

ベトナム国チャンマイ港粘土の多層沈降実験

日建設計シビル 南野佑貴, 片桐雅明, 佐治実, Nguyen Hoang Long

TEDI-Port 港湾・水路建設コンサルタント N.K.Tuan, D.V.Dung, B.T.B.Hoi, L.M.Hanh, N.M.Khang

1. はじめに

チャンマイ港は、ベトナム社会主義共和国中部のトゥアンティエン＝フエ省チャンマイ・ランコー経済区の港である（図-1 参照）。現在、港湾の拡張に向け湾内の海底土砂を浚渫して港湾用地を順次造成している。今回、第2フェーズの埋立造成の設計にあたり、埋立材としての海底土砂を採取する機会があった。そこで、チャンマイ港の浚渫粘土の多層沈降実験¹⁾を行い、その結果と日本の浚渫粘土の結果²⁾を比較したので報告する。

2. 実験試料と多層沈降実験の概要

実験に供した試料は、ベトナム国中部のチャンマイ港で浚渫され埋立地に投入された浚渫粘土（以下、Chan May 粘土）2種類である。両試料の採取位置は、対象とする埋立地の南側（S-1）と北側（S-2）で、表層から0.5m 程度の深度であった。それらの物理特性を表-1 に示す。なお、各試験方法はベトナムの基準にしたがっている。

極低拘束圧下の圧密特性を求める方法は、山内ら³⁾が提案した多層沈降実験を用いる方法にしたがった。図-2 に、多層沈降実験を用いて、極低拘束圧下の圧密特性を求めるフローを示す。また、事後解析には、片桐らの自重圧密解析手法³⁾を用いた。

多層沈降実験では、i) 所定の初期含水比に調整した粘土スラリーを1日1回、7回投入し、堆積物の表面高さの経時変化を測定する。ii) 2t 法を用いて自重圧密が終了していることを確認する。iii) 堆積している粘土の鉛直方向の含水比を把握するため、内径 50mm、厚み 1mm のミニチュアサンプラーを堆積土砂に挿入して全堆積土を採取し、iv) 採取した試料を上下方向 5mm 間隔で切り出し、それぞれの含水比を測定する（図-3 参照）。v) 求めた深度方向の含水比分布から、堆積比 $f (=1+e)$ と有効土被り圧を求める。vi) 圧密特性としての圧縮性は、v) で求めた f と p を対数で表現し、直線近似する。vii) 圧密速度に関わる関係は、vi) で設定した圧縮曲線を用いて実施した多層沈降実験の事後解析を行い、i) で測定した堆積粘土の経時変化と iv) で求めた含水比分布の双方をバランスよく表現できる圧密係数-応力関係を試行錯誤して求める。

図-4 に、事後解析に用いた圧密関係を示す。極低拘束条件

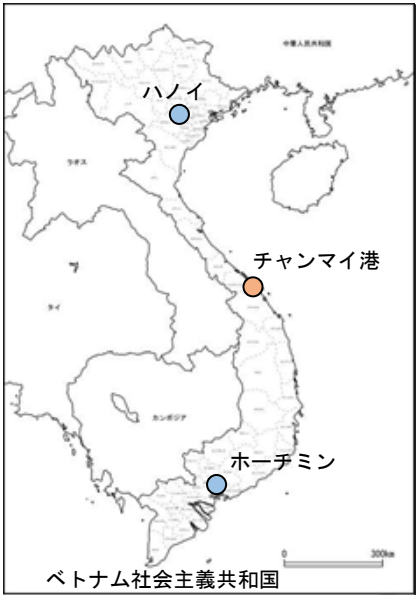


図-1 チャンマイ港の位置

表-1 試料の物理特性

	S-1 試料	S-2 試料
土粒子密度(g/cm ³)	2.70	2.69
液性限界(%)	61.23	43.01
塑性限界(%)	30.65	25.86
塑性指数	31	17
0.075mm 以下(%)	99.8	84.2
0.005mm 以下(%)	51.5	37.6

