

岐阜大学 学院 学生員・藤塚 哲朗

岐阜大学工学部 正会員 宇野 尚雄

岐阜大学工学部 学生員 牛居 恒太

1. まえがき

飽和土の圧密現象において土中水の排水が許されない限り体積減少は生じえない。しかし、間隙が水で満たされていない不飽和状態の土では間隙流体の排出を許さない非排気・非排水状態においてもかなり体積減少がある。特に飽和度 S_r が小さい場合の不飽和土を固相・気相の二相混合体として取り扱うと間隙内の空気の影響を無視できなくなる。¹⁾ 本報告では、不飽和土を土粒子骨格と間隙空気の二相混合体と考えた場合の応力～ヒズミ関係ならびに実験結果について述べる。

2. 二相混合体の不飽和土の応力～ヒズミ関係^{2), 3)}

固体相・流体相からなる二相混合体の応力～ヒズミ関係は次式で与えられる。

$$\sigma^s = \alpha_b \varepsilon^s + \alpha_c \varepsilon^f \quad (1) \quad \sigma^f = \alpha_c \varepsilon^s + k_c \varepsilon^f \quad (2)$$

σ ・ ε は応力・ヒズミ、 s ・ f は固相・流体相、 α_b ・ α_c ・ k_c は材料定数である。非排気(水)条件では、 $\varepsilon^s = \varepsilon^f$ であり、混合体では $\sigma = \sigma^s + n U_a(\sigma^f)$ であるから、 $\varepsilon = \varepsilon^s = \varepsilon^f = \sigma / (k_c + 2\alpha_c + \alpha_b)$ および $U_a = (\alpha_c + k_c) \sigma / n(k_c + 2\alpha_c + \alpha_b)$ となる。 α_b ・ α_c ・ k_c を土粒子骨格の圧縮率 C_b 、間隙空気の圧縮率 C_e で表わし、上式を増分形で表現すると、

$$dU_a = d\sigma / (1 + n C_e / C_b) \quad (3) \quad d\varepsilon = n C_e d\sigma / (1 + n C_e / C_b) \quad (4)$$

C_e はBoyleの法則を用いて求めたもので $C_e = \frac{d\varepsilon_a}{dU_a} = \frac{p_0}{(p_0 + U_a)^2}$ (p_0 :大気圧)である。

3. 実験装置・方法・使用試料

実験に用いた試料は長良川堤防土の2mm以上のレキを除いたもので、 $G_s = 2.713$, $w_{opt} = 16.7\%$, $\rho_{dmax} = 1.68 \text{ g/cm}^3$, $LL = 29.8\%$, $PL = 23.0\%$ である。粒径加積曲線をFig.1に示す。供試体は乾燥密度 1.5 g/cm^3 (相対密度0.69)に締固めた飽和度30%, 50%のものを作成し、Fig.2に示す三軸セル内にセットし、非排気・非排水状態で等方圧0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 kgf/cm^2 で等方圧縮試験を行なった。供試体の体積変化は供試体周囲のシリコンオイルの液面変動量として読みとり、間隙空気圧は供試体上端で圧力変換器により計測した。空気圧は温度変化の影響を受けやすいので20°Cに保たれた恒温室において実験を行なった。

4. 実験結果・考察

実験より得られた等方応力～体積ヒズミ関係をFig.3に示す。等方応力の増加に伴う圧縮変形は、最初大きいのが徐々にヒズミの発生が小さくなっている。Fig.4は応力増加と間隙内部で発生した空気圧の関係を示している。応力の増加に比例して空気圧も増加しているが、飽和度30%の試料では応力が大きくなるにつれて、空気圧の発生が鈍くなっていくような傾向を示している。

Fig.5, Fig.6は、式(3), (4)により計算で求めた応力～体積ヒズミおよび応力～間隙空気圧の関係を示している。初期間隙率として $n_0 = 0.43$ を与えた。式(3), (4)のいずれも応力 σ 、体積

ヒズミ ϵ ，間隙空気圧 U_a の関数で，骨格の圧縮率 C_b も現実には圧縮過程を通じて定数ではあり得ないが，ここでは定数として与えた。用いるべき C_b 値としては，排水・排気試験の応力～ヒズミ関係より得られる値，および式(3)と $0 \sim U_a$ 関係より逆算された値が考えられる。Fig.5・6 においては圧縮率 C_b が小さいほどヒズミの発生が小さくかつ間隙空気の発生も少ない。言い換えれば， C_b が小さいときには外から加えられた応力に対して間隙空気で圧縮変形に抵抗する分担率が小さく，空気圧の増加に伴う圧縮変形が小さくなる。

