

III-127

繰返しせん断を受ける過圧密粘土の間隙水圧および変形の評価

山口大学工学部 正 員 兵動正幸 学生員 ○山本陽一
 茨城大学工学部 正 員 安原一哉
 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。そこで、本研究において過圧密された有明粘土を用いて非排水繰返しせん断試験を行い、発生する間隙水圧およびひずみ振幅の定量的評価を行った。さらに、残留間隙水圧とひずみ振幅を予測するためのモデルの提案を行い実験結果との整合性について検討した。

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構成した有明粘土であり、その物性は $G_0=2.652$, $w_L=108.8\%$, $I_p=66.5$ 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。圧密はいずれも $p_c=200\text{kPa}$ で等方圧密した後、 $p_c=100\text{kPa}$ まで除荷を行い十分膨潤させOCR=2の状態とした。その後、非排水状態で周波数 $f=0.02\text{Hz}$ の正弦波荷重を加えた。

3. ひずみと間隙水圧の定量化

過圧密粘土の繰返し載荷試験より得られた各サイクルにおけるピーク時の有効応力比と軸ひずみ両振幅との関係を調べたところ、正規圧密粘土の場合と異なり両者の間に一義的な関係を見出すことが出来なかった¹⁾。そこで、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、これら二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 $\zeta_p(=q/(p+p_r))$ 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 ζ_p と軸ひずみ両振幅 DA との関係を図-1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、その関係を一本の双曲線で表すことが可能となる。また、この双曲線は軸ひずみ両振幅 $DA=10\%$ 付近でほぼ漸近線に沿うことから、本研究においては粘土の破壊を軸ひずみ両振幅 $DA=10\%$ で定義することにした。

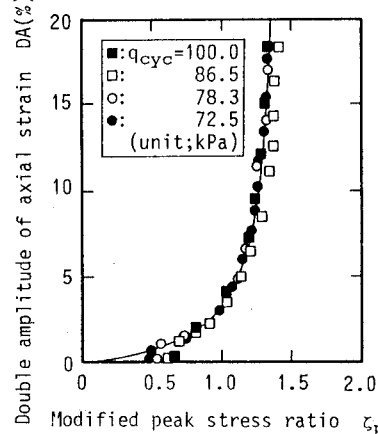


図-1 軸ひずみ両振幅 DA とピーク修正有効応力比 ζ_p の関係

4. 軸ひずみ両振幅と残留間隙水圧の予測結果

予測手法は先に筆者らが正規圧密粘土を用いて行ったもの²⁾を参考にした。まず、上述の理由により破壊を軸ひずみ両振幅 $DA=10\%$ で定義し、それに基づき両対数上に描いた強度線を次のように近似式で表した。

$$R_f (=q_{cyc}/p_c) = 1.213N^{-0.117} \quad (1)$$

次に、図-1の軸ひずみ両振幅 DA と各繰返し応力サイクルのピーク時の修正有効応力比 ζ_p の関係を双曲線近似し以下の式を得た。

$$DA = \zeta_p / (0.98 - 0.67 \zeta_p) \quad (2)$$

図-2は、この修正有効応力比 ζ_p を破壊時の修正有効応力比 ζ_f で正規化した応力比 $\bar{\zeta} (= \zeta_p / \zeta_f)$ と強度比 R/R_f の関係を示したものである。図のように両者にユニークな関係が存在し、この関係を原点と座標(1,1)を通る双曲線により次式のように定式化した。

$$\zeta^* = (R/R_f) / (3.2 - 2.2R/R_f) \quad (3)$$

以上の式(1), (2), (3)を用いることにより任意の大きさの繰返し応力と繰返し回数に対する軸ひずみ両振幅の予測が可能になる。次に、残留間隙水圧を予測するために残留間隙水圧 u_r を破壊時の間隙水圧 u_f で正規化した間隙水圧比 u_r/u_f と応力比 ζ^* との関係を図-3に示す。この図から u_r/u_f と ζ^* の間にも一義的な関係が見いだされたので、原点と座標(1,1)を通る放物線で近似を行い次式が得られた。

$$u_r/u_f = 2.08 \zeta^{*2} - 1.08 \zeta^* \quad (4)$$

式(3), (4)を用いることにより任意の大きさの繰返し応力と繰返し回数に対する残留間隙水圧の予測が可能になる。以上述べた手法により行なった軸ひずみ両振幅と残留間隙水圧の予測結果をそれぞれ図-4, 図-5に示す。これらの図から予測結果は過圧密特有の負の間隙水圧の発生など実験結果をよく表現していることが分かり、提案する予測手法の妥当性が明らかとなった。

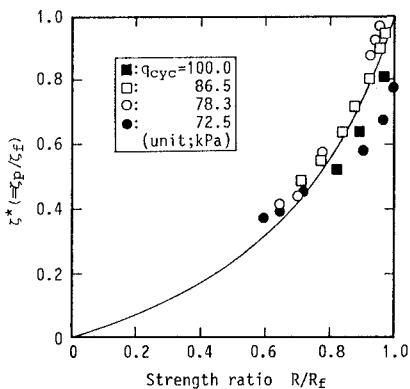


図-2 応力比 ζ^* と強度比 R/R_f の関係

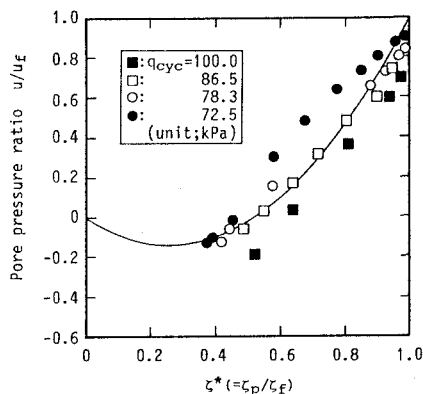


図-3 残留間隙水圧比 u_r/u_f と応力比 ζ^* の関係

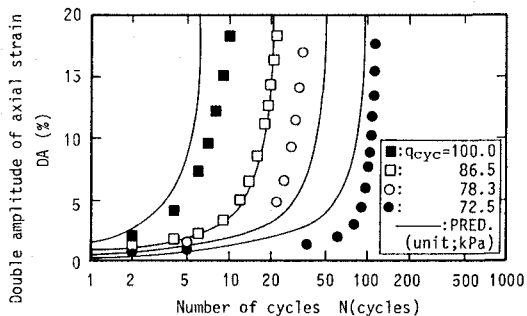


図-4 軸ひずみ両振幅の予測結果

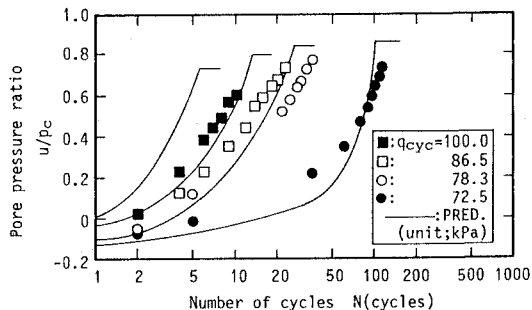


図-5 残留間隙水圧の予測結果

本研究を行うにあたり、粘土供試体の作成を西日本工業大学平尾和年氏にお願いし、供試体の提供を受けた。末筆ながら謝意を表します。

《参考文献》

- 1) 兵動・山本他：粘土の非排水繰返しせん断挙動：第42回平成3年度土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集, 1991.
- 2) 兵動・山本他：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, 1991.