

飽和粘土の繰返し圧密挙動に及ぼす載荷周期の影響

広島大学大学院工学研究科 正会員 森脇 武夫
 広島大学工学部 第四類建設系 学生会員 ○鈴木 丈晴

1. 目的

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。これまでの研究¹⁾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繰返し周期を変えた繰返し載荷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。

2. 試料作成および実験

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。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。この粘土を鉛直圧密応力 $p_0 = 98\text{kPa}$ で一次元的に圧密して作成された供試体に対して繰返し圧密試験を実施した。繰返し圧密試験は、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）を用いて片面排水で、図 1 に示すように繰返し圧密応力 $\Delta p = 98\text{kPa}$ の片振りで、繰返し載荷周期を $t_{cy} = 10, 30, 50, 100, 500\text{min}$ として行なう。

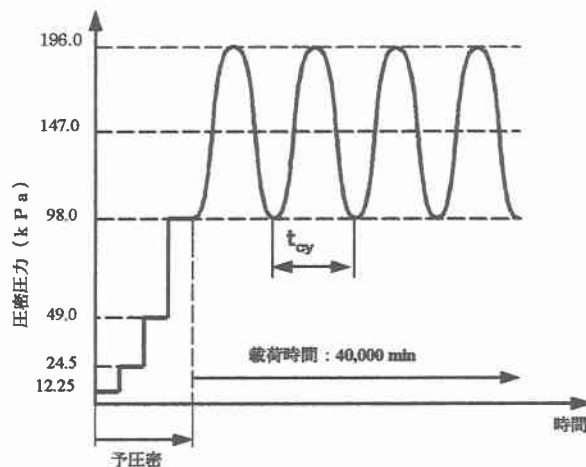


図 1：荷重状態

3. 結果および考察

軸ひずみの経時変化は載荷周期の違いにより図 2 のような関係になる。一定載荷の場合に最も軸ひずみが大きく、載荷周期 50min が最も小さくなっているが、載荷周期の違いによる明確な傾向をこの図より把握することが難しい。そこで、沈下曲線を定量的に評価するため図 3 のようにパラメーターを定義する。これらのパラメーターのうち本報告はスペースの都合上 ε_p と C_α に及ぼす載荷周期の影響について述べる。図 4 のように ε_p は、載荷周期 50min で最小値をとり、50min より載荷周期が長くなっても短くなっても大きくなる事がわかる。これは載荷周期が短くなると繰返し回数が多くなり、繰返し回数による攪乱効果の影響が強くなるためである。また載荷周期が長い場合、1 サイクルでの圧密時間が長くなるため、1 サイクルでの有効応力の変化が大きくなり、1 サイクルでの繰返しによる攪乱効果の影

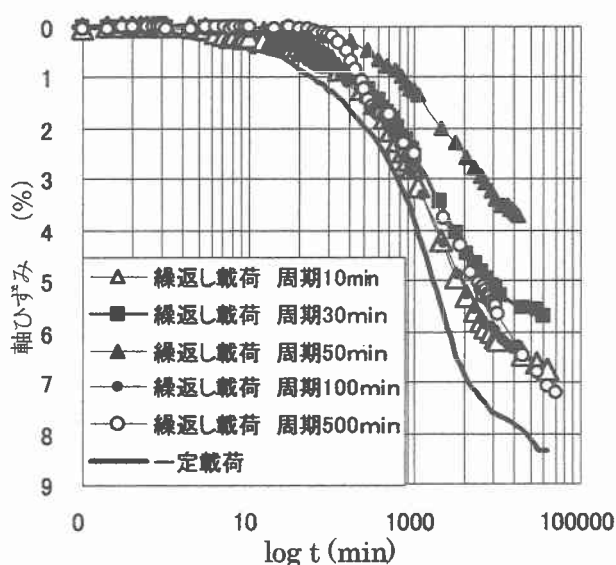


図 2：軸ひずみの経時変化

響が強くなるためである。つまり攪乱効果は攪乱の回数と、攪乱の大きさのふたつの要因に支配されるものと思われる。なお、図4には弾粘性圧密理論に基づく解析結果も示してあるが解析による ε_P は載荷周期が長くなるとともに単調に増加している。

また二次圧密領域の沈下曲線の傾き C_α はその大きさを ε_P に左右される。つまり ε_P が小さいと C_α は大きくなり、 ε_P が大きいと C_α は小さくなる。すなわち一次圧密量が少ないと二次圧密領域に入っても大きく沈下が起こるということである。

