

**投稿論文 (和文)**  
**PAPERS**

# 不攪乱泥炭の等方圧密及び排水せん断過程での 間隙径分布の変化

山口晴幸\*

繊維質の有機物に加え腐植木片を含む不攪乱泥炭を対象として、圧密の進展やせん断変形に伴う泥炭構造の変化を実験的事実に基づいて考察するために、各種応力条件下で等方圧密及び排水せん断された供試体について間隙径分布の測定を実施している。特に、供試体内に含まれていた腐植した木片内の間隙径分布を測定し、繊維質部分の間隙径分布と対比して、圧密や排水せん断に起因する泥炭構造の変化について考察を試みている。

**Keywords :** *humic wooden chip, isotropic consolidation, peat, pore size distribution, pore volume, triaxial compression shear test, vacuum freeze drying*

## 1. ま え が き

高有機質土に分類される泥炭は腐植途上の植物性有機物を多量に含み、繊維質の有機物を主体としてこれらが互いに複雑に絡み合った多孔性の土骨格を形成している。特に、未分解の有機物を主体としている泥炭の場合には、圧密沈下やせん断変形過程で生じる体積変化において、有機物自身の圧縮性も重要な役割を果たしていることが、非圧縮性と見なされる土粒子から形成される粘土や砂質土等の体積変化のメカニズムと根本的に異なっている。Berry ら<sup>1)</sup>は泥炭の二次圧密に起因する沈下は、有機物自身からの排水に起因するものとして、有機物と土粒子等の実質物間隙からの排水と有機物自身からの排水とを表現し得る理論的なレオロジーモデルを提案している。しかし、圧密沈下やせん断過程で生じる泥炭の体積変化において、有機物自身の圧縮性がどのように寄与しているのかについて実験的事実に基づいて論じた研究はほとんどない。

本研究では、未分解の構成有機物の圧縮性を考慮した圧密やせん断変形に関する泥炭特有の力学モデルを実験的事実に基づいて確立するための基礎的事項の把握を目的としている。ここでは、繊維質の有機物に加え多量の腐植した木片を含む不攪乱泥炭を対象として、圧密の進展やせん断変形に伴う泥炭構造の変化のメカニズムを実験的事実に基づいて考察するために、各種応力条件下で等方圧密及び排水せん断された供試体について間隙径分布の測定を実施した。特に、供試体内に含まれていた腐植した木片内の間隙径分布を測定し、繊維質部分の間隙径分布と対比して、圧密や排水せん断に起因する泥炭構造の変化について考察を試みた。

ちなみに、土の間隙径分布に関する研究は、締固め土

を対象とした Bengochea ら<sup>3)-9)</sup>の研究に主に代表される。彼らは、締固め条件と締固め土の構造との関係の間隙径分布の測定結果から考察し、間隙径分布の測定は締固め土の透水性や強度発現のメカニズムを解釈する上で有効な役割を果たすことを指摘している。

## 2. 試料と実験

### (1) 泥炭試料

北海道岩見沢市郊外に分布する泥炭地において、地表面下約 0.5~1 m 付近からシンウォールチューブで採取した不攪乱泥炭を実験試料として準備した。表-1 に代表的な物理特性を示している。採取地点の地下水位は地表面とほとんど一致していた。有効土かぶり圧は 5~10 kPa で、有機物含有量 ( $L_i$ ) は 62~73% であった。写真-1 はシンウォールチューブから取り出した試料とその内部の状況を示したものである。写真-1 (b) に示すように、繊維質の有機物の他に試料内にかかなりの腐植した木片を含んでいることがわかる。写真-2 は含有された腐植木片の状態を示している。採取試料には、有機物含有量 ( $L_i$ ) の約 20~30% の腐植木片が含有されていた。この腐植木片はかなりの腐植化が進行しており、指で容易に押しつぶすことができる程度の堅さであった。泥炭を構成している有機物の植性タイプは地域性に強く依存される。一般に、北海道を中心とした寒冷地域での泥炭は腐植した灌木や木片が混在している場合が多いが、東北や関東地方で遭遇する泥炭は繊維質の有機物で構成されている場合がほとんどである。

### (1) 等方圧密及び排水圧縮せん断試験

シンウォールチューブ (直径 75 mm, 長さ約 500 mm) から取り出した試料の上下端面をトリミングして直径 75 mm, 高さ 150 mm の供試体を作製した。本試料では、腐植した木片がかなり混入していることから、試料周囲のトリミングを実施すれば、試料が一層乱れることから、

\*正会員 工博 防衛大学校助教授 土木工学教室  
(〒239 神奈川県横浜須賀町水 1-10-20)

表-1 泥炭試料の物理特性

Properties		Amounts
Natural water content	$w_n$ (%)	698 - 1210
Natural void ratio	$e_n$	11.2 - 18.7
Specific gravity	$G_s$	1.69 - 1.95
Degree of saturation	$S_r$ (%)	100
Ignition loss	$L_i$ (%)	62.1 - 72.6
Carbon content	$C$ (%)	33.4 - 68.5
Degree of decomposition	$D$ (%)	28 - 32

