

(III-52) 標準圧密試験から得られる透水係数と二次圧密の影響

(株) 道路建設コンサルタント 正○佐藤 宏美 東海大学 正 杉山 太宏
(株) 建設企画コンサルタント 正 白子 博明 東海大学 正 赤石 勝

1. まえがき

有限要素法による圧密解析には土の透水係数が必要である。一般的には標準圧密試験から得られる圧密係数と体積圧縮係数を利用して透水係数が計算される。しかし、これらの土質定数は二次圧密の影響を受けており、計算された透水係数にも二次圧密の影響が含まれている。この報告は、二次圧密を考慮した一次元圧密解析から二次圧密の影響を受けない透水係数を求め、標準圧密試験法の透水係数と比較した。

2. 透水係数と二次圧密

差分法による二次圧密を考慮した一次元圧密解析では、一次元圧密における体積ひずみ ε を有効応力 σ' と時間 t の関数と仮定し、その変化量を式(1)で表す。

$$d\varepsilon = d\varepsilon_i + d\varepsilon_c \quad (1) \quad d\varepsilon_i = m_i d\sigma' \quad (2) \quad d\varepsilon_c = 0.434 \cdot a \cdot d\sigma' / t^* dt \quad (3)$$

ここに、右辺第一項 $d\varepsilon_i$ は、有効応力増加に伴い即時に発生する体積ひずみであり、第二項 $d\varepsilon_c$ は、時間の対数に比例して発生するクリープ体積ひずみである。 m_i は体積圧縮係数、 a はクリープ体積ひずみに関する定数、 t^* は、圧密時間である。

Fig.1 中の破線は Terzaghi の圧密理論に一致した即時体積ひずみ ε_i の経時変化であり、実線は圧密試験から得られる体積ひずみ $\varepsilon (= \varepsilon_i + \varepsilon_c)$ の経時変化である。式(3)のクリープ体積ひずみ ε_c が一次圧密中から発生している場合、圧密試験から得られる体積ひずみ ε の経時変化は圧密初期からクリープ体積ひずみの影響を受けている。圧密理論に基づいた $\sqrt{t}$ 法や曲線定規法をクリープ体積ひずみを含む Fig.1 中の実線 (測定値) に適用して圧密諸定数を求めた場合、それらの定数はクリープ体積ひずみの影響を受ける。

二次圧密を含む一次元圧密解析に必要な土質定数は、式(2)の m_i 、式(3)の a と圧密係数 c_v である。著者らは既に標準圧密試験の圧密量時間曲線のみからこれらの定数の決定法について報告している。¹⁾ 定数 m_i と c_v が得られれば、これらの積として二次圧密の影響を含まない透水係数 k^* ($= c_v \cdot m_i \cdot \gamma_w$ 、 γ_w は水の単位体積重量) を計算しうる。標準圧密試験でも二次圧密の影響を考慮して2種類の透水係数 k ($= c_v \cdot m_v \cdot \gamma_w$ 、 $m_v (= d\varepsilon / d\sigma')$ は体積圧縮係数) と k' ($= k \cdot r$ 、 r は一次圧密比) が求められる。²⁾

しかし、二次圧密の主要因であるクリープひずみは、一次圧密中から発生しているため k 、 k' 値にも二次圧密は、影響していると思われる。

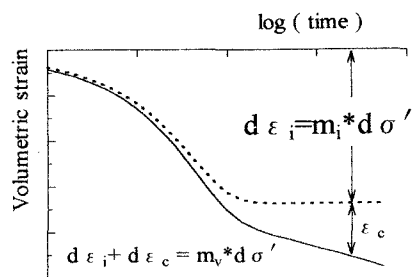


Fig.1 Volumetric strain time curves

3. 標準圧密試験結果と考察

自然含水比の異なる3種類の泥炭を実験に用いた。Fig.2,3,4 は、標準圧密試験の圧密量時間関係とその再現計算結果である。一次元圧密における二次圧密を含む圧密量時間関係の計算結果は、実測値とよく一致している。Fig.5 は、 $\sqrt{t}$ 法の一次圧密比 r と提案法で求めた一次圧密比 $r^* (= \varepsilon_i / \varepsilon_{24}$ 、 ε_{24} は24時間後に測定された体積ひずみ) である。 r^* より r の方が大きくなる場合が多い。 $\sqrt{t}$ 法で求めた一次圧密量には二次圧密が含まれているためと思われる。 $\sqrt{t}$ 法から求めた圧密係数 c_v と提案法による再現計算から決定した

