

III-55 電気浸透的ドレーンについて

日本大学理工学部 正真 浅川美利

まえがき 電気浸透的ドレーン工法が軟弱粘土地盤の安定処理法として有意な手段であるということはずでよく知られている。

しかレどんな実が他の工法にくらべてすぐれているかという電気浸透法の特長や目標脱水量をいかにあき、通電方法をどのようにすると効果的であるかといった設計および施工の問題などについてはまだ十分わかっていない。

電気浸透法の基礎工への応用という一連の研究のうち今回は、電気浸透的ドレーンの問題ととり上げ、特に実用上必要な特長を明らかにすることおよび設計・施工上必要な問題をより明確にすることを目標として行った結果を報告するつもりである。

I. 実験装置および操作

I-1 装置

脱水およびそれに伴う変状を測定するために図-1(a)および(b)に示すような装置を試作した。

I-1-1 機能上の特徴

- (1) 脱水と変状とを同時に定量できる。
- (2) 電気浸透のみによる脱水量をはかりうるほか、圧密荷重および負圧力を必要に応じて負荷でき、それらによる脱水効果も測ることができる。

I-1-2 装置の各部分とその特長

- (1) 圧密リング: 内径6cm, 高さ2cmのガラス製
- (2) ロット状容器: 試料を入れた圧密リングを付加する。この際ダイヤルゲージはビンの上、脱水されたものが自由に透過できるガラスフィルターを固定して、ロットの下部はフラスコと横には脱水量測定パイプと連結できるコックがある。

(3) ポーラスカーボン: 直径6cm, 厚さ1cmのポーラスな炭素板で、圧密板としてまた電極(陽極)としての役目をする。

(4) フラスコ: ロット状容器を支え、水自由な状態で、必要に応じて負圧を加えうるもの。

(5) 脱水量測定パイプ: 外径4mmのガラスパイプで増車をより上下に移動できるもの。コックとゴム管で連結する。

(6) 陰極: 銅製74μ銅メッシュで、ガラスフィル

(7) 電源: 最大出力0.6KW(100V, 6A)のセレン整流器(全波整流)。

I-2 操作

I-2-1 負荷(加電)

図-1(a)に示すような回路により、試料上面を陽、下面を陰極として整流した直流を通電する。電場は電圧コントロール方式で希望する大きさのものを与え、電流値の変化を監視する。

I-2-2 変状量および脱水量測定

ポーラスカーボンの上にダイヤルゲージを設置して変状量をはかる。脱水量測定パイプを上下に移動してパイプ中の水位を常にその位置にあるように保ち、パイプ中の水位の移動量から脱水量をはかる。

I-2-3 圧密力の付加

ポーラスカーボンの上に希望重量の水銀を入れたフタ付ビンとをせ、試料に圧密力を加える。この際ダイヤルゲージはビンの上、フタの上面に設置する。負圧を加えない場合は、図-1(a)に示す検水ビンを試料水位より下げることでフラスコ中の水を減らす。

II 実験計画と検討事項

実験および試料条件ならびに検討事項など*

と一括して次表に示す。

検討事項	結果の整理方針	実験条件	試料条件
A 通常の圧密の性質に対する比較 (1) $e-\log p \sim e-\log i_e$ の比較 (2) 圧密あるいは脱水時間過程比較 (3) 圧密係数の比較 (4) 脱水機構の相違点	(1) $e-\log p \sim e-\log i_e$ の関係を同図表に載せる。 (2) 圧密応力に対する $e-\log i_e$ の関係グラフに入る。 (3) 同図表に p に対する i_e の関係を示す。 (4) 圧密-時間関係を対比する。 (5) 各 i_e 下の C_{ve} を求め、その傾向とオーダーを比べる。 (6) 単位時間における脱水量、変位量、電流値の図表化を示す。	(1) 各種圧密応力下の圧密時間過程および圧密終了時の e を求める。 (2) 各種電圧条件下での脱水および変位の時間過程を定める。 (3) 圧密応力と付加力 i_e と C_{ve} (2) の測定を行う。 (4) 脱水および変位量の測定のほか電流値の変化とも測定する。	(種類) ① 神田橋粘土の積層土 ② 入沢町砂土 ③ 有明海
B 脱水可能量と有効脱水量の追求	各種条件 (上の種類、通電方法および圧密応力の付加など) 別に脱水と変位量の関係を求め、実用上の最終脱水と効果的減減しない脱水範囲を追求する。	(1) 実用範囲の i_e (p に対する $0.5 \sim 3.0 \%$) を与え、最終脱水および変位時間における消費電力と脱水量を測る。 (2) (1) の測定と上の種類、通電方法、圧密応力の付加など、それらの条件下で行なう。	① 有明海粘土 ② 月比谷粘土 ③ 富山 ④ 川崎 (注) 上の種類と条件の組み合わせは①～④、その他は①のみ。
C 従来者の脱水に有効な電流値の決定	上記の各種条件別に消費電力-脱水量関係を求める。	上記の実験に準ずる。	有明海粘土のみ
D 同電流を用いて最も有効な通電方法は、	通電方法を種々変えて消費電力-脱水量関係を求め、最小電力で最大脱水量となる通電法とその改善を見出す。	同電流で、通電法として単一負荷、段階負荷、断流および負荷変動を行ない、それらにおける電力と脱水とを測定。	同上
E 上の対する電流の吟味と効果比較	各種条件での脱水量-消費電力関係を求める。	上の種類以外の条件を一括して脱水量を測定する。	上記4種
F 脱水理論の適合性吟味	$e-\log p$ と e 脱水度 U_e を求め、 C_{ve} を求め、 i_e - p 関係を各 i_e に対する。	脱水-時間と各電圧に対する測定する。	有明海粘土

