

バーチカルドレーン打設地盤の三次元圧密挙動に関する模型実験

広島大学大学院工学研究科 正会員 森脇 武夫
広島大学大学院工学研究科 学生会員 白 元珍
広島大学大学院工学研究科 学生会員 菊地 佳誉
広島大学工学部第四類 学生会員 ○宇賀 修一

1. はじめに

現在、バーチカルドレーン工法の設計において用いられている Barron の解¹⁾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統一的に考慮できる一次元弾粘性圧密理論を導いた。この一次元条件下での理論を、間隙水の移動方向と沈下方向が異なるバーチカルドレーン工法で改良された地盤の挙動に適応させるため、森脇ら³⁾は軸対称条件下に拡張し、三次元弾粘性圧密方程式を検討している。

本研究では、バーチカルドレーン工法において三次元弾粘性圧密方程式を用いた正確な長期沈下予測法を確立するための基礎的な研究として、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実験を行い、沈下挙動だけでなく、供試体内部の三次元的な変形挙動を明らかにすることを目的としている。またあわせて、現在設計で用いられている弾性圧密理論の適用性を検討する。

2. 実験方法および解析方法

粘土供試体(直径 60mm,高さ 20mm)の中心部にドレーン(直径 12mm)を設置可能な三次元圧密試験機を用いて、排水を半径方向とした三次元圧密試験を行う。載荷条件は表 1 の通りである。事前圧密は底面からのみの排水とした一次元圧密(初期圧密荷重 9,8kPa,荷重増加率=1,24 時間サイクル)であり、本試験では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 1 週間行う。また、この試験では実験毎に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ことができる(図 1)⁴⁾。磁石埋め込み位置はドレーン中心から $r=12.5\text{mm}$ (a)、 $r=17.5\text{mm}$ (b)、 $r=22.5\text{mm}$ (c) で、それぞれは $(r-r_w)/(r_e-r_w)=0.27$ 、 $0.48,0.69$ に対応している。本試験で用いた試料は京都府舞鶴市舞鶴湾内で採取した沖積粘土を室内で練り返し 49kPa の圧力で一次元的に予圧密したものである。解析は弾性圧密方程式⁵⁾ に、標準圧密試験および三次元圧密試験によって得られた試料の解析パラメータを入力して行う。

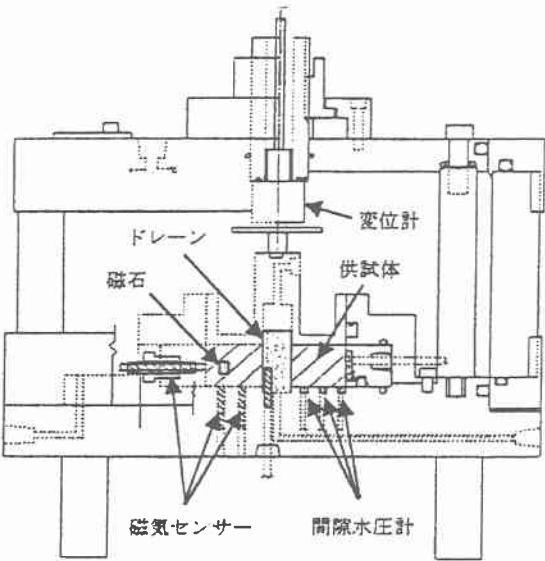


図 1 試験装置の概略図

表 1 各ケースの載荷条件

実験 解析 ケース	事前 圧密 荷重	除荷 荷重	最終 荷重
Case 1	78	なし	156
Case 2	156	なし	313
Case 3	313	なし	627
Case 4	313	156	313
Case 5	627	156	313

単位(kPa)

3. 実験結果および解析

図 2,図 3 に Case1,図 4,図 5 に Case3 における供試体内部の半径方向変位の時間的変化の実験および解析結果を示す。これらの結果より埋め込まれた磁石は、圧密が進むに連れてドレーン側に移動し、圧密後半では、元の埋め込み位置の方に戻る傾向が認められる。また、その時の変位量は、排水面に近いドレーン側ほど大きく、非排水面側に近いほど小さい。また、磁石埋め込み位置が 12.5mm(ドレーンより)の半径方向変位量が実験結果の方が解

析結果に比べ、2倍程度大きく
なっていることが分かる。これ
は圧密中に排水側で急速に間隙
水圧が消散した影響と考えられ
るが、今回の実験結果との比較
のために用いた圧密理論は、粘
土骨格を線形弾性体としており、
粘土の持つ粘性および塑性を考
慮していないため、このことが
一致しないことの最大の要因で
あると考えられる。図6はCase
2の解析における半径位置毎の
半径方向変位量を表したもので
ある。この図より、圧密初期に
発生した半径方向変位は圧密後
半では完全に回復し、半径位置
が約14mmでの半径方向変位
量が最大になることが分かる。

