

よるべき

対象となる地盤上に電気浸透法(EO)の適用が有利となるかどうかと判定する場合、なにを基準にして考えるべきかということについて考える。

EO 適性の判定には従来次のような方法がとられている：

(1) 土の粒径加積曲線の範囲と経験的に指定……粒度と基準にして適性の目安をつけるもので、ドレーン方法の選定には便利であるが、定量的なものではない。

(2) 電気浸透透水係数(K_e)を求め、その程度から判定……直接定量的方法ではあるが、 K_e の量だけで適性を判定するのは必ずしも適当ではない。

ここでは電気浸透ドレーンの場合と電気浸透の注入工法の場合とに例をとり、それらの実施にあたって適性の判定の基準をどのように定めるべきかと考えてみる。

I. 電気浸透透水係数(K_e)について

電気浸透透水係数は次式のような形で表わされる。

$$K_e = k_e \cdot (e/1+e) \cdot (1/\alpha)$$

： k_e ：電気浸透係数， e ：土の固相率比， α ：土の毛管曲率係数

すなわち K_e は、 $k_e = f(D, \eta, \phi, const.)$ であるような界面の物理化学量と土壌の幾何的量とによって定まるのである。

(備考) D ：誘電率， η ：粘性係数， ϕ ：界面動電位， $const. = 4\pi$ のような比例常数

また k_e は固相となす土粒子の種類や性質、液相としての水の性質など複雑な土界面における各種の因子によって定まるものである。

K_e ： K_R (動水透水係数)との本質的相違は、理論的に前者が土毛管の大きさ r (毛管半径) に関係があるということと、この点に EO の有用性があるわけである。

K_e の値は、 k_e や土壌構造によって変わるものではあるが、変化の幅は比較的に小さく、たとえばチャウ積土の場合、 $0.1 \sim 1.5 \times 10^{-4} (cm/sec/cm)$ の範囲であり、まあまあ特殊な土とのぞくと多くは $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ のものである。したがって 10^{-4} のオーダーの幅である。数種の土のいろいろな $e/1+e$ における K_e の実測値を図-1 に示す。

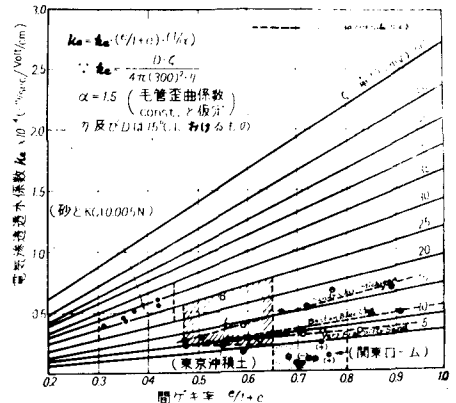


図-1. 各種土の $e/1+e - K_e$ および K_e の範囲

II. K_e/K_R (電気浸透圧係数)について

ある種の土の K_e と K_R を得て、それと K_e/K_R 形で表わしたものを「電気浸透圧係数」と呼ぶことにしている。

K_e/K_R は、EO 透水の動水の透水に対する相対値で、ドレーン効果の判定にはこの値が有意義なものと

(備考) EOドレーンでは電気浸透圧 p_e に起因しているもので、電極間の任意の位置における p_e は理論的に、 $p_e = f_0 \cdot K_e/K_R \cdot (1 - \frac{z}{l}) \cdot E$ と表わされる。すなわち K_e/K_R に比例して p_e が変わる。

前述したように K_e はおよそ $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-5} \text{ cm/sec/V/cm}$ であるのに対し、 K_R は粒径、粒度、間ギャクの量・状態などに依りてきわめて広範囲の変化を示す。したがって K_e/K_R の変化を考える場合、 $K_e = \text{const.}$ と仮定すると K_R の変化だけを考え、それが主因となって変化する。

(備考) G.W. Lomize は、 $K_e/K_R \geq 10 \text{ cm/V}$ をEOドレーンの適用限界とす

ることを提議している。かりに $K_e = 0.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec/V/cm}$ であると

すると、 $K_e/K_R = 10 \text{ cm/V}$ であるための K_R は $K_{R \text{ max.}} = 0.5 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$

となる。

図-2は粒径を関数とした K_e/K_R の変化の傾向を示すものである。

Ⅲ. 粘土のEO脱水効果の判定

土全般にわたっての適性の判定は、 K_e/K_R の値と決定することによってなされるのであるが、対象土が明に粘土であるような場合、脱水効果の判定は次のような方法で行なうとよい。

一定の条件で通電し(たとえば一定寸法の供試体に対し $0.5 \sim 30 \text{ V/cm}$ と一定時間ごとに段階的に電流を負荷)、各時間の電流値、脱水量を測定して、

電力消費—脱水量関係を図-3のように描く。この表示の特徴は、曲線の

傾度によって土に対する脱水効果の多少が判定され、任意の消費電力に対する脱水度が見積りうること、および脱水限界量や脱水目標量の予想にたてうるということである。(備考)消費電力は土の単位体積当りの量(たとえば

