

防衛大学校（学）○川野 克典
防衛大学校（正）山口 晴幸

1. はじめに

高有機質土、特に泥炭の物理的特性及び力学的特性に関する現在までの研究、報告¹⁾²⁾は、泥炭を構成する植物の根や葉が部分的に腐植した繊維性有機物の含有量、分解度、腐植含有量、有機物内の間隙および形状・寸法等を考慮したものである。これらの研究、報告を通してこの繊維性有機物の圧縮性が力学的特性に大きな影響を及ぼすと言う結果を取り上げるにはなんら疑問の無いところである。そこで本報告は、この泥炭の母体を構成する繊維性有機物の圧縮性を考慮し力学的特性に反映させるためのステップとしてSkemptonの間隙圧係数（B値）³⁾からこの圧縮性を実験的に考察したものである。

2. 試料および実験

実験に用いた試料は、埼玉県浦和市郊外から採取した泥炭（浦和泥炭）とふるいにより3種類に粒度調整した木片のおがくず及び切りくずのみから成る試料（A試料、B試料、D試料）の内の2種類、A、B試料である。浦和泥炭はシンウォールチューブ（直径75mm、長さ500mm）を人力で鉛直方向に貫入して採取した不攪乱試料と、乱した状態で採取したものの2種類を使用した。また人工試料のA試料は最大粒径0.84mmの球状粒子を、B試料は最大粒径4.76mmの角形板状粒子からなる。図-1にA、B、D試料の形状と粒径加積曲線を示す。表-1にそれぞれの物理特性を示す。実験は、直径 $\phi=50\text{mm}$ 、 $\phi=75\text{mm}$ 及び $\phi=100\text{mm}$ 供試体用の通常の三軸圧縮試験装置を用いて下記のように行った。なお、A、B試料は飽和度を増すため煮沸後タンピング法により、また乱した泥炭試料は練り返し再圧密試料として使用し、各泥炭試料のセットは水中で行った。非排水、等方応力条件下で拘束圧力を増加させ、この時の間隙水圧の経時変化を計測した。その後排水条件とし拘束圧力を増加させることにより生じた過剰間隙水圧を消散させ、再び非排水、等方応力条件下で拘束圧力増分を加え間隙水圧の変化を計測するという操作を繰り返した。排水条件下での過剰間隙水圧と排水量の経時変化を図-2に示す。この間供試体には供試体上面から各種の背圧を加えるとともに、非排水条件下での間隙水圧は供試体上面及び底面の両方で計測した。

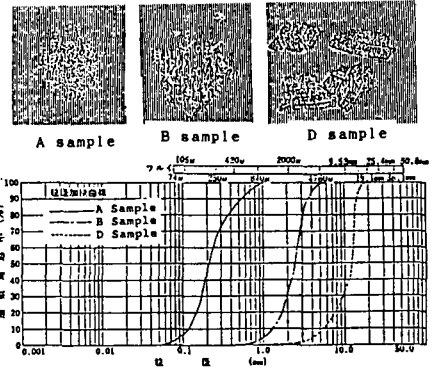


図-1 人工材料の形状と粒径加積曲線

表-1 物理特性

properties	A試料	B試料	D試料	浦和泥炭
Maximum grain size(mm)	0.84	4.76	19.10	—
60% grain size (mm)	0.24	2.60	12.00	—
10% grain size (mm)	0.11	1.20	5.80	—
Uniformity coefficient	2.2	2.2	2.1	—
Specific gravity	1.49	1.52	1.44	1.60-2.09
Ignition loss (%)	99.5	98.7	98.8	51.0-77.0

3. 実験結果と考察

背圧100kPaである拘束圧力におけるB値の経時変化を示したのが、図-4である。なお $B = \delta u / \delta \sigma_r$ として求めた。初期段階ではB値は1に近い値を示す。しかし、僅かではあるが時間の経過に従って次第に増加、あるいは減少し約2500分前後付近から泥炭、拘束圧の低いA、B試料ではある1より小さい値で、拘束圧の大きいA、B試料は1より若干大きな値（この代表例では1.02~1.03）で平衡状態に達すると見なすことができる。これは後に述べる(2)式において $C_{os} \gg C_o$ と考えれば、 $C_o > C_w$ であるか、 $C_o < C_w$ であるかの問題に置き換えることができる。Skempton³⁾、岡⁵⁾の求めた体積圧縮率 $C_w = 48 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Kgf}$ 、 $C_s = 1.9 \sim 2.7 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{kgf}$ から $B > 1$ の時 $C_o > C_w$ となり、

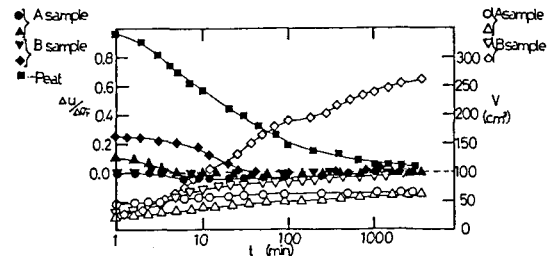


図-2 排水条件下での間隙水圧と排水量の経時変化

繊維性有機物は土粒子に比較し非常に大きな体積圧縮率となる。またB値が1に近づくには、1つには $C_{os} \gg C_o$ であればあるほど都合がよいと考えられる。実験結果はB試料の場合にB値は1に最も近くなり、この事象を各供試体の C_{os} の観点からうまく説明することができる。また $\delta \sigma_r = 10 \text{ kPa}$ においては、実験当初供試体が完全に飽和されていないために際だって小さなB値を示したものと考えられる。

