

粘土の非排水繰返しせん断挙動

山口大学大学院 学生員 ○山本陽一
山口大学工学部 正 員 兵動正幸
名古屋大学大学院 学生員 新屋裕生
株式会社オオバ 正 員 杉山太宏

1. まえがき

一般に、自然の粘土地盤は長年にわたり侵食作用や地下水位の変動を受けるために何らかの過圧密状態にあると考えられている。しかし、このような粘土地盤に地震や波浪荷重のような繰返し荷重が作用する時どのような挙動を示すのかは余り知られていない。本研究は正規圧密および過圧密粘土の非排水繰返しせん断試験を行うことにより、発生する間隙水圧およびひずみ振幅の定量的評価を行うことを目的とするものである。

2. 試料及び試験方法

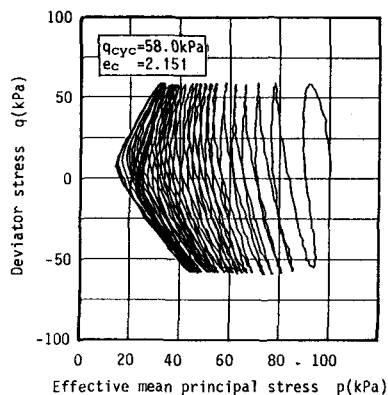
実験に用いた試料は攪はんし室内で再圧密した有明粘土であり、その物性は $G_s=2.652$, $w_L=108.8\%$, $I_p=66.5$ である。用いた試験機は空圧制御式繰返し三軸圧縮試験機であり、試験条件は表-1に示す通りである。排水は供試体側面に巻かれたペーパードレーンを通じ上部より行い、下面において間隙水圧の測定を行った。正規圧密供試体、過圧密供試体とも有効拘束圧 $p_c=100\text{kPa}$ まで等方圧密を行った後、非排水状態で正弦波荷重を加えた。

表-1 試験条件

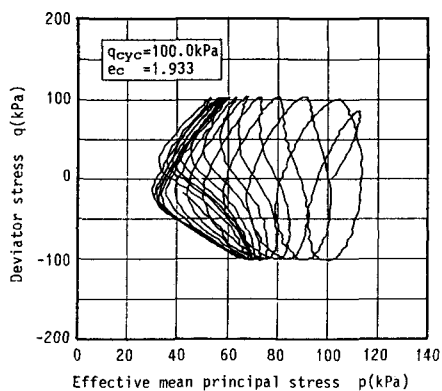
Test No.	OCR	f	p_c	q_{cyc}	w_0	e_0	e_c
(Hz) (kPa) (kPa) (%)							
AC05	1	0.01	100	57.4	93.04	2.480	2.113
AC06	1	0.01	100	73.2	92.29	2.442	2.094
AC07	1	0.01	100	63.6	93.03	2.474	2.104
AC08	1	0.02	100	58.0	93.79	2.527	2.151
2C04	2	0.02	100	100.0	92.61	2.498	1.933
2C06	2	0.02	100	86.5	89.24	2.420	1.910
2C07	2	0.02	100	72.5	93.48	2.500	1.974
2C08	2	0.02	100	78.3	91.96	2.455	1.941

