

III-12

繰返しせん断による粘土層の沈下に関する研究

山口大学工学部 正会員 大原 資生

山口大学工学部 正会員○松田 博

山口県庁 正会員 末岡 光樹

1. まえがき

近年、交通荷重あるいは地震時のような繰返しせん断応力が粘土地盤に作用すると、間隙水圧が発生するとともに、その消散による沈下量の増加が生じ、粘土層が擬似過圧密状態となることが確認されている。この沈下量はせん断応力振幅、またはせん断ひずみ振幅の大きさによっても異なるが、無視出来ない程度の大きさで、粘土層の沈下を考える場合に重要である。そこで、本研究は、動的単純せん断試験装置を用いて、K₀状態にあった粘土層の、繰返しせん断による沈下について検討を行ったものである。

2. 実験装置および供試体

本実験に用いた実験装置は、電気油圧サーボ式動的単純せん断試験機である。せん断箱はKjellman型であり、供試体はゴムスリーブで包まれ、その周りにはアクリル製のリングが積み重ねられているので、供試体はせん断変形に対してはほぼ自由であるが、横方向の膨張は拘束される。また、供試体上部の水平変位は拘束されており、せん断変形は供試体の下部を水平に移動することにより与えられる。試料は、粉末状のカオリン粘土（G_s = 2.718, ω_L = 53.5%, ω_p = 28.5%）であって、供試体の作製方法については、すでに報告している¹⁾。

3. 実験方法

上述の供試体を鉛直圧力σ'_{vo} = 49kPaで約22時間K₀圧密した後、非排水条件のもとで、所要の繰返しせん断を与え、過剰間隙水圧を測定する。その後、上部片面排水状態にして、発生した過剰間隙水圧を消散させ、そのとき生じる沈下量と、間隙水圧の値を測定した。繰返しせん断時のひずみ振幅は、0.01～3.00%であり、繰返し回数 n は、n = 10, 50, 100, 200とした。繰返しの周期は2秒である。また、同様な実験を、過圧密比（OCR = σ'_v/σ'_{vo}）= 2, 4, 6の供試体についても行った。この場合は、所要の過圧密比となるようなσ'_vのもとで約22時間圧密し、その後σ'_{vo}（= 49kPa）まで除荷した。

4. 繰返しせん断によって発生する過剰間隙水圧

既に、繰返しせん断によって発生する過剰間隙水圧 u_{dyn}は、繰返し回数 n との間に次式のような双曲線関係のあることがわかっている¹⁾。

$$u_{dyn}/\sigma'_{vo} = \frac{n}{\alpha + \beta \cdot n} \quad (1)$$

ここに、α、βはひずみ振幅γ_{dyn}とOCRに依存する定数である。図-1は、OCR=1, n=10, 50, 100, 200の場合の、ひずみ振幅と過剰間隙水圧比の関係を示したものである。図中の記号が実測値を表し、実線が計算値である。図より、n=200の場合、繰返しせん断によって発生する過剰間隙水圧比は、ひずみ振幅が0.1%未満では初期有効鉛直圧力の約10%までしか上昇しないが、それ以上になると、急激に大きくなっている。しかし、ひずみ振幅が1.0%以上になると一定値に落ち着く傾向がみられる。そして、このような傾向は、n=100, 50, 10の場合にもみられる。また、ひずみ振幅が約0.05%で過剰間隙水圧はほとんどゼロとなっており、粘土地盤に繰返しせん断が作用した場合、過剰間隙水圧が全く生じないようなひずみ振幅が存在することがわかる。同様の結果は、松井他²⁾によっても得られて

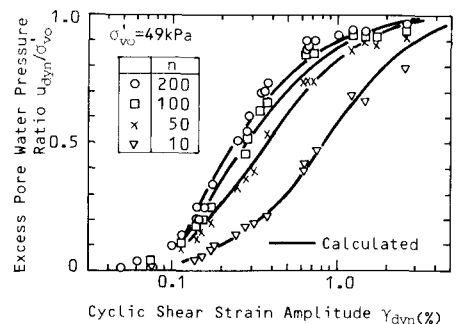


図-1

いる。一方、図-2は、 $n=200$ で一定とし、OCRを1,2,4,6と変化した場合の結果である。図より、ひずみ振幅が一定のときは、過圧密比が大きいほど過剰間隙水圧の発生量は小さくなっている。また、正の過剰間隙水圧が発生し始めるひずみ振幅は、OCRが大きいほど大きく、OCR=1の場合、約0.05%であるのに対して、OCR=6では約0.30%となっている。この結果は、 $n=200$ の場合であるが、 n が小さいときには、OCR=2,4,6の各ケースにおいて、ひずみ振幅の大きさによっても異なるが、負の過剰間隙水圧が発生することも確認されている。

