

粘土の段階載荷圧密試験における載荷時間と層厚の影響

大阪市立大学大学院 正 大島昭彦 高田直俊
鹿島建設(株) 正 ○合田泰三

まえがき 室内圧密試験の目的は、実地盤から採取した乱さない試料を用いて、実地盤の沈下量とそれに要する時間を推定するのに必要な圧縮性（ f - $\log p$ 関係）と圧密速度に関する力学定数（圧密係数 c_v ）等を求めることにある。それらを基にして、沈下量に関しては層厚 H の比に比例するという H 則、時間に関しては層厚の比の 2 乗に比例するという H^2 則という相似則を適用して実地盤の時間－沈下関係を推定している。しかし、粘土の圧密には、ひずみ速度依存の粘性効果が無視できず¹⁾、それが載荷時間、層厚、荷重増分比等によって変化するため、先の相似則の成立は今だ不明の状態にある。また、 c_v を実地盤に適用する際に、1) c_v をそのまま適用する、2) 一次圧密比で補正した c_v' を適用する、の 2 つの考え方あり、現在でもどちらを採用すべきかの結論は得られていない²⁾。

そこで本研究では、載荷時間と層厚を変えた段階載荷圧密試験および透水試験を併行して行い、これらより得られる各種圧密定数について詳細に検討した。本報では圧密試験結果を報告する。なお、透水試験結果および両者の結果を踏まえて総合的に考察した結果は、それぞれ本講演概要集の文献 3), 4) を参照されたい。

実験方法 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 ($w_L=74.0\%$, $w_p=33.5\%$) である。相対含水比 (液性指数) = 2 のスラリーから、予圧密圧力 $p_0=0.6\text{kgf/cm}^2$ で再圧密した粘土を試験に供した。

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 (cm), 層厚 H_0 (cm)] の比 $\phi/H_0=3$ となる [3, 1], [6, 2], [9, 3], [12, 4], [15, 5] の 5 種類に設定した。載荷時間は、過圧密となる $p=0.4\text{kgf/cm}^2$ までは、すべて 1 日載荷とし、正規圧密に入る $p=0.8\text{kgf/cm}^2$ から H^2 時間載荷、1 日載荷、3t 載荷の 3 種類を設定した。 H^2 時間載荷とは、異なる H_0 に対して $[\phi, H_0]=[6, 2]$ の標準供試体での 1 日載荷と同程度の載荷時間を与えることを狙ったもので、 H^2 則を適用して、 $(H_0/2)^2 \times 1\text{日}$ ($H_0=1, 2, 3, 4, 5$ に対し、それぞれ 0.25, 1, 2.25, 4, 6.25 日) 載荷した。

圧密試験に与える載荷時間の影響 代表例として、図-1 (1), (2) にそれぞれ $[\phi, H_0]=[9, 3]$ の f - $\log p$, c_v , k , k' 関係、その $p=6.4\text{kgf/cm}^2$ おける沈下曲線 (ε - $\log t$ 曲線, ε は算術ひずみ) を示した。 c_v , k , k' は、一次圧密域での平均体積比 $\bar{f}=(f_0+f_{100})/2$ に対してプロットしている⁴⁾。また、図中には理論圧密度 50% の時間 t_{50} と一次圧密ひずみ ε_{100} の位置を示してある。載荷時間の影響は以下のようにまとめられた。

1) 載荷時間が長いほど f - $\log p$ 関係は下方に位置する、2) 載荷時間が長いほど t_{50} は大きくなり、 c_v は小さい、3) 載荷時間が長いほど k' は小さいが、 k は載荷時間の影響をあまり受けない、4) 載荷時間が長いほど一次圧密ひずみ ε_{100} 、一次圧密比 r は小さい、5) m_v は載荷時間によらずほぼ一定となる。

圧密試験に与える層厚の影響 図-2～4 にそれぞれ 1 日、3t, H^2 時間載荷における f - $\log p$, c_v , k , k' 関係、代表例として $p=6.4\text{kgf/cm}^2$ おける沈下曲線 (ε - $\log t$ 曲線) を示した。なお、3t 載荷における $[\phi, H_0]=[15, 5]$ は 1 日載荷と同程度の載荷時間となるため、実施していない。層厚の影響は以下のようにまとめられた。

6) f - $\log p$ 関係は、3t, H^2 時間載荷では層厚が大きいほど下方に位置するが、1 日載荷では層厚によらずほぼ同じ位置となる、7) 層厚が大きいほど相対的に t_{50} は大きくなり、 c_v は小さい、8) 層厚が大きいほど k' は大きい、 k は層厚の影響をあまり受けない、9) 1 日載荷の ε_{100} は層厚が大きいほど大きく、沈下曲線の形状は「Isotache 型」に、3t 載荷の ε_{100} は層厚によらずほぼ一定となり、沈下曲線の形状は「平行型」に、 H^2 時間載荷では両者の「中間型」になり、沈下曲線の形状は載荷時間に依存する、10) m_v は層厚によらずほぼ一定である。