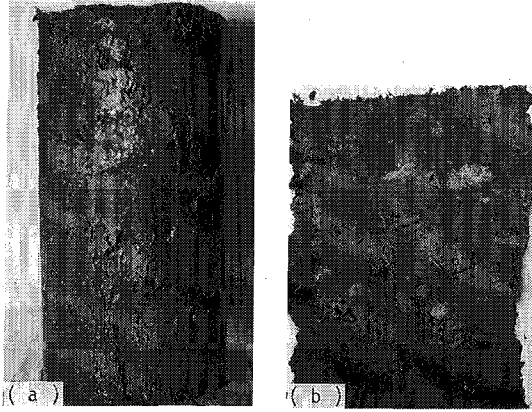


写真-1 泥炭試料の状況



写真-2 泥炭試料に混在していた腐植木片

試料の上下端面のみをトリミングして作製した供試体を、便宜上、不攪乱供試体と見なすことにした。このように作製した供試体を飽和度の低下がないように留意して水中で三軸セルにセットした。圧密過程から 100 kPa のバックプレッシャーを供試体上端面から作用し、各種の拘束圧力下で等方圧密試験 (IC 試験) と側圧一定下での排水圧縮せん断試験 (CD 試験) をひずみ制御方式で実施した。圧密およびせん断過程での排水は供試体上端面からとし、供試体底端面での間隙水圧を計測した。図-1 は等方圧密過程における各拘束圧力増分 ( $\Delta p$ ) 下での過剰間隙水圧 ( $\Delta u$ ) の消散と軸方向変位 ( $\rho$ ) の経時変化を片対数紙上にプロットしたものである。供試体の

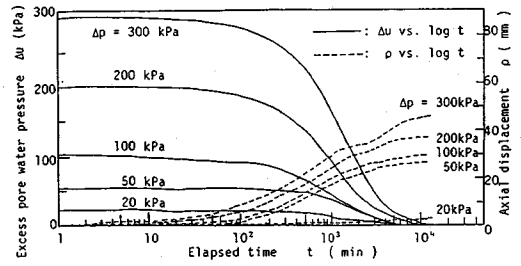


図-1 圧密過程における  $\Delta u$  と  $\rho$  の経時変化

表-2 供試体及び試験条件

No.	$w_i$ (%)	$L_i$ (%)	$G_s$	$p'_0$ (kPa)	$e_0$	$w_0$ (%)	Test condition
1	841.4	62.3	1.955	266.4	3.04	163.8	IC-Test
2	723.7	64.5	1.865	240.7	3.48	192.1	
3	788.9	62.5	1.886	404.4	3.05	161.5	
6-0	702.3	62.1	1.945	19.2	8.44	434.1	
6-1	827.6	62.8	1.834	44.3	7.61	415.0	
6-2	717.7	68.9	1.850	98.2	5.71	279.5	
6-3	762.8	67.5	1.878	196.4	4.98	265.2	CD-Test
6-4	769.8	69.8	1.891	290.0	3.86	204.0	
4-0	721.9	72.6	1.691	49.0	6.98	412.6	
4-1	772.0	69.0	1.724	98.8	5.33	309.3	
4-2	727.8	62.7	1.824	197.9	4.29	235.4	CD-Test
4-3	725.9	66.7	1.897	298.3	3.76	198.2	

過剰間隙水圧は約 10000 分でほぼ消散することから、軸方向変位にはまだ多少増加傾向は認められるが、供試体の圧密時間を 1 週間に規定した。せん断過程での軸方向のひずみ速度は、完全な排水条件が満足されるように、せん断時の間隙水圧の計測結果に基づき、約  $5 \times 10^{-4} \% / \text{min}$  とした。表-2 に一連の供試体及び実験条件を示している。ここで、 $w_i$  は供試体の初期含水比、 $p'_0$ 、 $e_0$ 、 $w_0$  はそれぞれ供試体の圧密圧力、圧密後の間隙比および含水比である。

### (3) 間隙径分布の測定

間隙径分布の測定のために、等方圧密及び排水圧縮せん断された供試体の中心部付近から一辺が約 10 mm の立方体試料 (繊維質部分) をトリミングした。トリミングに際しては、供試体内に混在している腐植木片とその他の繊維質部分の間隙径分布の変化を個々に調べるために、立方体試料内には腐植木片が混在しないように留意した。腐植木片はトリミングした繊維質部分の試料と極力近い箇所にあるものを用いた。間隙径分布の測定に先立ち、トリミングした立方体試料と腐植木片は、真空凍結乾燥 (フリーズドライ) された。フリーズドライ法は乾燥過程で生じる土の体積収縮を押さええて乾燥できる有効な手法である。Ahmed ら<sup>9)</sup> や Zimmie ら<sup>10)</sup> は、既に、締固め土の乾燥にこの手法を適用し、その妥当性について実証している。著者ら<sup>11)</sup> は高圧縮性の泥炭にもこの手法が有効であり、体積収縮量を最大で 10% 程度に押さえることができることを報告している。本研究では、細孔を十分に脱気するため高真空下で約 48 時間フリーズドライして試料の乾燥を行った。図-2 は本実験で用いた泥炭試料について、フリーズドライ (V.F.D.) 法での乾燥に起因する体積収縮率 ( $V_s$ ) を 100°C での炉乾

