

徳山港粘土の低拘束圧下の圧密特性

日建設計シビル 片桐雅明, 田村彰教
 広島大学 遠藤秀祐, 大山真未, 土田孝
 東京都市大学 柴野勝弘, 蓮沼佑晃, 末政直晃

1. はじめに

航路整備によって発生した浚渫粘土を海域の土砂処分場に投入すると、浚渫粘土は海水中を沈降・堆積し、その後投入された粘土の自重によって圧密沈下していく。そのため、土砂処分場の長期運用には、堆積した浚渫土の圧密挙動を予測する必要がある、その予測のために必要な低拘束圧下の圧密定数を把握する必要がある。

本文では、徳山港で浚渫された粘性土に対して、多層沈降実験¹⁾を行って、低拘束圧下の圧密定数を求め、北九州周防灘ならびに富山湾七尾港の浚渫粘土のそれら²⁾と比較したので報告する。

2. 試料と多層沈降実験の概要

試料は、徳山港から採取した浚渫粘土で、その物理特性は、土粒子密度：2.647 g/cm³、液性限界：111.6 %、塑性限界：38.6 %、塑性指数：73 であった。

埋立解析に用いる浚渫粘土の圧密定数の同定方法は、山内ら¹⁾が提案した多層沈降実験を行う方法を用いた(図-1 参照)。実験は、まず、液性限界の3倍程度に希釈した粘土スラリーを1日1回、7回投入して、その堆積物の泥面高さの経時変化を測定した。7回の投入後、自重圧密が終了した後の堆積物の含水比分布を内径50mm、厚み1mmミニチュアサンプラーを堆積土砂に挿入して試料を採取し、その試料5mm間隔で切り出してそれぞれの含水比を測定した。

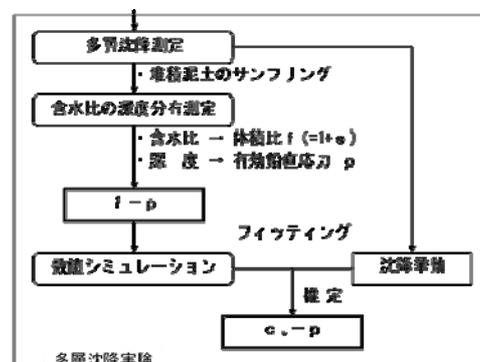


図-1 多層沈降実験を用いた同定フロー¹⁾

解析に必要な圧縮性は、圧密が終了した堆積物の含水比分布から体積比-応力(f-p)関係を設定した(基本設定値)。その際、同じ初期含水比の粘土を予圧密して作製した粘土試料に対して行った通常応力レベルの圧密試験の結果も考慮した。同定のためには log f - log p 関係を直線とし、p = 10 MPa で固定して、その傾き、α をパラメータとした。一方、圧密係数は、投入後の粘土堆積物の沈降挙動を数値シミュレーションして、実験結果を適切に再現できる Cv-p 関係を試行錯誤して求めた。Cv-p 関係の初期設定は、通常応力レベルの圧密試験の結果を用いて設定し(基本設定値)、数値シミュレーションでは、その傾きは一定として、その位置 Cv1(1kPa の Cv 値)をパラメータとした。

3. 実験結果と評価

図-2 は、徳山港粘土を用いた多層沈降実験の結果としての泥面高さの経時変化である。図中には、後述する事後解析の結果も示してある。得られた時間-泥面高さ関係から、2t 時間で自重圧密終了時を推定したところ、投入開始後 25 日となった。

図-3 に、投入開始後 25 日での含水比の深度方向分布を示す。図中には、図-4 に示す圧密定数の同定値や基本設定値で算定した含水比分布も示している。

図-4(a)に、図-3 に示した含水比分布から、過剰間隙水圧をゼロとして算定した有効上載圧(圧密圧力)とその部分の含水比

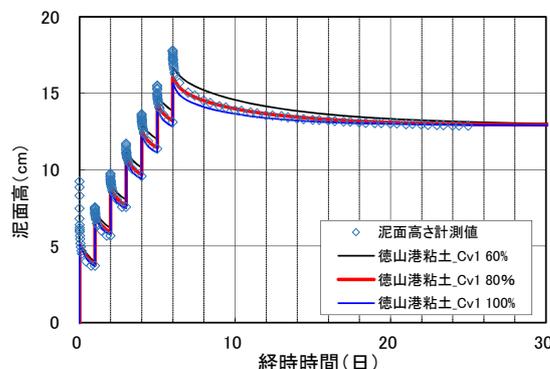


図-2 泥面高さの経時変化と事後解析結果

キーワード 圧密特性, 浚渫粘土, 圧密解析, 低拘束圧, 事後解析

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 日建設計シビル TEL 03-5226-3070

から求めた体積比 ($f = 1+e$) の関係, ならびに段階荷重圧密試験の結果を示す. これらの結果から設定した基本設定値, ならびに同定した結果 (同定値) も示してある.

図-4(b)は, 段階荷重圧密試験の結果としての正規圧密領域の C_v と圧密圧力 p の関係, 既往の検討結果²⁾の範囲, ならびに基本設定値と同定値である.

図-2, 3 に示す事後解析では, まず, 堆積層から求めた含水比分布をベースに算定した体積比と圧密圧力 (f, p) の組合せと段階荷重圧密試験の結果から $f-p$ 関係の基本設定値を定めた. これを基に, 解析における泥面高さが実験終了時の泥面高さとなるように $f-p$ 関係を修正し, それを同定値とした. 次に, C_{v1} 値をいくつか設定し (ここでは, 60%, 80%), 同定した $f-p$ 関係を用いて事後解析を行って, 泥面高さの経時変化ならびに含水比分布の両方を表現できる C_v-p 関係を選定し, 同定値とした. ここでは, 設定値を 80%に低減したものが妥当と判断できた.

