

鉛直ドレーン付モールドを用いた固化処理土の脱水特性

九州大学工学部 学 ○長野 起子
九州大学大学院 正 陳 光斉

九州大学大学院 正 善 功企
九州大学大学院 正 笠間 清伸

1. はじめに

浚渫工事により発生する海成粘土は、埋立工事の材料として利用されてきたが、近年、処分地が飽和しつつあり、浚渫粘土を効率よく減容化、再資源化する方法が求められている。著者らは、浚渫粘土に固化材を加え高圧脱水固化を施し、大型高強度構造物を作製する方法を開発している。既に高圧脱水固化を施した固化処理土は、十分な強度、耐久性及び均質性を有していることが確認されている。しかし、大型化に伴い脱水時間が増大するために、脱水時間の短縮化が課題となってくる。本文では、鉛直ドレーン付モールドを用いて脱水実験を行い、間隙水圧の消散と有効径の関係について検討を行った。

2. 試料および実験方法

試料には有明粘土を用い、含水比 150%に調整し、試料の乾燥重量の 30%の高炉スラグセメント B 種を添加し、攪拌した。その後、図-1 に示す鉛直ドレーン付モールド(高さ 235mm)に試料を詰め、定圧載荷試験機によって 5MPa で定圧載荷して、供試体を作製した。載荷中には、間隙水圧を図-1 の(b),(c)に示す位置において測定した。ただし、圧密終了は 3t 法で決定し、そのときの圧密度 100%とした。圧密度は任意の時間の沈下量/圧密終了時沈下量とした。圧密度 85%、70%はそれぞれ 100%のケースの沈下量の 85%、70%沈下するまで圧密させた。実験ケースは、表-1 に示し、モールドの形状を表す指標として、有効径 n (=モールド径/ドレーン径)を用いた。供試体は、高さ方向に 11 等分、半径方向は CASE1~3 は 4 等分に、CASE4 は 8 等分に分割し、それぞれの含水比を測定した。供試体とドレーンの摩擦を低減するために、ポーラス石の周辺部に真ちゅう製のパイプ(3mm ピッチで直径 1mm の穴が 12 列あいているもの)で覆ったドレーンを用いた。また、ドレーンの周囲にはろ紙を巻き、透水性を向上させた。

3. 実験結果および考察

図-2 に表-1 の CASE1 と CASE4 の場合及び Barron の解¹⁾に基づいた圧密度と時間の関係を示す。ここで理論値の圧密度は、那須ら²⁾の実験結果から $c_v = c_h = 3.0 \times 10^2 \text{ cm}^2/\text{day}$ として算定した。 $n=10$ の脱水時間は $n=5$ のときに比べ、4 倍ほど長くなった。これは、排水距離が 2 倍になったために脱水時間が延長されたことに加え、その途中でセメント固化が進み、間隙水の排水において障害となったためだと考えられる。実測値と理論値を比較すると、 $n=5, 10$ ともに理論値の方が脱水時間を長く算定しているが、これは、時間とともに変化する c_h を一定であると仮定して理論値を求めているためだと考えられる。

図-3 に CASE1 の間隙水圧と時間の関係を示す。縦軸は載荷

表-1 実験ケース

ケース番号	モールド径	有効径 n	圧密度
CASE1	50mm	5	100%
CASE2			90%
CASE3			70%
CASE4	100mm	10%	100%

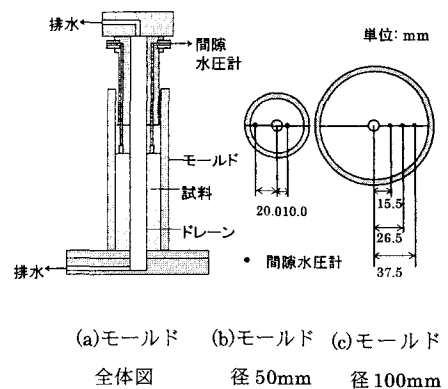


図-1 実験装置図

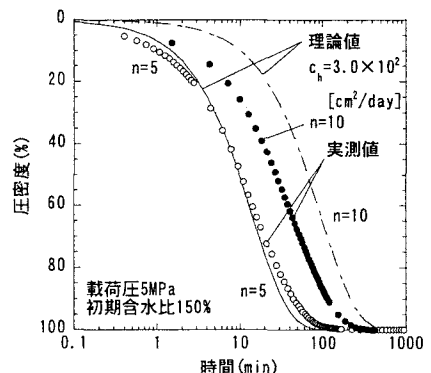


図-2 圧密度-時間関係

圧力で間隙水圧を割って表示した。載荷の初期では間隙水圧/載荷圧は 0 であり、そこから徐々に増加する。その後、約 20 分程度で最大値を示したあと、徐々に時間とともに減少する。載荷の初期で水圧が 0MPa となるのは、セメント部分が緩衝材となり、圧力が伝わるのに時間的なずれが生じるためであると考えられる。また、ドレーンに近い位置の間隙水圧の方が、遠い位置のものよりも小さい値で推移し、最大値で約 0.4 差が出る。これは、ドレーン近傍の部分の透水性が時間とともに低下し、周辺部の排水を妨げるためであると考えられる。

