

日建設計中瀬土質研究所 正会員 ○西村正人 片桐雅明 斎藤邦夫
横浜国立大学工学部 正会員 田中洋輔

1. はじめに

液状粘土の自重圧密挙動をより深く理解するためには、堆積面の経時変化や含水比の深度分布から推定される圧密特性¹⁾のほかに、粘土内部に発生した過剰間隙水圧の消散過程にも着目する必要がある。しかし、重力場における模型実験では、液状粘土の自重圧密沈下が極めて低い応力レベルで進行するため、発生する過剰間隙水圧は小さく、その消散過程を追跡するのは精度的に困難となる。

そこで、本研究では、既往の実験装置²⁾に間隙水圧測定装置を組み入れ、遠心加速場での自重圧密実験において、粘土内部に発生した過剰間隙水圧の測定を試みた。この実験で得られたデータと自重圧密沈下挙動との関連について比較検討を行う。

2. 実験概要

本実験に用いた試料は、約 6% の砂分を含有する、塑性指数が $I_p=28$ (液性限界 $w_L: 60\%$ 、塑性限界 $w_p: 32\%$) の低塑性粘土である。

試料は初期含水比 2000% に調整した。これを 1 日 1 回の割合で 6 回に分けて投入し沈降・堆積させ、12 日間放置した。遠心加速度を付与する直前の液状粘土層厚は 15.3cm であり、これに 30G を作用させて自重圧密した。

遠心場における堆積粘土表面の変位測定にはレーザー変位計³⁾、また、間隙水圧測定には間隙水圧測定針を用いた。使用した間隙水圧測定針は図-1 に示す通りであり、針先端部に $\phi = 0.5\text{mm}$ の測定孔を設けている。

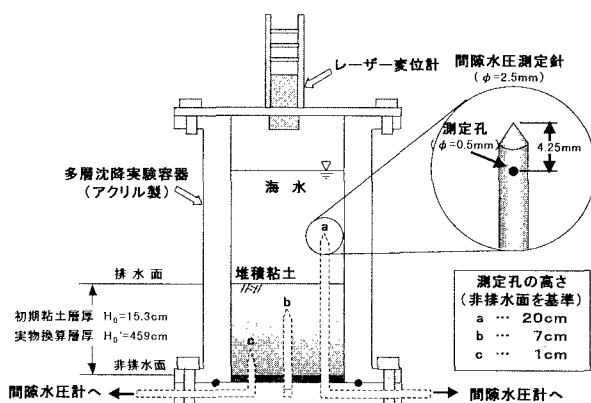


図-1 実験装置

3. 実験結果

(1) 自重圧密沈下挙動

自重圧密沈下挙動を図-2 に示す。なお、図中の経過時間は、実物換算時間である。得られた沈下曲線は逆 S 字曲線を呈し、標準圧密試験などで得られるものと同様の挙動を示す。圧密終了時間は、沈下曲線に 3t 法を適用して判断した。すなわち、実験ケースにおける自重圧密終了時間は 829day となった。

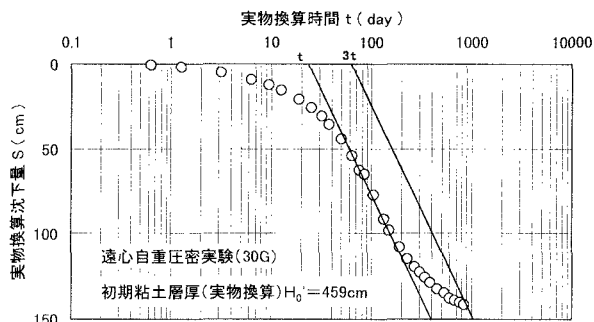


図-2 粘土の自重圧密挙動

(2) 過剰間隙水圧挙動

各測定孔で計測された水圧の経時変化を図-3 に示す。測定孔 a は静水圧、測定孔 b と同 c は静水圧と過剰間隙水圧との和として水圧を測定している。各間隙水圧計の基準値は、実験開始前の重力場における静水圧に設定している。静水圧は海面と間隙水圧計との水頭差に相当し、30G に達した直後を除き 1.48kgf/cm^2 程度を示した。この値は海水の単位体積重量から評価されるもの (1.485kgf/cm^2) とほぼ等しく、今回設置した装置が正常に働いていることがわかる。

キーワード：液状粘土・自重圧密・間隙水圧・遠心模型実験

〒211-0955 神奈川県川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL 044-599-1151 Fax 044-599-9444

過剰間隙水圧の測定は粘土層の図-4に示す2箇所(測定孔b、c)で行い、測定孔bは粘土層上部、同cは底面の非排水面に近い位置における過剰間隙水圧の挙動をそれぞれ計測した。図-4より、過剰間隙水圧は測定孔cの方が測定孔bより大きく、時間経過とともに減少していく。実験終了時(3t=829day)には過剰間隙水圧が0.04~0.01kgf/cm²となり、ほぼ消散していることがわかる。

