

I-14 電気浸透法の応用工法についての2, 3の実験

日本大学理工学部 正真 浅川美利

まえがき

電気浸透法の実用性拡張を目標としたもので、上に対する電気浸透の基本原理や効果を考え、それに関連のあるいろいろな基礎工法を想定したものとで基本実験を行ない、その結果から実用することができかどうかを吟味したことに ついて述べる。

電気浸透法は深層安定工法としてすでに実用段階に達してはいるが、いまだその実用範囲は限られたもので、種々の基礎工への応用というまでに至っていない。

電気浸透の機構や特性をよりよく理解し、さらに特殊な基礎工を想定して、それらと関連づけていってみると、電気浸透法の応用性はまだまだ沢山残されていると思う。

ここで述べようとするものは、次に示す四つの基礎工問題を取り上げ、それぞれについて検討した範囲のことである。

Case I: 軟い粘土層の圧密安定工法として電気浸透法を用いる場合、たとえばサンドドレーン工法と比較してみてもどのような実が得策となるだろうか。(圧密速度、圧密量、二次圧密効果に対する影響および相当圧密応力効果などについての比較検討)

Case II: 安全な支持層が浅い部分で得られないテウ模地盤におけるクイ基礎の安定をはかる方法として; (1) 薄い砂層が軟い粘土層にはさまれているような地盤を予想した場合のクイ基礎の安定工法。(2) 既設パイルの周辺土の安定をはかる工法として。

Case III: 既設あるいは引き抜きにおいて載荷重あるいは圧入圧力に制限を受ける基礎工で、潜函内壁面に生ずるスキンプリクシヨンの減少工法として電気浸透法が応用できる。

Case IV: 細粒土地盤への薬液注入工法としての適用。たとえば変状を生じはじめた既設構造物の基礎地盤の補強を目的とした工法。

I. 電気浸透の基本的な性質と応用しようと考えられる関連工法の分類

電気浸透の基本的な性質とそれを適用した場合の土に及ぼす効果およびその効果が応用できると考えられる工法の種別を系統的に分類すると次表が考えられる。

(電気浸透の基本的性質)

(土あるいは土と壁面に与える効果)

(応用しよう基礎工法)

直流電場下で土中水は土の固相の大きな関係なく脱水される

鏡水によって土自体の変状をうながし、また変形に伴って強度を増加させる

- (1) 土の変形量を基準として、たとえばサンドドレーンにおける圧密応力に相応する載荷重を電気浸透によって与えようとする相等圧密応力としての利用法
- (2) 既設パイルを電極としてクイ周辺の安定をはかる工法
- (3) クイ先端下にある圧密層の事前圧密工法としての利用法
- (4) 構造条件の定まった土での土のせん断強度の補強手段としての利用

土中水は一方何に強制された流動を起す。また直流電場下で水は電解してガスを発生

たとえば潜函内の壁面を考えると、その面に集水あるいは脱水をはかる場合は、周辺層の摩擦を容易に増減できる。

- (1) クイ、ケーソンなどの既設工におけるスキンプリクシヨンの減少法
- (2) 矢板、パイルの引き抜き工におけるスキンプリクシヨンの減少法
- (3) アンダーヒューズ、カルバート工におけるパイプ圧入時の圧力軽減法

土の移動のほかに電場下で適当な安定剤を土の固相を通じて移動させる

安定剤を注入することによって土の固相および固相の充填をはかりうる

- (1) 変状を生じた既設構造物下の基礎地盤補強工法
- (2) 施工中隣接構造物の変状が許されない場合の事前安定工法
- (3) 止水の補強法としての防水壁の形成工法として

II. 電気浸透が応用できると考えられる工法についての実験と考察

Case I: 軟い粘土地盤の事前圧密安定工法としての電気浸透法の適用

A) 圧密効果について;

経済性の問題を除外して、土の事前圧密を行なふとあつする場合、電気浸透法を用いるとどのような長が得策となるかを他の機械的方法による場合と比較してみると次のような効果が前者では期待できる。

(1) 圧密速度と二次圧密効果に対する影響; 図-1に示したものは圧密変形量がほぼ等しい加電圧傾度 4 V/cm の電気浸透による圧密過程と $0.4 \sim 0.8 \text{ kg/cm}^2$ の圧密応力下での圧密過程とを比較してみたものである。この結果から、同じ変形量に達するまでに要する時間あるいは所要の圧密度までの時間が電気浸透の場合、数分の一あるいは数十分の一といつて短期なものである。而して機械的圧密ではかなり大きい二次圧密効果の介入があるが、電気浸透ではその種の効果が現われず一次圧密の終了と同時に変形が止まる。といったことなどが知られる。この種の目的で用いる電気浸透法は、圧密迅速と時後のクリープ現象防止法として有意なものである。

