

1. はじめに

港湾環境の整備と河川における船舶航行のための滞筋確保を目的とした浚渫が各地で行われており、それによって大量に発生する高含水で軟弱な浚渫土の処理が大きな環境問題となっている。このような背景から、浚渫土を効率よく脱水する技術の開発が求められており、真空圧による脱水は現場で用いる方法の1つである¹⁾。本研究では水平ドレーンと真空圧の組み合わせによる浚渫土の圧密・脱水効果について大型室内モデル試験により検討した。

2. 試験方法と試料

モデル試験用土槽のサイズは $1.0\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.3\text{m}$ である。装置底部から 0.5m の位置に水平ドレーン(厚さ $5.5\text{mm} \times$ 幅 $150\text{mm} \times$ 長さ 600mm)を土槽の中間位置に設置する。なお、水平ドレーンの上下粘性土槽の中央部にそれぞれ間隙水圧計を設置し、間隙水圧を測定する。本研究で用いた試料は、佐賀県佐賀市本庄江川河口にて採取した粘性土である。粘性土の自然含水比は 180.3% 、液性限界は 148.5% 、塑性限界は 53.8% である。現場でのポンプによる浚渫を想定して、粘性土の含水比を約 200% に調整して土槽に入れた。モデル試験装置の断面は図-1に示す。本研究では、2 ケースの試験を実施した。ケース①は図-1(a)に示すように、真空圧は土槽内部にセットしたジオテキスタイルを経由して水平ドレーンへ伝える。水平ドレーンが沈下してもドレーンに真空圧はかかり続けると考えた。また、真空圧は等方圧密応力なので粘性土の圧密収縮により、土槽の壁と粘性土との間に隙間ができ、真空圧漏れの恐れがある。それを防ぐために表面に段階的に 5kPa (2 日目)、 10kPa (22 日目)の載荷重を加えた。しかし、ジオテキスタイルの周辺の粘性土が早めに圧密し固くなり、モデル地盤の不等沈下が発生した。また、ジオテキスタイルと水平ドレーンの間に粘土が入り、真空圧伝達の効率が低下した問題があった。ケース②では、図-1(b)に示すようにチューブで直接水平ドレーンに真空圧をかける方法を採用した。水平ドレーンにかける真空圧はケース①②共に -60kPa である。試験期間中は間隙水圧・排水量・沈下量を測定し、試験終了後は土槽内の粘性土を水平方向に 3 ケ所、鉛直方向に 6 ケ所の計 18 ケ所をサンプリングし、含水比とベーンせん断試験によって非排水せん断強さ(S_u)を求めた。なお、試験期間はケース①は 27 日間、ケース②は 14 日間(土槽中チューブが外れたため試験中止)実施した。

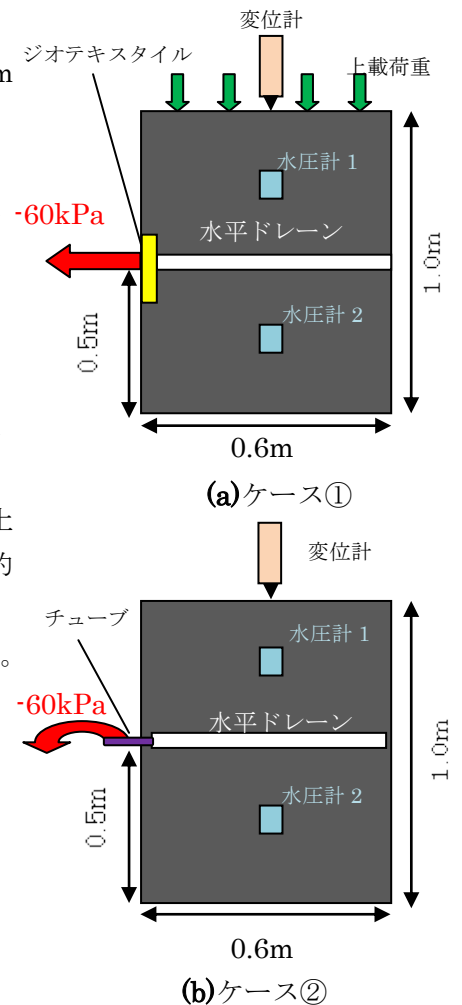


図-1 モデル試験装置断面図

3. 試験結果と考察

(1)間隙水圧変化: ケース①②における、ジオコンポジットの上部と下部の試料中の間隙水圧の経時変化を図-2(a)と(b)にそれぞれ示す。予測値の算出には Chai ら²⁾の方法を用いた。圧密試験により得られた粘性土の圧密係数(C_v)は $10.5(\text{cm}^2/\text{日})$ である。また、水平ドレーンの排水能力は $41(\text{m}^3/\text{年})$ である。水平ドレーンに -60kPa の真空圧をかけたが、試験終了時に土槽中は平均して、ケース①約 20kPa 、ケース②約 10kPa の負荷をかけた結果となっている。また、一般的に予測値は実測値より小さい傾向である。ドレーン周辺の粘性土が早めに圧密し、その透水係数が低下して、ドレーンの圧密効果に影響を及ぼす。予測法にこの現象を考慮していないので、早い圧密速度を予測したと考えられる。また、ケース②の場合経過時間約 5 日目から、予測値と実測値との差が大きくなっている。その時点から土槽内の真空圧を伝えるチューブの連結部に支障が出始めたと推測する。

