

広島大学工学部 正員 吉 国 洋
 復建調査設計課 正員 中ノ堂 裕 文
 三井建設㈱ 正員 戸 田 祐 二
 広島大学大学院 学員 ○三本竹 徹 也

1. はじめに

圧密現象の解析に必要な土質パラメータを求めるために圧密試験が行われる。しかし圧密試験は他の力学試験とは異なり、一種の模型実験であるため、透水特性や変形特性を求めるためにはその試験結果の解釈に圧密理論を介在せざるを得ない。¹⁾ 現在では、Terzaghiの一次元圧密理論に基づく標準圧密試験の他に幾つかの圧密試験が提案され実際に利用されているが、いずれの圧密試験を利用するにしても、試験結果を解析するには圧密理論を介在せざるを得ないという理由によって、その試験を実施する段階で土のおおまかな力学的性質と適用する力学理論は必然的に決められている。従って、圧密試験から得られた力学的性質を用いて実際の地盤の解析を行う場合も、適用する力学理論も規定されることになる。このように圧密試験結果をTerzaghi理論(弾性理論)で整理して得られる力学的性質をその枠組みの中で利用することはできても、その他の弾塑性や弾粘塑性などのモデルに適用することは本来できないことである。従って、このような圧密試験は任意な力学理論を用いて地盤の挙動解析を行おうとするとき妥当な試験とはいえない。そこで、解析対象地盤の状況に応じて、どのような力学理論にも適用できるように圧密理論を介さず直接土の特性、主として透水係数を測定できるような圧密試験法を考えてみた。本論文ではその基本的概念と実験結果を報告する。

2. 提案する試験法の基本的概念

今回提案する試験法の基本的な概念は、『標準圧密試験において各載荷段階終了後に供試体底部から一定流量を流すことにより透水係数を測定する』というものである。具体的には、断面積の異なったピストンを押し込むことによって一定流量を送り出すことのできるフロー・ポンプから供試体底部に一定流量を送り出し、その時に発生する過剰間隙水圧を供試体上下端で測定して、それらから供試体内の動水勾配を算定し、Darcy の法則から(1)式により透水係数を求めるものである。ただし、浸透水による供試体の膨潤は無視した。

$$k = (\gamma_w h / \Delta u) v \quad (1)$$

ここに、 k ；透水係数、 γ_w ；水の単位体積重量、 Δu ；供試体上下端の水圧差、 v ；供試体内の流速である。なお、 v は流量と供試体断面積が既知なので容易に求めることができる。

3. 試験装置および試験方法

フロー・ポンプ、圧密容器の概略図および試験装置全体の系統図を図1、2、3に示す。図2のように圧密容器は密閉式のものを用い、 1 kgf/cm^2 のバック・プレッシャーを与える。なお、試験に用いた試料は高含水比 ($170 \pm 5\%$) で練り返して、 0.5 kgf/cm^2 で再圧密したものである。

圧密試験過程は、JIS A 1217-1980 に規定されている標準圧密試験法に従って行う。透水試験については、一次圧密が十分終了したと思われる各荷重段階終了直前に行う。その手順として、まず底部間隙水圧計とダイヤル・ゲージの初期値を読み、その後、フロー・ポンプのピストンを一定速度で押し込むことによってフロー・ポンプより一定流量を供試体底部から送り込み、時間経過に伴う供試体の膨潤量および底部過剰間隙水圧を両者の変動がなくなり定常状態に達するまで適当な時間間隔で測定する。その後定常状態になったこ

