

大型脱水に向けた鉛直脱水ドレーンの試作

九州大学大学院 正会員 ○笠間 清伸 善 功企 陳光齊

1. 目的

現在、水分を多く含む材料の脱水処理技術として、真空脱水、遠心力脱水、加熱、乾燥、ドラム式脱水などがあり、中でも高圧フィルタープレスのような機械式脱水が最も利用されている。高圧フィルタープレスは、4MPa 程度の脱水圧力を約 60 分間作用させ脱水する技術であり、脱水時間の短縮を目的として排水長を 40mm 程度にしているため、脱水後の試料は粒子状態としてリサイクルされることが多い。著者らは、高含水材料を大型形状のまま脱水し、大型ブロックとして再利用するための基礎的な技術開発を行ってきた¹⁾。本文では、新たに試作した鉛直脱水ドレーンを用いた大型圧密試験結果を報告する。

2. 内容

2.1 複数の脱水ドレーンを用いた圧密試験

試料は、熊本港で浚渫された図-1 に示す粒径加積曲線をもつ粘土を用いた。初期含水比を 165.9% ($1.5w_L$) に調整した試料を図-2 に示す大型圧密容器に詰め、空気圧を用いて、9.8kPa, 19.6kPa, 49kPa および 98kPa で定圧载荷し供試体の沈下量を計測した。排水条件は、上下端排水および鉛直脱水ドレーンである。ドレーンの配置を示す供試体の断面図を図-3 に、今回用いたドレーンの概略図を図-4 に示す。表-1 に、実験ケースを示す。CASE1 は、鉛直ドレーンなしの条件である。CASE2~CASE7 は、繊維(綿と麻)を束ね紐状にした鉛直ドレーンであり、脱水に伴って柔軟に変形するという特徴を有する(図-4 a))。CASE8~CASE10 は、地盤の圧密促進に用いられるファイバードレーンを用いた。通常、ファイバードレーンとは帯状で使用されるが、他のケースと条件を同じにするために、直径 2cm の円筒状にして用いた(図-4 b))。CASE11~CASE16 は、ポーラスメタル製の杭形状の鉛直ドレーン(以下、剣山型ドレーンと呼ぶ)であり、脱水に伴ってドレーンが互い違いになる特徴を有する(図-4 c))。CASE17 は、板状のコイルを利用して、脱水に伴って鉛直ドレーンの高さが小さくなるのが特徴である(以下、剣山型ドレーンと呼ぶ。図-4 d))。また、CASE12~CASE15 では、脱水促進を目的として剣山型ドレーン内部に吸水材を詰めて、実験を行った。

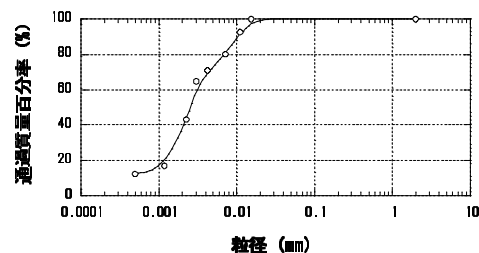


図-1 試料の粒径加積曲線

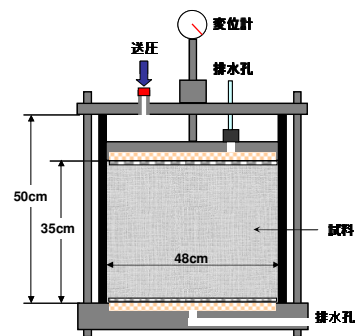


図-2 実験装置

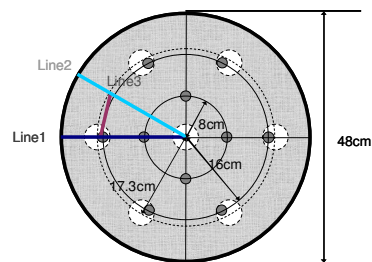


図-3 供試体断面図(ドレーン配置)

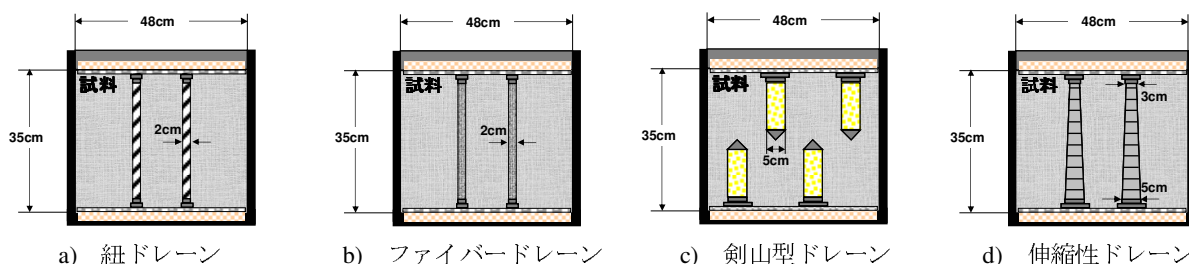


図-4 ドレーンの概略図

キーワード 軟弱粘土, 脱水, 大型化

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 九州大学ウエスト 2 号館 11 階 1111 号室 TEL 092-802-3383

