

Ⅲ-249 繰返し载荷を受ける過圧密粘土の発生間隙水圧特性に関する研究

大阪大学 工学部 正会員 松井 保
大阪大学 大学院 正会員 鍋島 康之
大阪大学 工学部 学生員○東 和博

1. はじめに 飽和粘性土地盤に繰返し荷重が作用すると、過剰間隙水圧の発生により土のせん断特性が劣化する。著者らはこれまでに正規圧密粘土に対して一連の繰返し三軸試験を行い、繰返し载荷後のせん断特性の劣化は繰返し载荷により発生した過剰間隙水圧によって定量的に評価できることを明らかにしている¹⁾。また、過圧密粘土でも繰返し载荷後のせん断特性の劣化は過剰間隙水圧に依存することが考えられ、繰返し载荷による発生間隙水圧特性を調べることは重要である。本研究では繰返し载荷時の発生間隙水圧特性に与える軸ひずみ振幅および過圧密比の影響を調べるために一連の試験を行ったので報告する。

表-1 試験条件

2. 試験概要 試験に用いた試料は大阪市内で採取された不攪乱沖積粘土(LL: 61.0%, I.P.: 32.1, G_s: 2.66)である。供試体は直径50mm×高さ100mmの円柱供試体、使用した試験装置は電動油圧方式振動三軸試験機である。表-1は全ての試験ケースを示している。試験方法としては、まず有効圧密圧力294.3kPa (B.P.: 98.1kPa) で24時間等方圧密した後、それぞれの過圧密比

OCR	α' (kPa)	f (Hz)	ε (%)
1.0	294.3	0.1	0.5, 1.0, 1.5, 2.0
1.5	196.2		1.0, 2.0
2.0	147.2		0.5, 1.0, 1.5, 2.0
4.0	73.6		0.5, 1.0, 1.5
6.0	49.1		1.0, 1.5, 2.0

に相当する有効応力 σ'_v まで十分な時間をかけて膨潤させる。膨潤後、非排水状態で軸ひずみ振幅一定、ひずみ波形は正弦波のもとで繰返し载荷(载荷回数100回)を行う。繰返し载荷後、供試体内の発生間隙水圧を一様にさせるため1時間放置し、その時の間隙水圧(残留間隙水圧 u_r)を測定した。

3. 試験結果および考察 図-1(a)~(e)はOCR=1~6における発生間隙水圧率 u/σ'_v と繰返し载荷回数Nの関係である。図中には軸ひずみ振幅を示している。ここに発生間隙水圧率は発生した過剰間隙水圧を繰返し载荷前の有効応力で正規化したもので、また発生間隙水圧は各载荷回数における過剰間隙水圧の最大値と最小値の平均値である。OCR=1~2の範囲では繰返し载荷回数の増加にともなって発生間隙水圧が増大し、軸ひずみ振幅が大きくなるほど発生間隙水圧は増大する。またこの範囲では繰返し载荷初期において発生間隙水圧の上昇が顕著である。そして、過圧密比が大きくなるほど同一の軸ひずみ振幅で発生する過剰間隙水圧は小さくなる。一方、OCR=4, 6のケースでは繰返し载荷初期に負の間隙水圧が発生していることがわかる。いずれのケースも、繰返し载荷回数が増加するにしたがって発生間隙水圧は正の値に転じている。これは過圧密比が大きくなるにしたがってダイレイタンシー特性が負から正へ変化するために発生するものと考えられる。図-2は残留間隙水圧率(u_r/σ'_v)と軸ひずみ振幅の関係である。図中には過圧密比ごとに試験結果を整理して示している。軸ひずみ振幅の増加とともに残留間隙水圧率は大きくなることが明らかである。また図-1の結果からも明らかなように過圧密比が大きいほど残留間隙水圧率は小さくなる。次に残留間隙水圧率-軸ひずみ振幅関係を定量的に評価することを試みる。まず、繰返し载荷前・後の有効応力の応力比(σ'_v/σ'_i)は次式で表される。

$$\frac{\sigma'_v}{\sigma'_i} = \frac{1}{1 - u_r/\sigma'_v} \quad \dots\dots (1)$$

ここに σ'_i は繰返し载荷後の有効応力である。また、図-3は応力比(σ'_v/σ'_i) - 軸ひずみ振幅関係であ

る。両者には線形関係が認められ、次式で表される関係式が成り立つ。

$$\frac{\sigma'_0}{\sigma'_1} = \alpha \cdot \varepsilon_c + 1$$

..... (2)

ここに α は定数である。

そして、(1)、(2)より、残留間隙率は以下の式で表すことができる。

$$\frac{u_r}{\sigma'_0} = 1 - \frac{1}{\alpha \cdot \varepsilon_c + 1}$$

..... (3)