粘土の物理特性, 特に液性限界と圧密定数との相関性が高いことはよく知られている. そこで, 今回求めた徳山港粘土の液性限界と圧密定数の相関性を, 既往の検討結果²⁾と比較・評価してみた.

図-5(a)は, 図-4(a)に示した $\log f - \log p$ 関係の傾き, α と液性限界の関係である. 同図には, 杉村らがまとめた北九州ならびに七尾港の浚渫粘土の結果²⁾も併せて示してある. 今回対象とした徳山港粘土は, 既往の結果としての下限值に位置しているとみなせそうである.

図-5(b)は, 図-4(b)に示した $\log C_v - \log p$ 関係の圧密圧力 1 kPa のときの C_v 値, C_{v1} と液性限界の関係である. 同図には, 図-5(a)と同様, 既往の結果²⁾も示してある. 今回の同定値は, 既往の関係上に位置していることがわかる.

徳山粘土の液性限界と圧密定数の相関性を他の粘土と比較してみると, α 値が既存の範囲の下限付近に位置したが, C_{v1} 値は既存の関係と合致した. 粘土の圧縮性は, 堆積時の含水比に依存するため, α 値が既存の範囲の下限付近に位置した理由は, 今回の多層沈降実験の初期値が 300%と低かったため (他は 600 ~ 1000 %) と考えられる.

4. まとめ

瀬戸内海の徳山港粘土に対して多層沈降実験を行い, 低拘束圧下の圧密特性を把握し, 既存の結果と比較した. その結果, 圧縮性を示す α 値はやや低めであったが, 既往の範囲内に位置した. このことは, 液性限界から低拘束圧下の圧密定数を推定できる可能性が高いことを意味している.

また, 瀬戸内海西部と北陸の粘土ともに同じ関係を示した. 今後もデータの収集を行い, 地域特性の違いについても検討していきたいと考えている.

参考文献: 1) 山内ら(1990):沈降堆積土の泥面変化解析と圧密係数, 第25回土質工学研究発表会, pp.359-362. 2) 杉村ら(2013):七尾港浚渫粘土の多層沈降実験, 第48回地盤工学研究発表会, pp.1023-1024.

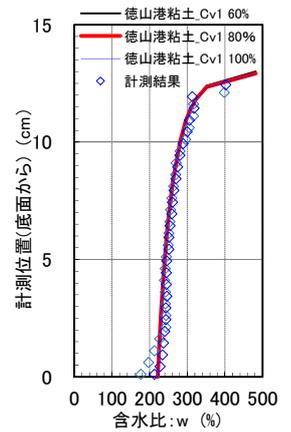


図-3 含水比分布の計測と事後解析結果

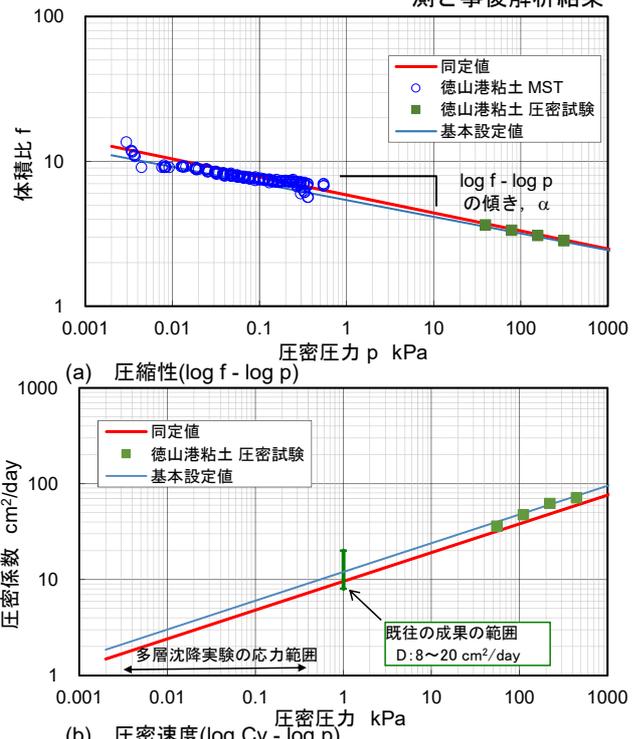


図-4 多層沈降実験から求めた圧密パラメータ

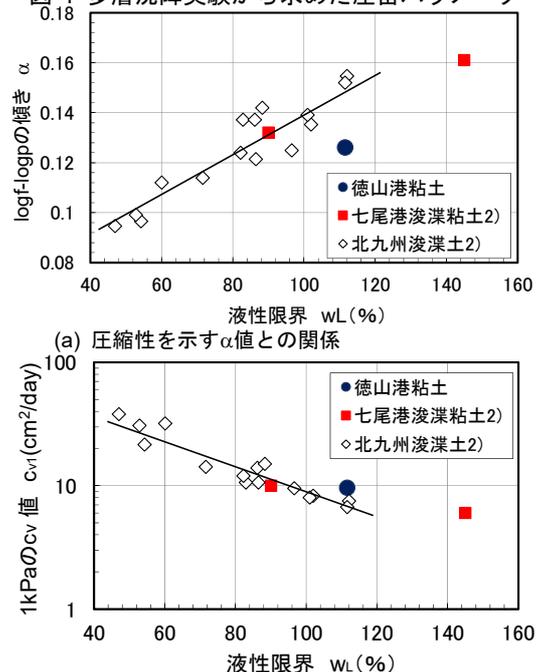


図-5 圧密パラメータの係数と液性限界の関係