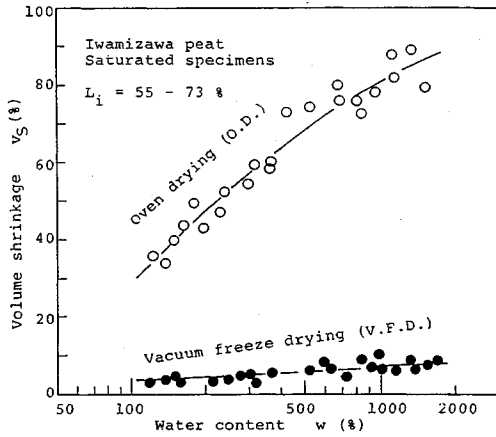


図-2 乾燥による体積収縮の比較

燥(O.D.)法でのそれと比較したものである。体積収縮率は試料の含水比( $w$ )に依存する。ここでは、表-2に示すように、圧密後の含水比( $w_0$ )が160~440%範囲の供試体がほとんど対象となるので、これらの供試体のフリーズドライ法での体積収縮率は約5%以下と考えられる。

フリーズドライ法で乾燥した試料を硬質ガラス製セルに入れ、水銀圧入型ポロシメーター装置内の圧力室にセットする。セット後圧力室内を高真空状態に保ち試料の脱気を約5時間行う。試料中の細孔の脱気が完了した後、ガラスセル内を水銀で満たし、高真空下で約1時間、再度、脱気する。間隙径分布の測定は、まず、真空圧を徐々に解放し、引き続き油圧により水銀を介して等方圧力を作用して、試料内の細孔に水銀を圧入して行う。試料内の細孔の体積は水銀の圧入量から算定する。細孔の間隙径( $d_p$ )はこの手法を提案した次式に示す Washburn の式<sup>12)</sup>を用いて求めた。

$$d_p = -\frac{4\sigma \cos\theta}{p}$$

ここで、 $\sigma$ は水銀の表面張力、 $\theta$ は水銀と試料の接触角、 $p$ は圧入圧力であり、 $\sigma=484$  dynes/cm、 $\theta=130^\circ\text{C}$ とした。本実験で採用した手法は、締固め土を対象とした間隙径分布の測定原理及び手法に準拠している<sup>9)-9),13)</sup>。本実験で使用したポロシメーター装置では、絶対圧0付近から50000 psi(約350 MPa)までの圧力を作用することができ、約400  $\mu\text{m}$ ~0.0035  $\mu\text{m}$ 範囲での細孔の間隙径( $d_p$ )の測定が可能である。

図-3は間隙径分布の測定に用いた繊維質部分の試料の間隙比( $e$ )と水銀圧入量から算定した間隙比( $e^*$ )との比較を示している。 $e^*$ は $e$ の85~90%でかならずしも一致していない。この主な理由は下記に示す事項によると考えられる。

- ① 実際の試料では間隙径( $d_p$ )が約400  $\mu\text{m}$ ~

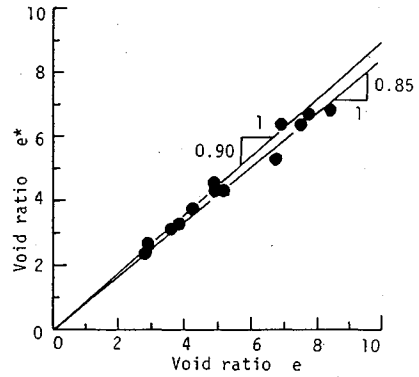


図-3  $e$ と $e^*$ との関係

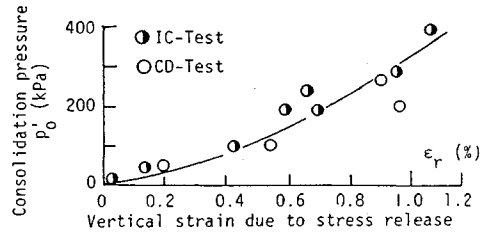


図-4 応力解放に伴う供試体の鉛直軸方向の膨張量

0.0035  $\mu\text{m}$  範囲以外の細孔が存在していること(間隙比の過少評価)。

- ② 前述したようなフリーズドライ法での乾燥によっても本試料では体積収縮が最大で5%程度生じていると考えられること(間隙比の過少評価)。
- ③ 圧密及びせん断後の応力解放に伴い試料に膨張が生じること(間隙比の過大評価)。

