

バーチカルドレーン打設地盤内部の三次元圧密挙動

広島大学 大学院 正会員 森脇 武夫
 広島大学 大学院 学生会員 菊地 佳誉
 広島大学 大学院 学生会員 白 元珍
 北九州市役所 正会員 ○沖野 武志

1. はじめに

1 現在、バーチカルドレーン工法の設計において主として用いられている Barron¹⁾ の解は、弾性圧密理論に基づいたものであり、実際の粘土地盤で生じる二次圧密を考慮することができない。この問題に対して、吉國²⁾ は圧密現象のようなひずみ速度の小さい範囲では粘土を弾粘性液体として取り扱うことができるとし、今まで説明できなかった二次圧密や有効応力緩和現象を考慮できる弾粘性圧密理論を導いた。しかし、この理論は一次元条件下での理論であるため、森脇ら³⁾ は弾粘性圧密理論の三次元化を行い、バーチカルドレーン工法を用いた場合の粘土の挙動を表現できる弾粘性圧密方程式を導いている。本研究では、三次元弾粘性圧密理論の適用性を検討するための実測データを得ることを目的として、バーチカルドレーン打設地盤をモデル化した三次元圧密試験機を用いて模型実験を行い、供試体内部の三次元的な変位を測定する方法を開発し、供試体内部の三次元的な挙動を明らかにする。

2. 実験概要

本実験で用いた試料は沖積粘土(舞鶴粘土)を液性限界の 2 倍(166.64%)で練りかえし、それを圧密圧力 49kPa で一次元的に予圧密したものである。図-1 に示す供試体中心部にドレーンを設置した三次元圧密試験機を用いて、排水を水平方向とした三次元圧密試験を行う。この試験では、供試体内部の所定の位置に磁石を埋め込み、供試体外部に設置した磁気センサーでその磁界強度を測定し、供試体内部の変位を調べる。まず予圧密時は底面からのみの排水とし、圧密圧力を 10kPa、20kPa、39kPa、78kPa、157kPa、314 kPa と段階載荷(24 時間サイクル)し、一次元圧密を行う。その後、本試験として供試体中央に設置したドレーンからのみの排水を許した、三次元圧密を圧密圧力 627kPa で 1 週間行い、沈下量、間隙水圧及び前述の方法で供試体内部の変位を測定する。なお、紙面の都合上、間隙水圧に関する実験結果については省略する。

3. 実験結果及び考察

図 2 に、磁石を供試体側面(圧密リング側)から 7.5mm の内側に埋め込んだ時の三次元圧密時の磁気センサー値(ch7: 圧密リング側面)～鉛直位置関係を示す。図中にはキャリブレーション試験として、供試体の側面からそれぞれ 5mm、7.5mm、10mm、12.5mm、15mm、17.5mm、20mm の位置に磁石を埋め込んで一次元圧密を行った時の、磁気センサー値と圧密リング上端面を原点とした鉛直位置の関係の一部が示されている。また、本試験の

