

飽和粘性土の繰返し等方圧密特性

信州大学大学院 学○櫛原信二

信州大学工学部 正 小西純一

信州大学工学部 学 橋本一郎

1. まえがき

軟弱地盤に繰返し荷重が載荷された場合、その沈下変形挙動は静的な荷重が載荷された場合と比較して異なるといわれており、交通荷重や他の周期的、季節的な変動荷重を受ける基礎地盤では、従来の静的圧密理論では説明がつかない過大で長期にわたる圧密沈下現象がしばしば観測される。このような周期的繰返し応力を受ける粘土の圧密現象に関する室内実験的研究がいくつも行われているが、未だ不明な点も多い。

本研究では、季節的地下水の変動問題、貯蔵庫の月毎の荷重の変動問題等の周期が中・長期の問題に的を絞り、圧密量・膨潤量・供試体内部の間隙水圧の変動に着目して、動的繰返し荷重を受ける飽和粘性土の圧密特性を三軸試験機を用いて調べた。

2. 実験方法

試料はカオリン粘土とDLクレーを重量比1:1で調整したもので、その物理的性質は、比重 $G_s=2.690$ 、液性限界 $W_L=47.40\%$ 、塑性指数 $I_P=23.12$ である。供試体は、含水比約100%でよく繰返しした試料を 0.5kgf/cm^2 で一次的に2日間予圧密した後、直径5cm、高さ10cmに整形したものを用いた。供試体を完全に飽和させるために、二重負圧を4時間、バックプレッシャー 2.0kgf/cm^2 を有効拘束圧 0.2kgf/cm^2 で一昼夜載荷した。次いで、初期応力 1.0kgf/cm^2 で24時間の静的等方圧密を行った後、繰返し等方圧密試験を行った。荷重条件は両振りの正弦波で繰返し応力 $0\sim 2.0\text{kgf/cm}^2$ とし、周期を833秒および3333秒の2種類行い、載荷期間は24時間とした。また比較のため、初期応力 1.0kgf/cm^2 を載荷後、繰返し応力の最大値である 2.0kgf/cm^2 で24時間の静的等方圧密試験も行った。尚、排水条件は周面排水で、間隙水圧は供試体底面の中央部で測定している。

3. 実験結果と考察

(a) 応力のピークに対する体積ひずみと間隙水圧のピークのずれ

図-1は周期3333秒の繰返し等方圧密試験結果を微視的に示したもので、繰返し応力(σ)の載荷波形に対する体積ひずみ(ε_v)と間隙水圧(u)の変動の様子が表れている。これをよく検討すると、体積ひずみのピークが応力のピークよりも常に遅れて現れるのに対して、間隙水圧のピークは応力のピークよりも常に先行しているのに気付く。前者は単に排水の遅れによるものと考えられるので、ここでは後者について考察する。

圧密現象というものは、排水により常に間隙水圧が減少しようとしているものであり、減少分は有効応力の増加につながる。また間隙水圧は急激な載荷・除荷に伴って、正になったり負になったりするので、正弦波形の載荷の場合、荷重の変動の勾配が0に近づくと間隙水圧の変動は排水の影響で先に減少に転じ、除荷の場合、荷重の変動の勾配が0に近づくと、間隙水が受け持った負圧が解除されようと

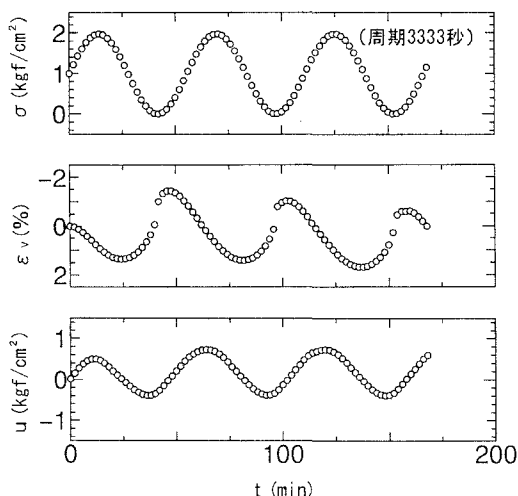


図-1 繰返し等方圧密試験結果その1

して先に増加に転じるのである。これが応力のピークと間隙水圧のピークのずれのメカニズムである。

(b) 間隙水圧の挙動

図-2は周期3333秒の繰返し等方圧密試験結果を巨視的に示したものである。これを見ると、繰返し回数が増加する毎に体積ひずみも増加しているのに対して、間隙水圧の変動はほぼ一定であることに気付く。これはつまり、有効応力の変動が一定であるにもかかわらず沈下が進むことを意味している。このことに関して周期833秒の場合についても同じ傾向が見られるが、変動の幅は周期3333秒よりも大きい。