③項についてはICとCD試験後の供試体について応力解放に伴う鉛直軸方向の膨張量を測定した。図-4は各圧密圧力( $p'_0$ )下での膨張量を軸ひずみ( $\epsilon_r$ )で示している。本試験での圧力範囲での応力解放に伴う軸ひずみは約1.2%以内である。しかし、この結果から、繊維質部分の試料と腐植木片との膨張量を区別して推定することは非常に難しい。このようなことから、①~③での各事項の影響が間隙径分布の測定結果に含まれていることは当然懸念される。しかし、本ポロシメーター装置の測定機能上、乾燥収縮や応力解放に伴う膨張量の影響を、現時点においてそれぞれ定量的に評価して間隙径分布の測定結果に適切に反映させることが困難なので、次節以降での間隙径分布の測定結果についての考察では、上述の各項目の影響については考慮していない。

### 3. サンプリングした試料の間隙径分布

等方圧密及び排水せん断に伴う不攪乱泥炭の間隙径分布の変化について記述する前に、原位置で堆積状態にある採取時の泥炭試料とそれに含まれていた腐植した木片

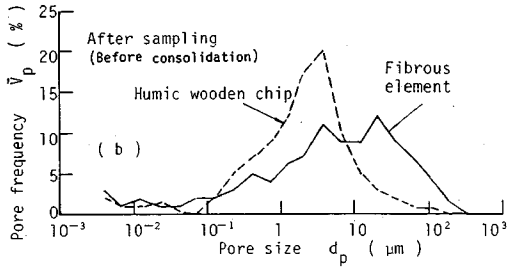
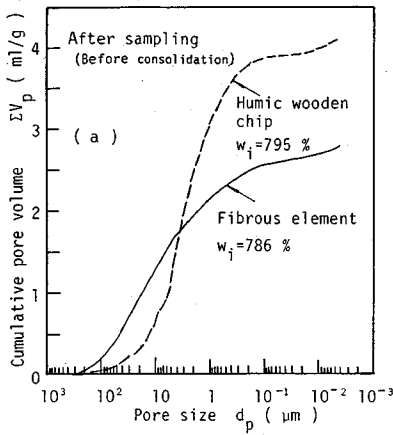


図-5 採取試料の間隙径分布

の間隙径分布に関する代表的な測定結果を図-5に示す。図-5(a)は累積間隙径体積 ( $\Sigma V_p$ ) と間隙径 ( $d_p$ ) との関係を片対数紙上にプロットしたものである。累積間隙径体積は単位乾燥質量当たりの各間隙径に対応する間隙体積の累積を表している。また、図-5(a)の結果に基づき、図-5(b)は全間隙体積に占める各間隙径に対応する間隙体積の割合を百分率 ( $\bar{V}_p$ ) で表示した頻度分布曲線である。両図において、破線は泥炭試料に混在していた腐植木片の結果である。繊維質部分と腐植木片との測定結果を比較すると、両試料間で間隙径分布にかなり大きな相違が存在している。図-5(a)に示すように、腐植木片の累積間隙径体積 ( $\Sigma V_p$ ) は細孔の間隙径 ( $d_p$ ) が  $10 \mu\text{m}$  付近から約  $0.1 \mu\text{m}$  範囲で急激に増加しており、図-5(b)からもわかるように、細孔の間隙径がほぼ  $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$  範囲に集中していることがわかる。これに対して、繊維質部分の累積間隙径体積 ( $\Sigma V_p$ ) は  $400 \mu\text{m}$  付近の間隙 ( $d_p$ ) から徐々に増加し、 $d_p$  が約  $5 \mu\text{m}$  までは腐植木片の  $\Sigma V_p$  より大きな値を示している。しかし、 $\Sigma V_p$  の増加割合は漸次低下し、 $d_p < 5 \mu\text{m}$  領域では逆に  $\Sigma V_p$  は小さな値を示している。このことから、繊維質部分の全間隙径体積は腐植木片のそれに比較して小さいが、図-5(b)に示すように、繊維質部分では主に  $d_p$  が約  $0.1 \sim 200 \mu\text{m}$  範囲にあり、腐植木片に比較して広範な間隙径を持った細孔が形成されていることが理解できる。

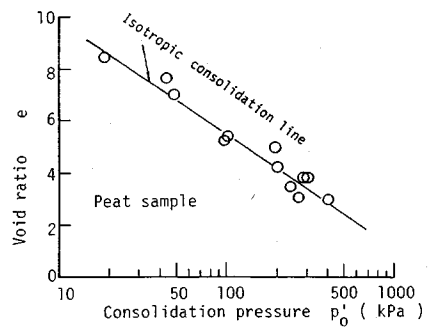


図-6 泥炭供試体の等方圧密後の  $e \sim \log p'_0$  関係

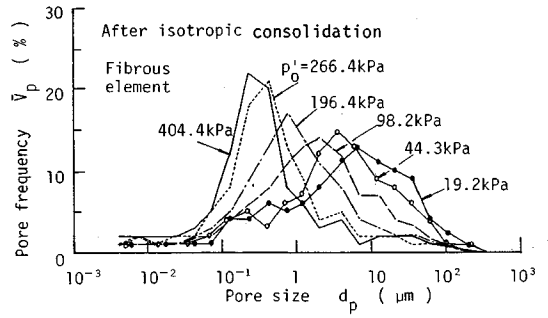


図-7 繊維質部分の間隙径分布の変化(IC試験)

