

III-257 電気脱水工法における層厚とひずみの関係

三井不動産建設㈱ 正会員 ○小西 武
千葉工業大学 正会員 清水 英治
三井不動産建設㈱ 正会員 藤原 健一

1. はじめに

L. Casagrandeによって開発されたAl電極を用いた"Die elektrochemische Boden verfestigung (Electrochemical Stabilization of Soils)"は、電気浸透によって脱水がおこり沈下すると同時に電気泳動現象によってAl塩が生成され土が固結する。脱水を目的とした場合には、"Electro-Osmotic Stabilization of Soils"の呼び名があるが、本研究では電気浸透と電気泳動が同時に起こることから、松尾らによって分類された改良目的からの呼び名を採用し電気脱水工法とした¹⁾²⁾。筆者らは、脱水量および沈下量を同時に測定できる標準および中型圧密容器を用いて、载荷しながら直流を通電することによって、沈下に対して促進効果があり、供給系と非供給系では、非供給系の方が沈下の促進効果、強度などに改良効果があることを報告している³⁾⁴⁾。本研究では、標準($\phi=6\text{cm}$, $h=2\text{cm}$)、中型($\phi=15\text{cm}$, $h=5\text{cm}$)、大型圧密容器($\phi=30\text{cm}$, $h=10\text{cm}$)の異なる3種類の層厚の圧密容器を用いて、電圧勾配、層厚とひずみの関係を明らかにしたので報告する。

2. 試験概要

(1) 試料

a) 種類：モンモリロナイト系の代表として赤城産ベントナイトを使用した。

b) 供試体条件：供試体の含水比は液性限界(256.5%)付近に設定し、所定の試料と蒸留水を十分に攪拌混合後、無载荷状態で恒温恒湿槽で一週間養生した。表-1に供試体の物性値を示す。

供試体の層厚は、標準圧密容器の2cmの他に5cm, 10cmを用いた。(両面排水条件で载荷24時間でも圧密沈下は収束しない。)

表-1 供試体物性値

作成時	含水比	ω	256%前後
	単位体積質量	ρ_s	1.18t/m ³ 以上
	飽和度	S_r	97%以上
土粒子の密度		ρ_s	2.576
液性限界		ω_L	256.5%

(2) 試験方法

a) 試験パターン

① 単一载荷圧密試験：単一载荷圧力(0.1, 0.2, 0.8kgf/cm²)を24時間载荷した。

② 電気・圧密脱水試験：圧力の载荷方法は単一载荷圧密と同様であるが、加圧と同時に直流を24時間通電した。

b) 電気・圧密脱水試験の電圧勾配(電圧:E/電極間隔:L)

供試体に電気脱水によるクラックが発生しない電圧勾配を各圧密容器ごとに選定して試験をおこなった。各圧密容器における電圧勾配を表-2に示す。

c) 試験装置(図-1参照)

水分の蒸発を極力抑える構造とし、圧密容器は絶縁体とした。試料の上下面には、ステンレス製の網を装着し電極として使用した。

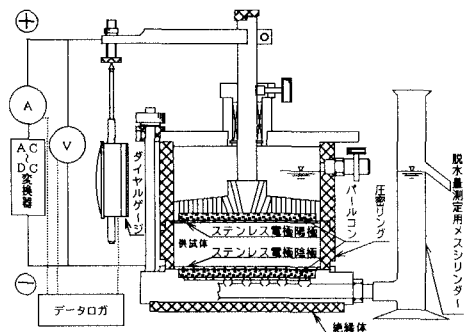


図-1 試験装置模式図

表-2 各圧密容器ごとの電圧勾配

圧密容器の種類	電圧勾配 Eg (V/cm)					クラックが発生する電圧勾配
	0.3	0.5	1.0	1.2	1.8	
標準圧密容器 ($\phi=6\text{cm}$, $h=2\text{cm}$)	—	—	○	○	○	2.0V/cm以上でクラックが多くなった
中型圧密容器 ($\phi=15\text{cm}$, $h=5\text{cm}$)	—	○	○	○	—	1.5V/cm 同 上
大型圧密容器 ($\phi=30\text{cm}$, $h=10\text{cm}$)	○	○	○	—	—	1.2V/cm 同 上

3. 結果および考察

(1) 層厚が異なる場合の実測ひずみと電圧勾配の関係

図-2 (b) に、荷重圧力 $P=0.2 \text{ kgf/cm}^2$ 時の実測ひずみと電圧勾配の関係を示す。同図から通電・加圧24時間後における実測ひずみは、電圧勾配が大きくなるにつれて増加する傾向にある。

