

東京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, 南野佑貴

東京都市大学 中村亮太, 柴野勝弘, 末政晃晃

1. はじめに

船舶の大型化に対応する航路整備の課題の一つが、浚渫した海底土砂の処分である。以前は、新たな処分場を構築して投入していたが、新たな処分場の建設が難しくなっている現在では、既存処分場の受入容量を拡大するなどの事業が主流になり、対策事業をいつの時点の泥面高さで行うのが合理的となるかなどの検討ため、高精度の予測解析が必要となり、それに用いる浚渫粘土の低拘束圧下の圧密定数が必要となる。

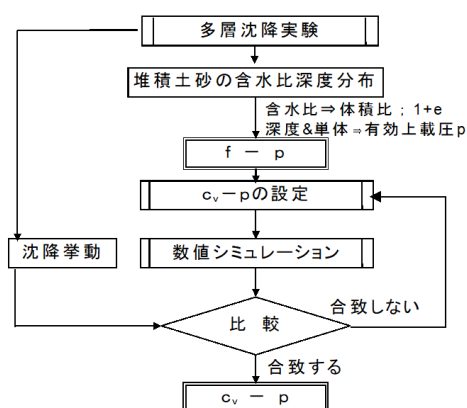
本文では、東京港で浚渫された粘性土に対して、多層沈降実験¹⁾を行って、低拘束圧下の圧密定数を求め、北九州周防灘ならびに富山湾七尾港の浚渫粘土のそれら²⁾と比較・評価したので報告する。

2. 実験に供した試料と多層沈降実験の概要

実験に供した試料は、新海面処分場から採取した浚渫粘土(以下、東京港粘土)で、その物理特性は、土粒子密度： 2.629 g/cm^3 、液性限界： 67.0% 、塑性限界： 32.8% 、塑性指数： 34 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用いる方法に従った(図-1 参照)。実験は、まず、含水比 300% 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把握するため、内径 50 mm 、厚み 1 mm ミニチュアサンプラーを堆積土砂層に挿入して全層採取し、それを上下方向 5 mm 間隔で切り出してそれぞれの含水比を測定した。なお、開門航路においてドラグサクソン船で浚渫した浚渫粘土の投入時点の含水比は $160 \sim 300 \%$ であったこと³⁾から、この最大含水比を投入時の含水比と設定した。

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)。同定のためには $\log f - \log p$ 関係を直線とし、 $p = 10 \text{ MPa}$ 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 C_v-p 関係を試行錯誤して求めた。 C_v-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は、その傾きを一定として、その位置 $C_{v1}(1 \text{ kPa}$ の C_v 値)をパラメータとした。

図-1 多層沈降実験を用いた同定フロー¹⁾

3. 実験結果と評価

図-2 は、東京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 15 日程度であった。

図-3 に、投入開始後 17 日における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。

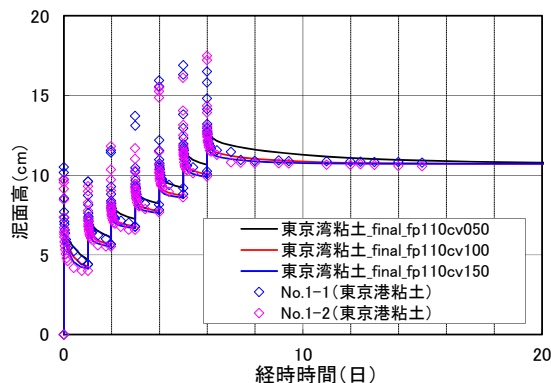


図-2 泥面高さの経時変化と事後解析結果

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

図-4(a)に、図-3に示した含水比分布から、過剰間隙水压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から求めた体積比（ $f = 1+e$ ）の関係を示す。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、段階載荷圧密試験の結果として得られる正規圧密領域の 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。

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 ）と段階載荷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 $f-p$ 関係の傾きを110%に修正し、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、50%、150%）、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 関係から同定値とした。

ここでは、基本設定値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、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⁾と比較・検討してみた。その結果を図-5に示す。