図-4、図-5 では、供試体内部の均質性を調べることを目的に、それぞれ半径方向、高さ方向の含水比分布を示した。図-5 の縦軸は、最終供試体高さで測定点高さを割って表示した。図-4 より、半径方向の含水比分布は、圧密の程度が進むにつれ、一様分布に近づく挙動が確認できる。圧密の各段階において、ドレーンに近い部分の含水比は周辺部に比べ 5~15%ほど小さく、また、周辺部の含水比の方がドレーン近傍に比べて遅れて低下している。n=5 と n=10 の 100%のときの分布は類似の分布を示しているが、n=10 では周辺部の含水比が n=5 に比べ 5~10%ほど大きく、半径方向の含水比の平均値も 4~5%ほど大きい。n=10 のときの方がセメント固化の影響が大きく出て、排水がスムーズに進まないためであると考えられる。図-5 より、高さ方向の含水比分布では、n=5 において含水比の右に凸の部分が圧密度 70%のときの図-5 の測定点高さ/最終供試体高さ 8 の位置から、圧密度 85%のときの測定点高さ/最終供試体高さ 7 の位置へと下方向に移行しており、圧密が進行するにつれて含水比が減少し、上部の含水比が下部に比べ 20%ほど小さい状態で圧密が終了している。これには重力が影響していると考えられる。圧密度 100%のときの n=5 と n=10 の含水比分布を比較すると、n=10 の分布の方が大きな値を示したが、これは脱水時間が長かったためにセメント固化の影響が大きく出て、脱水が阻害されているためだと考えられる。

4. おわりに

本研究の結果として、次のことが得られた。

- ・ 有効径 n が小さい方が、脱水時間が短く、セメント固化の影響も少ない。
- ・ 中心部に近い方が周辺部よりも間隙水圧は小さい値で推移する。
- ・ 周辺部の含水比は中心部に比べ遅れて低減するが、圧密の進行に伴い、半径方向の含水比分布は一様分布に近づく。
- ・ 高さ方向の含水比分布は、圧密の進行に伴い含水比が減少し、有効径 n が大きい方が、セメント固化の影響を多く受け、脱水が阻害されるので、圧密終了時の含水比が大きくなる。

参考文献；1) Barron: Consolidation of Fine-grained Soils by Drain Wells, Trans, ASCE, Vol.113, pp.811-835, 1948
2) 那須智彦ら：定ひずみ速度圧密試験によるセメント混合浚渫粘土の高圧脱水特性,第 35 回地盤工学研究発表会発表講演概要集, Vol.1, pp.1249-1250, 2000

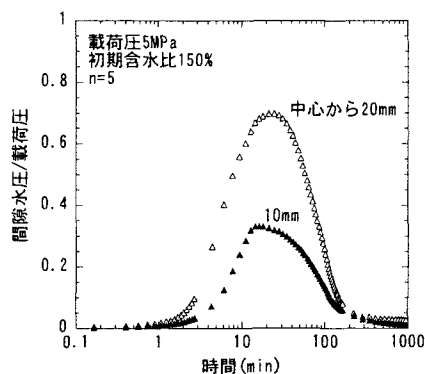


図-3 水圧-時間関係(n=5)

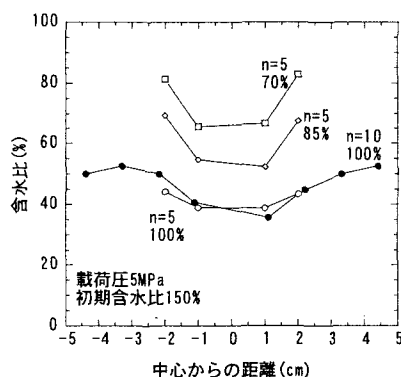


図-4 含水比分布(半径方向)

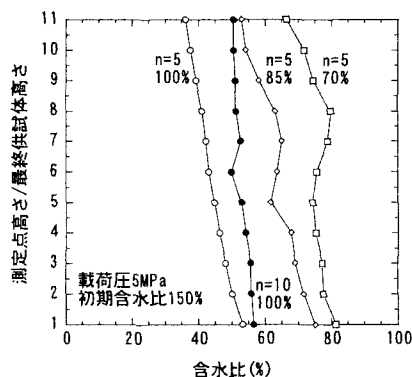


図-5 含水比分布(高さ方向)