実験では、沈下量と脱水時間を測定し、圧密終了は $\sqrt{t}$ 法により、圧密度 90%に達する時間を計算し脱水時間として用いた。また、圧密終了後、供試体の水平・鉛直方向の含水比分布を測定して、供試体の均質性を検討した。供試体の鉛直方向に関しては、中心付近をサンプリングして、7分割して測定した。水平方向は、供試体高さ半分の位置で、図-3 に示す Line1~Line3 の三方向について全 11 箇所を測定した。

2.2 実験結果

図-5 に各ケースの脱水時間の短縮率を示す。鉛直ドレインの種類に着目すると、脱水時間の短縮率が異なる。これは各ドレインの透水係数の違いが原因だと考えられる。次に、ドレイン間隔および本数(CASE2~CASE15)に着目すると、ピッチ 15.2cm でドレイン 10 本の条件では、他のケースに比べて、大きな脱水時間の短縮が見られた。

図-6 に各ケースにおける鉛直方向の含水比分布を示す。縦軸は測定位置高さを供試体の高さで正規化した。図より、紐ドレインおよびファイバードレインでは、鉛直方向に関しては含水比がほぼ一定となる。しかしながら、剣山型ドレインおよび伸縮型ドレインでは、供試体高さの半分付近の含水比が高くなり、全体で約 10%のばらつきが生じた。また、いずれの鉛直ドレインの平均含水比も鉛直ドレインなしに比べて高い。これは、ドレインと粘土の間に働く摩擦力によって、沈下量が減少するためであると考えられる。

図-7 に CASE3 における水平方向の含水比分布を示す。これらの図より、いずれも鉛直方向の含水比分布よりも、水平方向の含水比分布に大きなばらつきが生じる。また Line1 および Line2 の二方向については、供試体中心からの距離が大きくなるにつれて、含水比が大きくなる。これはドレイン配置の影響であると考えられる。

3. 結論

本文では、新たに鉛直ドレインを試作し、複数の鉛直ドレインを設置できる大型圧密装置を用いて、脱水時間の短縮化の観点からその有効性を検証した。得られた結論は、以下の通りである。1)試作した鉛直ドレインは、脱水時間の短縮化に有効であった。ただし、脱水時間の低減率は、使用した鉛直ドレインの材質や形状によって差が生じた。2)脱水後の供試体の均質性については、紐の鉛直ドレインを用いた供試体の含水比分布は、鉛直方向にはほぼ均一になるが、水平方向には約 10%のばらつきが生じた。剣山型ドレインでは、他のケースに比べて、鉛直・水平方向に大きなばらつきが生じた。

【参考文献】1)河野信貴,善功企,陳光斉,笠間清伸: 高圧脱水固化処理土の強度特性と大型化, 第 7 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.45-48, 2006.

表-1 実験ケース表と脱水時間

ケース	ドレインの種類	ドレインの本数(本)	ドレインの間隔(cm)	ピッチ(cm)	最終圧(%)	初期含水比(%)
CASE1	なし				99	35
CASE2	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE3	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE4	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE5	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE6	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE7	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE8	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE9	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE10	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE11	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE12	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE13	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE14	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35
CASE15	紐ドレイン	10	15.2	15.2	99	35

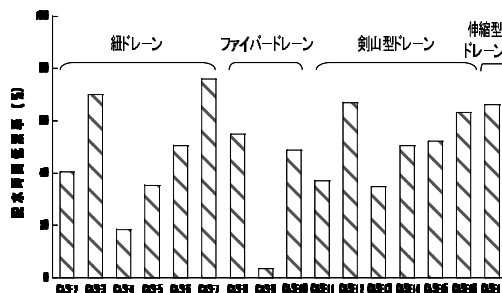


図-5 脱水時間低減率

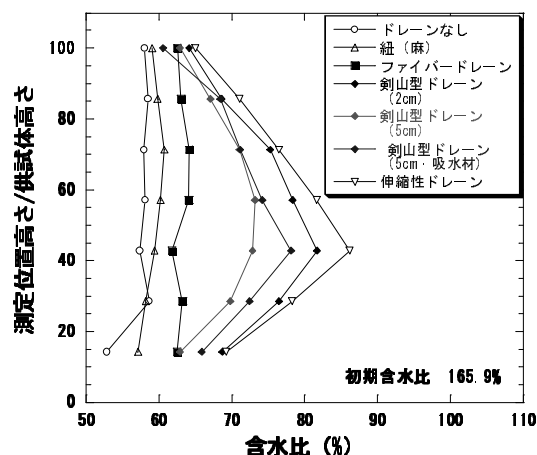


図-6 含水比分布(鉛直方向)

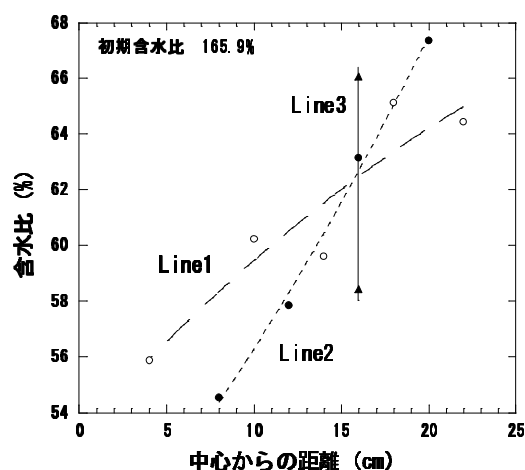


図-7 CASE3 における含水比分布(水平方向)