

III-250 改良型圧密試験機による圧密係数の推定

東洋大学 正会員 赤木 俊允
" " 石田 哲朗

1. はじめに

粘土地盤の圧密現象を予測するときには圧密理論、圧密試験および地層全体の透水性の三つの要因について検討する必要があると考えられる。圧密理論は、Terzaghiの一次元圧密理論とBiotの三次元圧密理論に代表される。一次元圧密理論においては、実際の構造物または盛土の部分載荷からも、その不備は指摘され続けている。また、三次元圧密理論では理論的にも、解析法としての三軸圧縮試験から得られる定数にも種々の報告がされているが実用面では慣用的試験方法にはなり得ていないようである。圧密試験には標準圧密試験と呼ばれ一次元圧密理論に基づいて解析するために行う小型モデル実験があり一般に用いられている。これから求まる圧密定数による推測と実測との相違、特に時間・沈下の関係が著しく異なることはよく知られたことである。この他に三軸圧密試験法、急速試験などが提案されているが活用されるまでには至っていないように思われる。ここでは時間・沈下問題の⁽¹⁾⁽²⁾が⁽¹⁾⁽²⁾を握る圧密係数の抽出法として改良した一次元圧密試験装置の提案とその適用性について述べる。この装置の原点は著者らが以前より提案している水平方向透水試験に発想を得ており、その透水試験方法も最終的には圧密沈下問題の解析手段を目的とするものである。

2. 試験装置の概要と圧密係数の決定方法

試験装置は単純に土の一次元圧縮を捉え、圧密モデルのなかに含まれる圧縮と透水性の絡む現象に基づき基本的には標準圧密試験と同様である。理論的にも一次元弾性圧密理論に帰着し、圧密促進工法にも必要となる水平方向圧密係数 k_h を得て時間・沈下の関係を推測することを目的とする。試料寸法は地盤の不均質性を含ませる上では大きいほどよいのであろうが実験での簡便さ、サンプリングでの品質確保の点から直径20cm、高さ6.7cmとした。特異なところは図1に示す様に給水（排水）パイプが2組4箇所⁽¹⁾⁽²⁾に設けてあることで、これらは円形断面で直径の両端に位置する。試料に接する部分には1.5mmの溝が高さ方向に60mmつけてあり、鉛直荷重によってそのリットから試料が押し出されないようにその裏面には銅合金の通水板が配してある。ここから水平方向の浸透量を測定する。加圧装置のゴムジャッキの下には圧縮性の高い試料の場合にも浸透水が試料上面から回り込まないように中空の円板が介在する。この円板を銅合金の通水板に換えると鉛直方向の透水係数を知ることも可能である。

次に圧密係数の算出について述べる。普通水平に層状を成す粘土層に対して水平に切出した試料の試験機内の浸透モデルが図2(a)に示してある。土中水の流れがダルシ-の法則に従い試料が一様で等方性であるならば、図2(b)の様な流線網があらゆる断面で考えられ透水係数は次式で計算できる。

$$k_h = \frac{Q}{H \cdot d} \cdot \frac{Nd}{Nf} \quad (1)$$

ここに、 k_h : 水平方向透水係数、 Q : 単位時間当りの流量、 H : 水頭差、 Nd : 等ポテンシャル線に挟まれ

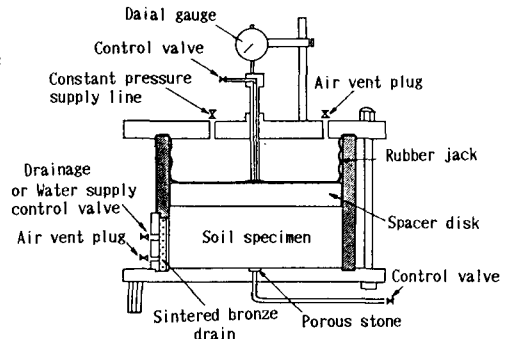


図1 改良型圧密試験機の断面図

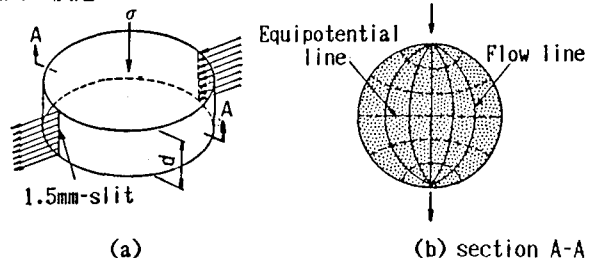


図2 浸透流モデル

た部分の数, N_f : 流線に挟まれた部分の数, d : 試料の高さ。

式(1)中 N_d/N_f の理論定数値が4程度であることは以前に報告してある²⁾。ここで求めた k_h を圧密基本方程式中の関係式 圧密係数 $c_v = k/m_v \cdot \gamma_w$ に代入すると水平方向圧密係数 c_h は次式で与えられる。³⁾

$$c_h = \frac{k_h}{m_v \cdot \gamma_w} \quad (2)$$

ここで体積圧縮係数 m_v は、鉛直・水平と切出し方を変えて比較しても大きく異なることがないこと、以下に述べる程度の試料スケールではそれほど違いが見られないことから標準圧密試験結果の値を用いることができる。

