

千葉工業大学 学生会員 加藤 洋文 押久保 紀章

千葉工業大学 正会員 渡邊 勉 清水 英治 小宮 一仁

1. はじめに

飽和砂地盤は地震時に液状化現象が発生し、構造物へ被害を与える可能性が大きいと、基礎地盤を固化する必要がある。液状化防止工法の一つとして、薬液注入工法が存在する。この工法は設備等が小規模で狭い空間でも施工可能であること、騒音・振動に対する問題が少ないこと、工期が少なくすむ等があげられる。しかしこの薬液注入工法は、不均質な地盤に対して所定の領域を均質に浸透固結するうえで、注入された薬液の浸透状況を把握したり、浸透範囲を制御できないという問題を抱えている。そこでこの問題を解決するために、注入材のイオンが有する電荷に着目し、薬液注入後に地盤中に直流を通電することによって、薬液の負電荷のコロイド粒子やイオンが陽極に電気的に誘導されることを利用し、薬液を均等かつ遠距離に浸透させる地盤改良を目的とする。本報では、印加電圧の違い・地盤幅に対する電極の幅の違いが固結形状や改良範囲に及ぼす影響について基礎的実験を行った。

2. 実験概要

地盤は飯豊珪砂 6 号（土粒子の密度： 2.64g/cm^3 、透水係数： $5.12 \times 10^{-2}\text{cm/s}$ 、 D_{50} ： 0.30mm 、間隙比：0.70）を空中落下した後、水締めして飽和砂地盤を作製した。

使用薬液にはシリカゾル系グラウト（水ガラス+S Lリアクター）を用いた。本試験は飽和砂地盤（長さ 100cm、幅 30cm、高さ 12cm 相対密度 50%）に薬液を注入し、無通電、100V、200V 通電を行う。薬液の注入量を 4L とし 0.5L/h で薬液を注入する。同時に飽和砂地盤に両端の電極から直流電気を 72 時間かけ、1 時間おきに電気泳動速度を求めるために地盤の比抵抗を測定した。

実験で用いたシリカゾル系グラウト材が、地盤や地下水と比較して、電気を通しやすい性質を有している。このことから、飽和砂地盤の比抵抗の経時変化を測ることによって、薬液の挙動、移動を確認するため、飽和砂地盤に 5cm 間隔、深さ 1cm で設置した電極間の比抵抗をウェンナー法で測定した。

通電後 3 日間放置し、その後固結形状、固結体積を測定し、さらに供試体を取り出して填充率（原子吸光器を用いて測定）を求め地盤改良の効果を評価する。

3. 試験装置概要

試験装置

実験に用いた装置の概要を図-1 に示す。電極板は砂地盤の両端中央部分に設置し、この電極板に挟まれた地盤を電極部（図-1 の平面図の網掛け部分）とし、電極部の両側の地盤を無電極部とした。

電極板：425 μm のステンレス製の金網

直流電源：容量 350V、5A

電流計：5A

注入孔： $\phi 5\text{mm}$ 、陰極から 20cm の位置に設置

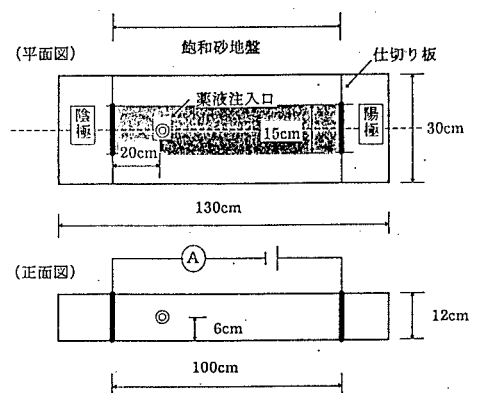


図-1 実験装置

キーワード：地盤改良 電気泳動 砂質土

連絡先 〒275 習志野市津田沼 2-17-1

TEL.0474(78)0449 FAX.0474(78)0474

4、試験結果

固結砂の形状を無通电の場合図-2 に、印加電圧 100V を図-3 に、200V を図-4 に示す。次に比抵抗比の経時変化を計測することでシリカゾル溶液の電気泳動速度を比較する。

