

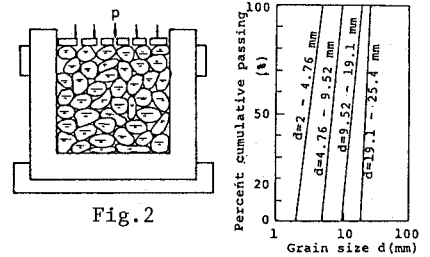
III-162

泥岩粗粒材の圧縮沈下特性

三井建設(株)(正) 黒島一郎・防衛大学校(正)山口晴幸・三井建設(株)(正)福田誠

1. はじめに 著者らはスレーキングによって生じた堆積泥岩の粗粒材は、圧縮沈下やせん断変形過程において著しい粒子破碎現象を生じ、その効果に変形や強度定数等の力学的性状に顕著に影響をおよぼしていることを報告して来た。^{1)~3)} 本報告では、原位置で既にスレーキング作用を受け破碎し、粗粒化した堆積泥岩を用い、種々の粗粒範囲の試料について一次元拘束圧縮試験を実施し、応力~沈下特性について考察を加えた。

2. 試料と実験 横須賀市郊外に分布する新第3紀堆積泥岩層地帯から、既にスレーキング作用を受け破碎した粗粒泥岩を採取し、図1に示すように、4種類の粒径範囲(d)に区分して実験試料とした。試料はほぼ乾燥状態にあり、自然含水比 $w_n=6\sim7\%$ 、 $G_s=2.49$ 、 $L.L.=65.5\%$ 、 $P.L.=32.1\%$ 、強熱減量 $Li=13.6\%$ であった。



各粒径範囲の気乾試料と10日間水浸した飽和試料について、図2に示すように、ステンレス製厚肉モールド(直径 $D=150\text{mm}$ 、高さ $H=175\text{mm}$)を用いて排気および水浸下での一次元圧縮試験を実施した。試料の充填は破碎が生じないように留意しタンピング方式によった。

3. 実験結果と考察 粉体工学の分野では一次圧縮下での応力~ひずみ関係に関する各種の実験式が提案されている。⁴⁾ ここでは次式を用いて、泥岩粗粒材の圧縮沈下特性について考察する。

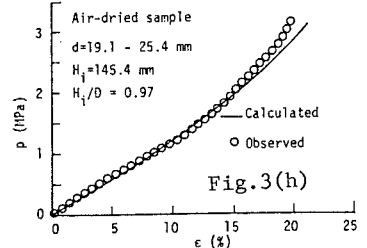
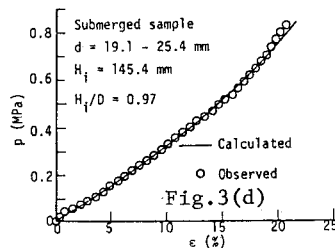
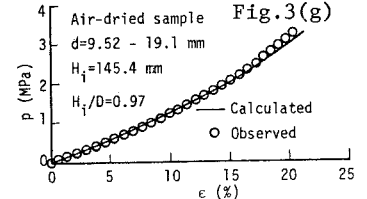
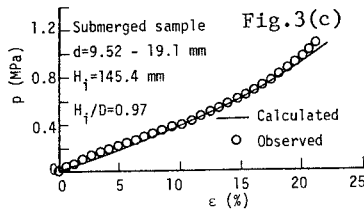
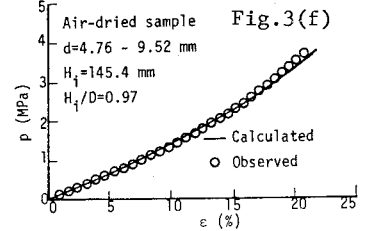
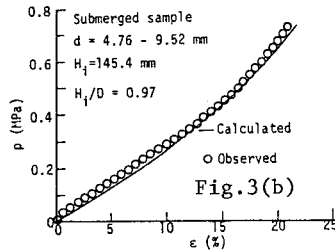
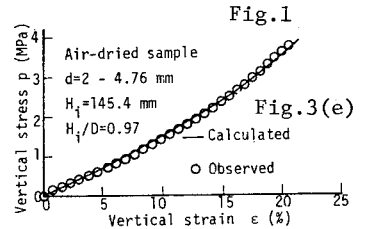
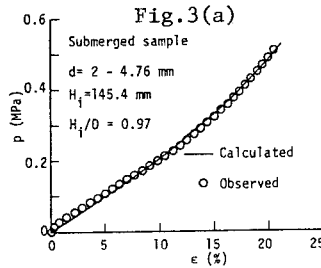
$$-dn/dp = an^x \quad (1)$$

