

複数ドレーン配置を用いた高圧脱水固化処理土の作製に関する数値解析

九州大学工学部 学 ○倉富 樹一郎
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

現在、循環型社会の構築の観点から、建設副産物を有効利用する技術が求められている。そこで、著者らは、浚渫工事によって発生する浚渫粘土を利用して大型の高強度構造体を開発し、消波ブロックや根固めブロックなどの大型の構造体として利用することを試みている。これまでの研究成果¹⁾より、浚渫粘土に固化材を混合した後、ドレーン材を使用し高圧脱水することで、短時間で減容化かつ高強度化した固化処理土は十分な強度と均質性を有することが明らかになった。よって、ドレーン材を複数配置した時の最適ドレーンピッチ、形状および作製効率について数値解析によって検討した。最後に実験によって得られた一軸圧縮強度と数値解析結果から、十分な強度を持つためのドレーンピッチと圧密度の解明を試みた。

2.数値解析方法

図1は解析条件であり、境界条件を上下端面とドレーン材での間隙水圧 $u=0$ とし、初期条件を $t=0, u=20\text{MPa}$ とした。図1に示すように、ドレーン径 d_w を基準に、定数 n と m を用いて、ドレーン高さ $h(=m \times d_w)$ と有効径 $d_e(=n \times d_w)$ の関係を設定した。また、ドレーンの配置は、図2のように S はドレーンピッチ(ドレーン間隔)とした正三角形配置を適用した。この条件のもとで、式(1)の軸対称条件の圧密方程式²⁾を半径方向および鉛直方向に差分化したプログラムを利用し、間隙水圧の消散を数値解析し、脱水時間を求めた。

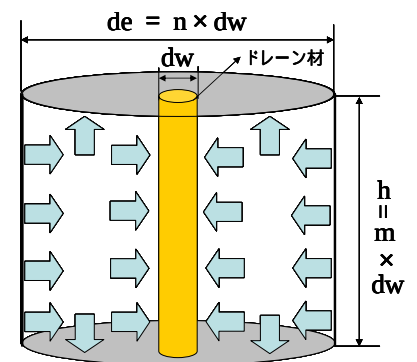


図1 解析条件

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_h \left(\frac{\partial u}{r \partial r} + \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} \right) + c_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad (1)$$

3.解析法の適用結果

図3は、平均圧密度を70%に設定した場合の、ドレーンピッチと脱水所要時間と充填率の関係を示している。解析では、ドレーンの径を50, 100, 200mmを想定した。ただし、充填率とは、作製後の供試体のドレーン材に起因する空隙の量を示す指標で、充填率 = ドレーン材使用による空隙量 / (試料の量 + ドレーン材使用による空隙量) で求められる。図3より、同じ脱水所要時間で供試体を作製することを考えると、ドレーン径の拡大に伴い、ドレーンピッチが大きくなりその結果、必要なドレーン数は減少する。しかし、その時の充填率は増加することになる。よって、空隙にモルタル等を注入し強度低下を防ぐことを考えると、経済的に供試体を作製するためには、充填率を下げる必要がある。そのためには、ドレーン径の小さいものを使用した方が有効である。

図4は充填率を0.3に固定し、各平均圧密度で脱水を終了させた場合におけるドレーン径と脱水所要時間の関係を示している。図4より、ドレーン径の増加に伴って脱水所要時間は増加し、その傾向は平均圧密度が大きいほど顕著である。これは、充填率を固定してい

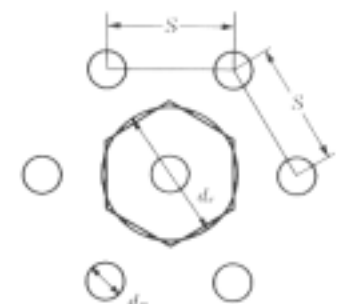


図2 ドレーン配置形

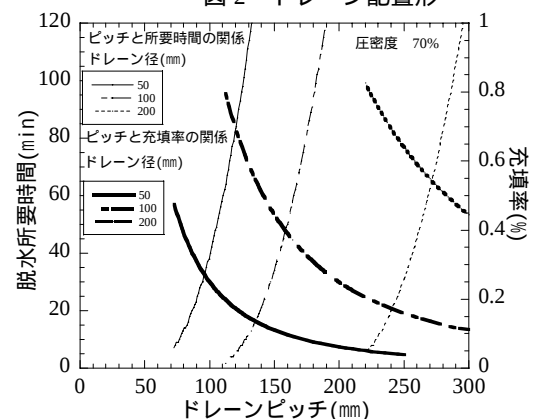


図3 ピッチと脱水所要時間と充填率の関係

キーワード 土質安定処理 固化材 海成粘土 数値解析 圧密度

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 防災地盤工学研究室 TEL092-642-4399

るため、ドレーン径の増加に伴って、有効径 d_e とドレーン径の比 n が増加することに起因する。また、全てのドレーン径において、平均圧密度を 100% から 90% に下げることで大きな脱水所要時間の短縮効果が得られる。

図 5 は、20MPa で載荷した時の平均圧密度と一軸圧縮強度の関係を示したものである。ここで、一軸圧縮強度は、作製時の載荷圧 $\times$ 平均圧密度より得られる圧力を、実験より得た供試体の載荷圧と一軸圧縮強度の係数に載荷圧として代入して求める。図 5 で一軸圧縮強度を 20MPa 以上発現させるためには、固化材添加率 30% で最低平均圧密度が 65% 以上必要となる。