(2) 圧密量; 電気浸透の単独適用でもかなり大きい圧密を期できるが、さらに小さい圧密応力でもそれに付加してやると、両者の重ちよう効果が現われ大きい圧密変形が期待できる。(図-2参照)

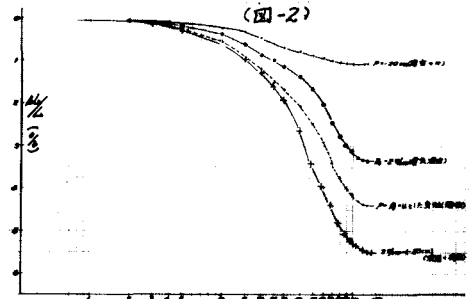
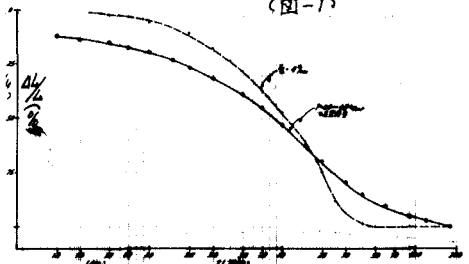
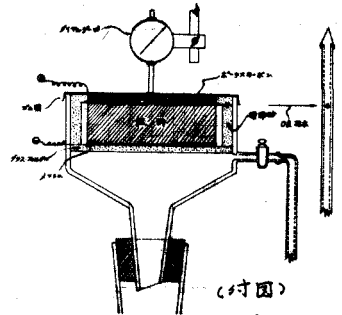
B) 相当圧密応力を与える方法としての適用

たとえばサンドドレーンの実施に当つて、地盤に圧密応力を与えるために莫大な一次的載荷重を必要とする。広範囲の地域の圧密で、しかも圧密終了後その載荷重を除く必要のある場合は事実上大変な経費と時間とをそのために要することとなる。この種の載荷重を軽減するか使用しないで代行させる工法として電気浸透法を用いるとよて述べた問題を解決できる。

すなわち電気浸透脱水は、土を圧密変形させるという事実から、その変形を起させるに要する圧密応力と対応せしめて、相当圧密応力を考えるもので、載荷重に相当するものを加電圧で置きがええ考え方である。図-3はよて述べたことと圧密の対比実験で表われてみた結果の一例を示したものである。

Case II: 軟弱地盤におけるクイ基礎の安定工法としての電気浸透法の適用

A) 安定な支持層が地表近くになく、薄い砂層が粘土層にはさまれているような地盤におけるクイ基礎の安定増加法として;

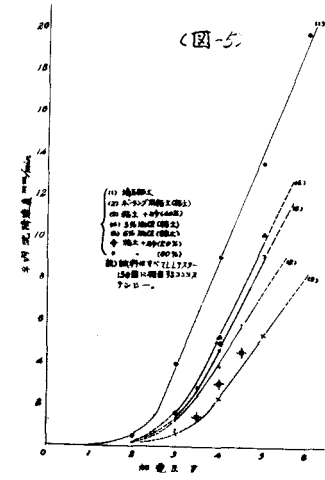
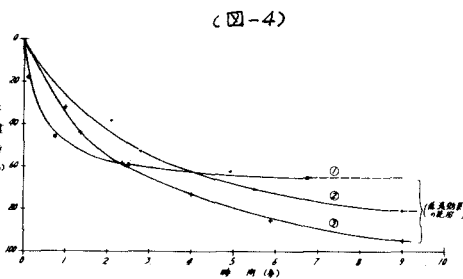
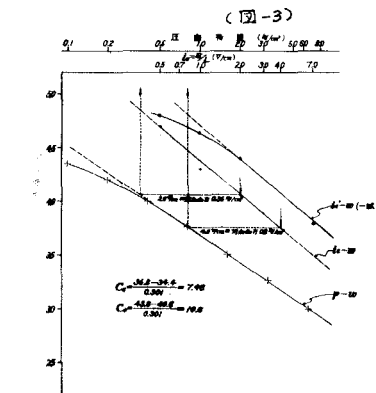


チウ積地盤では地表下浅いところに十分な安全な支持層がなく、せいぜい薄い砂層が比較的浅いところに互層をなしているようなものが多い。この種の地盤を対象として基礎工を行なう場合、構造物の大きさや重要度によって浅い砂層を支持層とできる場合とできない場合とがあることはもちろんであるが、ここでは薄い砂層にクイ先端をいしても破壊支持力の欠では問題がなく、下部粘土層の圧密のみが安定性を左右する問題であるような構造物条件であると考えると、その安定工法を考へようとするものである。

