

北大工学部 正員 ○ 武田 寛
 ; ; 北郷 繁
 ; ; 土岐 祥介

1. まえがき

土が排水条件のもとで応力を受けた場合に生じる変形と、この土が同じ応力を非排水条件で受けた場合に発生する間ゲキ水圧との相互関係を調べることは工學上有意義であると思われる。

Martin ら (1975)⁴⁾ は非排水条件のもとでせん断応力の載荷・除荷を受けることによって、間ゲキ水圧の増分 Δu は次のように発生すると考えている。排水条件下ではせん断応力によって体積ヒズミ増分 ΔE_{vd} が生じる。一方、非排水条件下では、排水条件下と同様 ΔE_{vd} が生じるはずであるが、発生する間ゲキ水圧 Δu による有効応力の減少によって、弾性的な体積ヒズミ $-\Delta E_{vt}$ が生じて両者が抵消し合い、水が非圧縮性で体積変化が 0 であるので、

$$\Delta E_{vd} = -\Delta E_{vt} \dots\dots\dots (1)$$

したがって、非排水条件下で発生する間ゲキ水圧 Δu は、 $\Delta u = \bar{E}_r \cdot \Delta E_{vd} \dots\dots\dots (2)$ となる。この式において、 \bar{E}_r は側方を拘束した圧縮試験の除荷曲線の接線係数である。

本報告は上記の考え方にしたがって、三軸圧縮試験機を用いて排水条件で得られた変形から予測される間ゲキ水圧とその実測値を比較したものである。

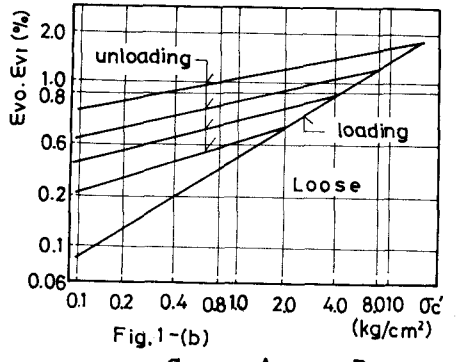
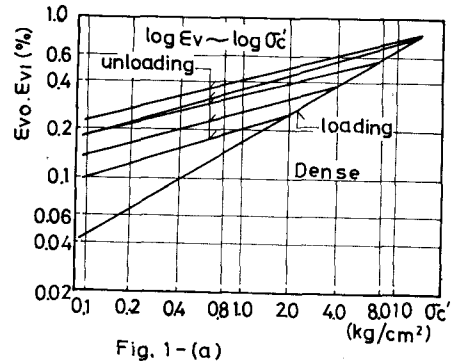
2. 実験方法

i) 装置: 通常用いられている三軸圧縮試験機で、体積ヒズミはビュレットを用い、間ゲキ水圧は圧力変換器を用いて測定した。なお、メンブレンの貫入量の補正は Roscoe の方法によって行った。

ii) 試料: 飽和した豊浦砂を使い、初期間ゲキ比: 0.660 (Dense) と 0.780 (Loose) の供試体について試験を行った。なお、間ゲキ圧係数 B は $B \approx 1$ (0.99 以上) であった。

iii) 実験方法: Martin らは上記 (2) 式における \bar{E}_r を N.G.I. タイプの単純せん断試験機を使って求めた。しかし、三軸圧縮試験機を用いる場合は (2) 式を考えると、等方圧縮試験の除荷曲線の接線係数を用いなければならぬ。そこで、この接線係数を求めるために、最大圧縮応力 $\sigma'_{c\max} = 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 \text{ kg/cm}^2$ で等方圧縮・除荷試験を行った。また、 ΔE_{vd} を求めるために、圧密圧 $\sigma'_d = 2.0, 4.0, 8.0, 12.0 \text{ kg/cm}^2$ で圧密した後、排水条件下で各圧密圧の排水強度の 25% のせん断応力を載荷し、等方応力状態にもどして体積ヒズミを測定した。次に、 $\sigma'_d = 2.0, 4.0, 8.0, 12.0 \text{ kg/cm}^2$ で圧密後、非排水条件で同じく排水強度の 25% のせん断応力を載荷し、等方応力状態にもどした時の残留間ゲキ水圧を測定した。

3. 結果と考察



	a	A	B
Dense	0.165	0.701	0.244
Loose	0.330	0.728	0.262

表-1

図1 (a)・(b) は Dense と Loose 供試体について行った等方応力荷重・除荷試験の応力-体積ヒズミの関係を両対数紙上にプロットしたものである。荷重時の両者の関係は両対数紙上で直線関係にあり、荷重時の体積ヒズミ ϵ_{v0} は直線の傾きを A 、 $\sigma'_c = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ のときの ϵ_{v0} を a 、圧力を σ'_c とすると、
$$\epsilon_{v0} = a \cdot \sigma'_c{}^A \dots\dots (3)$$
 で表わされる。

