

層別計測による粘土の繰返し圧密挙動に関する基礎的研究

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 齋藤 正己

広島大学工学部 学生会員 ○川城 憲司

1. はじめに

粘性土地盤が繰返し荷重を受けた時、その圧密特性は静的荷重を受ける場合と比べて大きく異なることが知られている。この要因として、繰返し周期、繰返し荷重強度、初期圧密応力等の諸条件が繰返し圧密挙動に複雑に影響するためであることが明らかにされている。しかし、これまでに行われてきた通常の繰返し圧密試験装置では粘土の内部挙動を解明することができない。そこで本研究は、自然粘土の年代効果が再現できると考えられる高温養生試料を使用するとともに、層別計測型圧密試験装置を用いて繰返し圧密試験を行い、粘土の繰返し圧密現象をその内部挙動から明らかにする。

2. 試料及び実験方法

試料は岡山県倉敷市で採取した沖積粘土を用いた。試料の物理特性は、 $G_s=2.673$ 、 $W_L=52.4\%$ 、 $I_p=25.6$ である。試料は、 $420\mu m$ のふるいを通して粗粒分等を取り除き、練り返し等の行程を経た後、 $49.0kPa$ の荷重で一次元圧密し、一次圧密終了後 $20^{\circ}C$ または $70^{\circ}C$ で 4 日間養生を行った。本試験は密閉型圧密試験器（供試体：直径 6 cm、高さ 2 cm）を 5 個連結し、全体の層厚を 10 cm として片面排水状態で $156.8kPa$ まで予圧密させる。予圧密終了後、一定荷重 $49.0kPa$ 、繰返し荷重 $49.0kPa$ を室温試料、高温試料それぞれに載荷する。繰返し載荷において周期 10 分の片振りの正弦波とし、載荷時間は一定載荷、繰返し載荷ともに 10000 分とする。なお、各 Case の載荷条件を表 1 に示す。

表 1 各 Case の載荷条件

Case No	載荷方法	試料の種類
Case 1	一定荷重 49kPa	室温試料
Case 2	一定荷重 49kPa	高温試料
Case 3	繰返し荷重 49kPa	室温試料
Case 4	繰返し荷重 49kPa	高温試料

3. 実験結果及び考察

図 1～4 に各実験 Case のひずみで表した圧密曲線を示す。なお、これらの図では排水面側を No.1、非排水面側を No.5 としている。

図 1、2 を比べてみると、最終的なひずみ量は Case2 の方が大きくなっている。これは、高温試料の骨格構造が一定載荷荷重によって破壊されたために沈下が進んだと考えられる。これまでの研究で、室温試料が延性的な力学特性を示すのに対して、養生期間中に発達した骨格構造によって高温試料は脆性的な材料になっていると考えられ、高温試料では圧密が進行しても骨格構造が破壊されない部分が残るため、圧密曲線後期の傾き（残留沈下速度）は室温試料に比べて小さくなっている。また図 1 と図 3 を比べてみると、Case3 の方がひずみ量が大きくなっている。この挙動の違いが表れた最も大きな要因として、粘土の骨格構造を攪乱する繰返し効果が挙げられる。しかし、図は省略するが、間隙比でみると一定載荷、繰

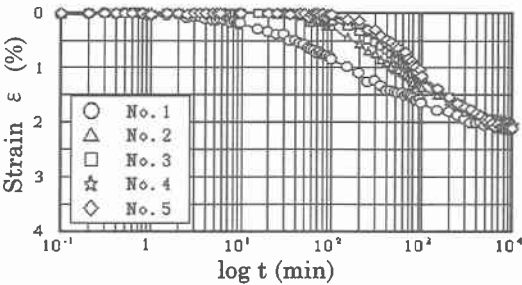


図 1 各層別圧密曲線(Case1, 一定・室温)

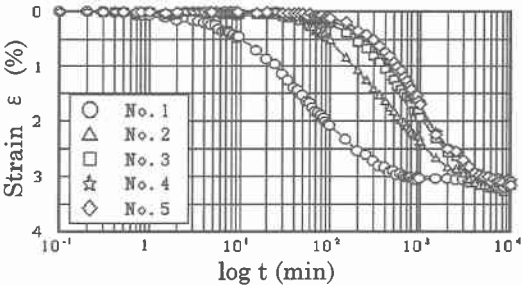


図 2 各層別圧密曲線(Case2, 一定・高温)

