

多層沈降実験における投入履歴の影響検討

日建設シビル 村川史朗, 南野佑貴, 片桐雅明
 東京都市大 山崎誓也, 中村亮太, 伊藤和也, 末政晃晃

1. はじめに

浚渫粘土の埋立解析に用いる極低拘束圧下の圧密特性を求めめるために、希釈した粘土スラリーを複数回投入して、その泥面高さの経時変化ならびに自重圧密が完了した時点での堆積土砂の含水比分布を測定する多層沈降実験を行い、その沈下挙動を事後解析して圧密特性を同定する方法¹⁾を行ってきた。この実験では、粘土スラリーを1日1回、7回程度投入することが基本としているが、今回は途中で4週間程度放置して、その後再投入したケースを行い、異なる投入履歴での含水比分布と泥面高さ変化を比較したので、その結果を報告する。

2. 実験材料と多層沈降実験の概要

実験に供した試料は、沖縄那覇港で浚渫された粘土であり、その物理的特性は次の通りであった。土粒子密度：2.704 (g/cm³)、液性限界：71.0 (%), 塑性限界：45.8 (%).

多層沈降実験は、山内らの方法にしたがって、**図-1**に示す検討フローのように行った。i) 所定の初期含水比（今回は300%）に調整した粘土スラリーを、直径200mmの円筒容器に、1日1回、7回投入する（**写真-1**参照）。ii) 堆積している粘土層の表面高さの経時変化を測定する。iii) 2t法にしたがい、自重圧密の完了を確認

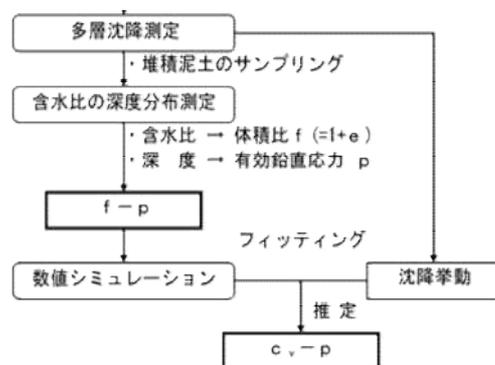


図-1 多層沈降実験による圧密特性検討フロー



写真-1 多層沈降実験の投入状況

する。iv) 堆積している粘土層の含水比分布を測定するため、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する。v) 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。vi) 測定した含水比分布から、堆積比 $f (= 1+e)$ と有効土被り圧 p を求める。vii) 圧縮特性は、 f と p を対数で表現し直線近似する。viii) 圧密速度に関わる関係は、vii) で設定した圧縮曲線を用い、多層沈降実験の事後解析を行って、ii) の泥面高さの経時変化と v) 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-圧密応力の関係を試行錯誤して求める。今回行った投入途中での長期放置は、5層目投入後、27日間であった。

事後解析に用いた解析ツールは、片桐らが今井の解析手法²⁾に基づいて構築した埋立解析手法³⁾を用いた。**図-2**に、事後解析に用いた圧密関係を示す。ここでは、極低拘束圧条件下からの幅広い応力範囲を表現するため、堆積比 f も対数表示した。ここでは、事後解析を効率化

するため、根木らの整理方法⁴⁾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 C_{v1} を変化させた。

3. 実験結果と評価

図-3に、5層目投入から27日後に6層目を投入したG-1ケース(a**図**)と、通常の1日1回投入のG-3ケー

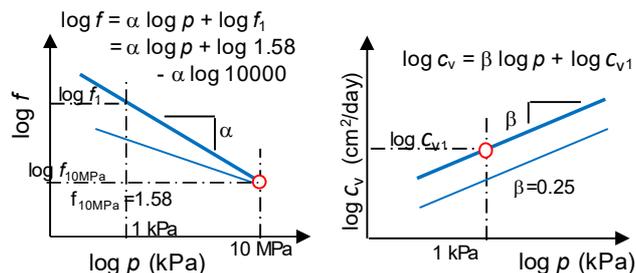
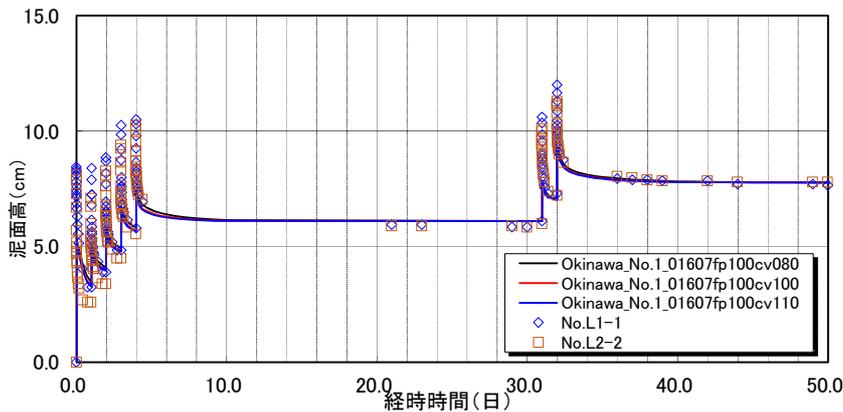
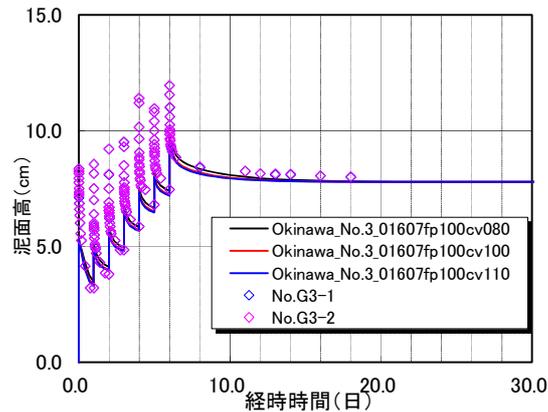


