

超軟弱粘土の沈降堆積・自重圧密挙動

信州大学工学部 ○ 杉山周平
信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆

1. はじめに 本文では、超軟弱粘土の沈降堆積・自重圧密試験を実施し、境界面高さ、間隙比、過剰間隙水圧および周面摩擦応力について検討した。

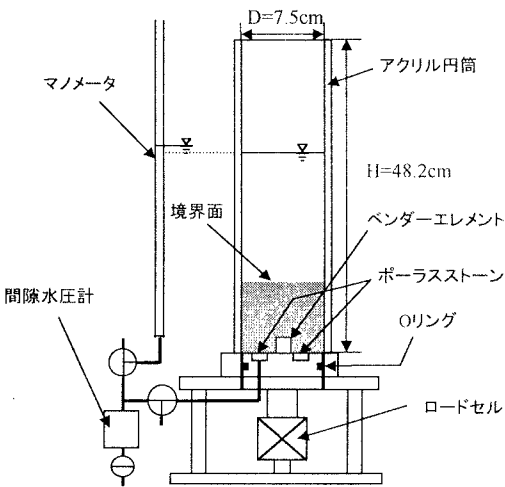
2. 試験装置 図-1(a), (b)に試験装置の概略を示す。本試験装置は沈降堆積・自重圧密過程から載荷圧密過程における試験を連続して実施することができる。図に示すように下部板に設置されたロードセルにより下部板に作用する質量を測定することができる。また、供試体底面の間隙水圧を測定するために間隙水圧計とマノメータが設置されている。沈降堆積・自重圧密試験においては、マノメータによる間隙水圧と境界面高さ、下部板に作用する質量を測定できる。図-1(b)に示すように、清澄水を排水した後、載荷板をアクリル円筒内に挿入し、載荷板から圧密圧力を載荷することにより載荷圧密試験を実施する。超軟弱粘土の沈降堆積・自重圧密に引き続き載荷圧密を行うことにより、圧密特性について検討することが可能である。さらに、載荷板と下部板に装着したベンダーエレメントによって沈降堆積・自重圧密過程から載荷圧密過程におけるせん断弾性波の伝搬速度を測定することにより、弾性変形係数を算出することも可能である。

3. 試験方法 本文ではベンダーエレメントの計測システムを外した試験装置により実験を実施し、沈降堆積・自重圧密過程のみに対して検討を行った。試料には NSF 粘土(土粒子比重 $G_s=2.726$, 液性限界 $w_L=73.9\%$, 塑性指数 $I_P=40.8$)を用いた。沈降堆積・自重圧密試験は以下のように実施する。①気乾状態の NSF 粘土 50.00g を純水 100g でスラリー状に練り返し、恒温室内に 15 時間以上静置した後、蒸発水分量を求めその補正を行う。②アクリル円筒内に試料を投入し $w=1500\%$ 未満に調整する。試料を約 3 時間真空脱気した後、含水比を 1500% に調整する。③試料を 1 分間ハンドミキサーで攪拌した直後に浮ひょうをアクリル円筒内に浮かべ平均的な初期湿潤密度 ρ_t を計測し、次式により試料の初期高さを求める。

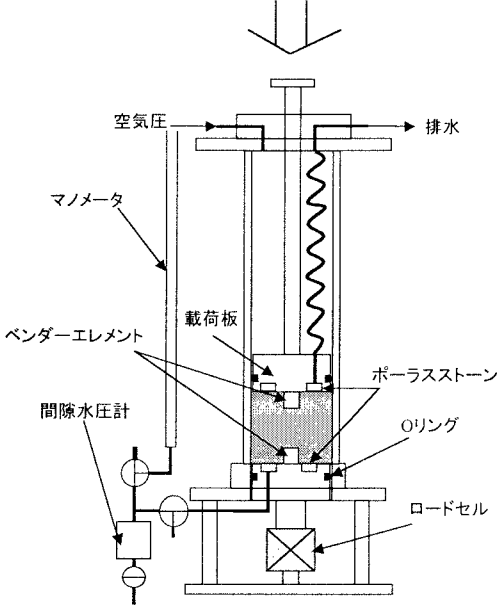
$$h_0 = M_t / (\rho_t \times A) \tag{1}$$