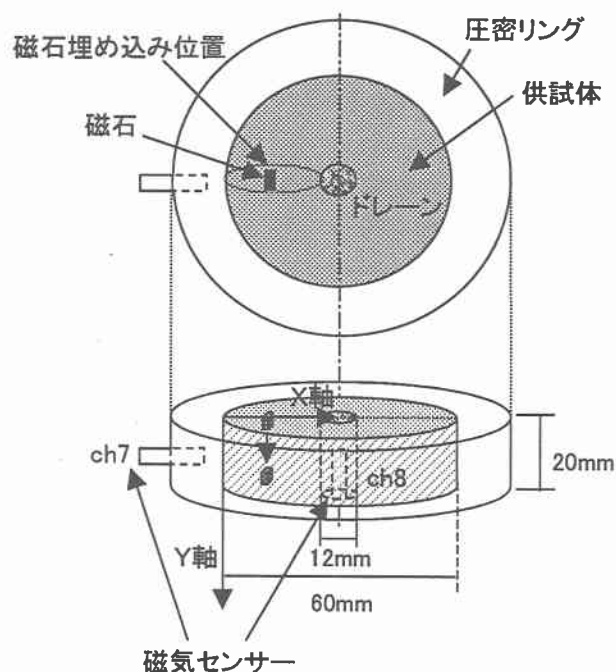


図-1 実験装置概略図

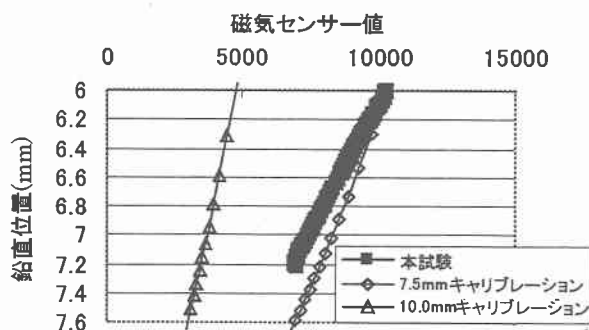


図-2 磁気センサー値～鉛直位置関係

曲線は三次元圧密開始時に 7.5mm のキャリブレーション曲線と一致している。これは三次元圧密を開始するまでは、予圧密として一次元圧密を行っており、この間の水平方向の移動がないためである。また、磁気センサーで測定される磁界強度が磁石の水平変位と対応しており、キャリブレーション曲線の間(ここでは、磁石埋め込み位置が 7.5mm と 10.0mm の曲線の間)で補間することによって三次元圧密時の磁気センサー値より磁石の水平方向の位置を得ることができる。従って、磁石の埋め込み位置と三次元圧密時の磁石の水平位置より水平変位が算出できる。ここで、磁石埋め込み位置を原点とし、供試体側面(外側)に向かう方向を正、ドレーン側(内側)に近づく方向を負として水平変位を求めたものが図 3、図 4 である。なおこれらの図では、同じ磁石の磁界強度を供試体外側(圧密リング内部, ch7)と内側(ドレーン内部, ch8)で測定し、平均を取ったものが示してある。これは、磁石を埋め込む際のわずかな傾きや圧密に伴って生ずる可能性のある磁石の回転成分等の影響を相反する位置での測定値を平均することで相殺できると考えたからである。これにより、磁石を同じ位置に埋め込んだ結果にはバラツキはあるもののほぼ同様な挙動となった。本実験では磁石を 7.5mm の位置に埋め込んで行った 2 回の試験においてほぼ同じ結果が得られており、磁石埋め込み位置 7.5mm における試験は信頼できる結果であると考えられる。図 3 と図 4 を見ると、水平方向変位はドレーンに近い方(17.5mm)から始まり、供試体外側(非排水面側:7.5mm)が遅れて起こることが分かる。三次元圧密では供試体内部は圧密の進行とともに鉛直方向に沈下するだけでなく、まずドレーン側に向かって半径方向に変位し、圧密後半では元の方向へ戻り始めるが、圧密終了時には元の位置までは戻っていないことが分かった。

4. 結論

- 1) 供試体に埋め込んだ磁石の変位を磁気センサーで測定することによって、供試体内部の半径方向変位を算出することが可能となった。その際、供試体内部に埋め込んだ磁石を通る半径方向線上で、供試体の外側(圧密リング内部)と内側(ドレーン内部)に設置した 2 つの磁気センサーから算出された変位の平均値を取ることによって、磁石の回転等の影響を排除でき、測定結果のバラツキをある程度低減できることが明らかとなった。
- 2) 磁気センサー値を用いて供試体内部の水平変位を算出した結果、三次元圧密では供試体内部は圧密の進行とともに鉛直方向に沈下するだけでなく、まずドレーン側に向かって半径方向に変位し、圧密後半では元の方向へ戻り始めるが、圧密終了時には元の位置までは戻っていないことが分かった。本実験の結果は、粘土の非回復性挙動をよく表しており、このデータを用いて三次元の圧密理論の適用性を検討できる。

参考文献

- 1) Barron, R.A. : Consolidation of Fine Grained Soils by Drain Wells, Trans.ASCE, Vol.113, 1948.
- 2) 吉國 洋 : 軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈(I), 第 25 土質工学研究発表会, 平成 2 年度発表講演集, pp.191-194, 1990.
- 3) 加納誠二・森脇武夫・吉國 洋 : 弾粘性圧密理論の三次元化とバーチカルドレーンによる圧密への適用(その 2), 第 33 回地盤工学研究発表会 2 冊分 1, pp.485-486, 1998.

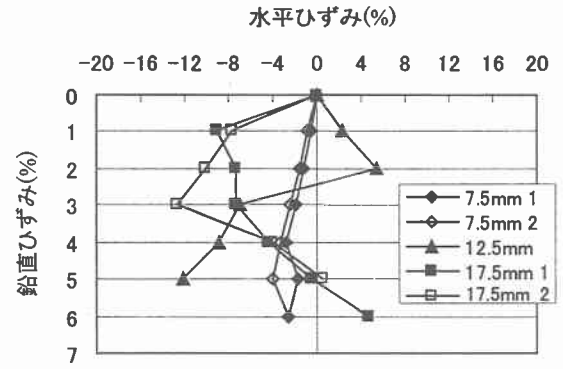


図-3 水平ひずみ~鉛直ひずみ関係

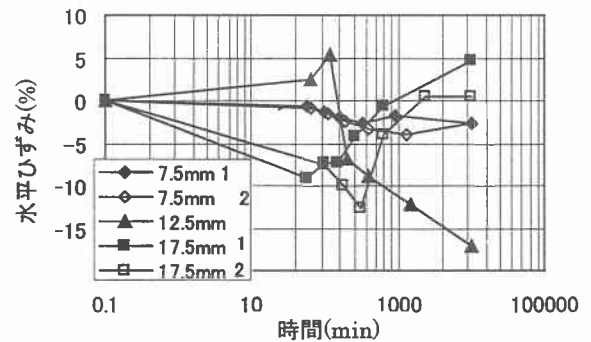


図-4 水平ひずみ~時間関係