

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
広島大学大学院
西松建設株式会社

正会員
学生会員
正会員

森脇武夫
白 元珍
○平井 修

1. はじめに

粘土地盤に対する地盤改良工法の一つとしてバーチカルドレーン工法を併用したプレローディング工法が多く採用されている。最近では関西国際空港における空港島建設工事などでバーチカルドレーン工法は多用されているが、予測以上の沈下が起こるなど様々な問題が報告されており、より精度の高い残留沈下予測法の確立が求められている。そこで本研究では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と大型圧密試験機を用い、バーチカルドレーン打設地盤の沈下挙動及び地盤内部の三次元的な変形挙動を明らかにするとともに修正 Cam-clay モデルを用いた FEM 解析を行い、弾塑性モデルの適用性を検討した。

2. 実験方法および解析方法

本研究ではバーチカルドレーン打設地盤内部の三次元的な挙動を解明するために、三次元圧密試験機と大型モールド試験機を用いて実験を行った。ここでは簡便のために三次元圧密試験機を用いた実験を小型試験、モールド試験機を用いた実験を大型試験と呼ぶことにする。また、本研究では修正 Cam-clay モデルを用いた FEM 解析を行い、弾塑性モデルの適用性を検討した。

2.1 小型試験

供試体中央部にドレーンを設置した三次元圧密試験機を用いて、過圧密比 O.C.R.を変えて半径方向にのみ排水を許す三次元圧密試験を行った。載荷パターンは表 1 に示す通りである。また、図 1 は三次元圧密試験機の断面図である。

表 1 載荷パターン

O.C.R.	1.2	1.4	1.6	1.8
事前圧密荷重(kPa)	187	218	250	281
除荷荷重 (kPa)	109	140	172	203
最終荷重 (kPa)	156			

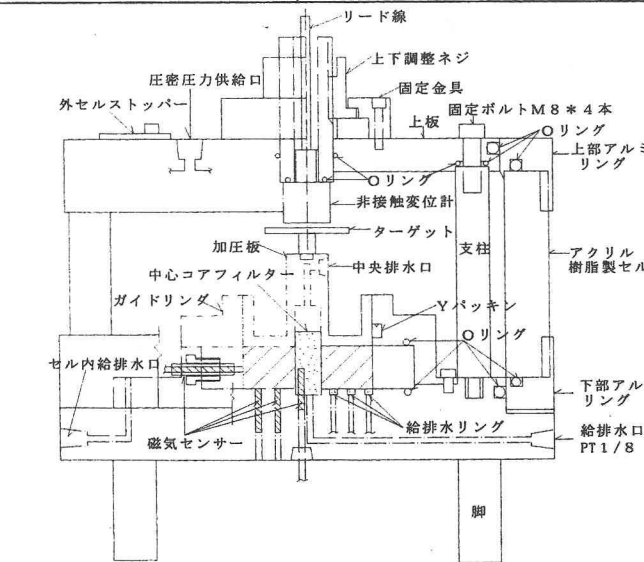


図 1 三次元圧密試験機断面図

2.2 大型試験

大型圧密試験機の中央にサンドドレーンを設置し、ドレーンのみから排水を許す三次元圧密試験を圧密時間を変えて行った。圧密時間を表 2 に示す。図 2 は大型模型試験機の概略図である。本試験終了後、一軸圧縮試験、含水比試験を行い、それぞれの半径方向分布を求めた。

表 2 載荷パターン

圧密期間	1.1t(約 7 日)	5.0t(約 21 日)
最終荷重 (kPa)	148	
Δp (kPa)	98	

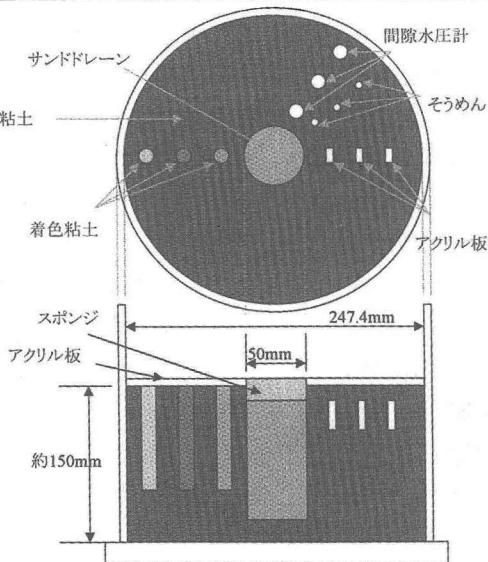


図 2 大型模型試験機の概略図

3. 実験結果と解析結果の比較

3.1 小型試験結果と解析結果の比較

図3はO.C.R.=1.2のケースにおける間隙水圧の実験値と解析値を比較したものである。この図より実験値は解析値よりも値が小さくなっている。これは、実験ではプレロード荷重を除荷した後に供試体が膨張する過程で、粘土の持つ粘性による遅延弾性によって発生する負の間隙水圧と最終荷重を載荷することによって発生する正の間隙水圧が打ち消しあうためであると考えられる。図4は供試体沈下量の実験値と解析値を比較したものである。この図から分かるように弾塑性解析では一次圧密終了後は沈下が生じていないが、実験値では過圧密状態であるにも関わらず一次圧密終了後にも沈下が起こっており、残留沈下を精度よく予測するためにはこれらの挙動を表現することが必要である。