(1) 固結形状と固結体積と改良率の関係

図-2~4 に示した固結形状は試験終了後、水洗いをおこない未固結の部分を洗い流して確認した固結部分の断面図である。ここで初期供試体の体積から未固結部体積を引いて固結体積を求め改良率〔(固結体積/砂地盤の体積) × 100〕を表-2 に示す。

図-2 より電極部と無電極部の固結形状、固結体高さはほぼ一定であり広範囲に固結していることがわかる。図-3 より電極部と無電極部の固結形状、固結体高さの最高点に差がみられる。又、図-4 より固結体高さの最高点が 100V より陰極側に移動している。これはサンドゲルタイムが 50 時間であることから印加電圧が 200V の場合 27 時間で電極板が破損し、泳動の効果が薄れたためだと考えられる。しかし、表-2 から固結体積、改良率は最大になっている。

(2) 薬液の浸透した陰極からの距離と時間の関係

陰極からの距離と時間の関係を図-5 に示す。ここでの時間とは比抵抗比 (注入後の比抵抗値/初期比抵抗値) で 0.3 に達する時間を表し、各試料でプロットした点を結んだ線はほぼ直線となり、直線の傾きは電気泳動速度を表す。ここで、比抵抗比は最終的に 0.1 以下に収束するが、本報では 0.3 を基準にした。このことから、200V を通電したときの電極部、無電極部、100V を通電したときの電極部、無電極部の順で電気泳動速度が速くなっており、固結形状にもこの傾向が見られる。

表-2 固結体積及び改良率

試料名	印加電圧量	固結体積	改良率
珪砂 6 号	0V	7600cm ³	10.9%
	100V	9914cm ³	14.2%
	200V	12800cm ³	18.3%

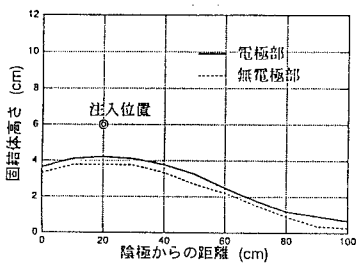


図-2 無通电の固結形状断面

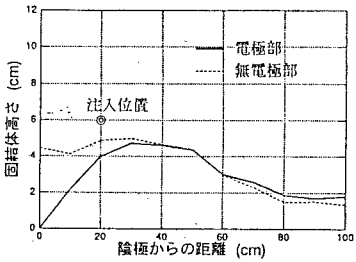


図-3 100V 通电の固結形状断面

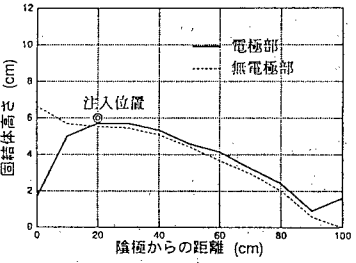


図-4 200V 通电の固結形状断面

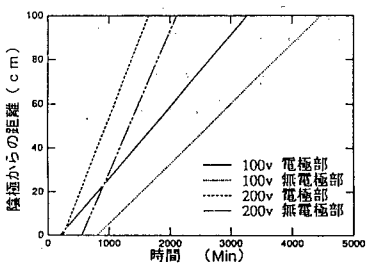


図-5 電気泳動速度

5、まとめ

以上の試験結果から次のことが分かった。

- ① 印加電圧が大きいほど薬液の浸透が進み改良効果大きい。
- ② 電気泳動速度が大きいほど改良効果が期待できる。
- ③ 電極板の耐久性が今後の課題となった。
- ④ 所定の領域を均質に浸透固結するには、電圧の増加も一因であるが、電極間を速やかに浸透する薬液の開発も必要と考えられる。

最後に薬液を提供してくださったライト工業 (株) 技術研究所に感謝の意を表します。