

III-78 電氣的注入に關する基礎實驗

日本大学理工学部 正員 浅川美利

千代田化工建設kk 正員 千島 浩

同上 正員 吉田泰治

I) 概要

圧力注入法では十分にその目的がはたし得ないような粗粒土を対象としての電氣的注入法の概説、および小型実験槽による側方拘束、プレート電極でのケイ酸ナトリウム溶液を注入材とした電氣浸透的注入の基礎實驗については昨年報告した。その内容を要約すると、(1)注入状況は陽極面から全面的に一樣に注入され、理想的な注入がされた。(2)注入範囲は電極間隔の $\frac{2}{3}L$ 、そのうちとくに固結された部分は $\frac{1}{3}L$ であった。(3)注入固結された部分の實驗後の調査では、透水係数は約 $2 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ (實驗前の $k_h = 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$)、一軸圧縮強度は $1.5 \sim 1.8 \text{ kg/cm}^2$ (實驗前の10倍程度の強度増加)、又圧縮性、弾性的な面でも十分な改良が認められた。今回の報告は、現場實驗に先立つての予備實驗の意味で、一対電極による模型實驗(三次元的な注入)を行ないその結果をのべる。

ケイ酸ナトリウムを注入材とする場合の土質安定は、注入されたケイ酸ナトリウム溶液が土中のカチオンと反応して、不溶性ゲルを生成し、土粒子に付着してマトリックスを形成することによるものである。効果が大きいことは多くの實驗で知られてゐる。しかし注入に際しての問題点は、注入されたものが早期に反応し、注入の発展を制御してしまうことにある。したがってケイ酸ナトリウムのようなものを注入する場合の問題を考えるには、特に注入状況、注入効果に關係するいろいろな要因を追究することが重要なことになる。今回の研究の主旨もその点にあるわけで、定性的な域は出ないが、上述のことを把握するよう努めた。

II) 實驗裝置、及び實驗方法

1) 實驗槽：図-1に示すごとく硬質塩ビ製で地表面と地下水位とを同じくするように両側に貯水槽を設けた。

2) 電極及び注入管：槽中心に陽極、中心線上両側20cmの間隔で一対の陰極を設け、電極の深さは地表面下20cmになるようにした。尚、陰陽両極ともNi棒(6 ϕ)を使用した。

注入管はガラスの多孔管(内径10 ϕ)を使用し、陽極の中心に配置し、注入管の上部をマリOTTフラスコに接続し液面の移動と測定して注入量を知るようにした。

3) 試料及びケイ酸ナトリウム溶液：標準砂に市販カオリンを重量比で100/50の割合で混合したものであり試料の性質については表-1に示す。又

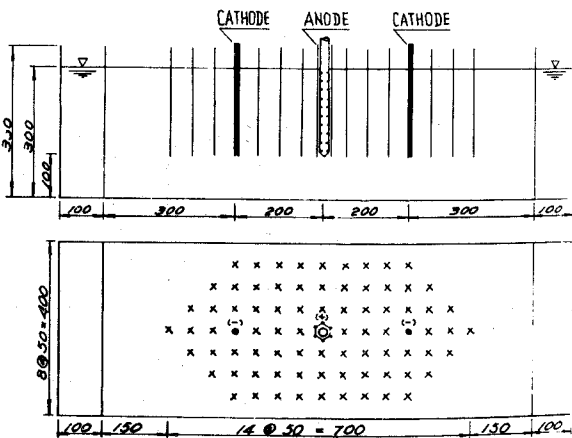


図-1

[註] X印は測定點の位置

注入溶液として、市販水ガラス1号を各種比で希釈したものを使用し、注入後の観測のためにフェノールフタレインと微量加え着色した。

4) 電源及び適用電圧：電源は全波整流セレン整流器(最大出力 $\frac{1}{2}$ KW) を使用し、注入のための見掛けの電位傾度として 4.0% とした。

