

飽和粘土の一次元繰返し圧密挙動に及ぼす繰返し周期の影響

広島大学工学部 正会員

森脇 武夫

広島大学大学院 学生会員 ○Yosep Erwin Supranata

1. はじめに

汲み上げによる地下水位の季節的変動といった繰返し荷重を受ける軟弱粘土地盤では、静的荷重を受ける場合に比べて長期にわたって継続する圧密沈下が見られる。今までの研究では、繰返し圧密においては、繰返し周期、繰返し荷重の大きさなどの影響が大きいことが明らかにされている。しかし、これらの要因の影響および相互関係については、いずれも定性的な評価に留まっている。そこで、本研究では、層別計測型圧密試験装置を用いて一定荷重および繰返し周期を変えた繰返し荷重による一次元圧密試験を行い、繰返し圧密現象に及ぼす繰返し周期の影響を粘土層の内部挙動から明らかにする。また、弾粘性圧密理論に基づいた有限差分法による解析を行い、実験結果と比較し、弾粘性圧密理論の一次元繰返し圧密現象への適用性を検討する。

2. 試料作成および実験・解析方法

試料としては、京都府舞鶴市で採取した沖積粘土を用いた。その物理的性質は、土粒子の比重 $G_s = 2.737$ 、液性限界 $w_L = 83.32\%$ 、塑性限界 $w_p = 31.15\%$ 、塑性指数 $I_p = 52.17$ である。この粘土を $420\mu\text{m}$ のふるいを通して粗粒分を取り除き、液性限界 2 倍の含水比のスラリー状に調整したうえで約 6 時間真空脱気した後、再圧密モールド(直径 24.7cm, 高さ 40.0 cm)へ流し込み、24 時間の自重圧密を行う。自重圧密終了後、ペロフラムシリンダーを用いて両面排水条件で 1.96, 7.84, 29.4, 49.0 kPa の鉛直圧密圧力を 24 時間サイクルで段階的に载荷した。その後、98.0 kPa の鉛直圧密圧力を载荷し、3t 法によって圧密終了時を決定し再圧密を終了させる。この試料について、密閉型圧密試験装置(供試体：直径 6 cm, 高さ 2 cm)を 5 個連結した層別計測型圧密試験装置(供試体全体：直径 6 cm, 高さ 10 cm)を用いて、図 1 に示す試験条件の下で一定载荷圧密試験および繰返し载荷圧密試験を行う。

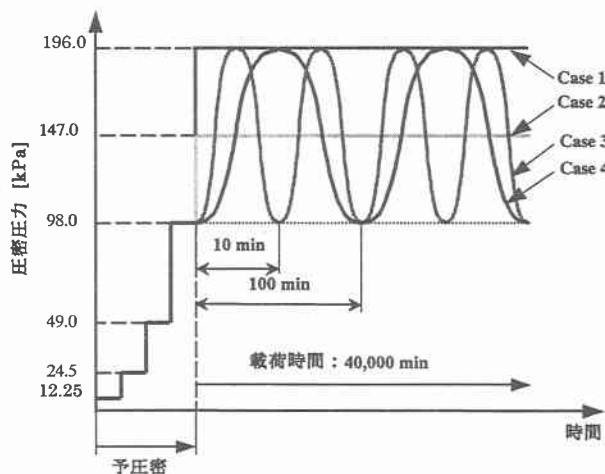


図 1 試験条件の概略図

3. 結果および考察

载荷方法・繰返し周期の違いによる一次元圧密挙動、また実験結果と解析結果との比較は、ひずみおよび間隙水圧を比較指標として行なう。ここで、間隙水圧は、载荷された荷重増分に対する割合として表す。

(1) 载荷方法の違いによる比較

図 2 に一定载荷、繰返し载荷の各 Case における層全体の平均ひずみの経時変化を示す。この図より、同じ大きさの最大荷重では、繰返し载荷による平均ひずみが一定载荷による平均ひずみより小さくなることが分かった。これは、図 3 に示す間隙水圧分布の比較から分かるように、一定载荷圧密では、間隙水圧が粘土層全体でほぼ完全に消散するに対して、繰返し圧密では、一回の载荷では圧密圧力の载荷時間に限りがあるため、非排水面側に近づくほど間隙水圧が完全に消散しないことに原因があると考えられる。すなわち、繰返し圧密の場合、時間がいくら経過しても非排水面側で有効応力が圧密圧力まで増加しないことが原因と考え