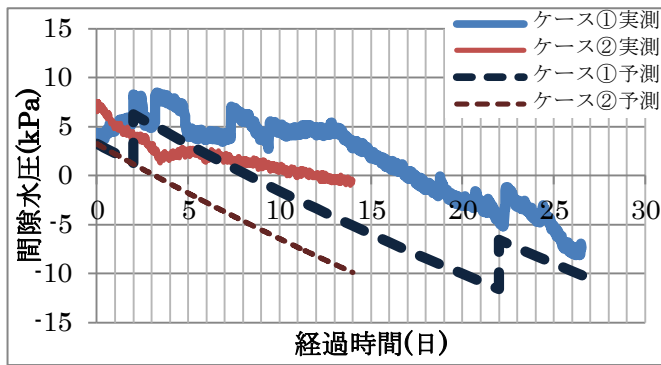


図-2(a) 水圧計 1(上部)

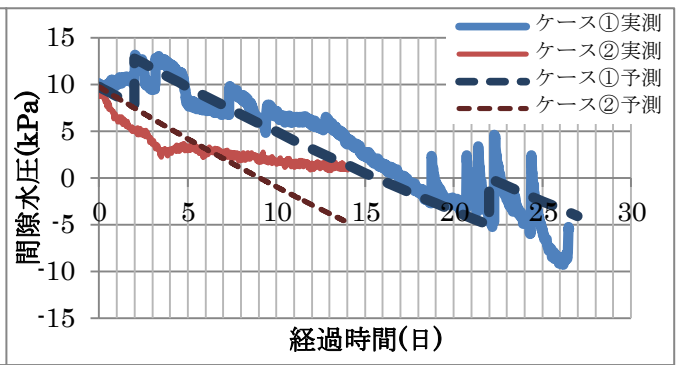


図-2(b) 水圧計 2(下部)

(2)沈下量の比較：沈下曲線を図-3 に示す。最終沈下量はケース①は29.2cm(27日),ケース②は15cm(14日)である。また、比較するとケース①の方が沈下速度が速い。理由としてケース①は上載圧の影響とジオテキスタイルから土槽に真空圧を伝えた事が考えられる。

(3) Su 値と含水比の分布：試験終了後のサンプリングした試料によって、Su 値(図-4)と含水比(図-5)を測定した。2つのケースどちらも水平ドレーン付近で Su は大きく、含水比は低くなっている。図-5 より、短期間の载荷で含水比が約 200%から約 110~130%まで低下し、真空圧の脱水効果が顕著であることが分かった。Su 値については、水平ドレーン上下それぞれ 20cm の範囲でケース①は平均約 12kPa、ケース②は平均約 6kPa(ケース①の約半分)である。例えば、浚渫土を運搬できる Su 値を 10kPa 以上とすれば(自立高さ 1.4m)、ケース②の载荷時間は短すぎると考えられる。

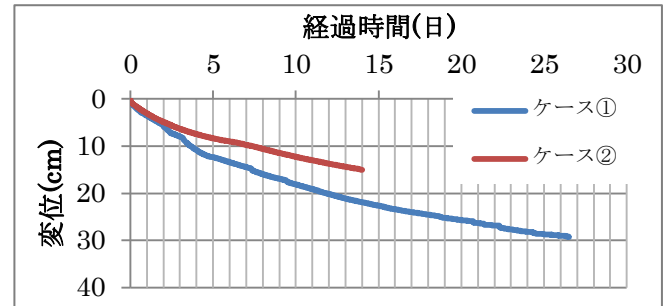


図-3 沈下曲線の比較

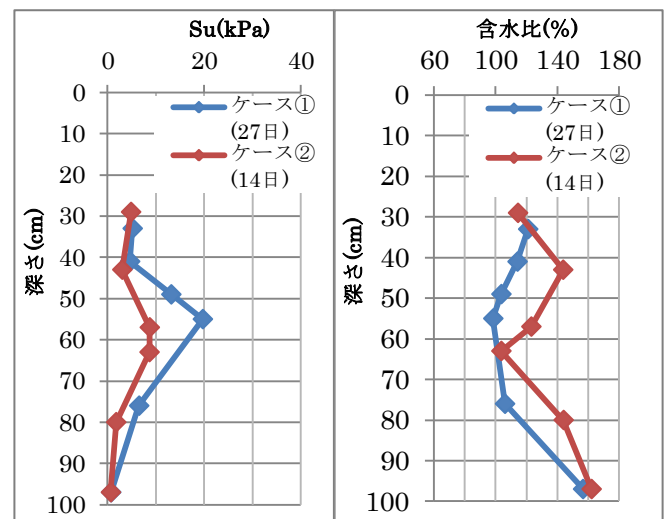


図-4 Su の比較

図-5 含水比分布の比較

4.まとめ

水平ドレーンと真空圧により、浚渫土の圧密・脱水効果を室内モデル試験によって検討した。水平ドレーンの鉛直方向ピッチ 1.0m、水平方向ピッチ 0.3m の条件で試験した結果から以下の事が分かった。

1. 真空圧-60kPa で 2 週間～1 ヶ月の载荷で、浚渫土の含水比は約 200%から約 110~130%まで低下し、顕著な脱水効果があった。
2. 非排水せん断強さ $S_u > 10\text{kPa}$ を目標とするのであれば、载荷期間は 1 ヶ月以上必要である。

謝辞：本研究に使用した水平ドレーンは、錦城護謨株式会社からご提供いただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1)新舎博,熊谷隆宏,宮本健児,濱谷拓：水平ドレーンを利用した真空圧密工法による浚渫土の減容化施工 地盤工学ジャーナル Vol.8,No.1,97-108,2012
- 2) Chai, J.-C., Hino, T., Igaya, Y. and Yamauchi, Y. (2011). Embankment construction with saturated clayey fill material using geocomposites. Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS AGSSEA, Vol.42, No.1, pp. 35-41.