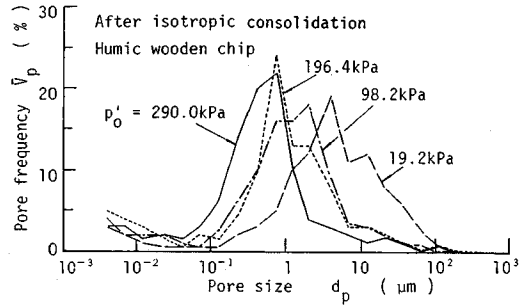


図-8 腐植木片の間隙径分布の変化(IC試験)

このように、繊維質の有機物に加え腐植塗上の木片が多量に混在している泥炭の場合には、繊維質部分と腐植木片との間隙径分布がかなり異なっているため、付加応力の载荷に伴う沈下や体積変化のメカニズムは泥炭を構成している繊維質部分と腐植木片とは互いに異なる圧縮性に起因していることが推察できる。

#### 4. 等方圧密に伴う間隙径分布の変化

不攪乱泥炭供試体を各種の拘束圧力の下で等方圧密した後の供試体の間隙比 ( $e$ ) と圧密圧力 ( $p'_0$ ) との関係を示したのが図-6である。図-7と図-8はこのような応力状態に位置している代表的な供試体から得られた繊維質部分と腐植木片についての間隙径分布の測定結果を示している。累積間隙径体積 ( $\Sigma V_p$ ) は圧密圧力 ( $p'_0$ )

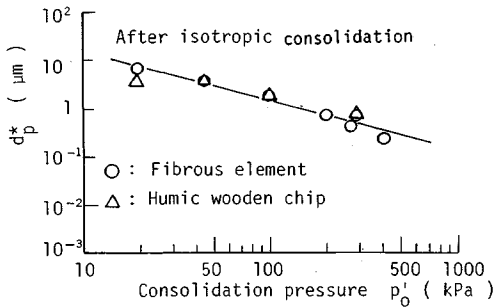


図-9 最大頻度での間隙径の変化

の増加に伴って徐々に減少し、間隙体積の頻度を示す分布曲線は、間隙径 ( $d_p$ ) の小さな左方向に推移している。特に、図-7 (b) の頻度分布曲線に見られるように、繊維質部分では、圧密の進行によって分布曲線の形状にもかなりの変化が生じ、明瞭な1つのピークを持つ鋭い曲線を示す間隙径分布に移行する傾向にある。このような分布曲線の変化傾向は腐植木片に比較して繊維質部分において顕著であることが図-8 との比較から明らかである。図-9 は図-7 と図-8 に示す最大頻度での間隙径 ( $d_p^*$ ) の推移を示している。 $d_p^*$  の値は繊維質部分と腐植木片とでほとんど一致し、 $p'_0$  が約 20 kPa から約 400 kPa まで増加すると、 $d_p^*$  の値は約 1 オード減少している。このように、繊維質部分と腐植木片との圧密に伴う頻度分布曲線の推移傾向は類似しているが、繊維質部分では頻度分布曲線の形状にも漸次変化が生じ、圧密圧力の増加に伴って1つの鋭いピークを持つ偏差の小さい曲線形状に変化することから、腐植木片に比較して間隙径分布の均一化が圧密圧力の増加によって促進される。

また、図-10 は繊維質部分と腐植木片の圧縮性について示したものである。縦軸は全間隙体積 ( $(\sum V_p)_T$ ) を示す。これは、測定可能な間隙径が  $0.0035 \mu\text{m}$  までの累積間隙体積を意味する。繊維質部分と腐植木片とでは、圧密過程での間隙径分布の変化が異なるため、圧縮性にかなりの相違が認められる。繊維質部分では、40 kPa 付近の圧密圧力 ( $p'_0$ ) から全間隙体積 ( $(\sum V_p)_T$ ) が  $\log p'_0$  と比例的に減少し始めるのに対し、腐植木片ではその圧力は約 100 kPa である。しかし、 $(\sum V_p)_T$  が  $\log p'_0$  と比例的に減少する領域での関係直線の勾配は繊維質部分と腐植木片でそれぞれ  $-1.82$  と  $-5.06$  で、腐植木片は繊維質部分の約 2.8 倍の圧縮性を示している。腐植木片が混在する泥炭の場合、繊維質部分の圧密が主体であるが、圧密の進展に伴って、腐植木片自身の圧密が大きく寄与する泥炭供試体の圧密のメカニズムが推察できる。

