

短いドレーン材を用いた真空圧密土槽実験における沈下形状と圧密効果

真空圧密ドレーン工法研究会 正 ○新舎 博 山内 義文
 真空圧密ドレーン工法研究会 正 堤 彩人 長津 辰男

1. はじめに

浚渫粘土の減容化施工を実施する際には、沈下後に再度浚渫土を処分するため、浚渫粘土層の上部に盛土などを載荷しないことが多い。盛土を載せると、その剛性により粘土層の表面は等沈下を生じやすくなるが、盛土のない場合には不同沈下する可能性がある。そこで、浚渫粘土の真空圧密土槽実験を行い、沈下や間隙水圧挙動を測定するとともに、FEM 解析と比較した。また、実験終了時には沈下形状、ドレーン（下部は固定）の曲がり形状、含水比分布などを調査した。

2. 真空圧密土槽実験の方法

実験には徳山港海成粘土を使用した。粘土の物理特性を表-1 示す。真空圧密実験は図-1 に示す土槽を使用し、次のように実施した。

- 1) 直径 76 cm×高さ 100 cm の鋼製土槽の中央部に、キャップ付ドレーン（以下、PVD）を底面固定で設置した。
- 2) 含水比が 150 % ($\approx 1.35 \times w_L$) の粘土を 35 cm の高さまで入れ、間隙水圧計を PVD から 10, 20 および 30 cm 離れた場所に複数設置した。
- 3) 粘土を合計 75 cm の高さまで入れ、その上にビニールシートを置き、ベントナイト層（透水係数は 10^{-9} m/s 以下）を当初は 20 cm 厚で設置し、粘土層が沈下すると初期の高さまで順次追加し、その上に水位を確保した。
- 4) PVD を通じて粘土に負圧を作用させた。実験期間は約 150 日である。

計測項目は沈下、元圧、PVD 先端での負圧、粘土層内の間隙水圧（計 9 箇所）である。実験終了時には沈下形状、PVD 曲がり形状、間隙水圧計の移動場所、含水比の平面分布を測定した。

3. 実験結果

(1) 時間～沈下、間隙水圧挙動

粘土層表面の時間～沈下曲線を図-2 に示す。沈下は、ほぼ平均沈下が生じると考えられる場所（図-1 参照、中心から $2/3 \times$ 半径の場所）で測定した。FEM 解析はプログラム名「DACSAR-MC」¹⁾を用い、ドレーンを直径 5cm の円柱状と仮定して解析した。土質定数は文献²⁾を参照されたい。解析を実測と比較すると、透水係数 k を 0.2 倍にすると両者の沈下曲線はほぼ一致した。 k の低下の要因については今後の課題である。

時間～間隙水圧挙動を図-3 に示す。PVD から 10, 20 および 30cm 離れた場所における実測の間隙水圧挙動は、離れた距離が同じであるとほぼ類似した。よって、FEM 解析で沈下挙動を一致させると、実測と解析の間隙水圧挙動は類似する傾向がある。