目標とする層までクイを打設してから、クイ（鉄筋コンクリートグイ）の鉄筋を電極として電気浸透法を用いると、クイ周辺の周辺土の安定性増加はもちろん期待できるが、そのほかクイ先下の粘土層まで、地盤の電気伝導度とクイ間隔によって有効電圧と電流分布範囲は異なるが、分布電圧による浸透が生じ、その結果下部粘土層の事前圧密が可能になろうというものである。この問題が解決できると、比較的軽構造の基礎工に特別な方法を講じなくてもよいようになるのではないかと思う。なお電極として鉄筋コンクリートグイの鉄筋が使用できることは、小さい模型グイではあるが、被服コンクリートの影響は少く、十分実用しうるものであることも実験によって知れた。

B) 既設パイルの周辺土の安定性を増す方法として上で述べたようなクイ自体を電極として用いることができるので、特別な電極設置を必要としないで、既設グイの周辺土を電気浸透によって安定させることができる。クイ周辺土の電気浸透脱水は、周辺土の固結すなわちスキンプリクシヨンの増加をあまり期待しないで、圧密促進とそれに伴うネガティブフリクシヨンの事前処理を安定性増加の目標とすると、適当な手続となる。スキンプリクシヨンの増加は、脱水初期には大きく現われるが、時間の経過によって徐々に減る。しかれど土の安定化を目標とするならば、スキンプリクシヨンの増加も見積られる。

(余日の図表と主な公表するだけのデータが得られなかったため、上で述べたことは図表で示さなかった。詳細は講演会にて述べる)



Case III: スキンフリクションの軽減法としての電気浸透法の応用

潜函係、パイプ、矢板などの沈没、引き抜き、圧入を行なうのに載荷重、圧入圧力あるいは引き抜き力の適用に制限を受けるような基礎の場合、何等かの方法によつてスキンフリクションの軽減をはかり、不足する外力に補足的方法をとる必要がある。

その方法の一つとして電気浸透による方法があげられる。電気浸透による効果は、軽減を必要とする壁面に土中水を強制的に集めることによる壁面の潤滑作用と水の電解によつて生ずるガスのバブル作用とによるものと考えられる。

図-4に示れているのは、金属棒の引き抜きにおけるスキンフリクションの軽減効果を上の初期条件を変えて行なった結果である。図-5は、パイプ圧入時の加電圧-圧入速度の関係をいろいろな土の種類および条件について表わされているのである。

この方法は土の条件として電気浸透の適用が可能なのであれば、どの種の基礎工においても目的を達することはできるが、特にアンダーピニングにおける鋼管パイルの圧入やパイプの水平圧入などのような圧力にいち早く制限を受ける場合のスキンフリクション軽減法として有望であると思う。また鋼管パイルの設置では、スキンフリクションの軽減のみでなく、陽極材を防蝕性の大きいものを選んで用いると、パイル防蝕も施工中に実施できる。さらに同じ回路を用いて施工後の周辺土の安定をはかることもできる。

Case IV: 細粒土地盤における薬液注入工法としての適用

砂あるいは砂レキのような粗粒地盤での注入工法の適用は機械的方法で可能であるが、粘土質地盤における安定剤の注入は機械的方法では不可能で、そのような地盤に注入を必要とするときは、電気浸透的移動を利用して行なうことができる。

この方法は、地盤変位が起つてそれが既存構造物に好ましくない影響を与えている場合の地盤の補強を目的として適用できる。また施工中隣接構造物の変位を事前に防止しておく場合やオープンカットあるいはタテ坑の防水壁の形成および壁面保護などに用いられることができると思う。

図-6は粘土に Na_2SiO_3 のいろいろな濃度のものを 9V/cm の電圧傾度のもとで浸透せしめた場合の単位面積当りの浸透流量を表わされているのである。

Na_2SiO_3 の電解重合による土の安定処理法は以前村山、三瀬岡博士が行なわれておられるが、ここでは電解しない安定剤でも注入できるように考え、浸透的注入法を用いたのである。ここでは Na_2SiO_3 のみを示したが、このほかたとえばアスファルトエマルジョンやクロムリグニンのようなものの注入も試みるつもりである。

本研究は、日本大学 教授 當山道三先生の御指導を得て行なったものであり、また昭和35年度文部省科学研究費(當山教授 各個研究)の使用が許されて行なったものの一部であることを記して深謝の意を表す。