返し载荷ともに最終的にはほぼ同じ間隙比に収束していた。室温試料では、初期の骨格構造は荷重の载荷形式に関わらず、圧密後期ではすでに完全に破壊されていると考えられ、最終的には载荷方法による違いがなくなり、両者の圧密曲線後期の傾きはほぼ同じになったと考えられる。一方、高温試料に繰返し载荷を行った Case4 では、高温試料の骨格構造の破壊が繰返し効果によって増幅されるため一定载荷よりも沈下が進行し、圧密曲線後期の傾きは大きくなっている。前述した圧密曲線後期の傾きをより明確にするために、 $t=4000\sim 10000$ 分間の $e-\log t$ 曲線の傾きを C_a （二次圧密係数）として、各層での値を比較する。図 5, 6 は高温試料、室温試料における各層の C_a の分布を示している。分布全体に着目してみると、図 5 では分布全体が対角線より上にあり、また各層の点の位置が図 6 の点の位置よりも左によっていることから、高温試料に一定载荷を行った場合は室温試料に比べて C_a の値は小さくなるが、繰返し载荷を行った場合は他の三つの Case よりも C_a の値は大きくなることがわかる。図 6 を見ると、分布全体が対角線付近に集中していることから、室温試料では一定载荷と繰返し载荷の違いに関わらず、 C_a はほぼ同じ値になっているのがわかる。室温試料では一定载荷と繰返し载荷ともに間隙比の小さい No.1 から順に C_a の値は大きくなっている。高温試料では一定载荷の場合、室温試料と同じ傾向を示すが、繰返し载荷の場合、排水面側ほど载荷・除荷による変形方向の交代が激しいので繰返し効果が顕著に現れて No.1 の C_a の値は大きくなったと考えられる。

4. 結論

- 1) 一定载荷における室温試料と高温試料のひずみの挙動を比べると、高温試料の骨格構造が一定荷重によって破壊されたために、高温試料の方が室温試料よりひずみ量が大きくなっている。しかし、養生期間中に発達した骨格構造によって高温試料は脆性的な材料になっていると考えられるため、一定荷重によって破壊されない骨格構造が残る、これが変形に抵抗するため圧密曲線後期の傾き（残留沈下速度）は小さくなる。
- 2) 室温試料では、初期条件の違いにより繰返し载荷の方が一定载荷よりひずみ量が大きくなるが、両者の間隙比は最終的には同じ値に収束している。これは室温試料では初期の骨格構造が新しい荷重によって完全に破壊され最終的には载荷方法による違いがなくなり、両者の圧密曲線後期の傾き（残留沈下速度）はほぼ同じになっている。
- 3) 高温試料に繰返し载荷を行った場合、高温試料の骨格構造の破壊が繰返し効果によって増幅されるため一定载荷よりも沈下が進行し、圧密曲線後期の傾き（残留沈下速度）は大きくなる。

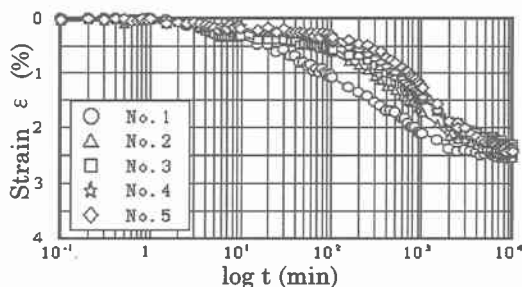


図 3 各層別圧密曲線(Case3,繰返し・室温)

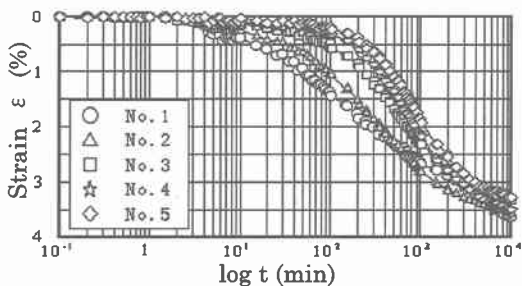


図 4 各層別圧密曲線(Case4,繰返し・高温)

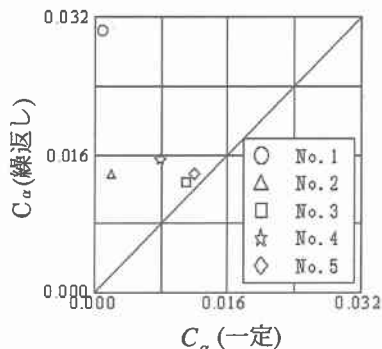


図 5 高温試料の C_a の分布

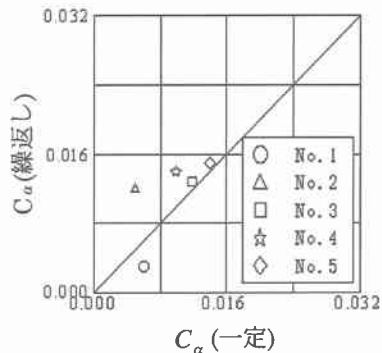


図 6 室温試料の C_a の分布