3. 測定法と結果の検討

試料は埼玉県坂戸市の越辺川河床、地表面下1.3-1.7mの深さから大口型サンプラ（直径30cm）によって採取した軟弱粘土を用いた。

圧密試験機は図3中表に示した試料スケールの異なる3タイプである。ここでタイプIIは鉛直荷重を載荷しながらその載荷方向の透水性を測定し、タイプIIIは前述の2章の様に水平方向の透水性を求める。また、タイプIIIでも鉛直方向の透水係数を得ることを試みている。測定で荷重増加率、載荷時間ともに通常の圧密試験と同様であるが、タイプII、IIIの圧密圧力は3.2kgf/cm²までである。試験法の問題点として側面摩擦の影響がまず考えられる。圧密リング内壁には入念にテフロン加工を施してあるがタイプIIIは幾分“切れ”が悪い（図3）。圧密圧力と透水係数の関係を示したのが図4である。初期には成形による内部壁からの回り込みが考えられても、それ以降の違いは地盤の異方性が表れていると思われる。ここでの k_v, k_h および計算値の k を用いて圧密係数を算出しそれらの比を図5に示した。これらの m_v は式(2)で説明した標準圧密試験結果のもので $c_h/c_v = k_h/k_v$ となる。層状に堆積した土層内であってもクラック、草根の存在は鉛直方向の透水性にも影響するであろうが、この結果を見る限り圧密によって比の値が落ち着くと15-20倍にもなることが分かり、これまでの圧密試験結果からの2-3倍という一般的見解をかなり上回る結果を得ている。

おわりに、近年は沈下・時間の関係を予測する事が無理であるとし設計段階でも考慮しないことがあるが、この試験法は簡便であり設計と現場をつなぐ一手段として実用性が考えられる。更に試験装置・方法の改良を進めたいと考えている。本報告の実験には昨年度の卒論生石田久也・下川貴則両君の助力を得た両君の労に対し謝意を表する。参考文献 1) 赤木：軟弱粘土層の水平方向透水係数の測定（第1～3報）、土木学会年講、昭和56年他 2) 赤木・石田：水平方向透水試験における浸透流解析、土質工学会21回発表会、昭和61年 3) 赤木・橋場：土構造 土木工学体系34、彰国社、昭和58年

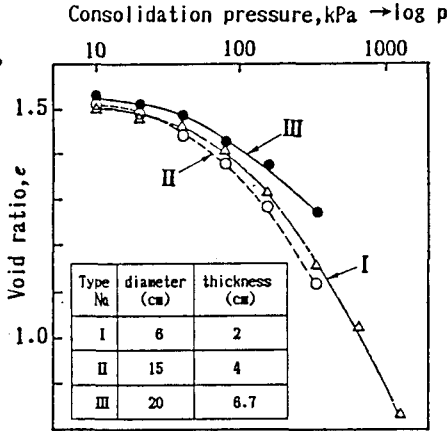


図3 e-log p 曲線

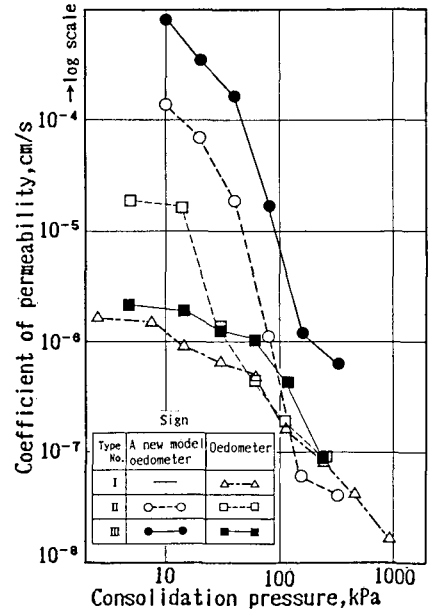


図4 圧密圧力の透水性への影響

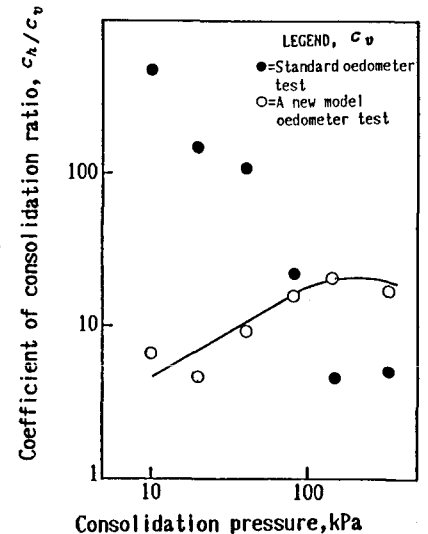


図5 地盤の異方性