

繰返しせん断の周期が飽和粘土の間隙水圧の発生と沈下に及ぼす影響

山口大学工学部	正会員	松田 博
宇部工業高等専門学校	正会員	大原 資生
山口大学大学院	学生員	○佐野 修司

1. まえがき

飽和粘土地盤が、自然条件や人為的な原因により繰返しせん断を受けると間隙水圧が発生し、その後、間隙水圧の消散に伴い沈下を生じる。また、地震、波浪等においては、地盤に作用する繰返しせん断の周期が異なり、通常地震においては卓越周期が2~0.5秒程度であるのに対し、波浪では5~10秒と長い。従来行なわれた粘土の繰返し三軸試験の結果をみると、繰返しせん断の周期が異なると発生する間隙水圧にも影響することが報告されている。しかし、一方では繰返しせん断を受けても間隙水圧が発生しないひずみ振幅が存在すると思われる。そこで本研究では、動的単純せん断試験機を用い、過圧密比の異なる飽和粘土供試体に種々の周期の繰返しせん断ひずみを非排水状態で与えた後、排水させる実験を行った。そして繰返しせん断の周期が、発生する過剰間隙水圧の大きさ及びその消散によって生じる粘土層の沈下に及ぼす影響と間隙水圧が発生する限界ひずみ振幅について調べた。

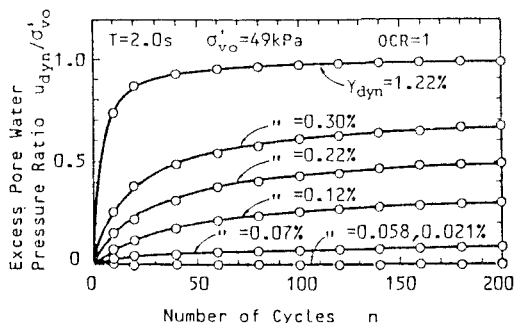
2. 供試体、実験装置および実験方法

本実験で使用した試料は粉末状のカオリン粘土 ($G_s=2.718$, $w_L=53.5\%$, $w_P=28.5\%$) である。供試体の作製方法は次のとおりである。この粉末状の粘土に含水比が約80%になるように脱気水を加えよく攪拌した後、約24時間放置する。そして、真空装置によって約30分間脱気した後、せん断箱のゴムスリーブの中に詰める。このようにして詰められた試料を、正規圧密供試体を作製する場合は、鉛直圧力 $\sigma_{v0}=49\text{kPa}$ で22時間圧密する。また過圧密供試体を作製する場合は σ_{v0} で22時間予圧密し、さらに σ_p で1時間圧密した後 σ_{v0} まで除荷した。そして、今回は過圧密比 ($OCR=\sigma_p/\sigma_{v0}$) を 1, 2, 3, 4, 5, 6 とし実験を行なった。圧密後の供試体は、直径75mm、高さ約20mmの円盤状であり、 $OCR=1, 2, 4, 6$ の場合の平均間隙比は、それぞれ1.26, 1.19, 1.15, 1.10であった。

このようにして作製された供試体に、非排水状態でひずみ振幅一定の繰返しせん断を行なった。ひずみ振幅は0.02%~3.00%の間で変化し、せん断の繰返し回数は200回とした。繰返しせん断中は、せん断変位、鉛直変位、供試体下面での間隙水圧の測定を行なった。また繰返しせん断が終了した後は、供試体上面より排水を行い、圧密沈下量、供試体下面での間隙水圧の測定を行なった。今回は、周期の影響を調べるために $OCR=1$, 6においては、周期を10.0, 2.0, 0.5秒とした。また、間隙水圧が発生する限界ひずみ振幅を求めることを目的として、ひずみ振幅が非常に小さい場合についての実験も行なった。

3. 飽和粘土の間隙水圧の発生と沈下について

図一1, 2は、周期 $T=2.0$ 秒 で繰返しせん断を行なって得られた繰返し回数 n と間隙水圧比 u_{dyn}/σ_{v0} の関係を示したもので、それぞれ $OCR=1, 6$ の場合の結果である。 $OCR=1$ の場合、ひずみ振幅が0.07%では間隙水圧が発生しているが0.02%では間隙水圧は生じていない。一方、 $OCR=6$ の場合は、0.23%のひずみ振幅では、間隙水圧の発生は見られないが、ひずみ振幅が0.3% になると間隙水圧が発生している。また、 $OCR=6$ では、繰返しせん断の初期の数パルスにおいて負圧を生じているがその後は正圧となっている。



図一1

図-3は、OCR=1.6 について周期 $T=10.0$ 、 2.0 、 0.5 、 0.2 秒と変化させ、繰返し回数200回での間隙水圧比とひずみ振幅の関係を示したものである。記号は実測値であり実線は計算¹⁾によるものである。実測値においては、OCR=1.6 共に周期の影響は見られないが、計算値においては、ひずみ振幅一定の時、OCR=1 では周期が長いほど間隙水圧は大きく発生するが、OCR=6 では周期が長いほど小さくなっている。また、過圧密比の違いにより間隙水圧の発生限界ひずみ振幅に大きく違いがある。