ここにおいて、 n は間隙率、 p は鉛直応力、 a, x は定数である。 $x=1$ の場合はAthyの式、 $x=2$ の場合は川北の式とされている。ここでは $x=1$ の場合のAthyの式を用いて考察する。(1)式を積分し、初期条件を適用することによって次式が得られる。

$$n = n_1 \exp(-ap) \quad (2)$$

$$n = (n_1 - \epsilon) / (1 - \epsilon), \quad n_1 = e_1 / (1 + e_1) \quad (3)$$

ここで、 n_1, e_1 は初期間隙率と初期間隙比、 ϵ は鉛直ひずみである。



表面に载荷した圧縮応力(p)が深さ方向に一樣に分布しているとして、各種の粒径範囲の気乾および水浸試料についての圧縮試験結果(試料の直径(D)と初期高さ(H_i)の比 H_i/D≒1の場合)を(3)式とフィッティングした結果を図3に示す。また、図4に計算に用いた1/a値を試料の最大粒径(d_{max})との関係でプロットしている。1/a値は最大粒径によって多少左右されるが、気乾と水浸試料において大きく異なり、水浸試料の1/aは気乾試料の約4~5倍小さい。この1/aは試料の剛性的性質を表しており、水浸試料は、破碎性に卓越し¹⁾非常に圧縮性に富むことを意味している。次に壁面摩擦を考慮して沈下式を誘導する。図5(a)に示す、深さhでの微小要素での均合式は次式のように表される。

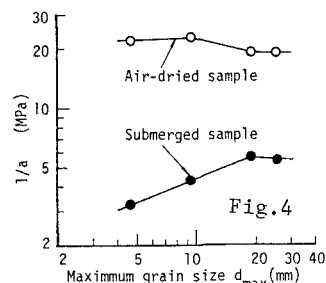


Fig.5(a)

ここで、 γ は試料の密度、 μ は壁面摩擦係数、 K は土圧係数である。(4)式を積分し、 $h=0$ で $p=p_0$ を適用すると次式が得られる。

$$\frac{\pi}{4}D^2p + \gamma\frac{\pi}{4}D^2dh = \frac{\pi}{4}D^2(p+dp) + \pi Ddh\mu Kp \quad (4)$$

ここで、 γ は試料の密度、 μ は壁面摩擦係数、 K は土圧係数である。(4)式を積分し、 $h=0$ で $p=p_0$ を適用すると次式が得られる。

$$p = \gamma D / 4\mu K + p_0(1 - \gamma D / 4\mu K) \exp(-4\mu Kh/D) \quad (5)$$

$$p = p_0 \exp(-4\mu Kh/D) \quad (\gamma = 0) \quad (6)$$

図5(b)示す微小要素での鉛直ひずみ($d\varepsilon$)は次式で与えられる。

$$d\varepsilon = dp/dh = (n - n_1)/(n - 1) \quad (7)$$

ここで $d\rho$ は微小要素での沈下量である。なお、微小要素での p と n との間に(2)式が成立つものとする、沈下式は次式で与えられる。

$$dp/dh = n_1 \{ \exp(-ap) - 1 \} / \{ n_1 \exp(-ap) - 1 \}$$

よって試料の全沈下量及びひずみ ε は次式より求められる。

$$\varepsilon = \frac{1}{H_i} \int_0^{H_i} \frac{n_1 \{ \exp(-ap) - 1 \}}{n_1 \exp(-ap) - 1} dp$$

$$p = p_0 \exp(-4\mu Kh/D) \quad (9)$$

ここで、 $K=(1-\sin\phi)/(1+\sin\phi)$ 、 $\mu=2/3\tan\phi$ と仮定する。図6と7は H_i/D が異なる場合の(9)式による計算値と実験値との比較を示したもので、計算に際しては、1/aは図4より、また $\phi=35^\circ$ としている。試料高さが小さいためと思われるが、計算値は実験値の H_i/D 効果を比較的良好に表していると言える。図8は1/a=22(MPa)として ϕ が異なる場合を、図9は1/a=22(MPa)で $\phi=35^\circ$ として初期高さ(H_i)が異なる場合の計算値を示している。また、図10(a)と(b)は深さ方向の応力分布を計算したものである。今後、大型試験や原位での圧縮試験結果から(9)式の検証あるいは拡張を試みたい。また、1/aや ϕ の値は圧縮に伴う粒子破碎によって左右されることが考えられ、このことについても今後吟味したい。

(参考文献) 1)山口ら(1988);第15回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.228~229. 2) 桜田ら(1988);第23回土質工学研究発表会投稿中, 3)黒島ら(1988);第23回土質工学研究発表会投稿中, 4)川北ら(1974);粉体工学(基礎編), 槇書店

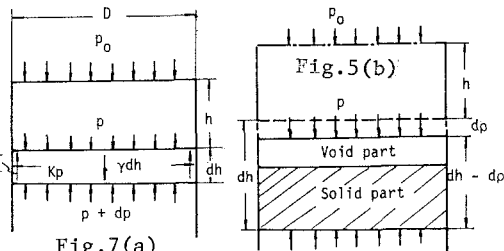


Fig.7(a)

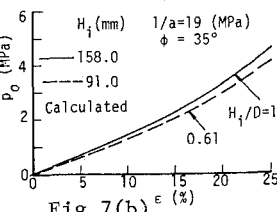


Fig.7(b)

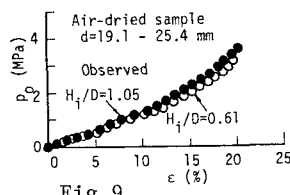


Fig.9

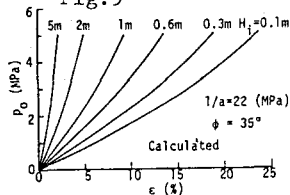


Fig.10(a)

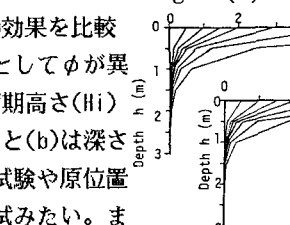


Fig.10(b)