表-1 粘土の物理特性

土粒子密度 g/cm ³	粒度分布 (%)			液性限界	
	粘土分	シルト分	砂分	w_L (%)	w_P (%)
2.607	49	46	5	111	31

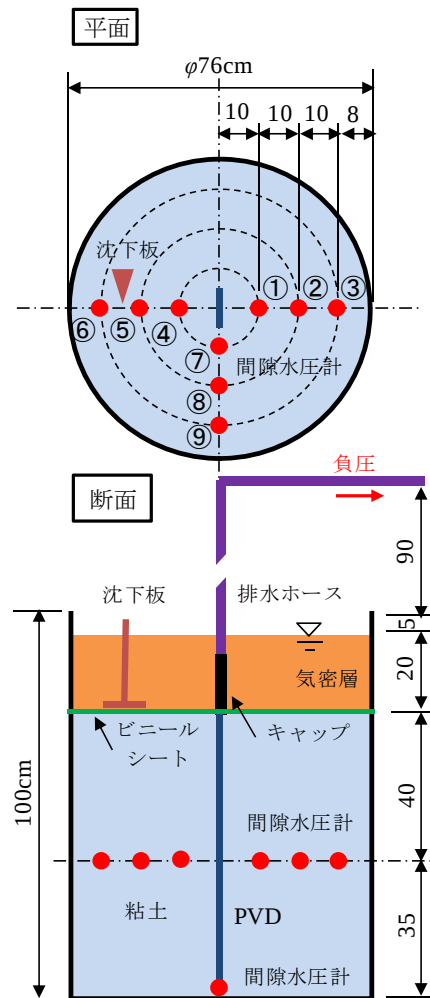


図-1 実験土槽

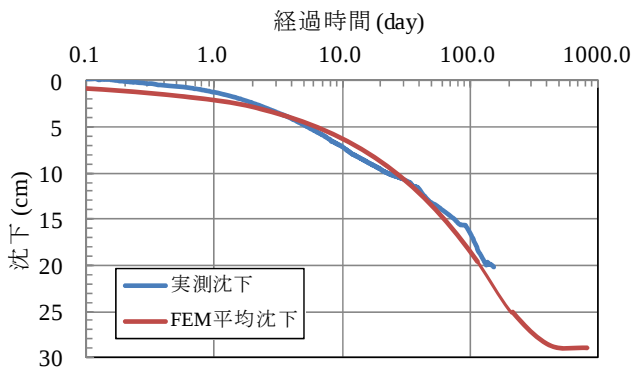


図-2 沈下曲線

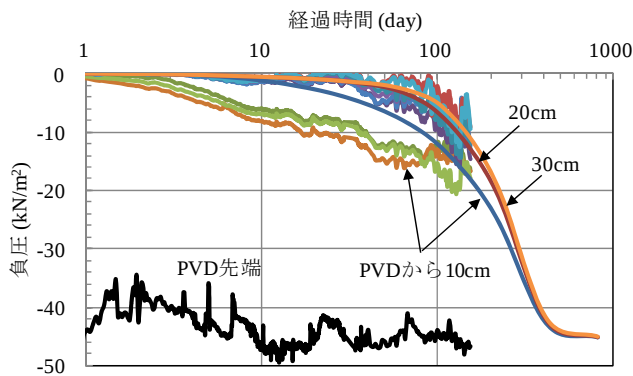


図-3 間隙水圧挙動

キーワード：真空圧密，土槽実験，沈下形状

連絡先：〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設(株)土木営業本部内 TEL03-3817-7572

(2) 実験終了時の計測結果

地表面の沈下形状を図-4に示す。この図は沈下が50 mm 間隔毎に表示の色を変えたものである。実験終了時のPVDは50 mm 程度、中心からずれており、PVDの場所の沈下が最も少なく、ほぼ同心円的に沈下が大きくなっていることがわかる。

粘土層表面の沈下分布(図-4のA-A断面)をほぼ同じ沈下量におけるFEM解析の結果(ドレーンは単なる排水境界)と比較すると、図-5となる。実測はFEM解析の結果よりも平坦になる結果となった。粘土粒子がPVDに集まるようになるのは、浸透力の影響と考えられる。図-6は間隙水圧計の水平移動量を示したものである。鉛直移動量は測定していない。PVD面直角方向の粘土はPVDの移動と回転につれて、ほぼ同じ方向に移動をしているが、移動量は少ない。一方、PVD面軸方向の粘土は、PVDの移動につれて回転しながら大きく移動していることがわかる。

図-5に、PVDの曲がり形状を示す。高さが10~60 cmの範囲では大きく滑らかに曲がっていたが、0~10 cmの範囲では座屈のような現象が見られた。その状況を写真-1(PVDは赤で着色)に示す。最小の曲がり半径 r は約8 mmである。強制的に曲げたPVDの曲がり半径と通水能力の関係によると、半径8 mmで5箇所強制的に曲げた際の通水能力は直線状態の約95%であった³⁾。したがって、こうした曲がりが生じて、通水性への影響はほとんどないと考えられる。

図-7に、含水比の結果を示す。実験終了時は圧密途中であることがわかる。

4. まとめ

浚渫粘土を対象として直径76 cm×高さ1mの真空圧密土槽実験を行った。その結果、

- (1) 粘土層の表面には不同沈下が観察された。
- (2) PVDは地盤上の下部10cmにおいて、座屈のような現象が見られた。ただし、PVDの通水性への影響はほとんどないと考えられる。