III 均一試料による実験結果の考察

1) 実施中に於ける注入状況の追求

注入状況の観察方法として極間内の試料の電算度の時間的変化を知ることにより、定性的に観察することとした。

この試料の電算度測定方法として図-1 に示すように 5cm 間隔で基盤の目状に電算度測定用の Cu 棒を埋設し、陽極と各測定棒間の電流値を所定の時間毎に測定し、
 或る測定において電算度が急激に変化した時にその測定の付近まで溶液を注入とされたと考え陽極を基準として $E.0$ 開始後の距離と到達時間を調べると表-2 のようになる。
 これは概略を示したものであるが、凡そ電極間 $\frac{1}{4}L$ に達するのには約 300 分、 $\frac{1}{2}L$ までには 450 分で全体的に割合進行が良いが、 $\frac{3}{4}L$ に達するまでには 1000 分以上の多くを要し、 $\frac{1}{2}L$ までの $2 \sim 2.5$ 倍の時間となっている。

と当然のことであるが $X-X$ 軸方向への浸透が、 $Y-Y$ 軸方向への浸透より先行している(図-2, 3 参照)

図-4 は陰陽極間の電流値変化と溶液の注入量との時間的変化を示したものである。この結果によると定常時間当りの注入量は、ある経過時間までは漸次比例的に増加して行くが、その後はほぼ一定の注入量になっている。これを電流値変化と対照してみると、注入量の定常化は電流値の増加ということによって維持されているのであろう。実際には注入の進行に伴って注入量は次第に低下していくとするのであろうが電流そのものもそれに伴って増すので結果として注入の低下を防いでいると考えられる。

2) 処理後における注入状況の観察

24 時間の通電後、それに要した電力、全注入量および注入状況などに關し次のようなことを観察した。

2-1) 24 時間の通電によって消費された電力は 1.68 kWh で、 1 m^3 当りの電力量に換算すると約 35 kWh/m^3 となり

表 - 1

$\epsilon = 1.90 \%$	$e = 0.80$	$k_R = 1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$
$W = 30.0 \%$	$\delta u = 0.15 \sim 0.20 \%$	$k_e = 2 \sim 3 \times 10^{-5} \text{ cm/sec/cm}$

表 - 2

陽極からの範囲	到達時間
陽極から 5cm の範囲	$150 \sim 300$ 分
“ 10cm ”	$300 \sim 450$ 分
“ 15cm ”	1000 分以上

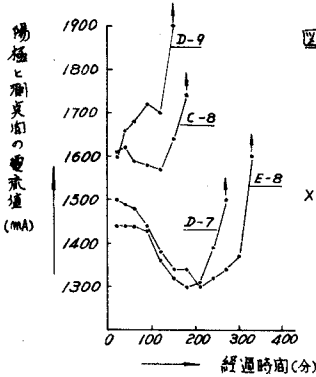


図 - 2

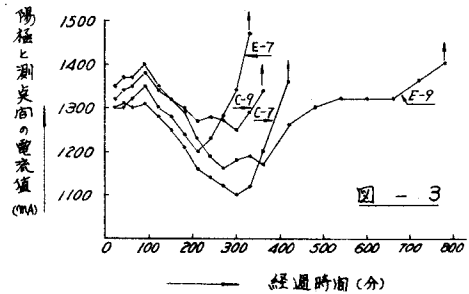
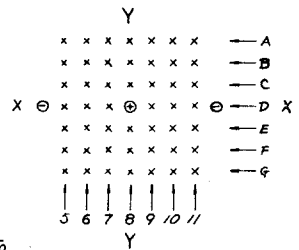


図 - 3

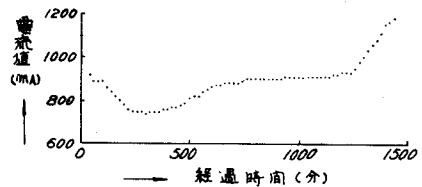
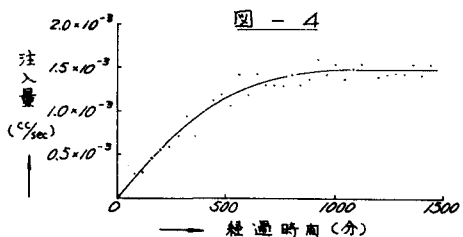


