

粘土の構造骨格と圧密速度の関係

九州大学工学部 学○富永哲男 学 笠間清伸 正 落合英俊
正 安福規之 正 大嶺 聖 正 大野司郎

1. はじめに

自然堆積粘土は練返し再構成した粘土とは異なる力学特性を示すことはよく知られており、この原因はセメンテーションや二次圧密などの年代効果であると考えられている。そのため、自然堆積粘土の力学特性を明らかにすることを目的として、粘土試料にセメントを添加したり¹⁾、高温再圧密する²⁾ことで人工的にセメンテーションを与えようとする研究が行われている。本研究では、少量のポルトランドセメントを添加することにより作成した人工固結粘土を用いて、粘土の骨格構造が圧密速度に与える影響について検討を行った。また、自然堆積粘土試料に対しても圧密試験を実施し、再構成粘土との比較を行った。

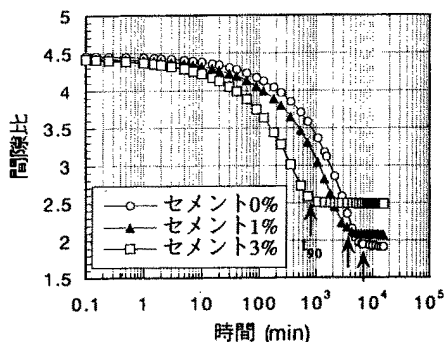
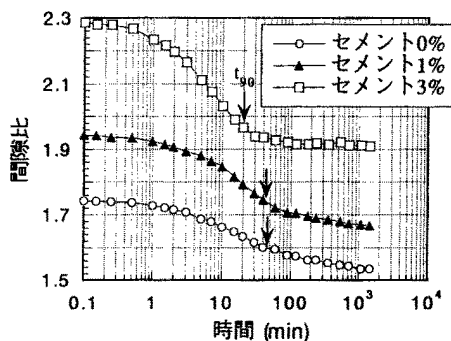
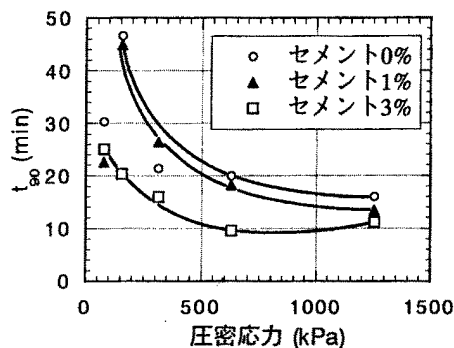
2. 試料作成法および試験方法

試料は425 μ mのふるいを通過させた有明粘土($\rho_s=2.609$ g/cm³, $w_L=86.5\%$, $I_p=51.3$)に乾燥重量の0%、1%、3%となるようにポルトランドセメントをスラリー状にして加え、液性限界の2倍の含水比状態に調整した後、両面排水の一次元予圧密装置により49kPaの圧密応力で予圧密したものを用いた。この時の圧密打ち切り時間は0%試料を基準とした3t法により決定し、すべて11日間とした。その後、含水比を一定に保ったまま35日間養生させた試料に対して、標準圧密試験と等方圧密試験を実施した。等方圧密試験には直径3.5cm、高さ7.0cmの円柱供試体を用い、ろ紙を介した周面排水を行った。

また、比較のため不攪乱の有明粘土試料($\rho_s=2.597$ g/cm³, $w_L=97.2\%$, $I_p=40.0$)とこれを練返し再圧密した試料に対しても標準圧密試験を行った。再圧密試料の予圧密応力は不攪乱試料の圧密降伏応力を考慮し、19.6kPaとした。

3. 試験結果および考察

図-1はセメントを添加した3種の粘土の予圧密時における間隙比の変化を時間に対してプロットしたものである。この図から、人工固結粘土はセメンテーションの発達により高位で安定し、しかも、短時間でこの安定状態に至ることがわかる。図中の矢印は、t法により求めた90%圧密時間 t_{90} を示すが、これより、固結の効果が大きい試料ほど圧密速度が速いといえる。この傾向は、攪乱が圧密速度を低下させるという小林ら³⁾や正垣ら⁴⁾の報告と一致する。

図-1 予圧密時の間隙比変化($\sigma_v=49$ kPa)図-2 標準圧密時の間隙比変化($\sigma_v=156.8$ kPa)図-3 人工固結粘土の t_{90}

