

■ 50 — 電 気 的 注 入 工 法

日本大学理工学部 正員 浅川美利
十代田化工建設K.K. 正員 手嶋 清
全 上 正員 ○吉田泰治

I 概要：荒い砂やレキのような粗粒地盤には、圧力注入法が採用され、固ゲキでん充、粒子間のコウ着を行ない充分な効果もあせている。（しかし、たとえば透水係数 1×10^{-6} sec 以下の細粒地盤を対象としては、圧力注入ではあまり大きな効果は期待できない。そこで全く別の材構による注入方式を考えられなければならないが、電気的方法はその目的にかなう唯一の手段であるように思う。

II 電気的注入あるいは関連ある方法の分類
エネルギー源を直流電場に依存して、安定枝の注入あるいは移動材構の違うものによって方法を分類すると下表のようになる。

方 法	原 理	特 長 と 欠 点
a) 電気浸透的注入	安定枝をE.O.に於ける、土中水分子の移動の目的で浸透移動させる。	・注入と排水の同時進行が可能である。 ・安定枝の破壊の種類の移動浸透に影響を受ける。
b) 電気泳動的注入	コロイド的に分散している安定枝を電気泳動させる。	・電場と有る分散系と移動速度E.O.的注入は適用出来る。 ・コロイド粒子の径の範囲範囲が限定される。
c) イオン移動の場合	1. 電気浸透的方法	・界面活性剤の電化による一種の安定枝の破壊に期待される。 ・注入の目的では必ずしも、イオン移動という材構の移動は必要である。
	2-1) 置換法	・イオン移動のため電荷の偏りに注入液と置換液とを混合し、土中水の動きを助ける。土中水の動きを助ける。土中水の動きを助ける。
	2-2) 重合法	・粘性に依って電離（イオン）を移動させ、土中にそれを重合させる。 ・電解中に土中水のE.O.的現象は生じ土中水の動きを助ける。

III 注入枝の分類

前表に基づき分類すると右表のようになる。

IV Na_2SiO_3 を主体としたE.O.的注入実験。

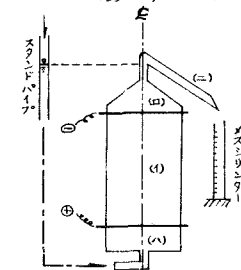
実験装置、および試験方法。

1) 測定容器：図~1に示すように(1)(2)(3)と接続して一体とし、浸透は下部より上向きに起こし(4)を通じてメスシリンダーに出す。

方 法	注 入 枝	安定枝材構
a) 電気浸透的注入の場合	浸透枝 安定枝	電気的に注入した Na_2SiO_3 は土中の水分と反応してゲル化を生じ、土粒子に付着して安定枝を形成する。
b) 電気泳動的注入の場合	1) アスファルトエマルジョン (特にカチオン系)	分散したアスファルトエマルジョンは、電場下で泳動し、土粒子に付着して安定枝の形成を助ける。
	2) アクリレート (陰イオン系)	土中の主成分であるシリカ、アルミナ、鉄酸化物、石膏等と反応して安定枝を形成する。
	3) 0.5% 硫酸	土中のシリカ、アルミナ、鉄酸化物、石膏等と反応して安定枝を形成する。
	4) 0.5% 硫酸	土中のシリカ、アルミナ、鉄酸化物、石膏等と反応して安定枝を形成する。
c) イオン移動の場合	1) 硫酸ナトリウムと硫酸カルシウム (重合法)	Na_2SiO_3 と $CaCl_2$ を混合し、土中に注入し、電場下で泳動し、土粒子に付着して安定枝を形成する。
	2) 塩化カルシウム (置換法)	電解中に Ca^{2+} が土中に移動し、土中のシリカ、アルミナ、鉄酸化物、石膏等と反応して安定枝を形成する。

2) 流出量、注入量測定：注入量は試料に動水勾配が生じないように Stand Pipe 中で常に一定水位となるようにビューレットより滴定してはあり、流出量は溢流液の量をメスシリンダーにてはみる。圧力重加の時はマリットフラスコを使用し、液の減量で注入量をはみる。

3) 電源および電極：電源は全波整流セレン整流器 (最大出力 100V, 5A) を使用、電極にはニッケル多孔板と陽極、銅多孔板を陰極として使用。



(1) 溢流液槽 (2) 試料内筒 (内径 10mm 長さ 5cm)
(3) 流出側貯液槽 (4) 流入側貯液槽
(5) ガスバリア 溢流パイプ

図~1 装置略図

4) 試料：標準砂に市販カオリン (40/30) と混ぜ人為的な粘土質細砂を作り使用した。
5) Na_2SiO_3 の濃度：今実験に使用した Na_2SiO_3 の濃度は市販のものに $1/10$ に希薄し、それを注入液とした。