透水係数、圧密係数、二次圧密

〒259-1292 平塚市北金目 1117、TEL. 0463(58)1211、FAX. 0463(50)2045

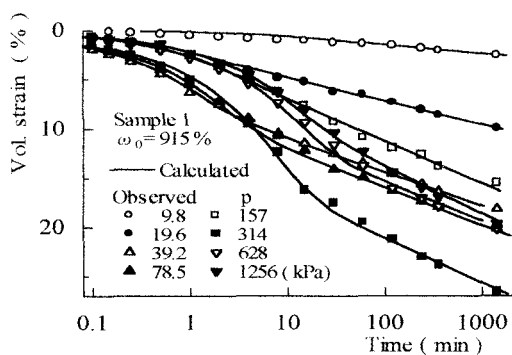


Fig.2 Observed and calculated strain time curves

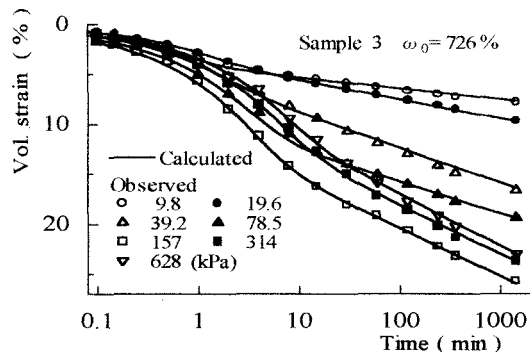


Fig.4 Observed and calculated strain time curves

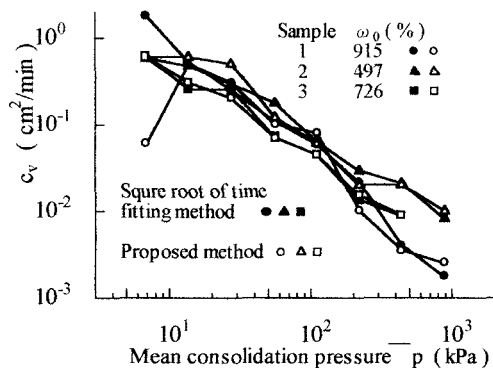


Fig.6 c_v and $\bar{p}$ relations

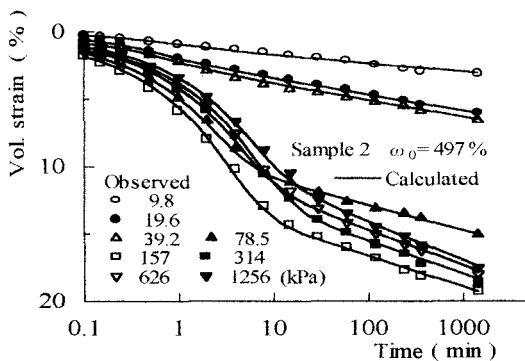


Fig.3 Observed and calculated strain time curves

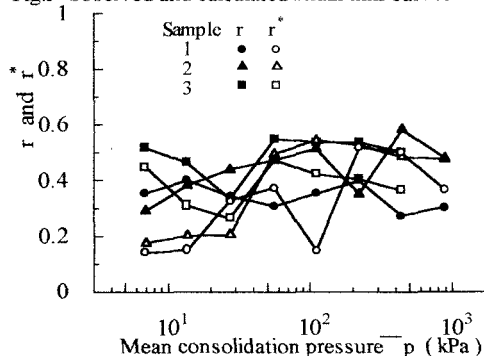


Fig.5 r , r^* and $\bar{p}$ relations

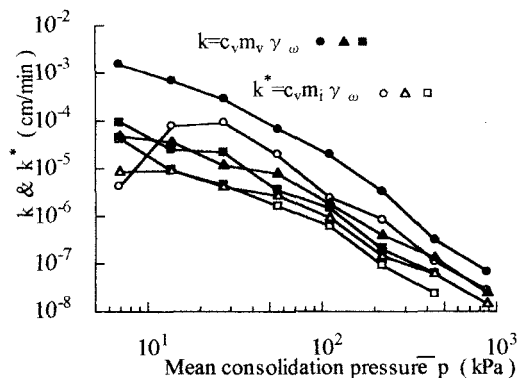


Fig.7 k , k^* and $\bar{p}$ relations

c_v を比較したのがFig.6である。両方法による c_v 値は、ほぼ一致している。したがって、Fig.7に示すように c_v と m_v の積から計算する透水係数 $k (=c_v \cdot m_v \cdot \gamma \cdot \omega)$ は二次圧密の影響を受けている。その結果、一次圧密量のみによる体積圧縮係数 m_i から求めた提案法による透水係数 k^* より k は大きな値となる。また、標準圧密試験のもう一つの透水係数 k' は、 m_v を r 倍しているため k^* に近い値となる。

4. むすび

標準圧密試験の圧密係数 c_v は、二次圧密の影響を受けている。その c_v 値から計算される透水係数 k も、 m_v を用いているため二次圧密の影響が大きい。一次圧密比を r 倍した透水係数 $k' (=k \cdot r)$ の方が二次圧密の影響は小さい。ただし、 $\sqrt{t}$ 法から求めた圧密係数 c_v は二次圧密の影響を受けている。

参考文献： 1) 白子他：二次圧密を考慮した一次元圧密解析における土質定数、第53回土木学会年次学術講演会概要、pp.418-419、1998、 2) 地盤工学会編：土質試験の方法と解説、pp.358-359、2000