

防衛大学校 正員 大 平 至 徳
防衛大学校 正員 〇小 谷 章

1. はしめに.

軟弱地盤の沈下量の推定は、一般に圧密試験結果から得られた間げき比～圧力関係を $e \sim \log p$ 曲線として描き、この曲線とそのまま使用するが、あるいは圧縮指数 C_c と決定してこれを用いる方法などによって行なわれている。

これらの方法を用いる際に、いわゆる C_c のとり方いかんによって沈下量の算定結果が異なり、Casagrande 法¹⁾で求めた先行圧密荷重 p_0 とか土かぶり荷重と使用するかして沈下量と計算しても実測値と大幅に食い違いをみせたりする場合が多いといわれている。²⁾

このような食い違いは C_c , p_0 などのとり方に起因する場合もあろうが、 $e \sim \log p$ 曲線が正規圧密領域において直線と呈するとして圧縮指数 C_c , 先行圧密荷重 p_0 などと決定するところにもその原因があると考えられる。

本報告は、多数の軟弱土の標準圧密試験を行なって、それらの間げき比～圧力関係に関する二三の考察を試みるものである。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料はフオーレル サンプラーによって採取された、神奈川県愛甲地区および静岡県袋井地区の泥炭ならびにシンウォールサンプラーによって全国各地から採取された乱されな³⁾い沖積粘土である。

これらの試料の物理的性質は表-1に示したとおりである。このうちとくに泥炭試料は原形に近い植物繊維を含んでおり、全体の色調は暗褐色を呈している。

実験は泥炭試料については、JIS-A-1217にもとずき、 $0.1 \text{ kg/cm}^2 \sim 12.8 \text{ kg/cm}^2$ の8段階で荷重を行ない、粘土試料については0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.0, 6.0, 9.0 kg/cm^2 の順に8段階に荷重したものと、上記の方法で 0.1 kg/cm^2 の荷重を除いて 0.2 kg/cm^2 から7段階で荷重したものと二通りの荷重方法を用いて行なった。

試 料		自然含水比	自然間げき比	比 重
泥炭	愛 甲	60~1200	2.0~16.0	2.60~1.80
	袋 井	59~1031	1.6~15.0	2.67~1.79
粘土	久慈 港	79~102	2.1~2.7	2.65
	横 浜	88~103	2.4~2.7	2.73
	広 島	69~88	1.8~2.3	2.71~2.68
	久里浜(A)	111	2.9~3.0	2.74
土	久里浜(B)	50~130	1.4~2.3	2.72~2.67

表-1 試料の物理的性質

3. $e \sim \log p$ 曲線について.

標準圧密試験結果から得られた間げき比圧力曲線の一部を図-1(a) および図-1(b)に示す。

図-1(a)は粘土試料のうち自然間げき比の比較的小さいものの $e \sim \log p$ 曲線である。このような粘土ではCasagrandeが述べている¹⁾ように、正規圧密領域においては $e \sim \log p$ 関係は直線となり、圧縮指数 C_c および先行圧密荷重 p_0 も圧密法にしたがって決定することができる。

これに反して、自然間げき比の比較的大なる粘土および泥炭では、図-1(b)に示したように、

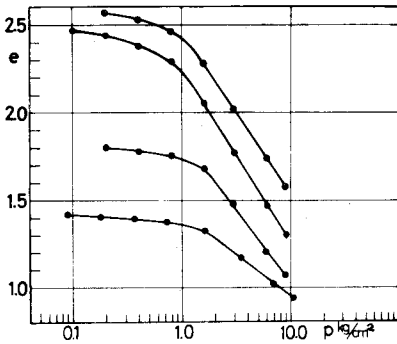


図-1 (a) 粘土の $e \sim \log p$ 曲線

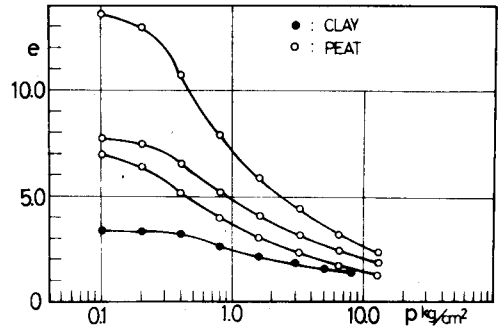


図-1 (b) 軟弱土の $e \sim \log p$ 曲線

正規圧密領域においても $e \sim \log p$ 関係は直線にはならない。したがってこれらの試料については、従来の法によって圧密係数 C_c や先行圧密荷重 p_0 を決定することはできないと考えられる。