V 実験結果の考察

1) 注入状況の観察：注入状況の観察方法は次

の2方法とした。(d) Na_2SiO_3 溶液を着色し、肉眼にて浸透状況を観察する。(四)実験後コーンによる動的貫入抵抗により注入状況と観察する。

結果と統括して(a)一様に全面的に注入されている。(b)電力消費量 12.08 kWh (1 m^3 当り)で電極間隔の $\frac{2}{3}$ 程度まで注入されており、特に $\frac{1}{3}$ の所まではいじりく注入されている。(c)注入量は大体において時間と共に減少して行く。

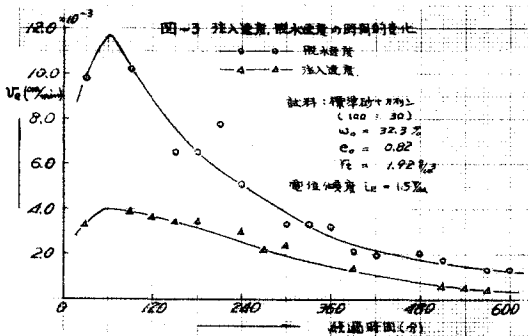
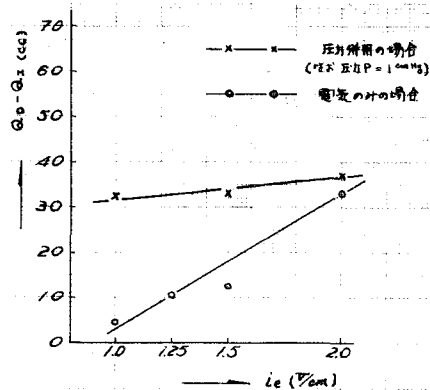
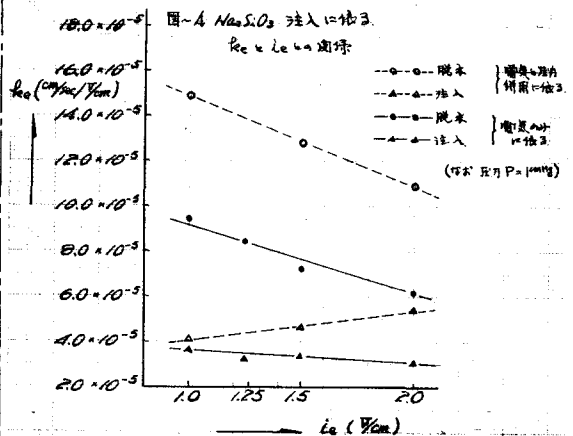
(図~2a, 2b, 2c, 3と参照)

2) 注入速度: (a) $i_e = 1.5 \text{ \%}$ での平均注入速度は $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{sec}$ である。(b) 電場電位と注入透水係数は大体 $3 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{sec}$ である。(c) 圧力 1 atm を併用した場合の平均注入速度は $i_e = 1.5 \text{ \%}$ で $7 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 、注入透水係数は $4.5 \times 10^{-5} \text{ cm}^3/\text{sec}$ である。(図~3, 4 参照)

3) 注入と上中水の脱水との差, および平衡化
注入と脱水の差は電場電位が大きくなる程大きくなる。圧力を併用して平衡化をはめることはある程度は可能であるが、今実験のあまりでは圧力併用により平衡化は満足できる

ものとはならなかった。

4) 注入後の土の性質: 透水性, 圧縮性, 強度等についで述べることにするが、紙面の都合上省略する。



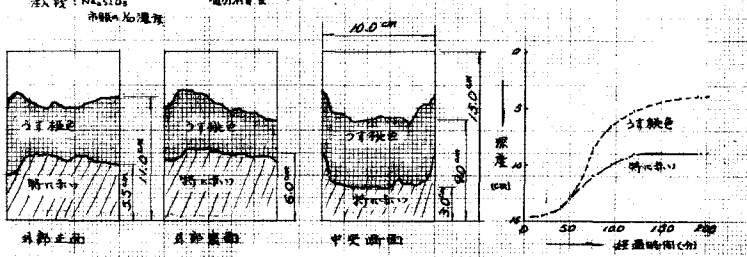
図~2a 貫入抵抗による観察

コーン先端角度 60° コーン先端面積 785 cm^2
落錐重量 200 g 落下高 5 cm



図~2b 熱線法による観察

試料: 標準砂+水 (100: 30) 電場強度: 1.5 V/cm
注入液: Na_2SiO_3 電圧消費量: 12.08 kWh
市販石灰水



図~2c 外部の内側に観察

注入液の経過時間との関係