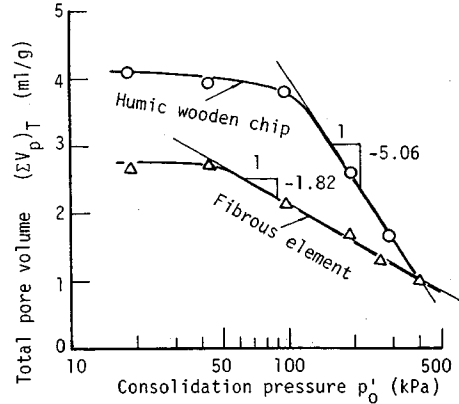


図-10 繊維質部分と腐植木片との圧縮性の比較

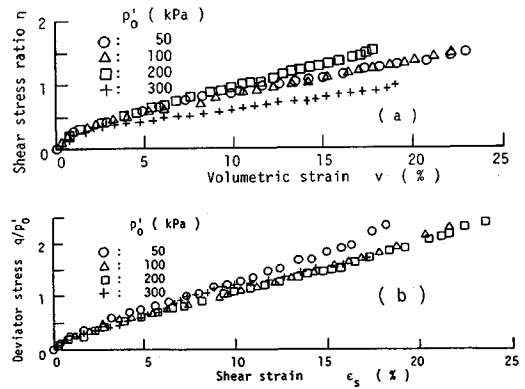


図-11 泥炭供試体の排水せん断挙動の代表的結果

### 5. 排水圧縮せん断に伴う間隙径分布の変化

図-11 は 4 種類の圧密圧力 ( $p'_0$ ) で等方圧密された供試体についての代表的な排水せん断挙動を示したものである。図-11 (a) はせん断応力比 ( $\eta = q/p'$ ,  $q = \sigma_1 - \sigma_3$ ,  $p' = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3$ ) と体積ひずみ ( $v$ ) との関係で、図-11 (b) は圧密圧力 ( $p'_0$ ) で無次元化した軸差応力 ( $q/p'_0$ ) とせん断ひずみ ( $\epsilon_s = \epsilon_a - v/3$ ,  $\epsilon_a$  は軸ひずみ) との関係である。不攪乱供試体を用いているため多少ばらつきは認められるが、 $\eta \sim v$  関係及び  $q/p'_0 \sim \epsilon_s$  関係は各供試体間においてほぼ一致する傾向にある。これらの供試体はせん断終了時点までに 15~20% 以上の体積ひずみ ( $v$ ) とせん断ひずみ ( $\epsilon_s$ ) を受けている。

図-12 と図-13 及び図-14 と図-15 に、せん断後の供試体から得られた繊維質部分と腐植木片についての間隙径分布の結果 (実線) を等方圧密後の結果 (破線) と対比して示している。CD 試験では、平均有効主応力 ( $p'$ ) がせん断の進展に伴って増加するため、 $p'$  の増加に伴う圧密も進行する。そのため、図-12 と図-14 に示すように、累積間隙体積 ( $\sum V_p$ ) がかなり減少する。排

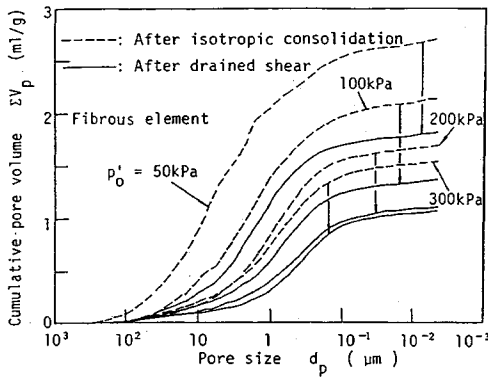


図-12 CD試験での  $\Sigma V_p \sim \log d_p$  関係の変化 (繊維質部分)

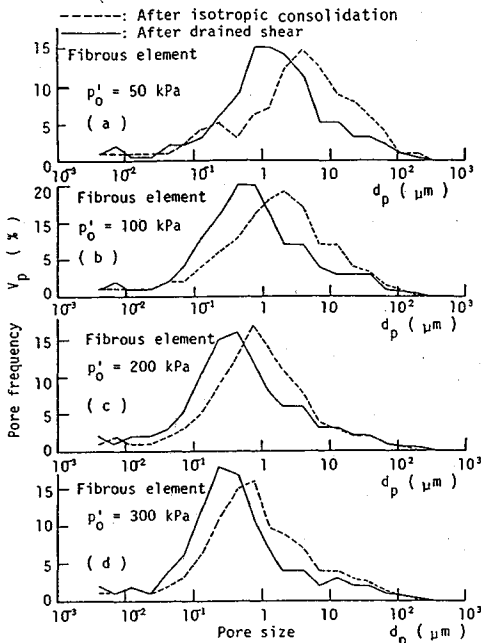


図-13 CD試験での間隙体積の頻度分布曲線の変化 (繊維質部分)

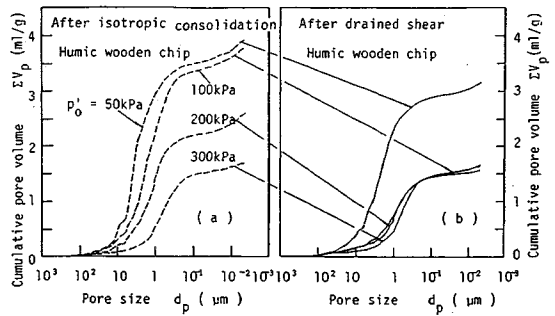


図-14 CD試験での  $\Sigma V_p \sim \log d_p$  関係の変化 (腐植木片)