以上のことから、繰返し軸荷による発生間隙水圧は、軸ひずみ振幅によって定量的に評価できることがわかる。

4. まとめ 過圧密粘土を用いた一連の繰返し三軸試験結果から次のような結論が導かれる。

- (1) 過圧密比がある程度大きくなると繰返し軸荷初期に負の過剰間隙水圧が生じ、繰返し軸荷回数の増加とともに発生間隙水圧は徐々に増加する。
- (2) 残留間隙水圧率と軸ひずみ振幅には(3)式のような関係式が成り立ち、残留間隙水圧率は軸ひずみ振幅のみによって定量的に評価できる。

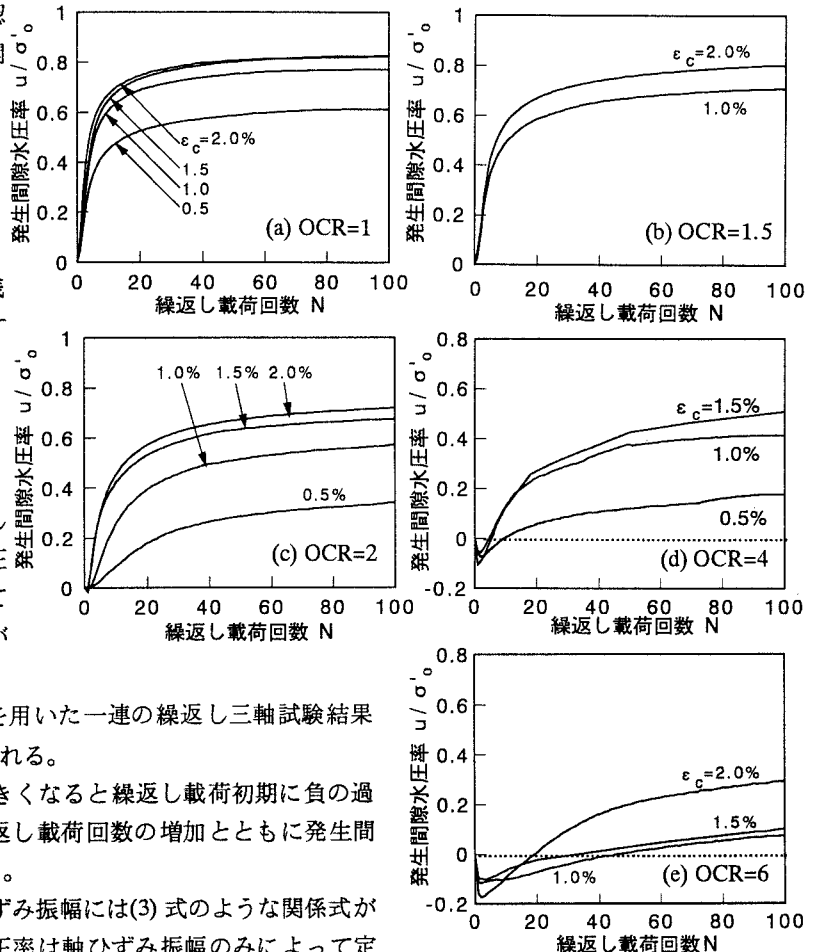


図-1 発生間隙水圧－繰返し軸荷回数関係

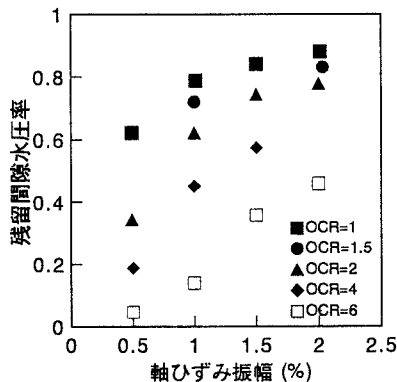


図-2 残留間隙水圧率－軸ひずみ振幅関係

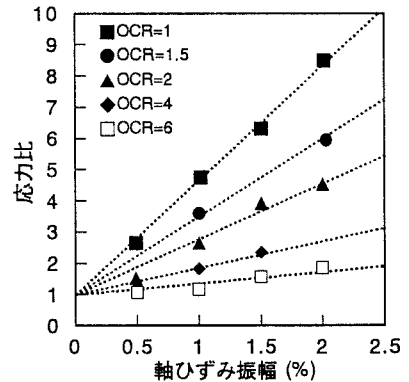


図-3 応力比－軸ひずみ振幅関係

【参考文献】

- 1) Matsui T. et al : Estimation of Shear Characteristic Degradation and Stress-Strain Relationship of Saturated Clays after Cyclic loading, Soils and Foundations, Vol.32, No.1, pp.161-172, 1992.