

Ⅲ-A180

水圧制御手法の定動水勾配圧密試験への適用

横浜国立大学大学院 学生会員

飯尾 聡文

横浜国立大学工学部 正会員

今井 五郎, 田中 洋輔

1. はじめに

圧密リングをセットした沈降・堆積予圧密装置から切出した供試体をリングごとオエドメーター装置にセットすると、リング内側面と供試体外周面が密着して、供試体上下両端面の水圧測定に高い信頼度をおくことができ、さらに両者の大きさを別々に任意にコントロールすることができる。さらに供試体を密閉すると、鉛直荷重一定の下で水圧を変化させることによって供試体内の有効応力を変えること、つまり圧密したり膨張させたりすることが自由に行える。有効応力を一定に保てばクリープ試験もできる。この発想に基づいてどこまで信頼のおける圧密データが取れるかを、定動水勾配圧密試験(正確には定水圧差圧密試験)を実施し、透水係数 k の大きさを求めることによって検討した。

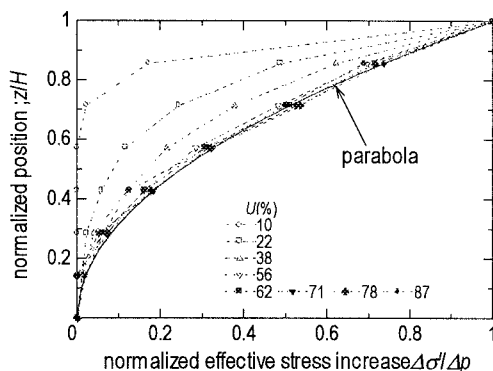


図-1 圧密度に対する有効応力分布

2. 供試体内の平均有効応力 $\bar{\sigma}'$ 値の算定方法

一定圧を瞬時載荷した場合の圧密後半部分について、過剰間隙水圧分布の Terzaghi 理論解が放物線分布で近似されることは古くから知られていた。それを吟味するために今井が行った分割型圧密試験の結果を再整理して図-1を得た。確かに平均圧密度 $U_{\sigma'} > 60\%$ の範囲で放物線分布することが確認できた。その範囲が準定常的透水状態にあって水圧が放物線分布ということは理論的にも納得されていて、その仮定が連続載荷型圧密試験で広く使われている。

瞬時載荷でも連続載荷でも準定常的透水段階であれば放物線近似できるから、その状態での供試体上下両端面の間隙水圧を u_T, u_B , 載荷圧力を σ_c とおくと、供試体内の平均有効応力 $\bar{\sigma}'$ は次式で算定できる。(図-3参照)

$$\bar{\sigma}' = \sigma_c - (u_T + \frac{2}{3} \Delta u) ,$$

$$\text{ただし } \Delta u = u_B - u_T$$

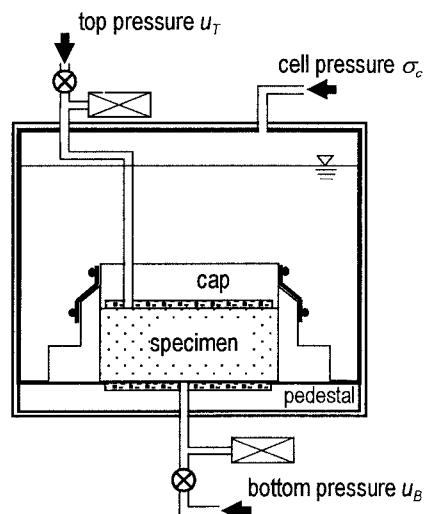


図-2 密閉型オエドメーター装置

3. 水圧制御による定動水勾配試験方法

正確な水圧測定のためにオエドメーターは密閉型としている。その基本的なアイデアを図-2に示した。このオエドメーターを使って $\bar{\sigma}'$ 値を増減するためには、図-3に示したように σ_c 一定の下で u_T を人為的に増減すれば良い。定水圧差を保つためには u_B 値を測定して $\Delta u = u_B - u_T$ を一定に保つように制御する。所定の大きさの $\bar{\sigma}'$ 下でクリープさせるなら、 $u_T, u_B, \bar{\sigma}'$ の大きさそれぞれを一定に保てば良い。

定動水勾配圧密試験, 有効応力, 透水係数

〒240-8501 横浜市内保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学 Tel&Fax 045-339-4037