(c) 繰返し回数と体積ひずみの関係

図-3は周期833秒の繰返し回数毎の体積ひずみの変化量を圧密量と膨潤量に分けて示したものである。絶対値で見た場合、圧密量が常に膨潤量を上回っている間は沈下が進んでいることになる。しかし繰返し回数が増加するとその差が小さくなる。つまり、繰返し回数を重ねることによって粘性土が弾性体に近付いていくという事が言える。

(d) 静的圧密と繰返し圧密の体積ひずみ経時変化

図-4は静的等方圧密試験と繰返し等方圧密試験の体積ひずみの時間変化を示したものである。ひずみに関して、周期の長いものほど体積ひずみが大きくなりその変動が激しくなる。間隙水圧に関しては、周期の短いものほどその変動が激しくなる。つまり、周期が長くなると1サイクルにおける圧密量・膨潤量の変化が大きいということになる。また周期を長くすることで、繰返し圧密による体積ひずみが静的な圧密による体積ひずみを卓越するという結果¹⁾が今回得られなかった。この点に関しては、載荷期間が24時間と比較的短期間であったことや両振り載荷であったことが大きいと思われる。

4. まとめ

本実験の範囲内において以下の結論が得られた。

- ①動的繰返し荷重を受ける圧密では、間隙水圧のピークは応力のピークより常に先行し、体積ひずみのピークは応力のピークよりも常に遅れる。
- ②繰返し回数が増加しても間隙水圧の変動はほぼ一定である。
- ③繰返し回数が増加すると圧密量と膨潤量の絶対値の差が小さくなる。
- ④載荷周期が長いほど体積ひずみは大きくなり、間隙水圧の変動の幅は小さくなる。

参考文献 1) 落合他(1985)：飽和粘土の繰返し等方圧密特性，第20回土質工学研究発表概要集，PP. 253-256。

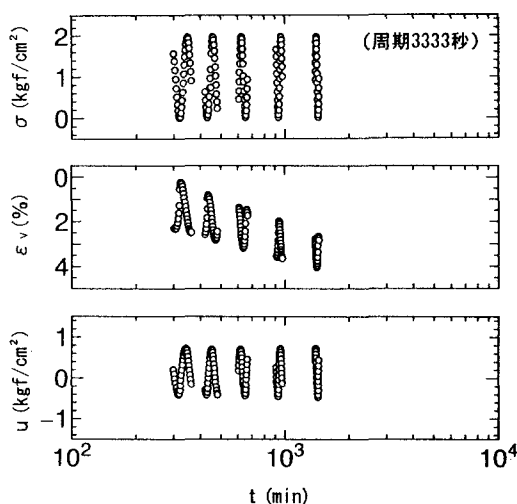


図-2 繰返し等方圧密試験結果その2

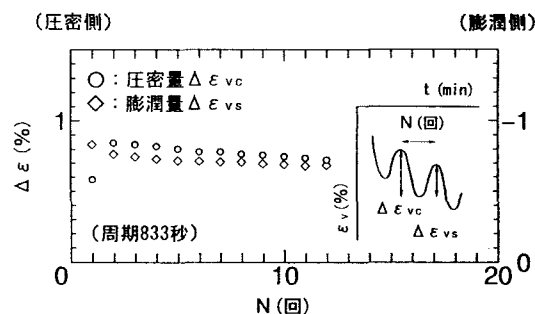


図-3 繰返し回数毎の体積ひずみの変化量

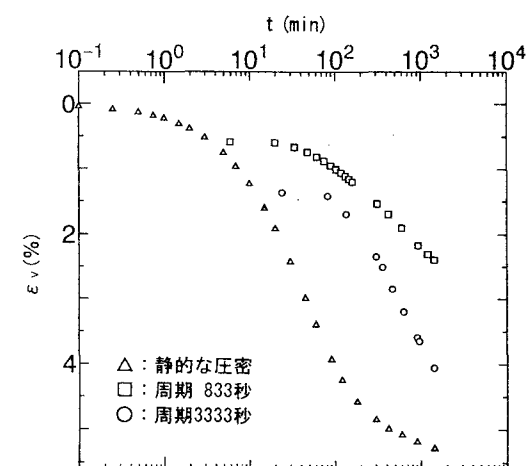


図-4 静的圧密と繰返し圧密の体積ひずみの経時変化