図 6 は、図 5 と解析結果から得られた、ドレーンピッチと一軸圧縮強度の関係を示したものである。ただし、ドレーン径 100mm、脱水所要時間を 120 分と設定した。図 6 から、ドレーンピッチの増加に伴い一軸圧縮強度は低下する。その低下度合いは、固化材添加率が大きいほど顕著である。また、高压脱水固化処理土を無筋コンクリートして再利用するためには、一軸圧縮強度が 18MPa 以上必要で、固化材添加率 20% 以上で、ドレーンピッチを 200mm 以下にする必要がある。

図 7 は、固化材添加率を 30% とした場合の、ドレーン径と一軸圧縮強度の関係である。ドレーン径の変化に関係なく、ピッチが長くなるにつれ、一軸圧縮強度は減少する。また、同じドレーンピッチに着目すると、ドレーン径の拡大に伴い、圧縮強度は増加している。これは、同じドレーンピッチでは、ドレーン径の拡大に反比して n が縮小することが、原因である。

4.まとめ

本文から得られた結論は、以下の通りである。

- 1) 今回使用した解析法を利用することで、平均圧密度と充填率を決定した場合の最適なドレーンピッチや径や脱水時間を求めることができた。
- 2) 空隙量を減らし経済的に供試体を作製するには、ドレーン径を小さくすることが有効であった。
- 3) 必要強度を得るための固化材添加率とドレーンピッチの関係を提案した。たとえば、20MPa の圧縮強度を有する高压脱水固化処理土を作製するのに、固化材添加率 20% 以上で最適なドレーンピッチは 180mm 以下する必要がある。
- 4) 今回使用した解析法より求められる最適ドレーン形状およびピッチを用いることで固化処理土を大型化できる。

【参考文献】

- 1) 倉富樹一郎 善功企 陳光齊 笠間清伸(2003): 高压脱水固化による高強度構造体の大型化, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.A-290-pp.A-291.
- 2) 矢内保夫、水野高明、木庭宏美(1956): サンドレーンの圧密理論について, 土木学会論文集第一巻 36 号, pp.38 - 43.

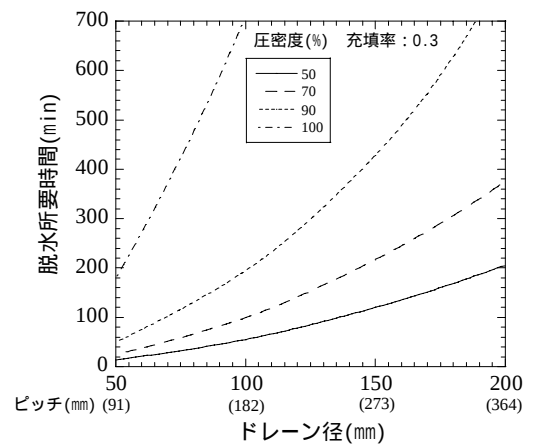


図 4 圧密度の変化の影響

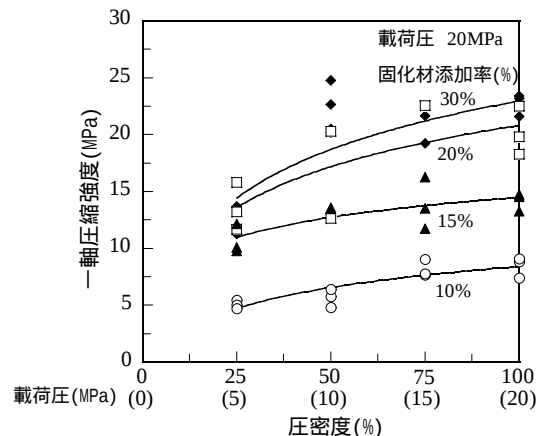


図 5 圧密度と一軸圧縮強度の関係

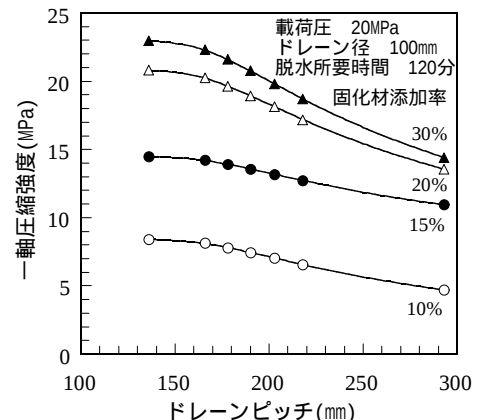


図 6 ドレーンピッチと一軸圧縮強度の関係

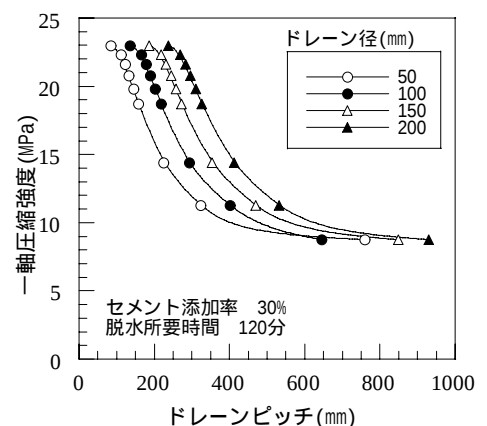


図 7 ドレーン径の影響