

## Ⅲ-59

## 粘性土の透水異方性に関する実験研究

横浜国立大学

学生会員○山崎かすみ

横浜国立大学 工学部

正会員 今井 五郎

## はじめに

バーチカルドレーン改良地盤における圧密時間の算定には、標準圧密試験から得られた結果が広く一般に用いられてきた。この場合、圧縮性としては鉛直方向( $m_v$ )、透水性も鉛直方向( $k_v$ )に仮定した $C_v$ 値を用いていることになる( $C_v = k_v / \gamma_w m_v$ )。しかし、ドレーン打設地盤においては、圧縮は鉛直だが透水は水平( $k_h$ )であり、 $C_v$ としては $k_h / \gamma_w m_v$ の値を使うことが妥当なようにも思える。実際に、「標準圧密試験で求めた $C_v$ 値を何倍すれば良いか」が設計技術者の頭を悩ませる問題になっていた。それを解決すればドレーンの設計がすべて上首尾にいくかと言うと、他にもスミヤや排水層の透水抵抗などの難問があり、バーチカルドレーンの問題は難攻不落と言える。それでも透水という面に限って初歩的な所から歩んでみようとした。鉛直方向に圧縮していく粘性土の水平透水係数を測定できると良いのだが、その前段階として、粒子配列の異方性と透水性の関係を調べた。堆積面と $0^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ の角度をなす供試体に対して標準圧密試験を実施し、 $\sqrt{t}$ フィッティングで求めた $k$ 値と比較しながら、各圧密段階終了時の変水位透水試験の結果を検討した。

## 試料および供試体の作製方法

東京湾の扇島地先で採取した粘性土をシルト分と粘土分重量比が4:6になるよう調整した試料を用いた。海水または淡水（塩分を含まない水）を用いて含水比800%、400%に調整した泥水を静置して沈降堆積させた後、 $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の応力で予圧密を行った。予圧密終了後の試料を、図-1に示すように傾斜角をつけて切り出すことによって、堆積面の角度の異なる供試体を作製した。表-1に試料の物理的特性を示す。

| $\rho_s (\text{g/cm}^3)$ | $W_L (\%)$ | $I_P$ |
|--------------------------|------------|-------|
| 2.70                     | 108        | 46    |

表-1：物理的特性

## 実験装置・実験方法

各段階の圧密試験の後に透水試験を連続的に実施できるように、卓上型オエドメーターの下側排水面に供給側の二重管ビュレットを連結し、ガイドリングそのものを越流水槽とした圧密・透水試験装置を用いた。背圧は加えていない。室温は $20 \pm 2^\circ$ とした。いずれの供試体に対しても各段階の圧密試験を22時間行った後に、圧密荷重を保ったまま、2時間の変水位透水試験（初期水頭差は50cm）を行った。圧密の荷重段階は、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6、3.2  $\text{kgf/cm}^2$ の6段階とした。したがって、0.1、0.2、0.4  $\text{kgf/cm}^2$ の下での供試体は過圧密状態にある。

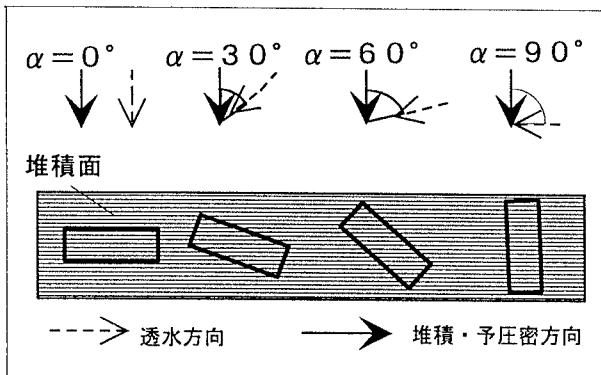


図-1：堆積・予圧密方向と透水方向

|            | 海水(s)中の堆積 |      | 淡水(w)中の堆積 |      | 淡水(w)中の堆積    |              |
|------------|-----------|------|-----------|------|--------------|--------------|
|            | 含水比800%   |      | 含水比800%   |      | 含水比400%      |              |
| $\alpha$   | 実測値       | 計算値  | 実測値       | 計算値  | 実測値          | 計算値          |
| $0^\circ$  | S00M      | S00C | W00M      | W00C | $\bar{W}00M$ | $\bar{W}00C$ |
| $30^\circ$ | S30M      | S30C |           |      |              |              |
| $60^\circ$ | S60M      | S60C |           |      |              |              |
| $90^\circ$ | S90M      | S90C | W90M      | W90C | $\bar{W}90M$ | $\bar{W}90C$ |