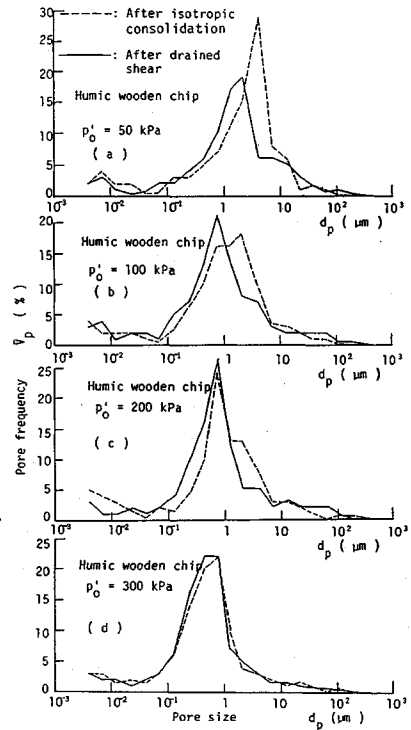


図-15 CD試験での間隙体積の頻度分布曲線の変化 (腐植木片)

水せん断に伴う  $\Sigma V_p \sim d_p$  関係の変化は、圧密圧力 ( $p'_0$ ) の小さな場合より顕著となる。図-14での腐植木片の場合には、圧密圧力の増加に伴い圧密圧力依存性が急激に低減され、せん断過程で15~20%以上の体積ひずみ ( $v$ ) やせん断ひずみ ( $\epsilon_s$ ) が供試体で生じているにもかかわらず、腐植木片内の間隙体積にはほとんど変化が生じていない。即ち、 $p'_0 = 300$  kPaの場合には、せん断過程での泥炭供試体の間隙体積の変化は、主に、繊維質部分の間隙体積の変化に起因していると言える。このような圧密圧力は、当然、混在している木片の腐植化の度合に依存するものと考えられる。図-16と図-17には、繊維質部分と腐植木片の排水せん断前後での全間隙体積 ( $(\Sigma V_p)_T$ ) を平均有効主応力 ( $p'_0, p'$ ) との関係で片

対数紙上にプロットしている。図-16に示す繊維質部分では、排水せん断後のプロット(●印)を結んだ( $\Sigma V_p$ )  $\tau \sim \log p'$  関係直線は等方圧密後のそれとほぼ平行な位置関係を示し、繊維質部分の間隙体積は排水せん断過程でほぼ一定の割合で減少している。これに対して、図-17で示す腐植木片では、せん断後の全間隙体積 ( $(\Sigma V_p)_T$ ) はせん断開始時の圧密圧力に大きく依存し、圧密圧力 ( $p'_0$ ) が300 kPaの場合には、( $\Sigma V_p$ )  $_T$  の変化は極めて小さくなる。しかも、腐植木片の圧縮度合がほぼ平衡状態に達しているためせん断後の ( $\Sigma V_p$ )  $_T$  はほぼ定値を示す傾向にある。

次に、間隙体積の頻度分布の変化に注目すると、図-13に示す繊維質部分では、せん断後の頻度分布曲線(実

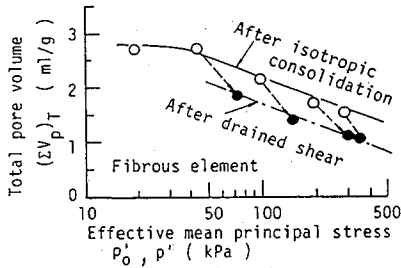


図-16 CD試験での全空隙体積の変化(繊維質部分)

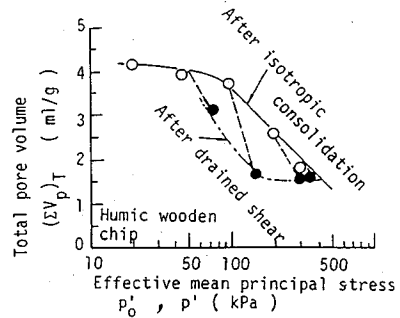


図-17 CD試験での全空隙体積の変化(腐植木片)

線)はせん断開始時(破線)に比較して左方向に移動しており、空隙径分布にも明瞭な変化が生じている。即ち、せん断前後での頻度分布曲線の形状は各圧密圧力で、かなり類似しており、せん断過程ではせん断開始時(等方圧密終了後)とほぼ同一の形状を持った分布曲線が空隙径の小さな領域に推移するように、変化している。これに対して、図-15での腐植木片では、圧密圧力が50 kPaと100 kPaの場合には、頻度分布曲線の小空隙径領域への推移は繊維質部分の場合と同様に明瞭である。しかし、圧密圧力の増加に伴って腐植木片自身の圧縮性が急減するために、 $p'_0=300$  kPaの場合に見られるように、せん断に起因する空隙径分布の変化はほとんど見られず、せん断前後でほぼ一致する頻度分布曲線を示している。