図7はCase2,4,5の半径位置
12.5mmの磁石の半径方向変位
量を比較したものである。この
図より過圧密比が大きいと変位
量は小さくなる傾向があるが、
これは過圧密粘土は圧縮性が小
さくなるためであると考ええる。

4. 結論

- 1) パーチカルドレーン打設地盤における三次元圧密では粘土内部は圧密の進行と共に鉛直方向に沈下するだけでなく半径方向にも変位しこの半径方向に変位は、圧密前半ではドレーン側に向かって生じ、その後ドレーン側では若干元の方へ戻るが、非排水側ではほとんど元の方へ戻らない。粘土内部の半径方向変位は、圧密圧力と比例関係にあり、また、半径方向に分布を持つ。また、過圧密領域では正規圧密領域に比べ、半径方向の変位量は小さい。
- 2) 弾性圧密理論ではパーチカルドレーンを用いた粘土の三次元圧密挙動を再現することはできず、一次圧密終了時での粘土内部の不均一性が二次圧密挙動に大きく影響していると考えられるため、より精度の高い予測値を得るためには、粘性及び、塑性を考慮した新しい圧密理論を確立する必要がある。

5. 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パ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.
- 4) 沖野武士：パーチカルドレーン打設地盤内部の三次元圧密挙動，広島大学卒業論文，2001
- 5) 熊本直樹・吉刻 洋：異方性中空円柱の圧密，土木学会論文集，pp.199~207，1986

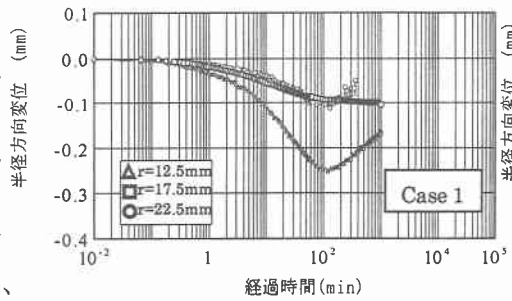


図2 半径方向変位の経時変化(実験)

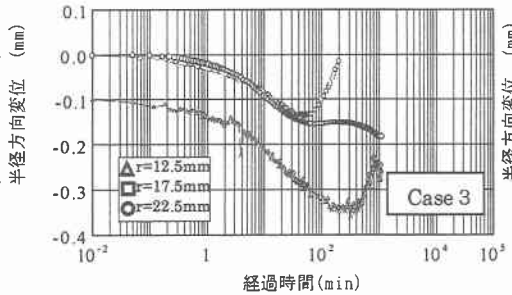


図4 半径方向変位の経時変化(実験)

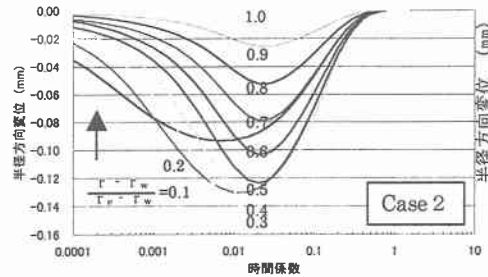


図6 半径方向変位の経時変化(解析)

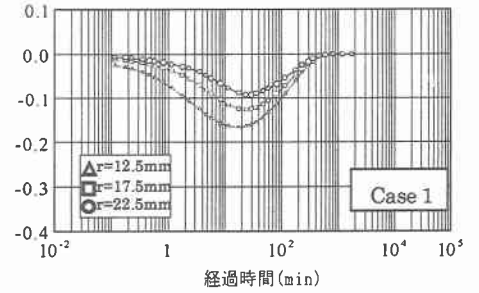


図3 半径方向変位の経時変化(解析)

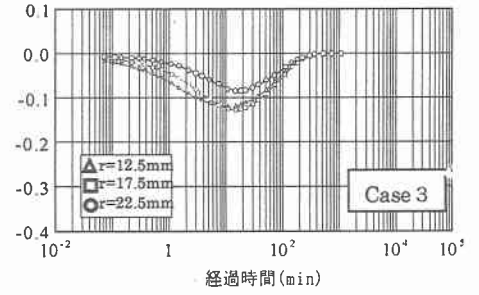


図5 半径方向変位の経時変化(解析)

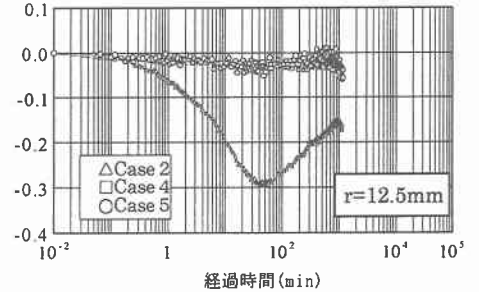


図7 半径方向変位の経時変化(実験)