注) ① 通常の圧密における荷重: $0.5 \sim 5.0 \text{ kg/cm}^2$ (増大の段階負荷)。② 付加圧力: $0.1 \sim 0.6 \text{ kg/cm}^2$
③ 相当圧力 i_e : $0.5 \sim 5.0 \%$ (0.5 kg/cm^2 の段階負荷)。④ E) 以外では $L=25$ の初期条件を規制。

III 結果の要約

III-1 通常の圧密との対比による特徴

a) 圧密あるいは脱水速度: 同量の圧密に達するまでの (相対的) K がかなり時間が短く、 K と之は図-3 では約 $1/2$ の時間で 100% i_e を示している。

b) 脱水機構の相違: 脱水の変位率が小さく、全体的に定常脱水の範囲が大きいと考へてよい。(図-2 および 図-3 参照)

c) 電場の強さの意味: 圧密応力 p に相当することのほか、脱水速度とも支配する。
(注) ④-5, 6, 7 参照

d) 圧密応力の付加による効果: 圧密応力 p に対して少ない消費電力である。(図-10 参照) p の付加は脱水効果に大きく影響する。同電場電流では、相当圧密応力を増し、脱水量を増し、また消費電力が軽減される。

e) 圧密係数の傾向とオーダー: C_{ve} は i_e の増すに従って増加する傾向があり、その大きさは $C_{ve} \approx 1.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ である K に対して C_{ve} は $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{sec}$ の程度である。(図-5 参照)

f) 提案されている脱水理論の適合性: 三浦博士の理論値に対して実験値をプロットしてみるとき、 $i_e = 1.5 \sim 3.0 \%$ でよく一致することを確認。 K に対して i_e の低い場合 $U_e = 10\%$ までの Z がある。(図-8 参照)

III-2 通電電流および効果的な通電法:

a) 通電電流値: $i_e = 1.5 \%$ 前後が脱水量 K に対して少ない消費電力である。(図-10 参照)

b) 通電方法: 小電流から漸次電流をあげ通電中極性変換を行ないながら i_e のものが、効果が大きい。(図-10 参照)

Ⅱ-3 可能脱水量, 脱水目標量および土に対する適性

2) 可能脱水量および脱水目標量: 加電の実用上のものを 3.0 V/cm 以内とすると, 土の種類や他の条件によっても異なるが, $20 \sim 30\%$ が可能脱水量である。電流効果の急減しない範囲は可能量の $50 \sim 60\%$ である。