次に標準圧密試験における間隙比の変化を図-2に示す。ここでは、圧密応力156.8kPaの時の結果を代表として示している。この場合も予圧密と同様に高位で安定するというセメンテーションの効果が現れている。また、 t_{90} の値も固結効果により小さくなっている。ここで、各載荷段階での t_{90} を求め、その時の圧密応力に対して示したのが図-3である。この図において、0%試料と1%試料にはそれほど大きな違いはみられないが3%試料は明らかに t_{90} の値が小さくなっている。また、圧密応力が1254.4kPaの時、それぞれの試料の t_{90} が近い値となっているが、これは圧密応力が予圧密応力を大きく越えたために固結作用によって形成された骨格構造が壊れたことが原因と考えられる。

さらに、三軸試験機を用いた等方圧密試験（圧密応力98kPa）の結果を図-4に示す。この時、それぞれの圧密時間は3t法に従って決定したが、やはり固結力が大きな試料ほど早く圧密打ち切り時間に達している。

以上の人工固結粘土を用いた試験より得られた結果と比較するため、不攪乱試料とこれを練返し再圧密した試料の標準圧密試験を行った。その結果を図-5、図-6に示す。図-5は、圧密応力78.4kPaの時の間隙比の変化である。不攪乱試料の場合も人工固結粘土と同様に高位の構造となっている。また、 t_{90} を示す矢印の位置から、練返した結果として圧密速度が低下していることがわかる。さらに図-6は、各載荷段階での t_{90} の値を圧密応力に対して示している。この図においてもセメンテーションの発達により圧密速度が大きくなるという傾向がはっきりと現れている。また、圧密応力が大きくなるにつれ、練返し試料と不攪乱試料の t_{90} 値が近くなっている点も図-3で示した人工固結粘土より得られた結果と一致する。

4. まとめ

本研究より得られた結論を以下に示す。

- 1)セメンテーションが発達した自然堆積粘土や人工固結粘土は練返した粘土に比べ、圧密速度が大きく、短時間のうちに高位で安定する。
- 2)圧密応力が圧密降伏応力を大きく越えると、不攪乱および人工固結粘土の圧密速度は練返し粘土の値に近づく。

【参考文献】

- 1)嘉門, 長尾(1986): 人工的にセメンテーション効果を与えた粘性土の土質工学的特性について, 第21回土質工学研究発表会
- 2)土田, 水上, 小林, 平良(1988): 高温で再圧密した海成粘土の力学特性, 第23回土質工学研究発表会
- 3)小林, 水上(1990): 粘性土の水平方向圧密係数と攪乱の影響について, 第25回土質工学研究発表会
- 4)正垣, 金子, 木暮(1991): 粘性土の圧密特性に与える攪乱の影響, 土木学会第46回年次学術講演会

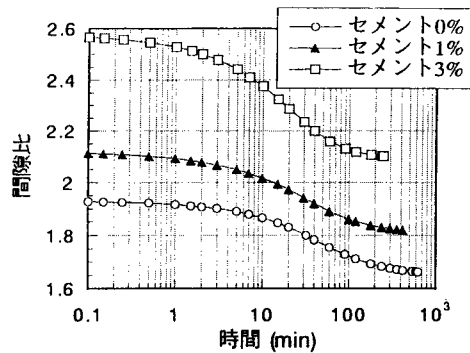


図-4 等方圧密時の間隙比変化($p=98\text{kPa}$)

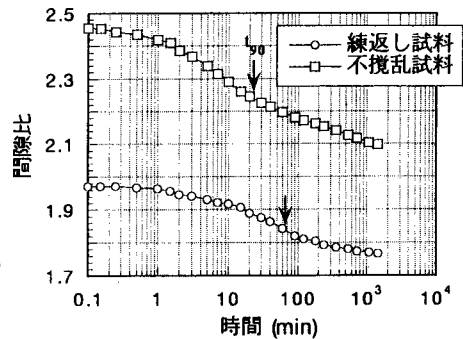


図-5 不攪乱試料の間隙比変化($\sigma_v=78.4\text{kPa}$)

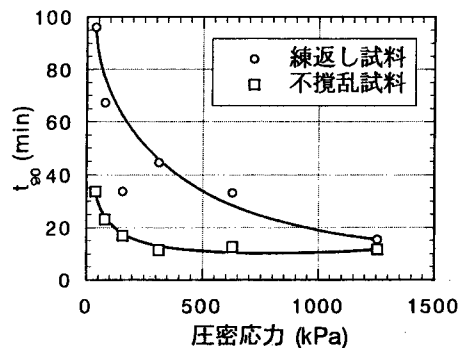


図-6 不攪乱試料の t_{90}