表-2：実験番号一覧

## 実験結果

透水試験における透水係数の測定には、通水開始後 1 および 2 時間後の水頭値を用いた。図-2に海水中で含水比800%から沈降堆積させた試料、図-3に淡水中で含水比800%から沈降堆積させた試料、図-4に淡水中で含水比400%から沈降堆積させた試料の $e$ - $\log k$ 関係を示す。図-2と図-3では、堆積方向と透水方向のなす角 $\alpha$ が大きくなるほど透水係数が大きくなる傾向が示されている。また、淡水試料のほうが海水試料より異方性が顕著である。しかし、含水比400%の淡水試料ではほとんど異方性が見られない（図-4）。図-5に $\alpha=0^\circ$ での3つの試料（S, W, W）で、図-6に $\alpha=90^\circ$ でのそれら3つの試料で得られた $e$ - $\log k$ 関係を比較する。含水比800%でも海水試料と淡水試料では海水試料の透水係数のほうが大きくなり、同じ淡水試料でも含水比が400%と800%では、含水比400%のほうが透水係数が大きくなった。 $\alpha=0^\circ$ と $\alpha=90^\circ$ で、ほぼ同じ傾向を示しているが、 $\alpha=0^\circ$ のほうが若干違いが大きい。

また、標準圧密試験の結果に $\sqrt{t}$  フィッティングを行い求めた $C_v$ と22時間载荷に対応する $m_v$ とを用い算出した $k$ 値〔今井・村本、1989〕と透水試験より求めた $k$ 値はほぼ一致している（図-5, 6）。

## 結論

- ・供試体作製時の堆積環境（水質、含水比の違い）は、透水係数に大きな影響をもたらす。
- ・堆積方向と透水方向のなす角 $\alpha$ が大きいほど透水係数が大きい。

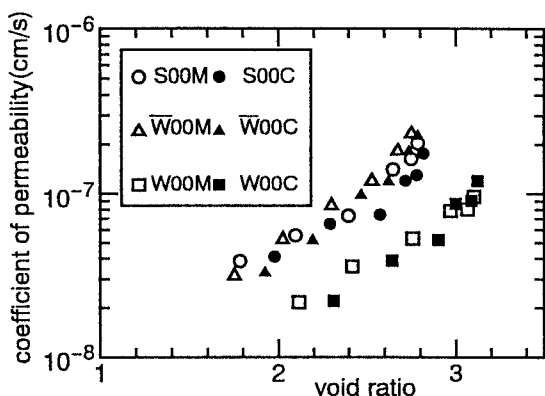


図-5:  $\alpha=0^\circ$  の実測値と計算値

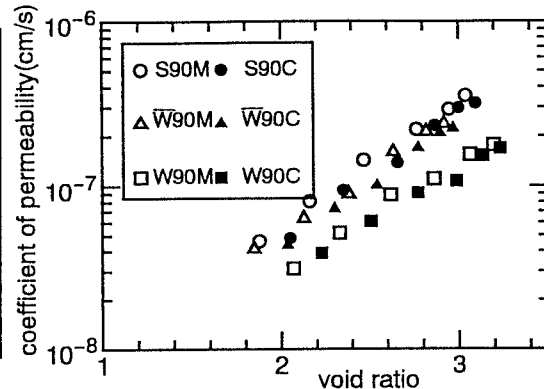


図-6:  $\alpha=90^\circ$  の実測値と計算値

## 参考文献

- 村本勝巳 透水試験に基づく圧密係数の批判的検討 横浜国立大学卒業論文、1989  
S.Leroueil Permeability Anisotropy of Natural Clay as Function of Strain 1990