図 - 4



E.O 排水処理における節制的な量の2~3倍に相当する。

又24時間までに注入される溶液の全量は100.0ccであった。

2-2) 溶液が注入され固結されている範囲は図-5に示すように陽極からX-X軸方向には1/2L, Y-Y軸方向にはX-X軸の80%くらいにまで及んでいる。すなわち平面的には楕円状を示し、全面的に電気力線に沿って注入がみられる。

又深さ方向における注入状況は図-6のよう電極

深さの範囲で比較的一様に注入されていることかわかるが、陽極棒が電蝕され、陽極棒付近で NI^{++} とケイ酸ナトリウムとが反応して NI のケイ酸塩を生成し相当強固なゴアを前隙水の流線に沿って形成しており、溶液の注入を妨げに形跡がうかがわれる。

2-3) 図-7は24時間通電後の試料の電気抵抗の等

分布図である。実験前の試料の電気抵抗は平均

157 Ω ($\pm 10\%$)であったが、注入後の抵抗は電

極間内で溶液が入った部分では100~300 Ω を示し

陽極部に近い部分抵抗は小さい、一方両陰極

ではドレーンに伴ってかなりの抵抗増加がみられる。

IV) 今後の問題点

1) 三次元的にみた場合、注入と脱水の平衡化をどのようにしておこなうか。

2) 現場において実験施工する場合、陽極棒として使用する材質によっては以上のような注入管

の配置では陽極棒のイオンとケイ酸ナトリウムとが反応して極付近に強固な不溶性のケイ酸塩を生成し、溶液の注入を妨害することにより広範囲の注入が困難となる。

3) 通電中に土中のカチオンが電気的に陰極付近に集積し水陰極面に金属の水酸化物(例えば $Ca(OH)_2$ 等)の皮膜を形成するため比較的小さい電力で注入を行なおうとすると、大部分の電力が皮膜による抵抗により吸収され、土自身に与える電力が殆んどなくなってしまうことにはなるため、陰極の分極作用の多寡により注入効果が左右される。

以上ここで得られた基本的なことをもとにして、近く現地実験をおこなうことにしている。

付記: 写-1は本実験の実験装置及び実験器具の配置の全景を示したものである。

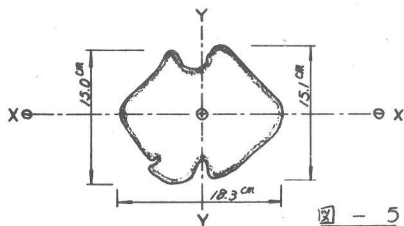


図 - 5

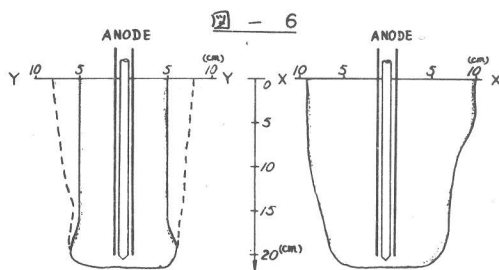


図 - 6

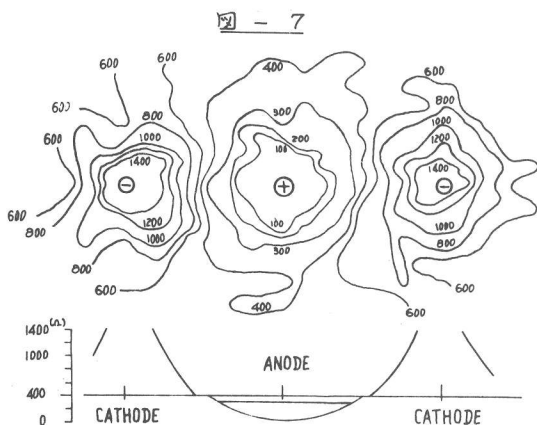
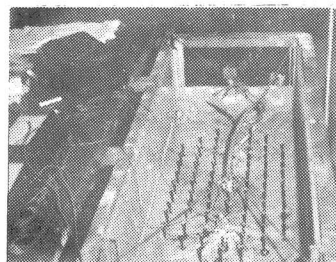


図 - 7



写 - 1