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。今回対象とした東京港粘土は、既往の結果の平均的な位置にあ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。今回の圧密速度にかかわるパラメータの同定値は、既往の関係上に位置しているという結果となった。

4. まとめ

東京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 値ならびに圧密速度に関わるパラメータ C_{v1} は既往の範囲内のほぼ平均的なところに位置した。液性限界と圧密パラメータの相関性が高いことが確認できた。

加えて、東京湾の粘土は、瀬戸内海西側と北陸の粘土ともに同じ関係を示した。このことは、単に液性限界から低拘束圧下の圧密定数を推定できることを意味している。

今後も異なる地域のデータの収集を行い、地域特性があるのか、あるという場合にはそ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.
- 3) 宮地ら(2011):投入時の含水比を考慮した浚渫粘土の沈降実験, 第46回地盤工学研究発表会, pp.263-264.

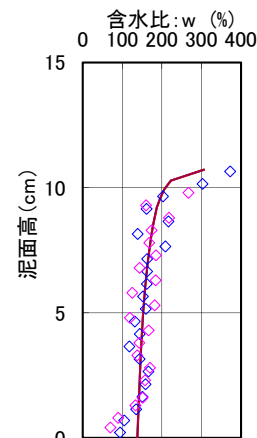


図-3 含水比分布の計測と事後解析結果

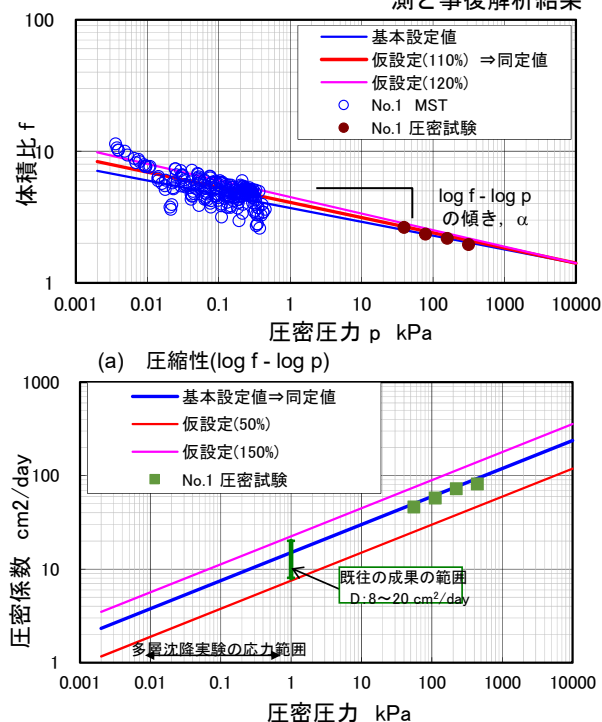


図-4 多層沈降実験から求めた圧密パラメータ

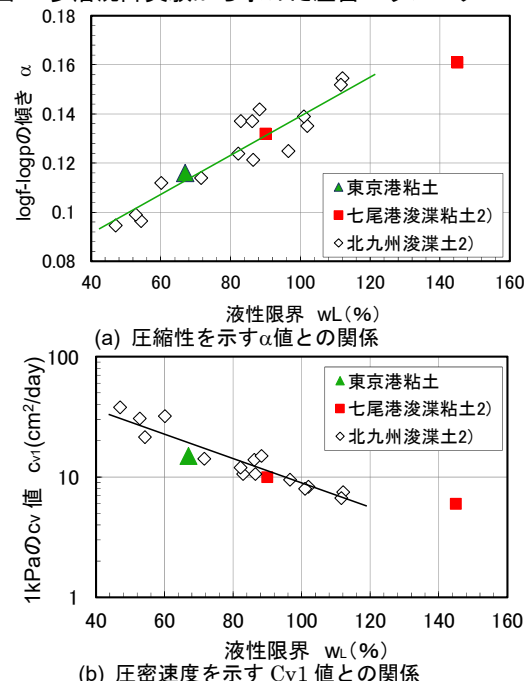


図-5 圧密パラメータの係数と液性限界の関係