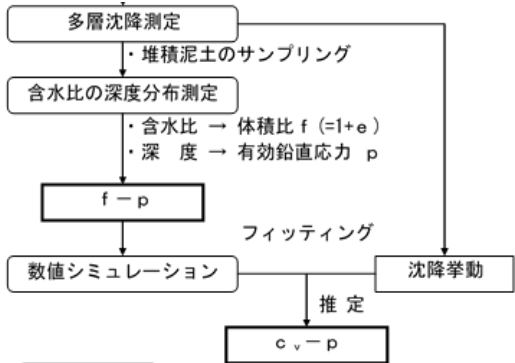


図-2 多層沈降実験による圧密特性検討フロー

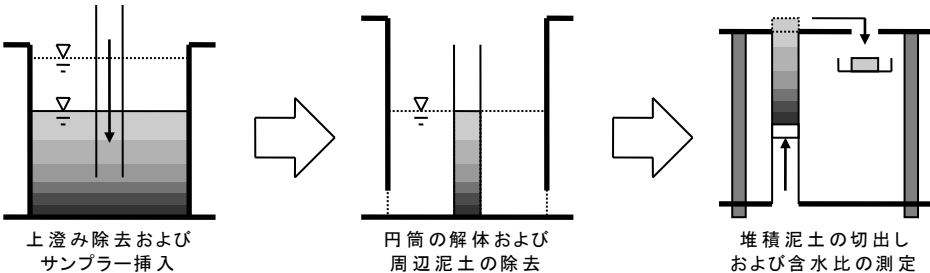


図-3 堆積土砂の含水比分布測定方法

キーワード 極低拘束圧下の圧密特性, ベトナム粘土, 事後解析, 液性限界

連絡先 〒112-0004 東京都文京区後楽 1-4-27 日建設計シビル エンジニアリング部門 TEL 03-3226-3070

下からの幅広い応力範囲の状態を表現するために、堆積比も対数表示した。ここで、根木らの整理方法²⁾にしたがって、 $\log f - \log p$ 関係は、10 MPa の f 値を 1.58 に固定し、傾き α を変化させた。一方、 $\log C_v - \log p$ 関係は、傾き β を 0.25 に固定し、 y 切片に相当する 1 kPa の C_v 値を変化させて、繰返し計算の短縮化をはかった。

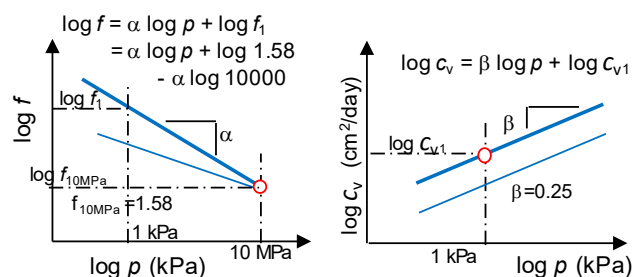


図-4 圧密特性を表現する圧密応力との関係²⁾

3. 実験結果と評価

図-5 に、S-1 試料を用いた多層沈降実験の泥面高さの経時変化を示す。図中には、後述する事後解析の結果も示してある。最終の7層目の投入から約1ヶ月間測定し、2t法で求めた圧密完了時は投入開始から30日であった。