過圧密領域におけるバーチカルドレーン打設地盤内部の半径方向変位は図5のように圧密前半で排水面側に動き、圧密終了時には元の方へ若干戻る。また実験値と解析値では値や挙動に大きな差が認められ、沈下量と同様にこれらの挙動を表現できる解析法の解析法の確立が残留沈下の予測精度向上につながると考えられる。

3.2 大型試験の結果

図6に圧密時間を約7日(1.1tに相当)としたときの含水比の半径方向分布を示す。含水比分布は半径方向に一樣ではなく右肩上がりとなっており、ドレーン近傍で含水比の低下が大きく排水面付近ほど大きな体積ひずみが生じている。これは、圧密中に排水面側に向かう半径方向変位が起こり排水面側で体積ひずみが大きくなり、応力集中が生じていることを示している。また、上層が下層よりも値が小さくなっているのは周面摩擦によるものであると考えられる。

4. 結論

小型試験によって、半径方向変位は一旦ドレーン側に向かい、その後非排水面側に戻ることを確認した。また、大型試験で得られた含水比分布や一軸圧縮強度分布(図は省略)は半径方向に一樣に分布せず、ドレーン近傍で大きな応力集中が起こっていることが分かった。弾塑性モデルは、粘性を考慮していないためバーチカルドレーンを用いた粘土の挙動や半径方向変位が実験で得た値と一致しない部分がある。従って、残留沈下の予測法としては、弾塑性モデルを用いた解析は適切ではなく、粘性を考慮に入れた圧密理論を構築していく必要性が再確認された。

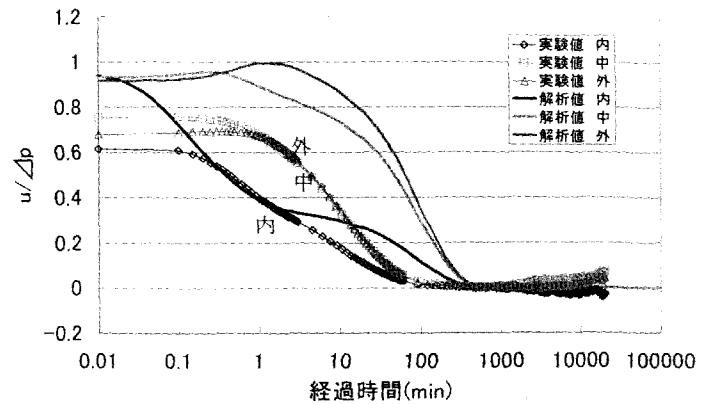


図3 間隙水圧の比較(O.C.R.=1.2)

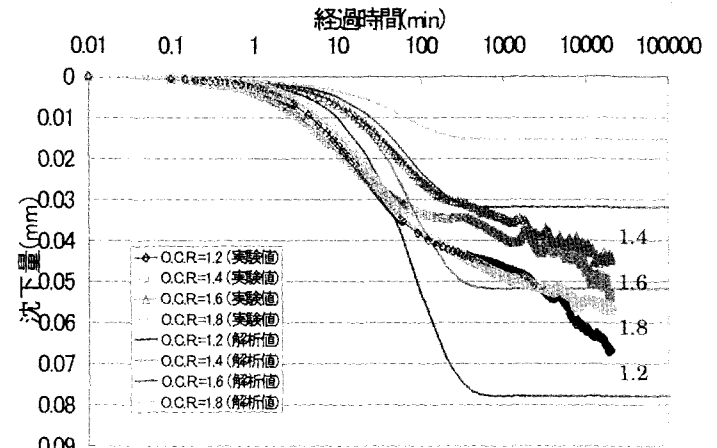


図4 沈下量の比較

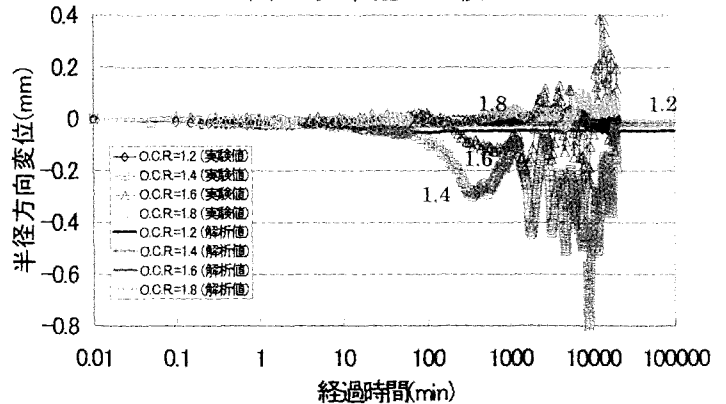


図5 半径方向変位の比較

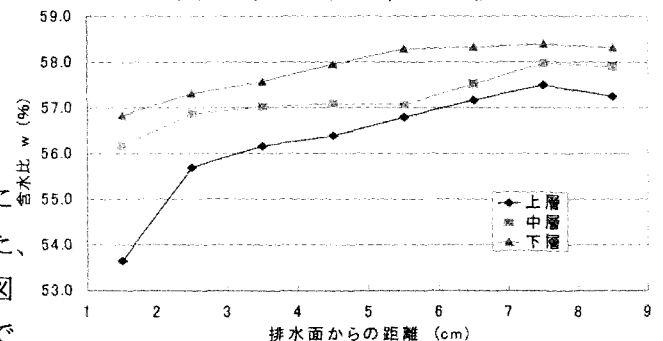


図6 含水比分布(1.1t)