ここで、図-1 (b) にプロットした試料の $e \sim p$ 関係を面対数座標上にプロットすれば図-2 のようになる。図-2 は自然間げき比が 3.0 以上のものの 1 例を示したものであるが、このような試料では、すべて正規圧密領域と考えられる範囲内で $\log e \sim \log p$ 関係が直線と呈する。

このような場合、試料の間げき比～圧力関係は次式のように表わすことができよう。

$$\log_{10} e = \log_{10} e_0 - C'_c \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (1)$$

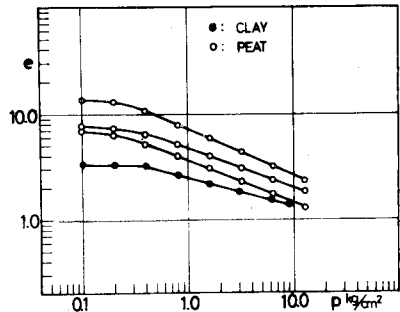


図-2 軟弱土の $\log e \sim \log p$ 曲線

ここに C'_c は圧縮指数 C_c と同じ性質のものであり、 $\log e \sim \log p$ 曲線の直線部分の勾配である。

$\log e \sim \log p$ 曲線から先行圧密荷重を決定する方法については現在検討中であるが、間げき比～圧力関係を面対数座標にプロットすることにより、すくなくとも座標のとり方によって $e \sim p$ 関係に関する諸定数の値が変わってくる³⁾ という $e \sim \log p$ 曲線を使用する場合の問題点と除去しようであろう。

4. 軟弱土の圧縮指数について

非常に鋭敏比の大なる粘土は図-1 (b) に示したような間げき比～圧力関係を有するといわれている⁴⁾ が、鋭敏比を決定することがむづかしい泥炭では圧縮指数 C'_c と鋭敏比との関連性についての検討はできないけれども、 C'_c は土の乾燥密度 γ_d と図-3 に示すような関係があるようである。すなわち、軟弱土（ここでは自然間げき比が 3.0 以上のものと

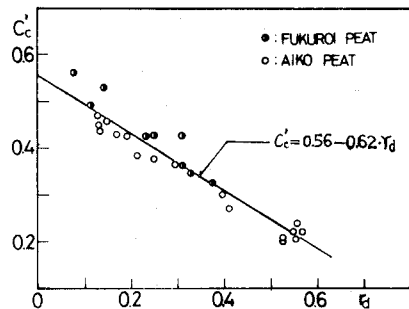


図-3. 圧縮指数 C'_c と乾燥密度 γ_d

をいう。)の圧縮指数 C_c' は土粒子自身の性質である比重 G_s とその土の構造特性の1つである自然間げき比 e_n によって決まってくるものと考えられよう。

このうち、 C_c' と e_n との間にはややばらつきがあるが、図-4に示すような関係が認められる。なお、自然含水比 w_n と C_c' との間にも $C_c' \sim e_n$ 関係とほぼ同じような関係があることが明らかにになった。

5. 間げき比～圧力関係の一般的取扱について。

図-1 (a), (b) に示されているように、間げき比圧力関係は、取扱う土の性質によって異なると考えられる。

すなわち、一般に取扱われている粘土ではその間げき比～圧力関係は、

$$e = e_0 - C_c \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (2)$$

で表わされる。したがって

$$\frac{de}{dp} = -d \frac{1}{p} \quad (3)$$

と書くことができよう。一方軟弱土では、

$$\log_{10} e = \log_{10} e_0 - C_c' \log \frac{p}{p_0} \quad (4)$$

すなわち

$$\frac{de}{dp} = -\beta \frac{e}{p} \quad (5)$$

として表わされる。したがって、一般的には(3), (5)式から

$$\frac{de}{dp} = -r \cdot \frac{e^n}{p} \quad 0 \leq n \leq 1 \quad (6)$$

と表わすことができよう。

ここで、 d, β, r, n は常数である。

(6)式から、その間げき比～圧力関係を一般的に書き表わせば

$$e^{1-n} = e_0^{1-n} - 2.30 \cdot r(1-n) \log_{10} \frac{p}{p_0} \quad (7)$$

ただし、 $n=1$ の場合は(4)式が(6)式の解となる。

このように表わされる土の間げき比～圧力関係は先に述べたように、その土塊を構成する土粒子自身の性質や、その土塊の有する構造上の諸特性に起因するものと考えられるので、ここでは(6)式にて表