3. 試験結果及び考察

図-1 (a), (b) はそれぞれ正規圧密および過圧密粘土供試体の繰返し三軸試験より得られた有効応力経路を示すものである。この図から正規圧密された粘土の有効応力は繰返し载荷初期から徐々に減少して行き、ついには定常状態に至る様子が分かる。これに対し、過圧密された粘土は繰返し载荷の初期においては間隙水圧が負圧を生じるために有効応力が増加している。しかし、その後有効応力は減少して行き定常状態に至っている。また、正規圧密粘土、過圧密粘土とも最終的な破壊形態は砂の液状化のように間隙水圧が初期有効拘束圧に等しくならず定常状態に至っている。次に、図-2は正規圧密粘土の繰返し载荷試験より得られた各サイクルにおける圧縮側ピーク時の有効応力比 η_p と軸ひずみ両振幅 DA との関係を示したものである。図から両者の間には繰返し応力の大きさや繰返し回数によらず一義的な関係が存在し、一本の双曲線で表せることが分かる¹⁾。図-3は過圧密粘土の同試験より得られた圧縮側ピーク時の有効応力比 η_p と軸ひずみ両振幅 DA との関係を示しているが、正規圧密粘土の場合とは異なり両者の間に一義的な関係を見出すことが出来ない。そこで、図-4に示すように過圧密供試体が最終的に定常状態に至った時の有効応力経路1サイクルを繰返し応力の異なる各試験ごとに重ねて描いてみた。そして、それぞれの有効応力経路のピーク点を包絡する直線を圧縮および伸張側でそれぞれ引いてみたところ、これら2本の直線は原点より左側に $p_r=20\text{kPa}$ 程ずれた p 軸上の点で交わることから、この点と各サイクルのピーク点を結んだ直線の傾きを修正有効応力比 $\eta_r (=q/(p+p_r))$ と定義することにした。このように定義された過圧密粘土の圧縮側ピーク時の修正有効応力比 η_r と軸ひずみ両振幅 DA との関係を図-5に示す。図から両者の間には繰返し応力や繰返し回数によらず一義的な関係が存在し、その関係を1本の双曲線で表すことが可能となる。また、このような関係は伸張側についても同様な形で成り立つことが認められた。



(a) 正規圧密粘土



(b) 過圧密粘土

図-1 有効応力経路

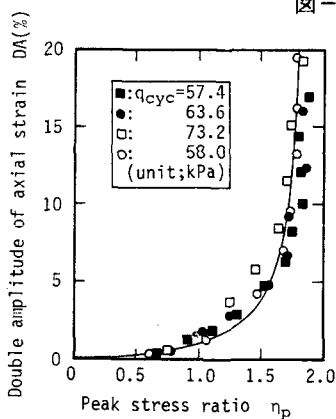
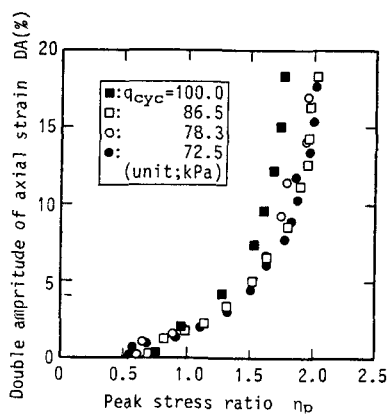
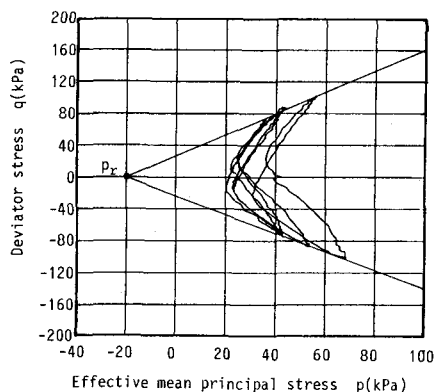
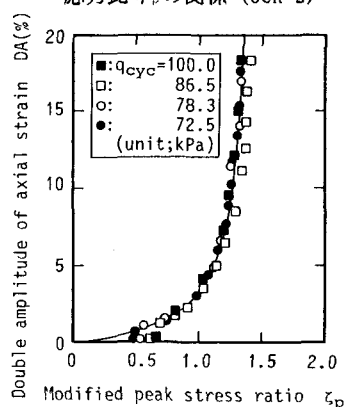
図-2 軸ひずみ両振幅DAとピーク有効
応力比 η_p の関係 (OCR=1)図-3 軸ひずみ両振幅DAとピーク有効
応力比 η_p の関係 (OCR=2)

図-4 破壊時の有効応力経路 (OCR=2)

図-5 軸ひずみ両振幅DAとピーク修正
有効応力比 ζ_p の関係 (OCR=2)

《参考文献》

- 1) 兵動・山本・村田・安福・杉山：繰返しせん断を受ける粘土の間隙水圧および変形の評価：第26回土質工学研究発表会概要集，（投稿中）