本実験より得られた結果の妥当性を確かめるため

載荷周期を $T_{cy} = \frac{C_v}{H^2} t_{cy}$ によって無次元化して他の

研究機関の実験結果（白子（不攪乱）²⁾、白子（攪乱）³⁾）と比較する。その結果を図5に示す。図5より、繰り返した攪乱試料を用いた場合であればほぼ同じ無次元化周期 $T_{cy}=0.07\sim0.1$ で ε_P は最小値となることが分かった。また、自然粘土をそのまま実験に使用した不攪乱試料を用いた場合、載荷周期の大きい所のデータがないため明確なことは分からないが、 ε_P の最小値を与える無次元化周期 T_{cy} は攪乱試料のそれより大きくなると思われる。これは不攪乱試料では攪乱試料より構造が発達していることが原因と考えられる。

4. 結論

繰返し圧密では、載荷周期の影響を強く受ける。それは粘土に対する攪乱効果が繰返し周期によって大きく左右されるためである。載荷周期が短い場合は、繰返し回数の影響で載荷周期が短いほど攪乱効果が大きくなる。一方、載荷周期が長い場合は、1サイクルにおける有効応力変動の影響を強く受け周期が長いほど攪乱効果が大きくなる。よってある載荷周期で沈下量は最小値をとりそれより載荷周期が長くなっても短くなっても沈下量は大きくなると考えられる。また以上の結果は、他の研究機関で本実験と同じ繰り返した攪乱試料を用いた場合にも同様で、無次元化周期 $T_{cy}=0.07\sim0.1$ で ε_P が最小値をとることが分かった。

参考文献 1) 藤原ら：飽和粘土の繰返し圧密特性，講座 土の繰返し圧密，土と基礎，Vol.39, No.11, pp.99~106, 1991. 2) 白子ら：繰返し荷重を受ける粘土の圧密特性に関する一考察，第32回地盤工学研究発表会，pp.417~418, 1997. 3) 白子ら：繰返し荷重を受ける粘土の一次元圧密，第25回土質工学研究発表会，pp.397~398, 1990

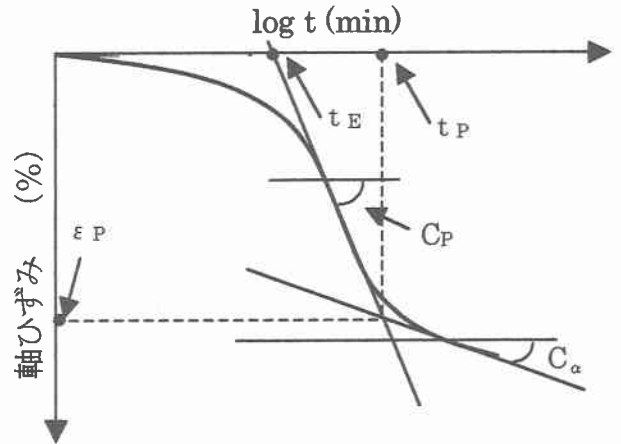


図3：パラメーターの定義

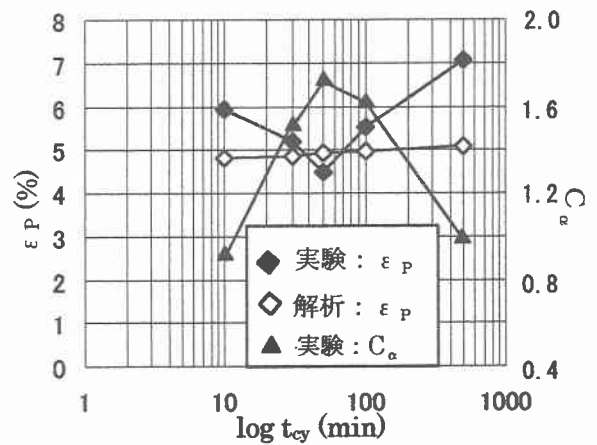


図4： $\varepsilon_P \sim \log t_{cy}$ 、 $C_\alpha \sim \log t_{cy}$ 関係

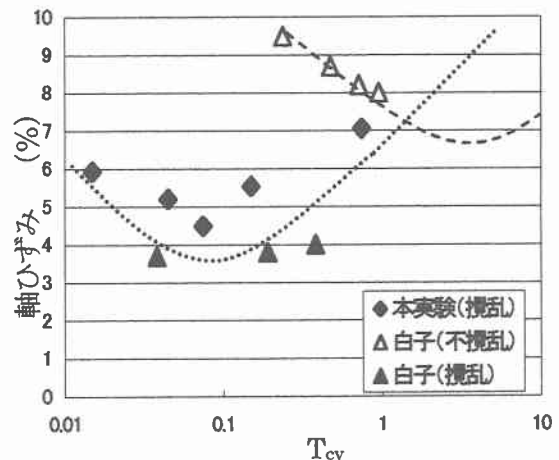


図5：他の研究機関との比較