なお、大阪南港粘土 ($w_L=103\%$, $w_p=38.5\%$) に対しても同様な試験を行い、同様な結果を得ている。

以上の結果から、沈下曲線は載荷時間、層厚の影響を受け、 H^2 則は単純には成立しないことになる。

参考文献 1) 今井：わかりやすい土質力学原論 (第一回改訂版), 土質工学会, pp.187~244, 1992. 2) 地盤工学会：土質試験の方法と解説 (第一回改訂版), pp.367~368, 2000. 3) 大島, 他：段階載荷圧密試験と透水試験による粘土の透水係数の比較, 土木学会第 56 回年次学術講演会, 2001 (投稿中). 4) 大島, 他：段階載荷圧密試験結果の解釈と適用方法に対する一考察, 土木学会第 56 回年次学術講演会, 2001 (投稿中).

Key Words：段階載荷圧密試験, 載荷時間, 供試体層厚, 相似則, 粘土

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

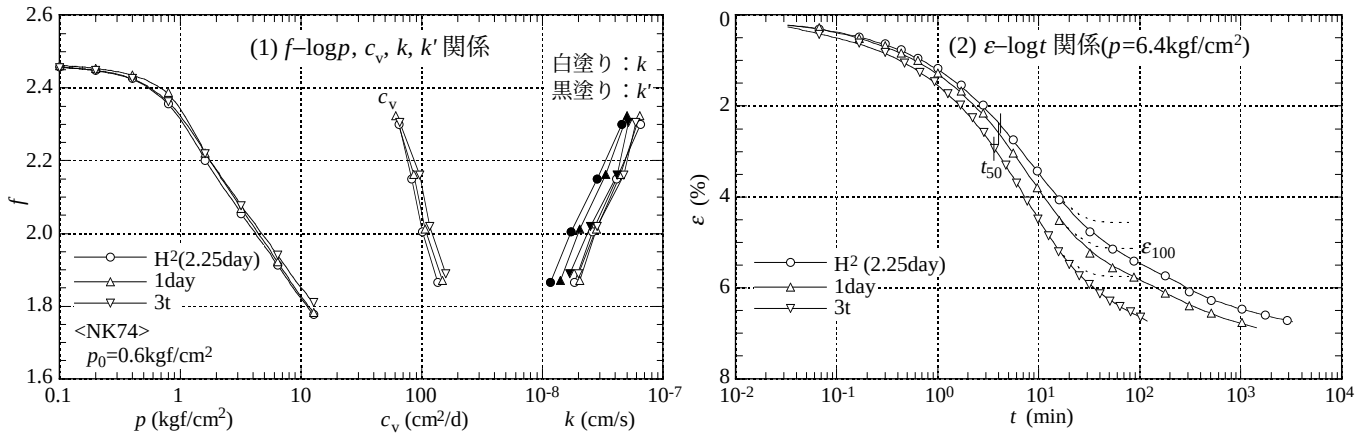


図-1 载荷時間の影響 ($[\phi, H_0]=[9, 3]$)