4. 自重圧密過程における過剰間隙水圧挙動

図-5は、自重圧密過程における粘土層内における各測定孔の位置と過剰間隙水圧をそれぞれ無次元化し、計時的にプロットした。自重圧密が進行するにつれて、過剰間隙水圧は0へ近づき、粘土層内における測定位置が相対的に上方へ移動する。

ただし、図に示す過剰間隙水圧の等時曲線は、自重圧密過程中、Terzaghiの一次元圧密理論が成り立つことを前提として、次のように求めた。まず、実験終了時($t_f=829\text{day}$)の過剰間隙水圧分布により、時間係数 $T_v (=1.2)$ を求める。それらと実物換算層厚($H_f=318\text{cm}$)を $T_v=c_v t_f/H_f^2$ に代入し、圧密係数 $c_v (=146.64\text{cm}^2/\text{day})$ を算出した。最後に、自重圧密過程では圧密係数 c_v が一定であると仮定し、層厚 H_f のみを変化させて、各時間の等時曲線を決定した。

この図より、各測定孔の過剰間隙水圧は等時曲線の近傍に位置しており、一次元圧密理論とほぼ一致することがわかる。しかし、圧密初期段階における粘土層底面付近の過剰間隙水圧の消散が早く、等時曲線から逸脱している(例 $t=103\text{day}$ で $\Delta u=0.14$)。その原因は、Terzaghiの一次元圧密理論の仮定を満たすような状態ではないことやその適用方法などにあるものと考えられる。今後これらについて詳細に検討していく予定である。

5. まとめ

今回の実験では、遠心場での自重圧密実験において堆積面と過剰間隙水圧の測定を同時に行い、それらの比較を行った。以下に、その結果をまとめる。

- 1) 間隙水圧測定装置を多層沈降実験装置に組み込むことにより、粘土内部に発生した過剰間隙水圧の挙動を十分に捉えることが可能である。
- 2) 今回の実験では、粘土内部に発生した過剰間隙水圧分布は、Terzaghiの一次元圧密理論に基づいて最終状態をフィッティングさせて求めた過剰間隙水圧の等時曲線と、遠心自重圧密実験の初期を除いてほぼ一致することがわかった。

(参考文献)

- 1) 山内、今井、矢野：沈降堆積土の泥面変化解析と圧密定数、第25回土質工学研究発表会、pp.359-362、1990
- 2) 伊藤、片桐、斎藤、寺師：沈降・堆積した粘土の遠心自重圧密実験、第33回地盤工学研究発表会、pp.477-478、1998
- 3) Itoh, Katagiri, Saitoh, Terashi: Self-weight consolidation behavior of fluid clay, Centrifuge98, pp.181-184、1998

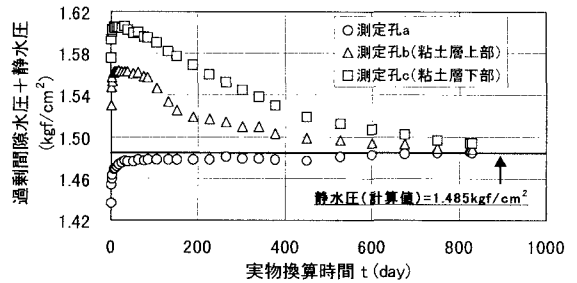


図-3 各測定孔で測定された水圧の経時変化

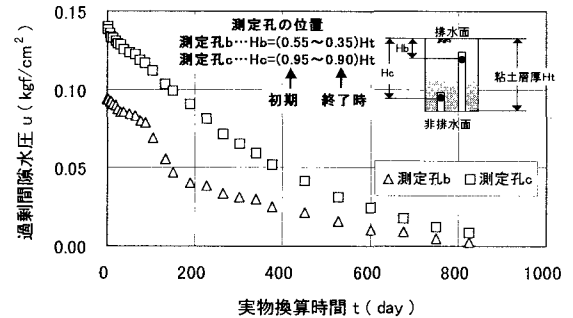


図-4 過剰間隙水圧の経時変化

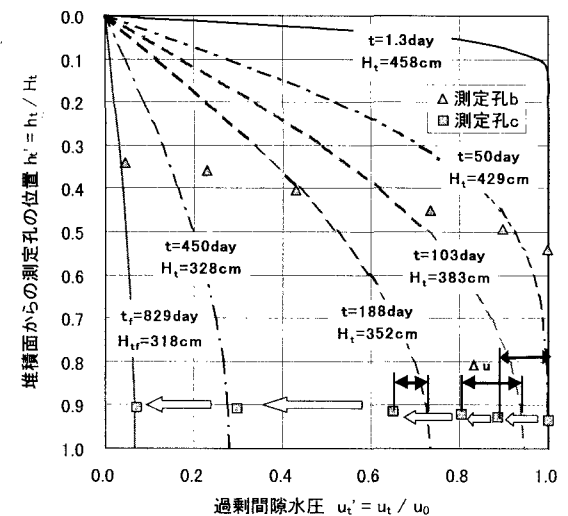


図-5 過剰間隙水圧分布の経時変化