4. 実験結果と考察

図-4と図-5は得られた実験結果の例で、 $\Delta u = 39 \text{ kPa}$ の下での圧縮特性 $\log f - \log \bar{\sigma}'$ と透水特性 $\log f - \log k$ を示している。 $\bar{\sigma}'$ の大きさを変化させる場合、載荷・除荷のごく初期を除くと Δu 一定下で準定常とみなせる。その部分を図では実線で示しており、水圧の放物線分布・質量保存則・ダルシー則を適用して k 値を次式で算定した。ただし $\Delta \varepsilon$ は時々刻々に算出されるひずみの増分で $\Delta \bar{\sigma}' / (1 + \bar{e})$ に相当する。

$$k = \frac{\gamma_w H}{2 \Delta u} \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t} \dots \text{式①}$$

クリープ過程では一定の完全定常透水状態にあるので、 Δt 時間内の測定通過流量から供試体の圧縮量分を差し引いた大きさが本当の流量になる。それを Δq において次式で値を算定した。ただし A は供試体断面積である。

$$k = \frac{\gamma_w H}{A \Delta u} \frac{\Delta q}{\Delta t} \dots \text{式②}$$

式①と式②で算出される k 値と $f(=1+e)$ の関係は図に示されるように連続していて互いに整合している。このことは、ここで提案している試験方法が間違っていないことを示している。

5. 結論

水圧制御型の定水圧差圧密試験を実施することで、信頼性の高い圧縮特性と透水特性を同時に求め得るということが確認できた。

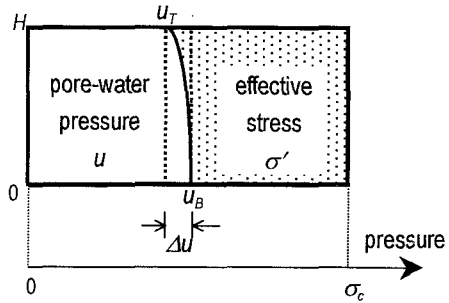


図-3 定水圧差制御のモデル

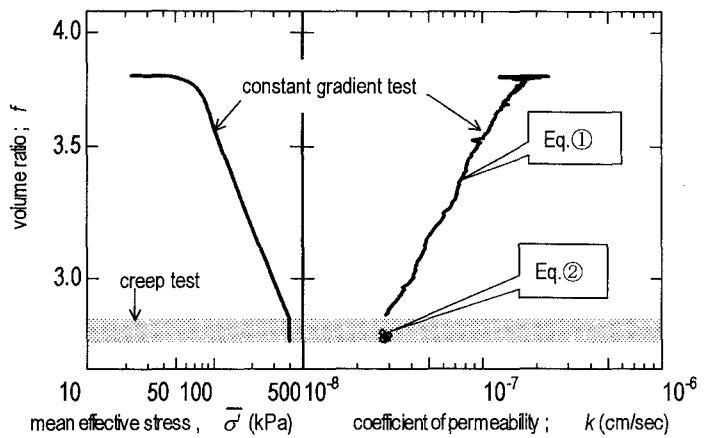


図-4 体積比と有効応力、透水係数の関係

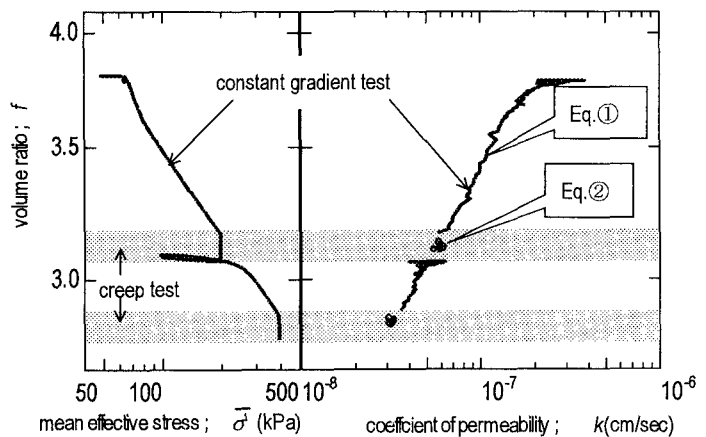


図-5 体積比と有効応力、透水係数の関係