また、各圧密圧からの除荷時の体積ヒズミ ϵ_{v1} は圧密圧によらずほぼ平行な直線で表わされ、直線の傾きを B とし、圧力が σ'_{c0} から σ'_{c1} に減少したとすると、

$$\epsilon_{v1} = \epsilon_{v0} \cdot (\sigma'_{c1} / \sigma'_{c0})^B \dots\dots (4)$$

したがって、等方応力除荷時の接線係数 \bar{K}_r は、

$$\bar{K}_r = \frac{d\sigma'_{c1}}{d\epsilon_{v1}} = \frac{\sigma'_{c1}{}^{1-B}}{a \cdot B \cdot \sigma'_{c0}{}^{A-B}} \dots\dots (5)$$

図1 (a)・(b)より、 a, A, B の値を求めたのが表(1)である。(2)式を用いて ΔU を推定するために、1サイクルの荷重後に生じる $\Delta \epsilon_{vd}$ が、せん断応力、弾性的軸ヒズミ ϵ_{ie} あるいは塑性的軸ヒズミとどのような関係にあるかを調べた。その結果、 ϵ_{ie} との相関が最も高く、図2に示すように $\Delta \epsilon_{vd}$ は ϵ_{ie} とほぼ比例関係にあることが認められた。一方、間ゲキ水圧 ΔU の推定値は、

$$\Delta U = \bar{K}_r \cdot \Delta \epsilon_{vd}$$

$$= \frac{(\sigma'_{c0} - \Delta U)^{1-B}}{a \cdot B \cdot \sigma'_{c0}{}^{A-B}} \cdot \Delta \epsilon_{vd} \dots\dots (6)$$

ϵ_{ie} と $\Delta \epsilon_{vd}$ との関係から、 ΔU の推定値が ϵ_{ie} を横軸にして、図3 (a)・(b) のように得られる。さらに、非排水条件での ϵ_{ie} (ϵ'_{ie} とする) と $\Delta \epsilon_{vd}$ (実際には $-\Delta \epsilon_{v1}$ と打消し合う) の関係が排水条件下におけるその関係 (図2) と同じであると仮定すれば、 ΔU の実測値と ϵ'_{ie} との関係を図3 (a)・(b) 上にプロットして、(6)式による推定値と比較することができる。

実測値と推定値を比較すると、推定値がやや大きな値を示しているが、非排水時の供試体の体積変化などの補正を行えば、より実測値に近づくものと思われる。

4. あとがき

単純せん断試験を対象として逸導した方法を基にして、三軸圧縮試験における間ゲキ水圧の予測を試みた。体積ヒズミから予想される残留間ゲキ水圧と測定値は一致しなかったが、変形を基にした間ゲキ水圧予測の可能性が認められた。なお、この研究は昭和50年度文部省科学研究費の補助を受けて行ったもので、実験の実施や整理にあたり昭和51年本学卒業生、寺山朗君、長谷川純君に多大なる協力を得た記して謝意を表す。

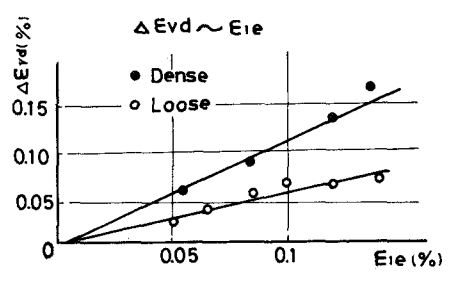
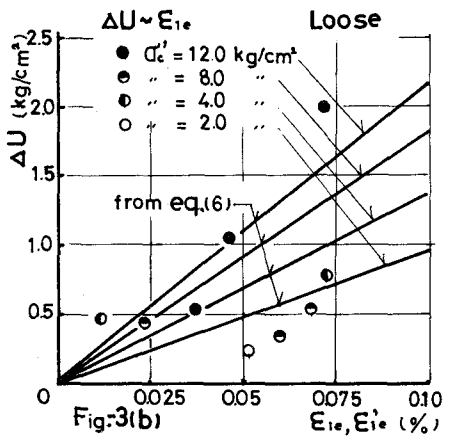
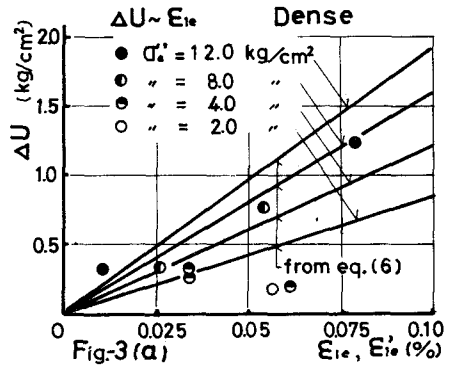


Fig. 2



参考文献: (1) Martin, G. R. et al (1975) "Fundamentals of ~" Proc. of ASCE, Vol. 101, No. GT.5, pp. 423 ~ 438.