

防衛庁技本4研 正員 ○松尾啓
防衛大学校 正員 大平至徳
防衛大学校 正員 山口晴幸

くまへき

土の圧縮特性を把握する際に、一般に、実際地盤と室内試験での圧密条件が異なるため、供試体厚さ、荷重増荷期間、荷重増加率等の各種試験パラメーターを変化させた報告が多くみられている。

泥炭地盤では、二次圧密が顕著に起り、その圧密特性を検討するには、特に、二次圧密特性の究明が重要となる。本文は、室内圧密試験結果に基づき、上述した3つの試験パラメーターが、泥炭の二次圧密係数におよぼす影響について記述したものである。

表-1 H-T試験での試験条件

試料番号	層厚 (H) cm	載荷期間 (t_0) day	荷重増加率 (n)	初期間隙比 (e_0)
H-T-1	2	7	0.5 ~ 0.3	978
H-T-2	2	7	1	960
H-T-3	2	1	3	980
H-T-4	2	1	1	105
H-T-5	1	1	3	114
H-T-6	1	1	1	971
H-T-7	2	7	3	971
H-T-8	2	1	0.5 ~ 0.3	905
H-T-12	1	1	0.5 ~ 0.3	945

2. 試料および試験

(1) 試料 用いた試料は、北海道札幌市郊外の泥炭地で採取(深度0.5~1.0m)した不攪乱の繊維質泥炭である。その代表的諸性質は、比重 $G_p=1.48\sim1.49$ 、初期含水比 $w_0=550\sim720\%$ 、初期間隙比 $e_0=9.05\sim11.4$ 、強熱減量値 $L_g=93\sim94\%$ であった。 L_g 値からも明らかのように、試料を構成している大部分は、植物繊維性有機物である。

(2) 試験 標準圧密試験装置を用いて、3種類の試験を実施した。

i) S0試験: 標準圧密試験 (供試体厚さ $H_0=2\text{cm}$, 荷重増加率 $n=1$)

ii) SIL試験: 所定の圧密荷重を一考に載荷する単荷重載試験。

所定の荷重として、0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4, 12.8 kN/m²とした。

iii) H-T試験: 供試体厚さ($H_0=1\text{cm}$ と 2cm)と各段階での荷重載

荷期間($t_0=1\text{日}$ と 7日)と荷重増加率($n=0.3\sim3$)

とを各種組合せた試験。表-1はH-T試験での試験条件、表-2は各種荷重増加率と採用した圧密荷重(P)の変化を示す。

表-2 圧密荷重

荷重増加率 (n)	圧密荷重 (P) Kgf/cm ²
0.5 ~ 0.3	0.1 → 0.15 → 0.2 → 0.4 → 0.6 → 0.8 → 1.2 (左下へ続く)
1	→ 1.6 → 2.4 → 3.2 → 4.8 → 6.4 → 9.6 → 12.8
3	0.1 → 0.2 → 0.4 → 0.8 → 1.6 → 3.2 → 6.4 → 12.8
3	0.1 → 0.4 → 1.6 → 6.4

3. 試験結果と考察

(1) 圧密に伴う二次圧密係数の変化

粘性土の二次圧密領域で示す沈下は時間の対数に比例して生じると言われており、二次圧密挙動を表わす尺度として二次圧密係数が用いられている。泥炭においても対数時間にはほぼ比例して沈下を継続する傾向が見られることから、ここでは、各荷重段階から得られた圧密後半部での間隙比(e)~対数時間($\log t$)直線の勾配($\Delta e/\Delta \log t$)として二次圧密係数(C_α)を定義する。図-1は、各種の試験条件下で得られた C_α 値と圧密荷重(P)との関係を示したもので、圧密に伴う二次圧密係数の変化を示したものである。

図-1と2は供試体厚さ(H_0) 1cm と 2cm の場合で、各荷重段階での載荷期間(t_0)を 1日 と固定して荷重増加率(n)を $0.3\sim3$ の範囲で変化させた結果で、図-3は標準圧密(S0)試験と単荷重載荷(SIL)試験による結果である。また図-4の結果は

図-1での試験と同様であるが、 $t_0=7\text{日}$ とした場合である。いずれの試験結果も圧密に伴って C_α 値は増加した後減少し、ピーク値を取る山形の傾向を示す。 C_α 値が減少し始める圧密荷重は、未収縮(unconsolidated)圧密域と収縮圧密域の境界を示す圧密降伏力(P_c)のほぼ2~3倍付近の荷重に対応していた。また図-1に示すように、

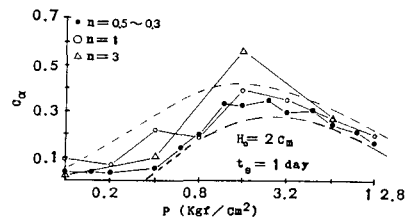


図-1 二次圧密係数と圧密荷重の関係

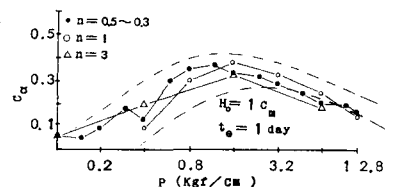
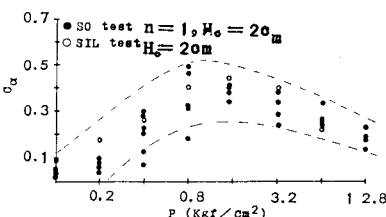