られる。

(2) 繰返し周期の違いによる比較

図2に示すとおり、繰返し周期を変えた場合、繰返し周期が長くなると、平均ひずみが大きくなっている。この理由としては、図3からも分かるように繰返し周期が長くなるほど、間隙水圧の消散が進み間隙水圧から有効応力への転換がより進むためと考えられる。すなわち、繰返し周期が長くなると、一回の載荷期間において間隙水の排水時間が長くなるので、排水に伴う有効応力への転換はより進むことに原因がある。

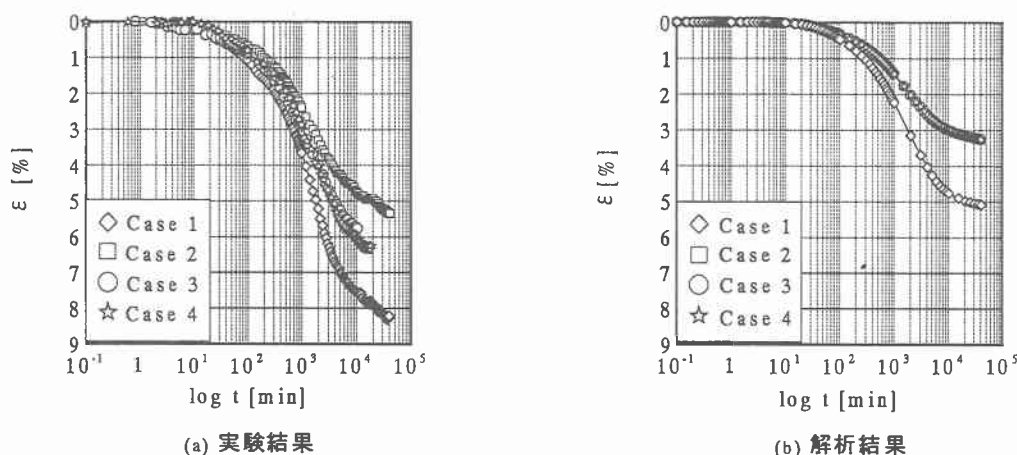


図2 ひずみの経時変化

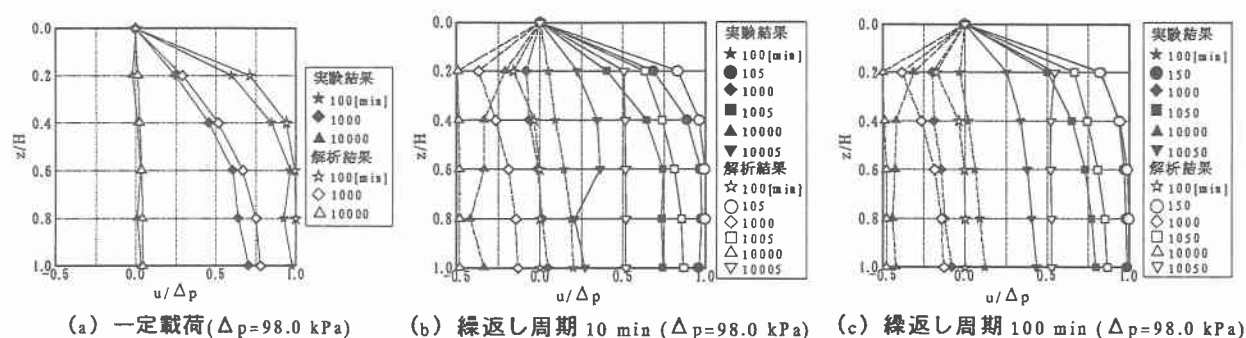


図3 間隙水圧分布

(3) 解析結果との比較

図2および図3から分かるように、解析結果は、一定載荷と繰返し載荷とのひずみ挙動および間隙水圧挙動の違いを定性的に表現できているが、繰返し周期の違いによるひずみおよび間隙水圧の挙動の違いが実験結果と異なっている点が少なからずあった。その原因としては、解析に用いた初期条件が実験の初期条件を正しく反映していないことや、解析に用いたモデルでは、繰返し効果による攪乱の影響が表現できていないことが挙げられる。

4. 結論

- 繰返し圧密では、間隙水圧が完全に消散せず有効応力が圧密圧力まで増加していないため、一定載荷の圧密に比べて沈下量が小さくなった。繰返し周期が長くなると、1周期の載荷期間中に生じる間隙水の排水時間が長くなるため、排水に伴う有効応力の転換はより進み、その結果、沈下量も大きくなった。
- 弾粘性圧密理論は、繰返し圧密現象を再現可能であるが、繰返し周期の影響を含めて繰返しによる攪乱効果の影響をモデルの構成式に反映させる必要がある。