ に対する泥炭の圧縮と伸張下での上限値は85 kPaと75 kPaであった。また、変形初期過程と同様に破壊時におけるせん断応力のひずみ速度に伴う増加割合は伸張下より圧縮下において大きく、圧縮下において非排水せん断強度のひずみ速度依存性が顕著となることがわかる。

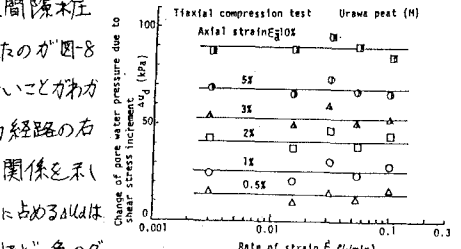


図-8 Δu とひずみ速度との関係

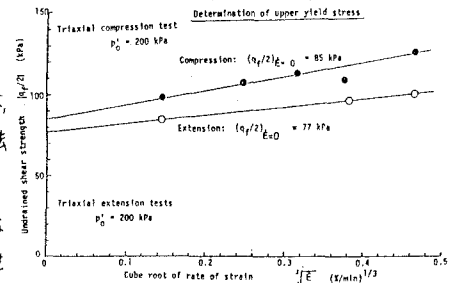


図-9 非排水せん断強度 τ_f とひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ との関係

参考文献: 1) 小川洋・宮川勇(1980) ぬい泥炭の非排水せん断特性について 土質工学会論文報告集 Vol 20 No3 P91~100

2) 山口晴孝・大平至徳・木暮敏・森茂(1984) 泥炭の非排水せん断特性及び粘性土の性質 土と基礎 Vol 32 No11 P37~44

3) 赤井治・足立紀高・安藤信夫(1974) 粘土のせん断力-ひずみ-時間関係 土木学会論文報告集 第225号 5月 P53~61

4) Snead, D.E. (1970) "Creep rupture of saturated undisturbed clays" PhD thesis, Univ. British Columbia, Vancouver, British Columbia