有益な御指導をいただいている本学岡二三生助教授に謝意を表す。

参考文献：1)足立紀尚・岡二三生：不飽和土の試験法と力学挙動，土と基礎，Vol.29, No.6, pp.27-33, 1981 2)石原研而：土質動力学の基礎，鹿島出版会，pp.50-61, 1976 3)岡二三生：

二相混合体理

論からみた有
初応力の定義
について，土木学
論文報告集，
第299号，pp.59
～64，1980

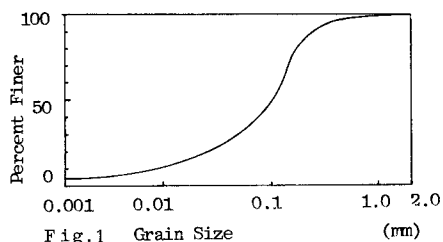


Fig.1 Grain Size (mm)

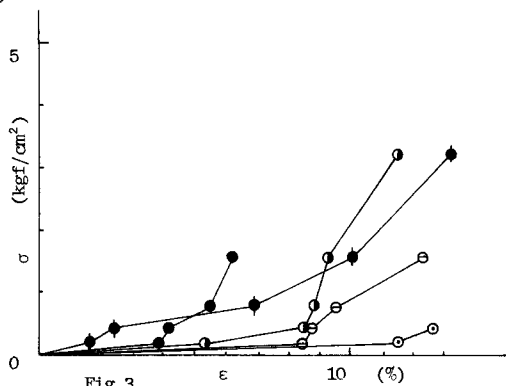


Fig.3

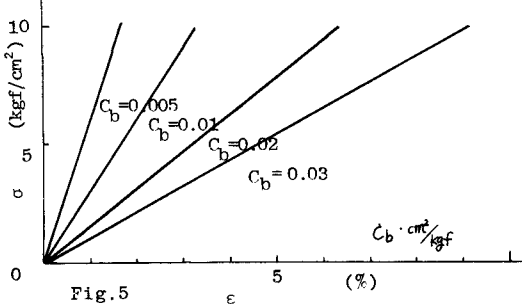


Fig.5

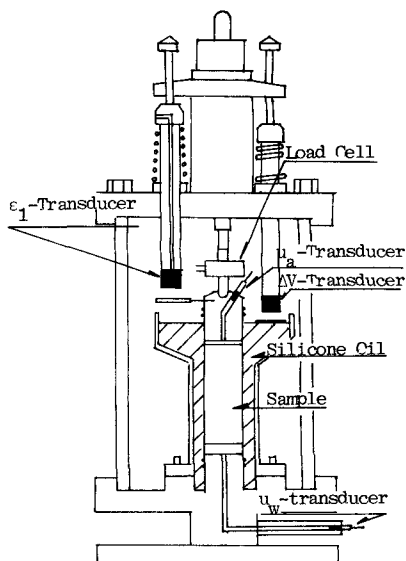


Fig.2

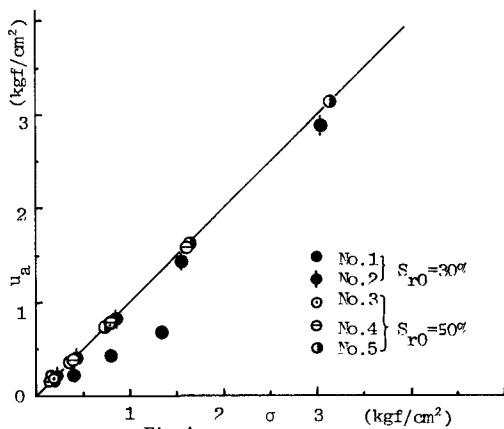


Fig.4

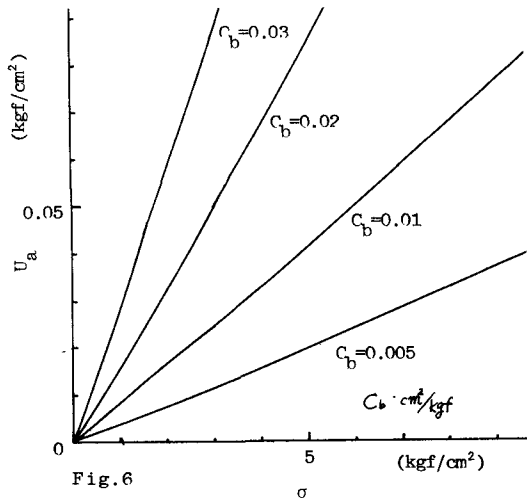


Fig.6