5. 繰り返しせん断によって生じる沈下

図-3は、正規圧密状態の粘土に、繰り返しせん断を加えたときの有効鉛直圧力の変化と過剰間隙水圧の消散によって生じる間隙比の変化量 Δe の関係を示したものである。同図より、両者の関係は、繰り返しせん断時の繰り返し回数、ひずみ振幅の相違によらず直線関係にあることがわかる。このことは、繰り返しせん断後の排水過程で生じる間隙比の変化は、繰り返しせん断中に生じる過剰間隙水圧によって、一義的に決まることを示している。

また、この直線の勾配は、繰り返しせん断による圧縮指数 C_{dyn} となり、したがって、繰り返しせん断によって生じる沈下ひずみ ε_v は、次式で表すことができる。

$$\varepsilon_v = \frac{C_{dyn}}{1+e_0} \times \log \left\{ 1 / (1 - u_{dyn} / \sigma'_{vo}) \right\} \quad (2)$$

ここに、 e_0 は初期間隙比である。また、式(2)において、 u_{dyn} / σ'_{vo} は式(1)によって得られているので、繰り返しせん断後に生じる沈下ひずみ ε_v は、繰り返し回数とひずみ振幅の関数として表すことができる。

図-4は、繰り返しせん断によって生じた沈下ひずみと、

繰り返しせん断時のひずみ振幅の関係を示したもので、 $n=200$, OCR=1,2,4,6とした場合の結果である。図中の記号は実測値であり、実線は、式(2)による結果である。同図より、いずれの場合においても、ひずみ振幅が大きいほど沈下ひずみは大きくなっており、またOCRが大きい場合にも沈下を生じる場合のあることがわかる。式(2)の計算値と実測値は図中の範囲では比較的良好に一致している。

6. あとがき

繰り返しせん断が粘土地盤に作用した場合に生じる沈下について検討を行った、その結果、過圧密粘土地盤であっても、繰り返しせん断が作用すると、過剰間隙水圧が発生し、その消散によって著しい沈下を生じることが明らかとなった。なお、本研究を行うに当たっては、浅井和博、日吉厚夫、内田哲理の諸君の助力を得た。ここに感謝します。また、この研究の一部は、文部省科学研究費（奨励研究A）の補助を受けたことを付記する。

参考文献：

- 1) 大原、松田、近藤 「排水を伴った繰り返し単純せん断試験」、土木学会論文報告集、第352号、pp.149-157, 1984.
- 2) Matsui, T et al, Cyclic Stress-Strain History and Shear Characteristics of Clay, ASCE, Vol.106, No.GT10, pp.1101-1120.

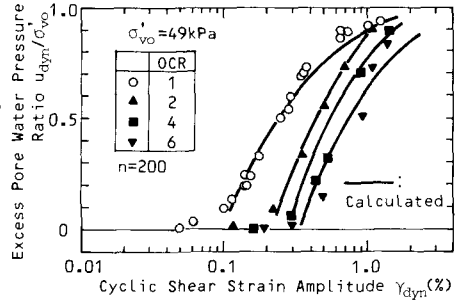


図-2

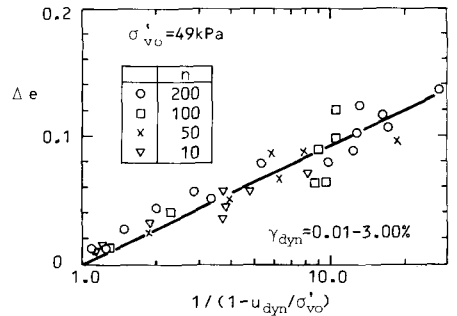


図-3

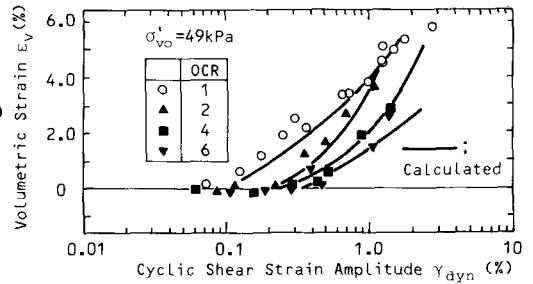


図-4