図-4は、OCR=1.6 について同様に周期を変化させ、繰返しせん断中に生じた間隙水圧の消散によって生じる沈下ひずみとひずみ振幅の関係を示したものである。図よりひずみ振幅一定の時OCR=1 の場合は、周期が長いほど沈下は大きく、沈下限界ひずみ振幅は周期に関係なく0.05%程度である。一方、OCR=6 の場合は、周期が長い程沈下は小さく、沈下限界ひずみ振幅は0.5%程度であった。

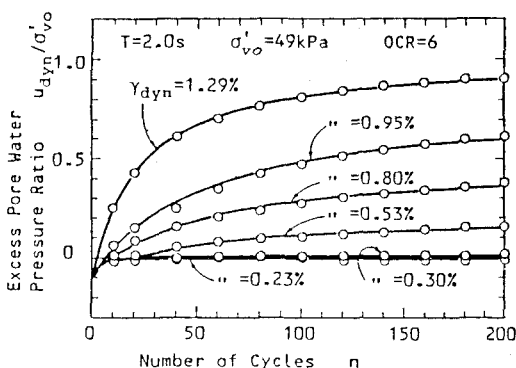


図-2

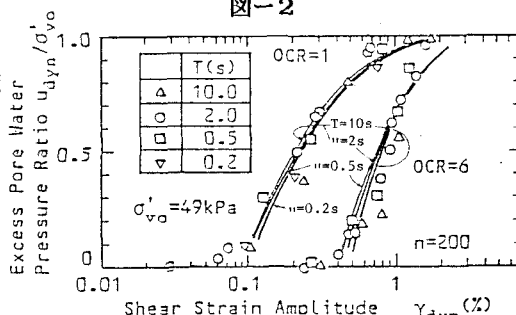


図-3

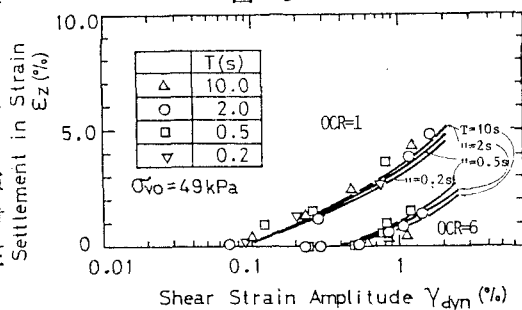


図-4

4. 飽和粘土の間隙水圧及び沈下の限界ひずみ振幅

以上の結果をもとに、間隙水圧及び沈下ひずみを生じる限界ひずみ振幅 r_{tp} 、 r_{ts} と過圧密比の関係を示したものが図-4である。これより、OCR=1 の場合の r_{tp} 、 r_{ts} はいずれも約0.05%で、この値は OCRが増加すると大きくなり、OCR=6 では $r_{tp}=0.3\%$ 、 $r_{ts}=0.5\%$ となっている。また、OCRが3以上になると $r_{tp} < r_{ts}$ となりその傾向は OCRが大きくなるほど著しい。これは、間隙水圧を生じているにもかかわらず、沈下が生じないと言うことであって、このことは過圧密比が大きくなると圧縮指数が著しく減少することを意味する。

5. まとめ

動的単純せん断試験機を用いて、繰返しせん断の周期の違いが間隙水圧の発生及びその消散に伴う沈下に及ぼす影響とそれらを生じる限界ひずみ振幅について検討を行なった。その結果、OCR=1.6 共に、周期の影響は見られなかった。一方、間隙水圧を生じる限界ひずみ振幅は、OCR=1 では0.05%程度であって、その値は過圧密比が大きくなるほど大きくなることが示された。さらにOCRが3以上になると沈下を生じる限界ひずみ振幅と間隙水圧を生じる限界ひずみ振幅は異なり、前者が大きくなることが明らかにされた。

参考文献

1)大原資生、松田博、末岡光樹(1986): 繰返しせん断による粘土層の沈下に関する基礎的研究、

第31回土質工学シンポジウム、pp.79-84。

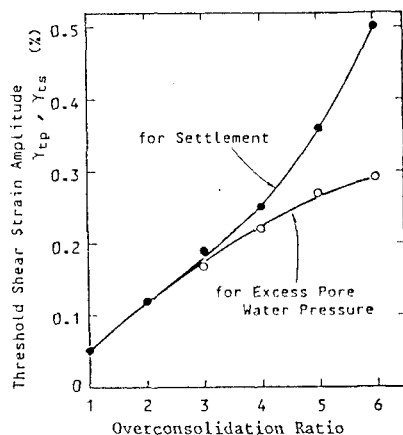


図-5