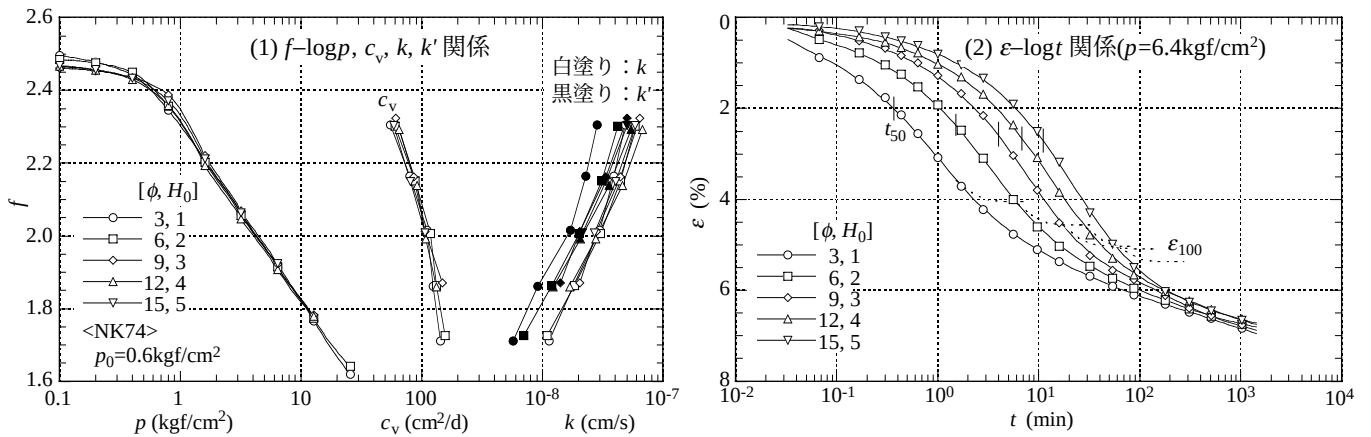


図-2 1日载荷における層厚の影響

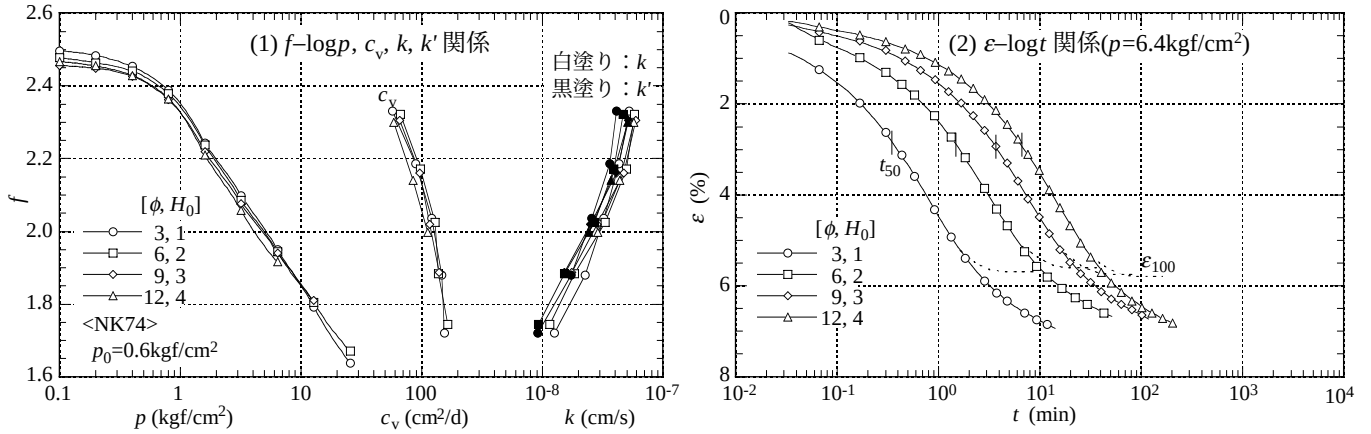


図-3 3t 载荷における層厚の影響

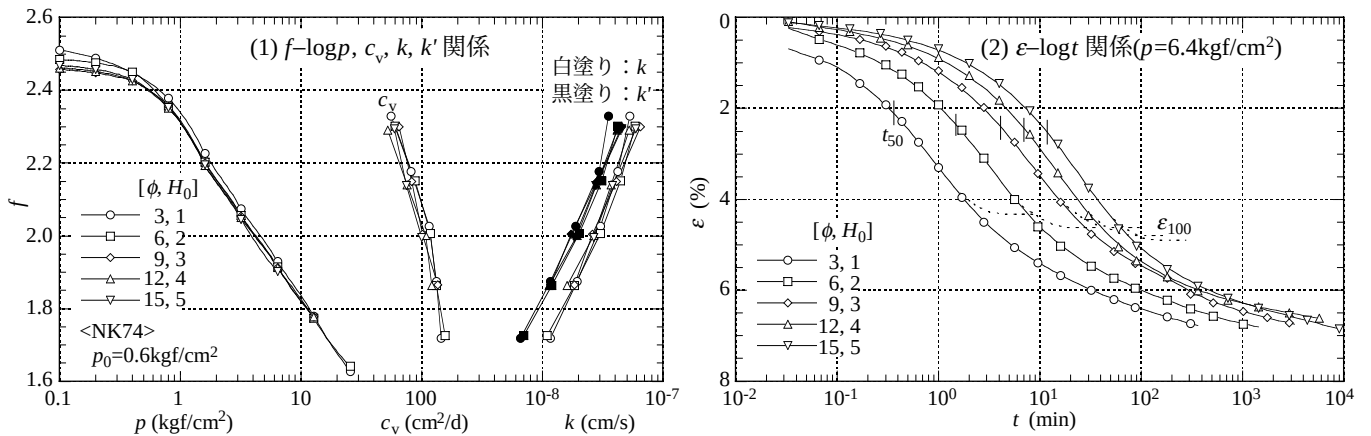


図-4 H^2 時間载荷における層厚の影響