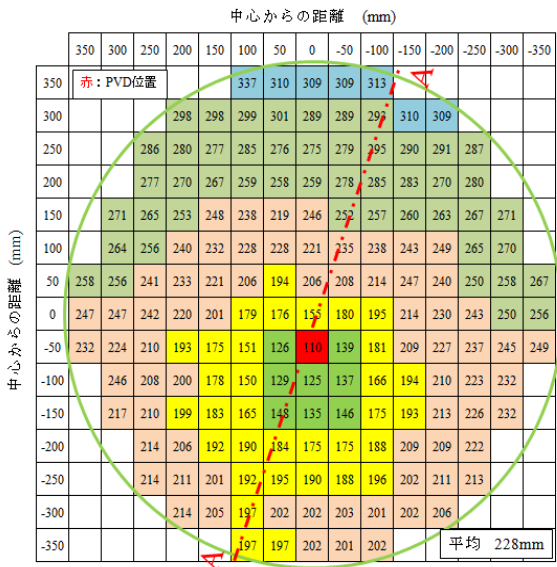


図-4 沈下分布

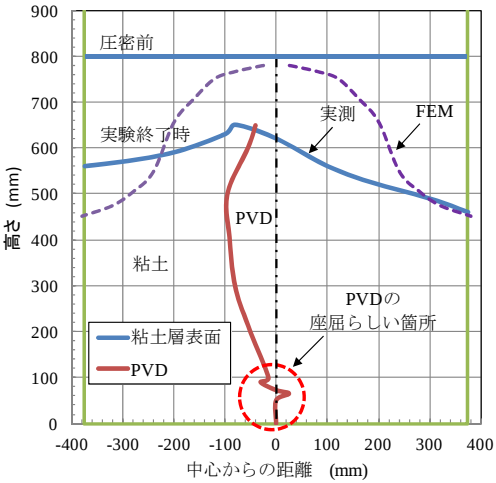


図-5 沈下とPVDの形状(A-A断面)

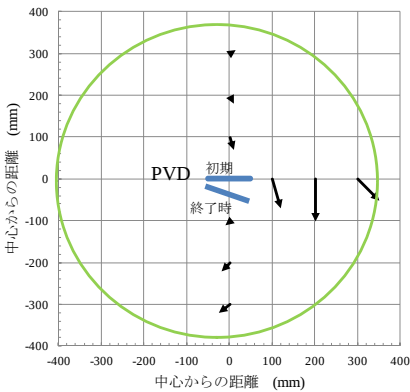


図-6 間隙水圧計の水平移動

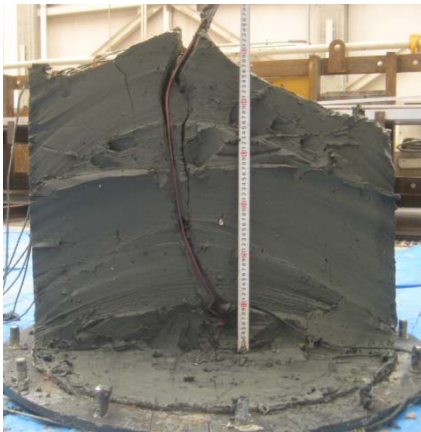


写真-1 PVDの曲がり形状

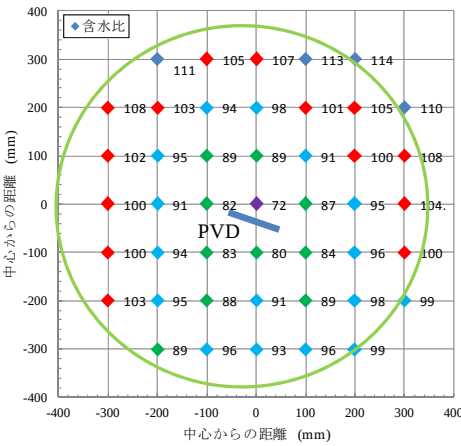


図-7 含水比の結果

参考文献

1) Iizuka, A. and Ohta, H.: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987. 2) 新倉ら：真空圧密におけるPVDから粘土への負圧伝播過程に関する土槽実験，第51回地盤工学研究発表会，投稿中，2016. 3) 新倉ら：真空圧密におけるPVDの曲がり形状と通水性能に関する実験，土木学会論文集C(地圏工学)，Vol.72, No.1, pp.1-12, 2016.