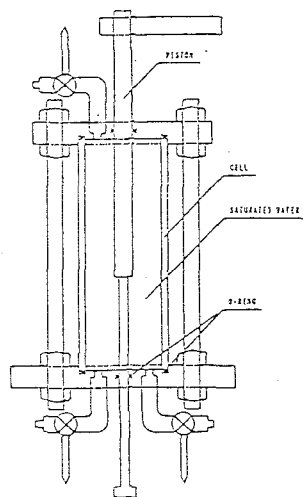


図1 フロー・ポンプ

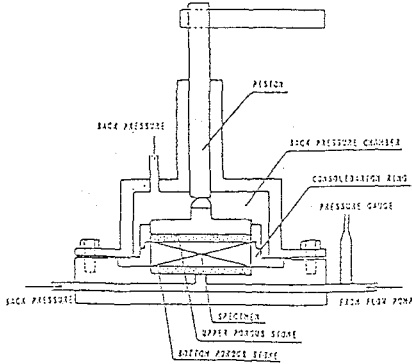


図2 圧密容器

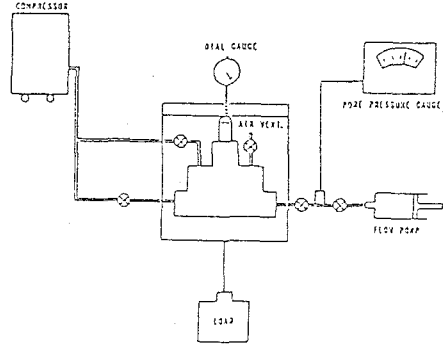


図3 試験装置系統図

とを確認し、フロー・ポンプを止め、浸透により膨潤した試料が元の状態に戻るのを待つ。ただし、これらの作業は、次の载荷段階に影響を与えないようにある程度の時間的余裕が必要である。なお、今回適用した透水速度は、数値実験結果を参考にして、荷重段階 $0.1 \sim 0.4 \text{ kgf/cm}^2$ では、 $v = 0.0001 \text{ cm/min}$ 、 $0.8 \sim 12.8 \text{ kgf/cm}^2$ では、 $v = 0.0004 \text{ cm/min}$ とした。なお、生じた間隙水圧はそれぞれ、 $0.035 \sim 0.06 \text{ kgf/cm}^2$ および $0.10 \sim 0.62 \text{ kgf/cm}^2$ であった。このように、実験で適用される流量は非常に微量なので、圧密容器およびその他の試験装置は気密性を高くし、試験装置組み立ておよび水中セット段階で空気の混入に十分注意しなければならない。

4. 結果および考察

試験結果から得られた $e \sim \log p$ 曲線と $e \sim \log k$ 曲線を図4、5に示す。図4の破線は、通常の標準圧密試験から、実線は新試験から得られた $e \sim \log p$ 曲線である。図4の2つの曲線を比較すると初期間隙比は異なるものの正規圧密領域では良く一致している。また、今回の試験においては透水による試料の膨潤は認められず逆に少し沈下する傾向がみられた。

図5においては、実線が今回提案した試験から得られた $e \sim \log k$ 曲線、破線が標準圧密試験から、一点鎖線はそれに一次圧密比を乗て得られた $e \sim \log k$ 曲線である。これらを見ると、今回行った新試験法から得られた $e \sim \log k$ 曲線は他の2つの曲線に挟まれた恰好でやや標準圧密試験から得られた $e \sim \log k$ 曲線寄りに位置している。この曲線は、既知な透水係数を用いた数値実験によるシミュレーション解析と同様な結果となっており、新しい試験法から得られた k は正確な値を与えていると思われる。

今回の報告では、紙面の都合上、新試験法を提案するにとどめるが、今後の課題として、①透水量と透水係数の関係、②透水量の試料への影響、③求めた透水係数の検討、④透水量と定常状態到達時間の関係などが挙げられ、それらについて検討していきたい。

参考文献

- 1) 中ノ堂 裕文；数値実験による一次元圧密試験法の解釈について、特殊圧密試験法に関するシンポジウム発表論文集、昭和63年10月、pp.193～198

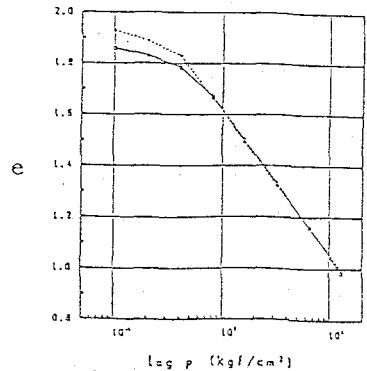


図4 $e \sim \log p$ 曲線

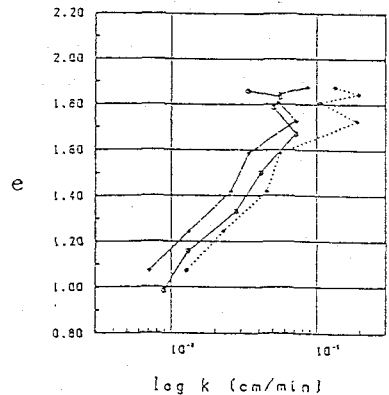


図5 $e \sim \log k$ 関係