ここで、 $M_t(=M_s+M_w)$ ：全試料質量 (M_s ：土粒子の質量、 M_w ：純水の質量、ただし試料作製中の損失分を考慮した値)、 A ：アクリル円筒の断面積である。なお、沈降堆積・自重圧密挙動は、初期含水比、土粒子の質量、海水の塩分濃度などの影響を受ける^{1)~3)}が、本文では考慮していない。

4. 試験結果および考察 図-2(a)~(d)に沈降堆積・自重圧密挙動の経時変化を示す。図-2(a)は境界面高さ h と経過時間 t の両対数表示である。矢野¹⁾は沈降実験の結果から沈降堆積から自重圧密の過程に関して検討し、圧密沈降領域(圧密沈降の開始から自重圧密終了まで)の境界面高さとは経過時間には両対数で直線関係が得られることを明らかにしている。そして、自重圧密終了後ク



(a) 沈降堆積・自重圧密試験



(b) 載荷圧密試験

図-1 試験装置の概要

リープ変形に移行すると報告している。図-2(a)に示すように本実験においても同様の傾向が見られる。変極点が自重圧密の終了時間に相当し、図中の変極点以降はクリープ変形が生じる二次圧密過程であると考えられる。自重圧密の終了時間を求めると $t_{100}=790\text{min}$ である。

図-2(b)は沈降堆積・自重圧密過程における供試体全体を平均した間隙比 $\bar{e}$ と経過時間 t の関係を両対数表示したものである。図-2(a)同様に $t=20\text{min}$ 以降にバイリニアな関係が認められる。同様に変極点を自重圧密の終了時間とすると $t_{100}=720\text{min}$ が得られる。この値は図-2(a)から求めた圧密終了時間にほぼ等しい。

図-2(c)にマノメータにて測定した過剰間隙水圧 Δu の経時変化を示す。 Δu は、 $t=280\text{min}$ まではほぼ一定値を示し、ほとんど消散していない。その後 Δu は $t=1300\text{min}$ まで単調に消散し、再び一定値となる。図-2(a), (b)と比較すると自重圧密終了時間より遅れて消散しており、また完全に消散せずに残留した状態である。すなわち、 $t=1300\text{min}$ 以降は二次圧密のようなクリープ変形が進行していると示唆される。

図-2(d)に試料とアクリル円筒の間の周面摩擦応力 f の経時変化を示す。周面摩擦応力は次式により算定した。

$$f = (M_t - L)/A_r \quad (2)$$

ここで、 L ：ロードセルにより算定される下部板に作用する全質量、 A_r ：試料の周面積 ($=\pi Dh$) である。

懸濁状態において周面摩擦応力は生じていないが、 $t=790\text{min} \sim t=1000\text{min}$ の間に周面摩擦応力が生じている。これは堆積土の骨組み構造が形成され始めていることを示唆するものであると考えられる。このときの間隙比は $e=9.0$ であり、これは液性限界 ($w_L=73.9\%$) における間隙比 $e_L (=2.015)$ の約 4.5 倍に相当する。さらに $t=4200\text{min}$ 以降において周面摩擦応力がさらに増加している。これは圧密の進行による骨組み構造の発達のためであると考えられる。

5. まとめ 境界面高さと経過時間の関係を両対数表示することにより、自重圧密過程とその後のクリープ変形として示される。自重圧密終了時間における試料の間隙比は液性限界における間隙比の約 4.5 倍であった。過剰間隙水圧は自重圧密の進行よりも遅れて消散し、完全に消散せずに残留した状態である。周面摩擦応力は自重圧密終了付近から増加しはじめ、その後クリープ変形の進行とともに大きくなる。現在、堆積沈降・自重圧密過程から載荷圧密過程までを連続して行う試験の実施を検討している。その際、バンダーエレメントによる弾性変形係数の測定も実施する予定である。

【参考文献】1) 矢野：液渾粘土による軟弱埋め立て地盤の性状とその予測，土木学会論文集，No.364/III-4，pp.1-14，1985。2) 梅崎ら：RI センサーを用いた超軟弱粘土の沈降試験，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集 第 3 部 (A)，pp.300-301，2001。3) 梅崎ら：RI センサーを用いた超軟弱粘土の沈降試験，第 36 回地盤工学研究発表会，2 分冊の 1，pp.337-338，2001。