$\frac{\text{KWh}}{\text{m}^3}$)を表わしておく方が、実用的である。

ここでいう脱水限界量とは、電位とそれ以上増してもはや脱水率が比例的には増えない状態を指し、脱水目標量とは、必要粘着力や所要の間ギャク量によって定める目標とする含水量を指す。

Ⅳ. 電気浸透の注入法の適性の判定

ここでは薬液注入を行なうとするとする際、対象となる地盤土によってEO法を採用するのがよいのか、圧力注入法を用いるのがよいのかを検討する場合の考え方を述べる。

いま流動効果を $(\frac{\text{流量}}{\text{断面積} \times \text{体積}})$ と表わすと、EOおよび圧力の場合それぞれ $F_e = \frac{Q_e}{A_v \cdot l}$ および $F_a = \frac{Q_a}{A_v \cdot l}$ となる。(ここに Q_e :EOにおける流量、 Q_a :圧力による流量、 A_v :土の有効断面積、 l :毛管長)。

同じ土に対して両者の流動効果が同じになる場合を考えると、 $F_e = F_a$ であり、 $F_e = K_e \cdot E$ 、 $F_a = K_R \cdot \Delta H$ であるから、 $K_e/K_R = \Delta H/E$ となる。

いまこの関係を用いたような条件でEOに相当する注入圧を概算してみると;

- (1) $K_e/K_R = 100 \text{ cm/V}$, $K_e = 0.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec/V/cm}$, $E = 100 \text{ V}$, ... $\Delta H = 1000 \text{ cm}$ (全水頭)
- (2) $K_e/K_R = 100 \text{ cm/V}$, $K_e = 0.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec/V/cm}$, $E = 100 \text{ V}$, ... $\Delta H = 10000 \text{ cm}$ (全水頭)

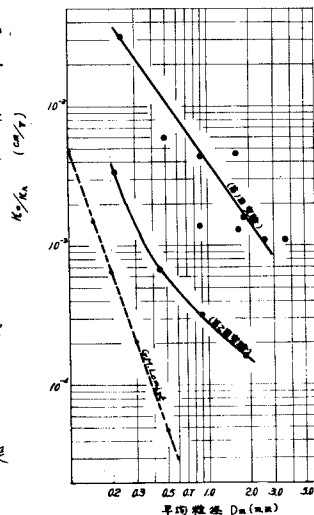


図-2. 平均粒径— K_e/K_R 関係

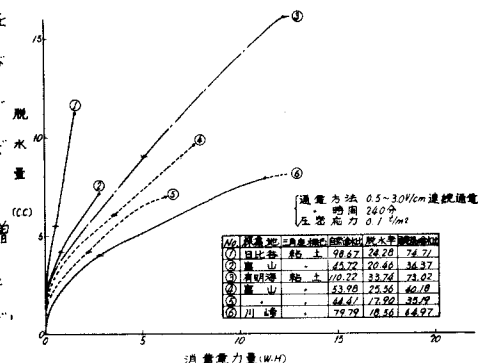


図-3. 各種の土についての脱水量—電力消費量

上記は、 K_R が、 $0.5 \times 10^5 \text{ cm/sec}$ (シルト質ローム) と $0.5 \times 10^6 \text{ cm/sec}$ (シルト質粘土質ローム) との場合を予想したことになるのであるが、同じ注入効果を上げるためには、(1)では $p = 1 \text{ kg/cm}^2$ 、(2)では $p = 10 \text{ kg/cm}^2$ の圧力を必要とするということである。

このような方法で求めた p を、地盤条件、機械能力などによって指定し、いづれの方法によって注入を行なうのが得策であるかを考えてみるという。

むすび

ようやくわが国でも軟弱粘土地盤を対象としてEO法がいろいろな形で用いられようとしている。EO法を適用する場合の経済性の検討や各部設計を行う前に、地盤土がEOに適するものであるかどうかをしらべてみる必要があるわけでは、その一つ判定法としてここに提案したのである。

以上のべたことを要約すると；

(1) K_e と K_R を測定し、 K_e/K_R を基準にしてEO法の適性を判定する。ドレーンを目標としてその工法の選定を行なうとおとすときは、概算的に $K_e = 0.5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec/d/cm}$ と仮定し、 K_R は計測して $K_e/K_R \geq 10 \text{ cm/d}$ の条件から工法を判定するといふ。

(2) 地盤土の K_e/K_R が10以上で、EO法の適用をきめた場合、所定の条件で、脱水量の測定を行ない、脱水量—電力消費関係を求め、曲線の傾度、脱水度から効果を判定する。

(3) EO注入が可能な薬液であることと前提として、注入工法を考へる場合、相当注入圧を概算し、それによる必要圧と機械能力および地盤土のタイ積状態からEO法の採用をきめるといふ。

K_e/K_R の限界を $Lomize$ の提案する 10 cm/d としたがい、EO法の利用のし方によってその値は違ってくるわけでは、今後この問題も検討してみる所存である。