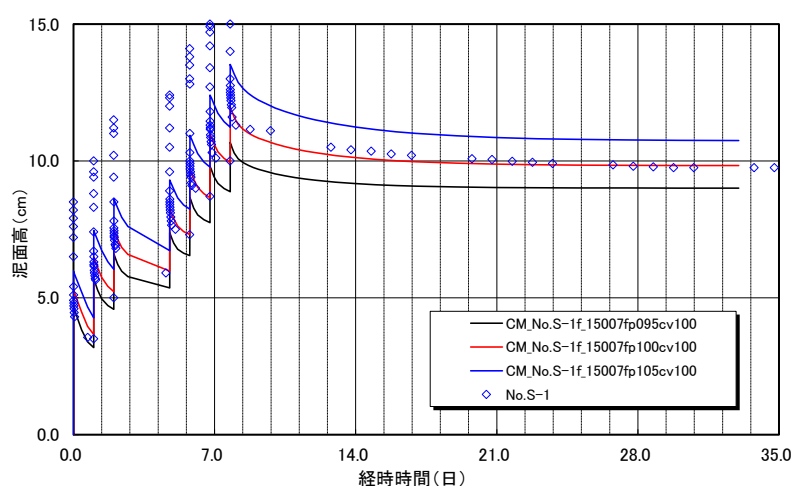


図-5 泥面高さの経時変化

図-6 は、投入開始から35日目に測定した含水比分布と事後解析結果である。

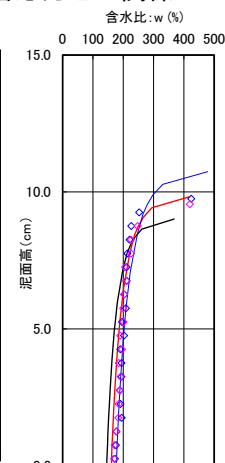


図-6 堆積土砂の含水比分布

図-7 に、含水比分布から算定した圧縮曲線とその傾きをそれぞれ5%変化させた圧縮曲線を示す。これら圧縮曲線を用いた解析結果を図-5, 6に示す。 $\alpha = 0.150$, $c_{v1} = 7 \text{ cm}^2/\text{day}$ を用いた結果が泥面高さの経時変化ならびに含水比分布の両方をバランスよく表現できていることがわかる。

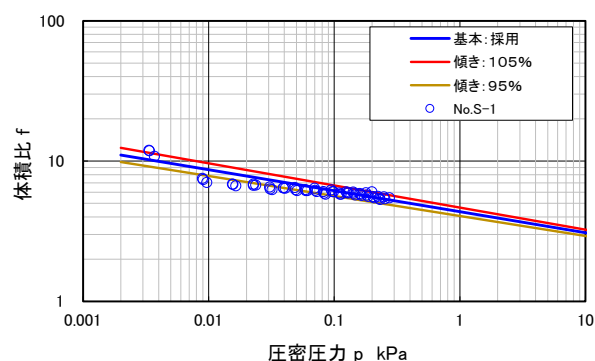


図-7 含水比分布から設定した圧縮曲線

図-8 は、根木らが示した液性限界に対する α ならびに C_{v1} の相関性²⁾に、Chan May 粘土の結果を加筆したものである。今回試験した Chan May 粘土は日本の粘土に比べて、圧縮性を示す係数は高く、圧密速度に関わる係数が低くなることを確認できた。

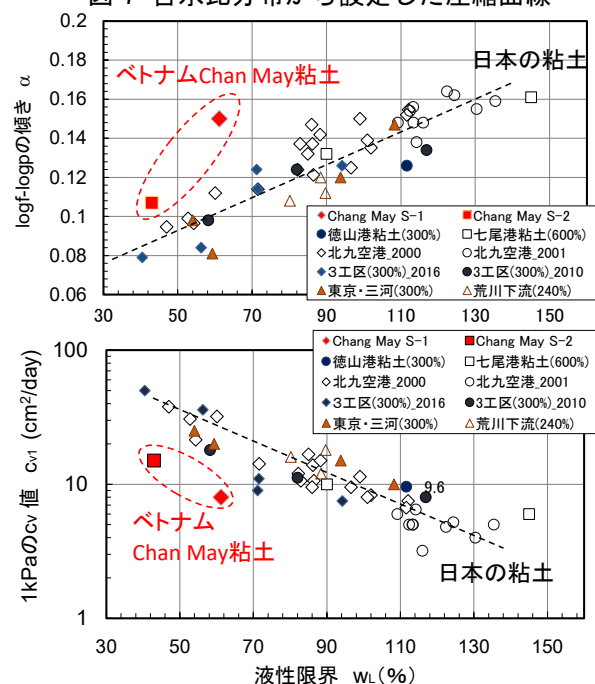


図-8 液性限界と各圧密パラメータとの関係

4. まとめ

ベトナム国中部の港湾地区の粘土を対象に多層沈降実験を行い、極低拘束圧下の圧密特性を求め、日本の粘土の特性と比較した。その結果、同じ液性限界に対して、圧縮性を示すパラメータは高く、圧密速度に関するパラメータは低い値を示すことが確認できた。

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) 根木ら(2019): 数種の浚渫粘土の低拘束圧下の圧密特性と物性値の相関性, 第54回地盤工学研究発表会, pp.659-660. 3) Katagiri et al. (2001), Back analysis of reclamation by pump-dredged marine clay – Influence of ground water lowering – S&F, Vol.41, No.5, pp. 73-86.