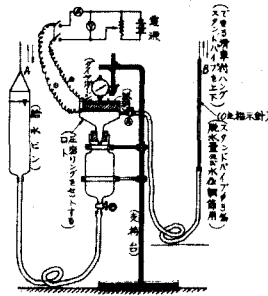


図-1 (a) 装置全体図

3) 土に対する適性: 土によって効果に差異があるが, 電気浸透の適用の可否の検討は脱水量-消費電力関係の表示で行なうのが適当である。

討記 本研究にあたって日本大学當山道三先生の御指導とあそばさる。ここに深謝の意を表する。

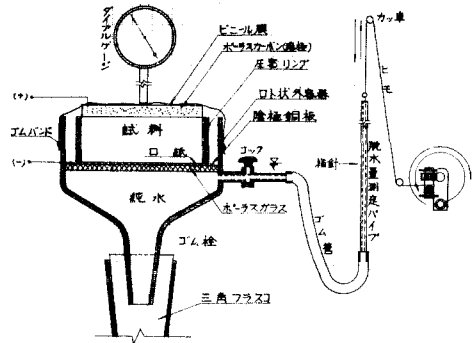


図-1 (b) 脱水と変化を測定する部分の詳細

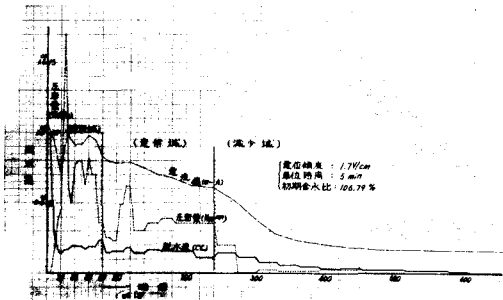


図-2 脱水量, 変り量および電流値変化の時間過程

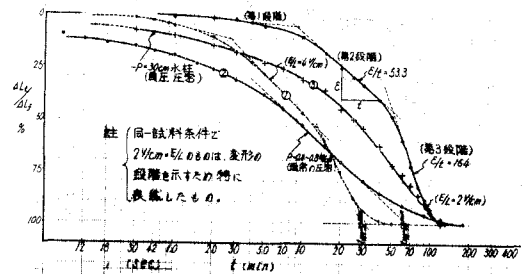


図-3 通常の圧密と電気浸透的圧密の時間過程の比較

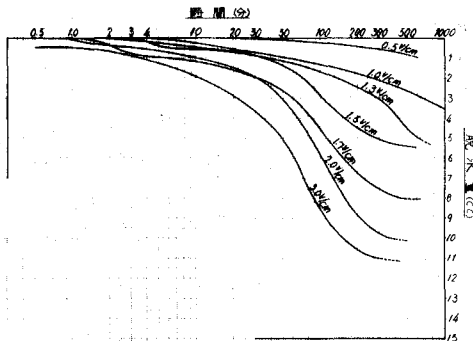


図-4 各種電場強度下での脱水量の時間過程

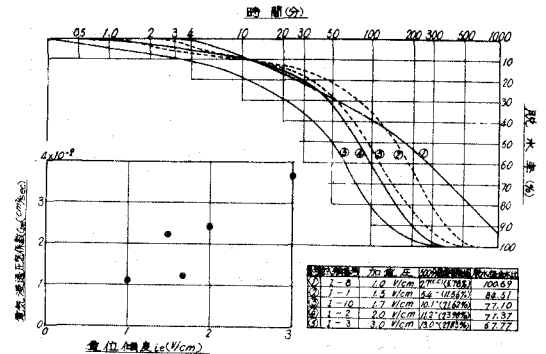


図-5 脱水量の時間過程と電気浸透圧係数の傾向

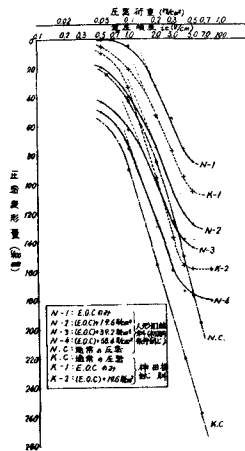


図-6 $e-\log p$ および $e-\log ie$ の関係

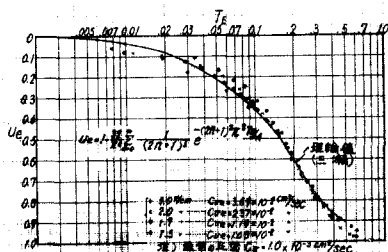


図-8 脱水理論の実測値による適合度の吟味

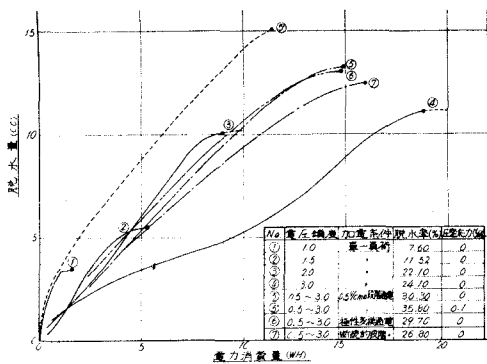


図-10 電場電位、通電方法および圧密能力と変形条件下での脱水効果の比較

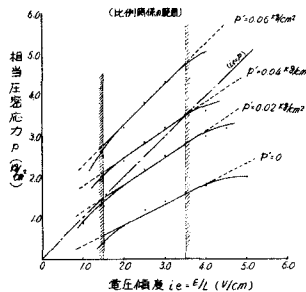


図-7 電場電位と相当圧密能力との関係

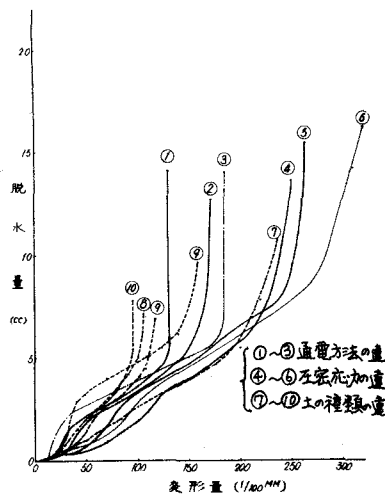


図-9 各種条件下での脱水・変形関係

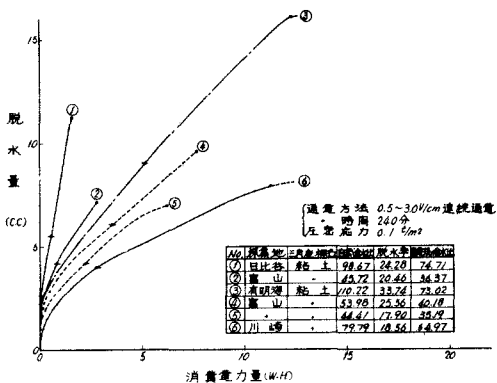


図-11 土に対する適性と目標脱水量を知るためのもの