図-5は、有効圧密圧力とB値の関係を示したものである。有効圧密圧力が大きくなればなるほどB値は次第に減少する。これは有効圧密圧力の増加により供試体の構造骨格の圧縮率が小さくなるためと考えらる。すなわち構造骨格が受け持つ応力が大きくなると言うことである。また図-6は乱さない浦和泥炭における各背圧に対するB値の関係を示したものである。背圧が大きくなるに従ってB値の変動は小さくなっており供試体全体がほぼ完全に飽和され有機物内の間隙が極僅かになっていると推察される。しかし背圧が大きくなれば試料の部分的な分断を引き起こす危険性が生ずることに留意しなければならない。図-3は泥炭を構成する有機物と土粒子の圧縮モデルである。さて飽和時の間隙圧係数(B値)は、Bishopが非排水状態は浸水状態と間隙水圧を一定に保ち全応力を増加する状態との重ね合わせであるとする仮定⁽⁴⁾から、岡は二相混合物理理論⁽⁵⁾からGeertsmaは全応力と間隙圧の変化による間隙空間の体積変化から次の式を得ている(n：間隙率)。

$$B = \frac{1}{1 + \frac{n(C_w - C_s)}{(C_{ss} - C_s)}} \quad (1)$$

C_w : 間隙水の圧縮率
 C_s : 土粒子の圧縮率
 C_{ss} : 土粒子骨格の圧縮率

ここで繊維性有機物自身の圧縮率 C_o 、有機物のみで構成された骨格の圧縮率 C_{os} を導入すればA、B試料におけるB値の式は次のように書き換えることができる。

$$B = \frac{1}{1 + \frac{n(C_w - C_o)}{(C_{os} - C_o)}} \quad (2)$$

C_{os} : 非排水、等方応力下での拘束圧力で発生した間隙水圧を一定に保った状態で排水された間隙水の量を計測することにより求められる。

泥炭は、繊維性有機物と土粒子両方で構成されているためBishopの考えに基づけば上記の2式を用いて泥炭のB値を求める次の式を導くことができる。すなわち

$$B = \frac{1}{1 + n \frac{F^2(C_s - C_w) + F(C_s + C_o - 2C_w) + C_o - C_w}{F^2(C_s - C) + F(-2C) + C_o - C}} \quad (3)$$

F : V_s (土粒子、有機物間の間隙の体積) / V_o (有機物内の間隙の体積)

C : 泥炭の構造骨格の圧縮率; $C = (C_{os} V_o / V + C_{ss} V_s / V) / (1 - n)$ (V : 全体積)

今後実験データを拡充し、求めた(3)式の検証を実施するとともに、この圧縮率を有効応力に組み込んで検討していきたい。

参考文献 (1) 大平ら：有機質土に関するシンポジウム発表論文集，昭和52年11月 (2) H.yamaguchi: Soils and foundations, vol.25, No.2, pp.119-134 (3) Skempton, A.W. (1954). Geotech. vol.20, No.3, pp.271-276 (4) Bishop, A.W. (1973). Geotech. vol.23, No.3, 435-442 (5) 岡：土木学会論文報告集，第299号，1980，pp.59-64

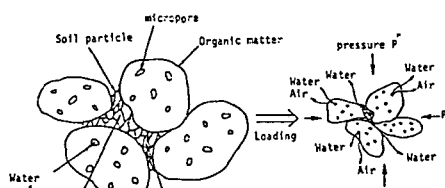


図-3 泥炭構造の圧縮モデル

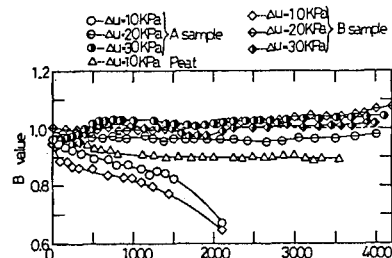


図-4 B値の経時変化

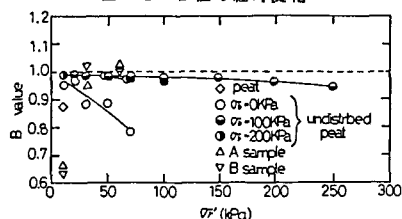


図-5 有効圧密圧力とB値の関係

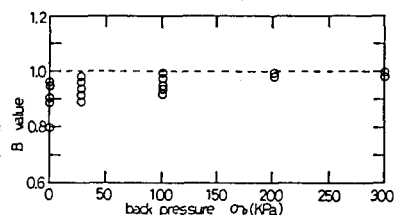


図-6 背圧 (σ_b) とB値の関係