

大阪市立大学大学院(現鹿島建設) 学生員 ○合田泰三

大阪市立大学工学部 正会員 大島昭彦

研究目的 現行の段階載荷圧密試験では、得られた圧密量－時間曲線に圧密理論解を当てはめ、理論解に整合する部分（一次圧密域）で圧密係数 c_v を求めている。しかし、 c_v を実地盤に適用する際には、1) c_v をそのまま実地盤にも適用し、透水係数は、二次圧密を含む 24 時間載荷の m_v を用いて $k=c_v m_v \gamma_w$ として求める、2) 一次圧密比 r で補正した $c_v'=rc_v$ を適用し、透水係数は、 $k'=c_v' m_v \gamma_w$ として求める、という 2 つの考え方がある。この問題に対して、村上¹⁾は前者でよいと主張し、三笠²⁾は後者を採用すべきと主張しており、現時点でもいずれを採用すべきかの明確な結論は得られていないのが現状である。

そこで本研究では、段階載荷圧密試験に変水位透水試験を併行して行う試験を実施し、前者から算定される k 、 k' と後者から実測される k_p を比較し、 k 、 k' の妥当性を検討した。また、同時に透水試験時のダルシー則の成立、 k_p に与える供試体高さ、載荷時間の影響についても同時に検討した。

試験方法 試料は、大阪南港粘土に市販のカオリンを乾燥重量比 2 : 1 で混合した粘土 ($w_L=74.0\%$) である。初期含水比 $w_0=114.5\%$ ($w_R=2$) から、予圧密圧力 $p_0=0.6\text{kgf/cm}^2$ で再圧密した粘土を使用した。供試体寸法は、周面摩擦の影響を同程度

とするため、[直径 ϕ 、初期高さ H_0]=[15、5cm]、[12、4]、[9、3]、[6、2]、[3、1] の 5 種類に設定した。載荷時間は、1 日載荷と H^2 時間載荷の 2 種類を設定した。 H^2 時間載荷とは、[6、2cm] の供試体での 1 日載荷を基準とし、各供試体の H_0 に対して $(H_0/2)^2 \times 1$ 日載荷するものである(表-1 参照)。なお、過圧密となる $p=0.1 \sim 0.4\text{kgf/cm}^2$ まではすべて 1 日載荷とした。

図-1 に透水試験の概略図を示す。透水試験は、圧密終了の 2～3 時間前から開始し、初期水位差 h_1 から、水位差 h_2 の経時変化およびその時点での平均供試体高さから透水係数を算出した。また、より厳密にダルシー則の確認を目的として、 $[\phi, H_0]=[6, 2\text{cm}]$ の条件で、長時間(1 日程度)の透水試験を行った。以下、上記 2～3 時間での透水試験を「短時間透水試験」、1 日での透水試験を「長時間透水試験」とする。

試験結果 図-2 に短時間透水試験から得られた v - i 関係の一例を示した。試験は初期水位差 150、100cm による結果で示している。初期においてやや v が大きくなる場合があるが、定常状態と考えられる点を結ぶと、ほぼ原点を通る直線にのり、ダルシー則が成立している。図-3 に全ケースの f - $\log k_p$ 関係を示した。なお、 $[\phi, H_0]=[15, 5\text{cm}]$ の H^2 時間載荷(6.25 日)は異常値のため除いた。図中には、全データの平均的な f - $\log k_p$ 直線を入れている。 k_p は比較的狭い範囲に収まっており、 f - $\log k_p$ 関係に与える供試体高さと載荷時間の影響はほとんど見られない。

長時間透水試験における結果を図-4 に示した。図には同じ供試体寸法における短時間透水試験の結果を比較のために示した。 v - i 関係は、低動水勾配域で v がやや減少する傾向が見られるものの、各載荷段階とも原点を通る直線関係と見なすことができ、ダルシー則の成立が確認できる。短時間透水試験の方が同じ i に対しての v が大きい。この点から短時間透水試験では k_p をやや過大に与える可能性を示している。図-5 に両者の f - $\log k_p$ 関係を示したが、 f の大きい範囲では、先の傾向を反映して長時間透水による k_p はやや小さいが、

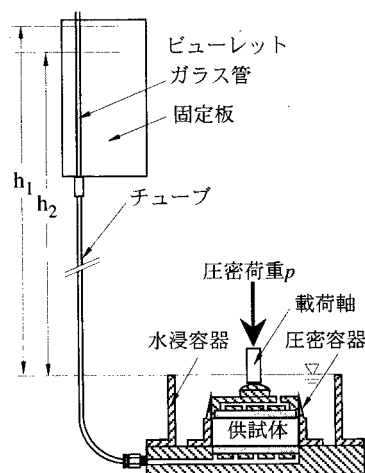


図-1 透水試験の概略図

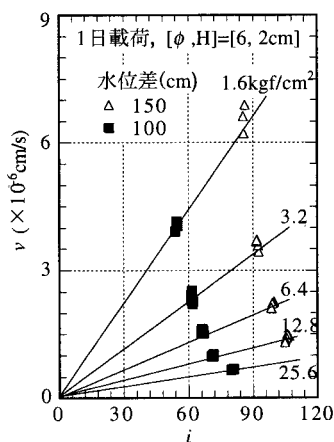


図-2 v - i 関係 (短時間透水)