図-2 二次圧密係数と圧密荷重の関係

C_a - P 関係は、荷重増加率(n)の影響をほとんど受けない。このことは図-3に示す、いわば $n=\infty$ とみなせる単一荷重(荷)試験結果が裏付けられる。さらに、図-1と2に示す供試体厚さ1cmと



2cmの場合の試験結果を対比してみると、図-3 SO試験、SIL試験の C_a - P 関係、この程度の供試体厚さの異いは、厚さの相違による二次圧縮係数の明確な差異は認められなかった。上述の本試験結果は、網干²⁾、Mesri³⁾による粘土や有機質土に関する結果と極めて類似している。泥炭は他の土と比較して、二次圧縮の進行が著しく、各荷重段階での載荷期間(t_c)が長期に亘れば、大きな擬似先行圧縮荷重(P_0)が到達し、その応力状態は容易に過圧状態に移行すると考えられる⁴⁾。そのため、二次圧縮係数は載荷期間の長短により影響を受けることと推測される。著者⁵⁾は、他の泥炭試料についての長期載荷($t_c=20日, 30日$)圧縮試験によって、 t_c の増大に伴って、 C_a 値が低下することを報告した。しかし、図-4に示す $t_c=7日$ の場合の本試験結果によると、圧縮荷重 $P>3.2kg/cm^2$ で $t_c=1日$ の場合(図-1参照)と比較して、 C_a 値が多少小なり値を示し

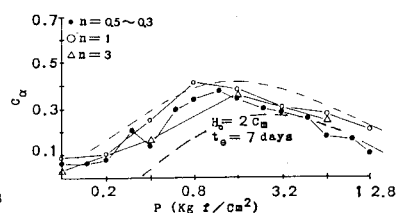


図-4 二次圧縮係数と圧縮荷重の関係

いるが、載荷期間の相違により生じる二次圧縮係数の差異は明瞭に認められなかった。

(2) 二次圧縮係数と圧縮指数との関係

図-5に示すように、泥炭の e - $\lg P$ 曲線は、 e - $\lg P$ 圧縮域においても、直線として近似

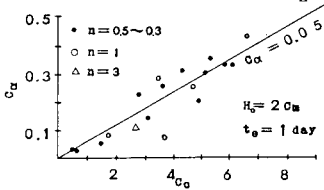


図-5 二次圧縮係数と圧縮指数の関係

できず、一定の圧縮指数 C_c を定義するのが困難である。ここでは、各圧縮荷重 P での e - $\lg P$ 曲線の勾配として、圧縮指数($C_c = \frac{de}{d \lg P}$)を定義し、その荷重での C_a 値との関係でプロットしたのが図-6~8である。多少ばらつきはあるが、泥炭においても C_a は C_c とほぼ比例関係にあるとみなせ、粘性土や有機質粘性土について報告されているMesri⁶⁾や安川⁷⁾の結果と同様に整理することか出来る。また $C_a \sim C_c$ 関係直線の勾配は、0.052~0.059の範囲にあり、各試験条件下ではほぼ等しい値を示し、圧密時の試験条件によってほとんど左右されないことがわかる。表-3 各種土質の C_c 、 C_a 及び C_a/C_c 値

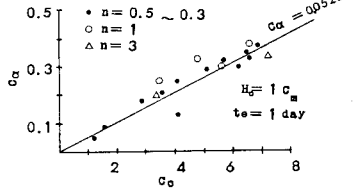


図-6 二次圧縮係数と圧縮指数の関係

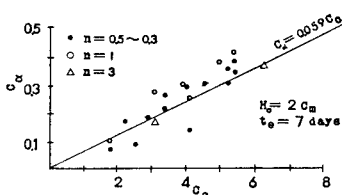


図-7 二次圧縮係数と圧縮指数の関係

なお、代表的研究者によるこの勾配の値を示したのが表-3である。これによると、繊維質有機物を多量に含む高圧縮性である泥炭では、粘性土と比較して、二次圧縮係数が10倍程度になる場合もあるにわかかわらず、 C_a/C_c 値には、それほど大きな相違が認められない。

4. 必ず 泥炭の e - $\lg P$ 圧縮域で示す二次圧縮係数は圧密に伴い減少し、荷重増加率の影響を受けないが、供試体厚さ及び載荷期間の長短によって二次圧縮係数に明確な相違は認められなかった。泥炭と粘土では二次圧縮係数は極端に異なるが、粘土と同様、泥炭の二次圧縮係数も圧縮指数と比例関係にあるとみなせ、その関係直線の勾配は、粘土のものとは大きな差異はない。

5. 参考文献 1) 大平・佐々木(1979); 土木基礎 Vol. 27 No. 7, P. 81 2) 網干(1974); 第19回土質工学シンポジウム発表論文集 19, 71~78. 3) Mesri(1973); A.S.C.E. Vol. 99 No. 541, 11/23~1/37 4) 赤井・佐野(1981); 土木学会論文報告集, 316, P. 67 5) 松尾・大平・山本(1983); 土木学会第38回講演概要集, P. 485 6) Mesri et al.(1977) A.S.C.E. Vol. 103, No. 4, P. 430 7) 安川(1983); 第18回土質工学研究発表講演集 P. 213~216 8) Graham et al.(1983); Geotechnique 33, No. 3, P. 329~340 9) 大平(1982); 第17回土質工学研究発表講演集, P. 205~208