このようなことから、せん断過程においても等方圧密過程と同様に、繊維質部分と腐植木片での圧縮性に大きな相違が認められる。特に、せん断開始時に供試体がかかなり圧縮されている場合には、せん断過程で生じる供試体の体積変化は、腐植木片よりもむしろ繊維質部分の空隙径分布の変化にほとんど依存していることが理解できる。

## 7. 結 論

(1) 繊維質部分に加え腐植木片が多量に混在している対象とした泥炭試料の場合には、繊維質部分と腐植木片との間で空隙径分布にかなりの相違が存在しており、このため等方圧密及び排水せん断過程において互いに異なる圧縮性を示している。

(2) 等方圧密過程では、繊維質部分では圧密に伴い比較的均一な空隙径を持った細孔の分布が形成される傾向にある。腐植木片では、繊維質部分に比較して約2.8倍の圧縮性を示すが、繊維質部分のように頻度分布曲線の形状に明瞭な変化は認められない。

(3) 排水せん断過程では、繊維質部分の空隙体積頻度分布曲線は小空隙径領域へほぼ平行な推移を示す。この推移度合はせん断開始時の圧密圧力の大きさにほとんど依存せず各圧密圧力間で類似している。しかし、せん断過程での腐植木片の空隙径分布の変化は繊維質部分の

それに比較して非常に小さい。特にせん断開始時に腐植木片自身がかかなり圧縮されている場合には、空隙径分布にほとんど変化は認められない。

## 参 考 文 献

- 1) Berry, P.L. and Poskit, T.J. : The consolidation of peat, *Geotechnique*, Vol.22, No.1, pp.27~50, 1972.
- 2) Berry, P.L. and Vickers, B. : Consolidation of fibrous peat, *Proc., ASCE*, Vol.101, No.GT 8, pp.741~753, 1975.
- 3) Bengochea, I.G., Lovell, C.W. and Altschaeff, A.G. : Pore size distribution and permeability of silty clays, *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*, Vol.105, No.GT 7, pp.839~856, 1979.
- 4) Ahmed, S., Lovell, C.W. and Diamond, S.D. : Pore size and strength of compacted clay, *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*, Vol.100, No.GT 4, pp.407~425, 1974.
- 5) Juang, C.H. and Holtz, R.D. : Fabric, pore size distribution and permeability of sandy soils, *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*, Vol.112, No.GT 9, pp.855~868, 1986.
- 6) Lohnes, R.A., Tuncer, E.R. and Demirel, T. : Pore structures of selected Hawaiian soils, *Transportation Research Record 612, TRB*, pp.76~79, 1976.
- 7) Mckinlay, D.G. and Safiullah, A.M.M. : Pore distribution and permeability of silty clays, *Journal of Geotechnical Engineering Division, Discussion, ASCE*, Vol.106, No.GT 10, pp.1165~1170, 1980.
- 8) Reed, M.A., : Lovell, C.W., Altschaeff, A.G. and Wood, L.E. : Frost-heaving rate predicted from pore size distribution, *Canadian Geotechnical Journal*, Vol.16, pp.463~471, 1979.
- 9) Shridharan, A., Altschaeff, A.G. and Diamond, S.D. : Pore size distribution studies, *Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE*, Vol.97, No.SM 5, pp.774~787, 1971.
- 10) Zimmie, T.F. and Almaleh, L.J. : Shrinkage of soil specimens during preparation for porosimetry tests, *Soil Specimen Preparation for Laboratory Testing, STP 599, ASTM*, pp.202~215, 1976.
- 11) 山口晴幸・小田天明・太平至徳・木暮敬二 : 泥炭の乾燥収縮と空隙径分布について, 土質工学会, 土の熱的性質



に関するシンポジウム発表論文集, pp.53~60, 1986.

- 12) Washburn, E.W. : Note on a method of determining the distribution of pore sizes in porous material, Proceeding, National Academy of Sciences, Vol.7, pp.115~116, 1921.
- 13) American Society for Testing and Materials : Standard test

method for determination of pore volume and pore volume distribution of soil and rock by mercury intrusion porosimeter, Designation D 4404-84, Annual Book of ASTM Standards, Vol.04.08. pp.860~867, 1985.

(1990. 10. 8 受付)

## CHANGES IN PORE SIZE DISTRIBUTIONS IN ISOTROPIC CONSOLIDATION AND DRAINED SHEAR PROCESSES OF UNDISTURBED PEAT

Hareyuki YAMAGUCHI

Isotropic consolidation and drained triaxial compression shear tests were performed on the undisturbed sample of peat which contained a considerable amount of humic wooden chips and vegetal fibers. After the consolidation and shear tests, humic wooden chips and fibrous elements of peat sample were dried under vacuum freezing condition and then the measurements of pore size distributions were carried out by using the porosimetry apparatus of mercury intrusion type. Based on the test results, the changes in pore size distributions with isotropic consolidation and drained shear were investigated on both the fibrous element and humic wooden chip involved. It was found that the measurement of pore size distribution would be a help in the explanation of mechanism of change in peat structure with volume changes in consolidation and shear deformation processes.