図-2 圧密特性を表現する圧密応力との相関性³⁾



(a) 投入過程の途中で長期間静置したL-1 ケース



(b) 通常の1日1回投入のG-3 ケース

図-3 泥面高さの経時変化

ス(b 図)を示す。計測点は相反する 2 点のものであり、同図には後述する事後解析の結果も示してある。L-1 ケースは、5 層目を投入した後に 27 日間静置、その後 2 層分の投入、一方、G-3 ケースは、通常の 1 日 1 回の投入、の実験ケースである。

図-4 に、両ケースの自重圧密終了後に測定した含水比分布と事後解析結果を示す。各ケースとも堆積した土砂の 2 地点で測定した結果であり、L1 と G3 ケースの含水比分布とも重なった。特に、泥面高さ 6 cm 程度以下の層はその上に投入されるまでの期間が 4 週間程度異なったがほとんど変わらないことがわかる。

事後解析は、まず、通常ケースの G-3 を行い、その圧密関係をそのまま、L-1 ケースに適用した。その結果、泥面高さの経時変化 (図-3) ならびに含水比分布 (図-4) とともに、解析値は実測値にほぼ重なり、投入間隔にはほとんど依存しないことが確認できた。なお、事後解析に用いた構成式は、今井が提案したクリープ現象を示す項目を無視した構成式 2) を用いているため、クリープ現象は表現できない。このことから、今回行った実験ケースでは、クリープを無視できると判断でき、投入時の時間間隔も 4 週間程度であれば、クリープを考慮しない構成式を用いる場合には圧密特性を同定するのに影響しないと判断できる。

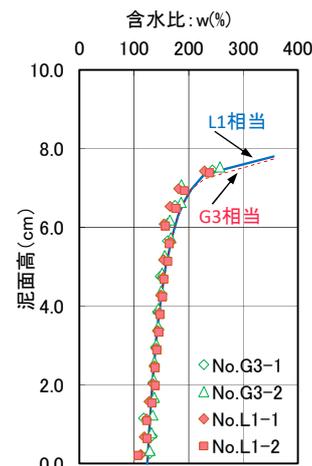


図-4 含水比分布とその事後解析結果

根木らは液性限界と圧密特性を表現する圧密パラメータ α と C_{v1} の関係を図-5, 6 のように提案した。それらの図に、今回対象とした沖縄粘土の関係を加筆したところ、圧縮性を示す α は他の日本の粘土の値よりも上位に、圧密速度を示す C_{v1} は下位に位置した。

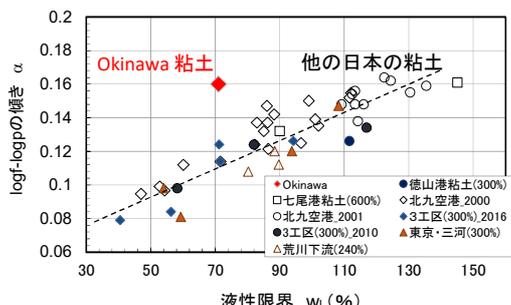


図-5 液性限界と α の相関性 4)に加筆

4. まとめ

粘土の低拘束圧下の圧密特性を求める多層沈降実験の投入間隔の影響を沖縄の粘土と用いて調べてみた。その結果、4 週間程度であれば、事後解析への影響がほとんどないことが確認できた。また、沖縄の粘土の圧密パラメータと液性限界の相関性は、他の日本の粘土の相関性よりも、圧縮性のパラメータは高めに、圧密速度に関わるパラメータは低めに位置した。

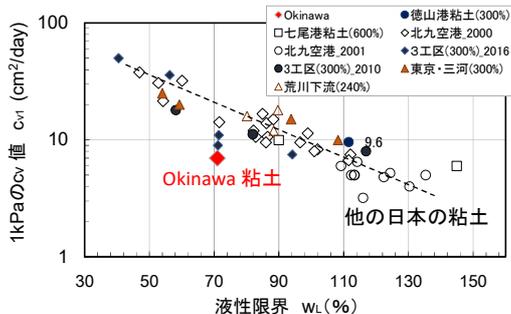


図-6 液性限界と C_{v1} の相関性 4)に加筆

今後も各地のデータを収集し、評価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) Imai, G. (1995): Analytical examinations of the foundations to formulate consolidation phenomena with inherent time-dependence. IS-Hiroshima'95, Vol. 2, pp.891-935. 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. 4) 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 回地盤工学会研究発表会, pp.659-660.