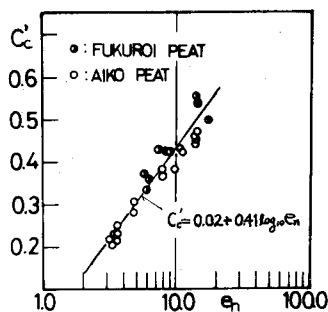


図-4 圧縮指数と自然間げき比

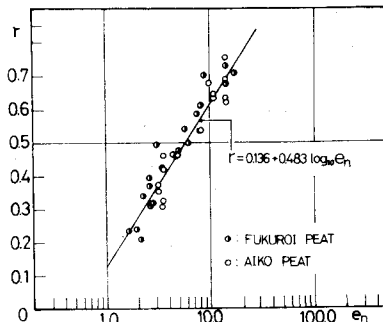


図-5 r 値と自然間げき比

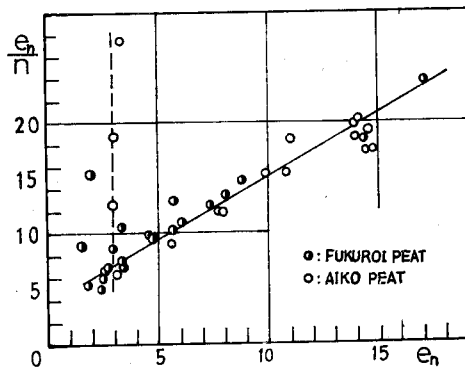


図-6 n 値と自然間げき比

わされる $e \sim p$ 関係中に含まれる係数 r, n , と土の物理的性質との関係についての検討を試みた。

すなわち(6)式を対数にとり、

$$\log_{10} \frac{de}{dp} = -\log r + \log_{10} p - n \log_{10} e \quad (8)$$

として、 $\frac{de}{dp}$ と $e \sim p$ 曲線の正規圧密領域と考えられる範囲内において、最小限3点を求め、これと最小二乗法によって処理して算出した r, n と自然間げき比 e_n との関係を図-5および図-6に示した。

図-5から明らかなように、 r は自然間げき比 e_n とかなり密接な関係があり、 $r \sim \log e_n$ と直線関係とみなせば、 $r = 0.136 + 0.489 \log e_n$ で表わされ、その相関係数は0.946であった。

また r は土粒子の乾燥密度 γ_d と図-7に示すような関係を有し、これを直線関係とみなして γ_d から r の値を推定することができよう。

一方 $n \sim e_n$ の関係は、図-6から、 $e_n \geq 3.0$ 以上の範囲において

$$n = \frac{e_n}{1.08 e_n + 3.9}$$

なる関係を有するようであるが、 $e_n < 3.0$ の範囲内では(3)式が成立し、多くの粘土試料にみられるように $n \rightarrow 0$ となるため、 n 値を求める手法上その変化を明確にし得ないこととあり、現在のところ n と e_n との間には一定の関係は認められない。

もちろん、 e_n の小さい土、たとえこの検討のために用いた粘土試料の大部分は $e \sim \log p$ が直線関係にあり、Casagrande 法で p_0 を決めうるし、 C_c も客観的に決定することができた。

また圧縮指数 C_c と e_n との関係もすでに考察されている^{5), 6)} ような直線関係があることが確認された。

6 おわりに

以上軟弱土の間げき比～圧力関係について二回の考察を試みた結果を述べたが、この問題を検討するにあたり、日本道路公団および運輸省港湾技術研究所から貴重な資料を提供していただいたことを付記し、ここに感謝の意を表する次第である。

参考文献

1. Casagrande, A ; The determination of the pre-consolidation load and its practical significance.
2. 持永龍一郎 ; 圧密試験, 土質調査結果の解釈と適用例.
3. 三笠正人 ; 土の力学的試験法, 土質工学会関西支部 (1964).
4. Terzaghi, K, and Peck, R Soil mechanics in engineering practice.
5. 宮川勇 ; 軟弱地盤と盛土—特に泥炭性軟弱地における安定と現下一土と基礎の設計法.
6. 渡辺進, 井元美晴 ; 初期間げき比から圧密沈下量を求める方法. 土と基礎 Vol 10 No 9 (1962)

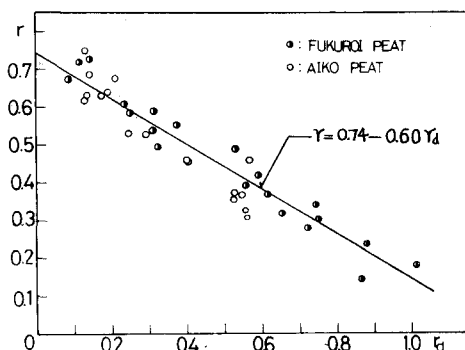


図-7. r と乾燥密度 γ_d .