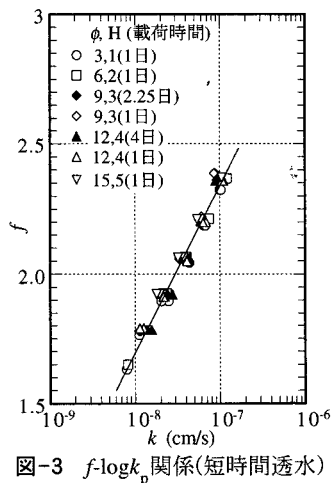


図-3 f - $\log k_p$ 関係 (短時間透水)

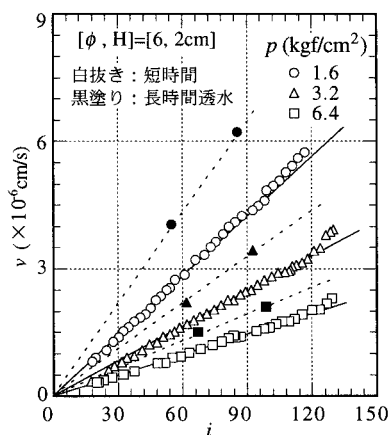


図-4 v - i 関係 (長時間透水)

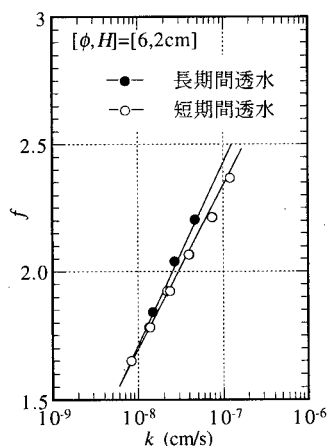


図-5 f - $\log k_p$ 関係 (長時間透水)

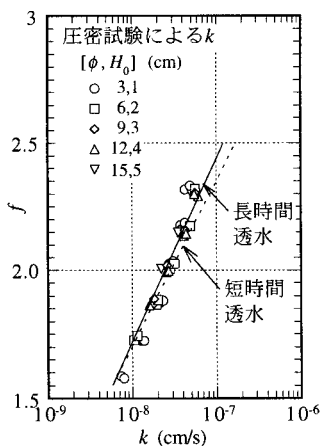


図-6 f - $\log k$ 関係

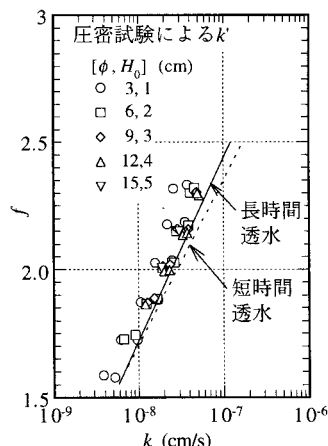


図-7 f - $\log k'$ 関係

f が小さくなると短時間透水の平均的な f - $\log k_p$ 直線とほぼ一致している。

図-6に圧密試験による k の全データと図-3および図-5に示した短時間、長時間透水による平均的な f - $\log k_p$ 直線を示した。ただし、ここでの k は一次圧密域の平均 $f = (f_0 + f_{100})/2$ に対してプロットしている。 k は比較的狭い範囲に収まっている。短時間透水の f - $\log k_p$ 直線と比較すると、特に f の大きい範囲では k の方が小さい。長時間透水の f - $\log k_p$ 直線と比較すると、全体にわたって k と k_p はかなり近いことがわかる。図-7に圧密試験による k' の全データと短時間、長時間透水による平均的な f - $\log k_p$ 直線を示した。 k' は k に比べるとばらつきが大きい。特に層厚が小さいほど k' が小さいことから、一次圧密比 r による補正が寄与していると考えられる。また、 f - $\log k_p$ 直線と比較すると、 k' の方がかなり小さい。

以上から、圧密試験による透水係数は、 k' よりも k の方が、透水試験による実測透水係数に近い値を得るといえる。なお、この結果は、吉國ら³⁾、今井ら⁴⁾による結果と同様である。

結論 ① 透水試験による流速と動水勾配の関係は、原点を通る直線と見なすことができ、ダルシー則の成立が確認できる。② 透水試験による f - $\log k_p$ 関係に与える供試体高さと载荷時間の影響は見られず、 f - $\log k_p$ 関係は土に固有の性質といえる。③ 圧密試験による透水係数は、 k' よりも k の方が、透水試験による実測透水係数に近い。③の理由については、同時に行っている相似則の検証を含めて、別途発表する予定である。

参考文献 1) 村上：粘土の透水係数に関する考察，土質学会論文報告集，vol.27, No.3, pp167-170, 1987. 2) 三笠：1) に対するディスカッション，土質学会論文報告集，vol.29, No.2, pp202-206, 1989. 3) 吉國ら：透水試験を併用した圧密試験法，第24回土質学会研究発表会. 4) 今井ら：透水試験を併用した圧密試験法，第24回土質学会研究発表会.