層厚 2 cm, 5 cm および 10 cm の 3 本の実測ひずみ～電圧勾配の曲線は、ほぼ平行である。このことは、電圧勾配が同一でも層厚が異なると同量のひずみを示さないことを意味している。この傾向は、図-2 (a) 荷重圧力 $P=0.1 \text{ kgf/cm}^2$ 時および図-2 (c) 荷重圧力 $P=0.8 \text{ kgf/cm}^2$ 時においても同様である。

(2) 実測ひずみと新電圧勾配の関係（図-3 参照）

既往の電圧勾配は、水理学におけるダルシー則の動水勾配（式①参照）に対応していると仮定して式②を導いている。

図-2 で示したように、既往の電圧勾配で整理すると層厚が異なった場合には直線性が見られない。そこで、電圧を電極間隔の平方根で除した値を新電圧勾配と定義（式③参照）して、実測ひずみを整理すると、供給系の場合には、図-3 (a) に示すように、どの荷重圧力においても直線性が得られた。

・水理学における動水勾配

$$i = h / l \quad (\text{水圧/距離}) \quad \dots \text{式①}$$

・既往の研究における電圧勾配

$$E_g = E / L \quad (\text{電圧/電極間隔}) \quad \dots \text{式②}$$

・本研究における電圧勾配（新電圧勾配）

$$K's E_g = E / \sqrt{L} \quad (\text{電圧/電極間隔の平方根}) \quad \dots \text{式③}$$

(3) 非供給系における実測ひずみと新電圧勾配の関係

非供給系の場合、荷重圧力 $P=0.8 \text{ kgf/cm}^2$ 時では直線性が認められるが、他の小さな荷重圧力では直線性が得られていない。これは、供給系の場合では水分の移動が連続しているのに対し、非供給系では供試体が通電による脱水によって不飽和になるためと考えられる。逆に、荷重圧力 $P=0.8 \text{ kgf/cm}^2$ 時で良い相関が得られているのは、荷重圧力が大きいことによって圧密による排水が大きいから、見掛け上供給系に近い挙動を示していると考えられる。

4. まとめ

本研究によって荷重しながら通電する電気・圧密脱水試験における24時間後のひずみは、供給系の場合には新電圧勾配を用いることによって直線化できることがわかった。また、非供給系では、荷重圧力が大きい場合に直線性が得られる。

今後は、通電24時間後のひずみではなく最終沈下量（ひずみ）を見だし、上記の結果が得られるかどうか検討したい。

最後に、試験を共に実施した千葉工業大学卒論生中島浩明君、平林隆君に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) L. Casagrande: Electro-Osmotic Stabilization of Soils, Journal Boston Society Civil Eng., 1952
- 2) 土質工学会編：土と基礎の新工法, 技報堂, pp. 179～201, 1966
- 3) 小西, 清水ら：電気脱水工法の基礎的研究(第2報), 土木学会第46回年次講演概要Ⅲ, pp. 720～721, 1991
- 4) 小西ら：中型圧密容器を用いた電気脱水工法の研究, 土木学会第47回年次講演Ⅲ, pp. 1084～1085, 1992

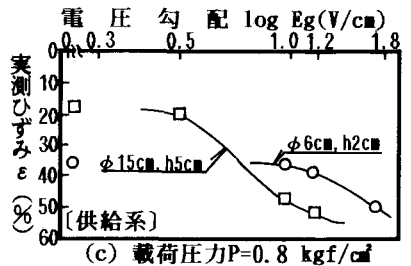
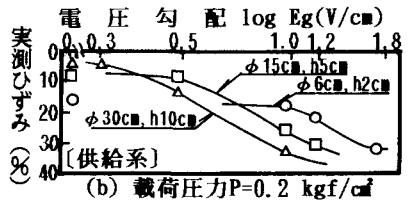
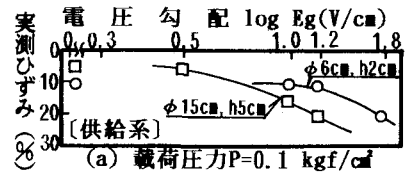


図-2 実測ひずみと電圧勾配の関係

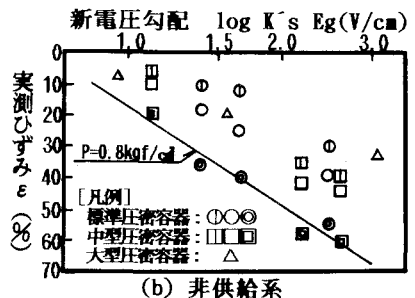
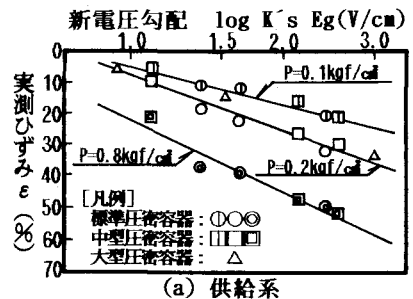


図-3 実測ひずみと新電圧勾配の関係