

電気脱水工法における層厚と沈下時間の関係

三井不動産建設(株) 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(株) 正会員 鈴木 司朗

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 (Electro-chemical Stabilization of Soils)”は、電気浸透現象によって脱水が起こり沈下が発生し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(H=2cm)、中型(H=5cm)および大型圧密容器(H=10cm)を用いて、ベントナイトを対象試料として载荷しながら直流を通电することによって、沈下に対して促進効果、強度などに改良効果があり、新たに定義した電圧勾配(電極/電極間隔の平方根)によって、直線化できることを報告している^{3) 4) 5)}。

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、層厚と最終予測ひずみおよび層厚と沈下時間の関係が新電圧勾配を用いることによってユニークな関係が得られたので報告する。

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24時間载荷しても圧密沈下は収束しない。)

(2) 試験方法

供試体に直流を通电すると同時に载荷圧力も併用して電気・圧密脱水試験をおこなった。

a) 载荷方法

単一载荷圧力 $P=0.2\text{kgf/cm}^2$ で、沈下が収束するまで継続した。ただし、層厚10cmについては、载荷時間を24時間とした。

筆者らの既往の研究は、通电の改良効果を把握するために、通电時間を24時間と限定しているが、沈下がどのような傾向で収束するか検討する目的で長期間試験を実施した。

b) 電圧 (本研究では、層厚Hと電極間隔Lはほぼ等しい)

一般的には、電圧勾配(電圧:E/電極間隔:L)が用いられるが本研究では、独自に設定した新電圧勾配 $K'E_g=E/\sqrt{L}$ (電極/電極間隔の平方根)を用いた。新電圧勾配は、1~3V/cmの間で設定した。

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。

表-1 供試体物性値

作	含水比 ω	256%前後
成	単位体積質量 ρ_s	1.18t/m ³ 以上
時	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%

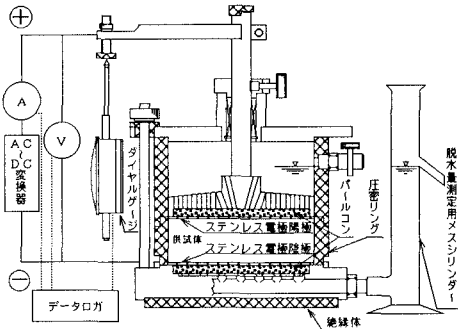


図-1 試験装置模式図

3. 結果および考察

(1) 実測ひずみ～沈下時間の関係

図-2に、載荷圧力 $P=0.2\text{kgf/cm}^2$ 時の実測ひずみと沈下時間の関係を示す。同図から新電圧勾配が大きくなるにしたがって実測ひずみおよび最終予測ひずみが増加する。

最終予測ひずみ (ε_f) は、双曲線法を用いて算出しており、 0V/cm は圧密のみを意味している。

(2) 実測ひずみと新電圧勾配の関係

図-3に、通電・載荷による24時間実測ひずみと最終予測ひずみ～新電圧勾配の関係を示す。

通電・載荷による24時間実測ひずみおよび最終予測ひずみは、新電圧勾配に対して共に直線性がみられる。さらに、24時間実測ひずみと最終予測ひずみの差は、新電圧勾配が大きくなるにつれて小さくなる傾向にある。

24時間実測ひずみで直線性が得られているのは、各層厚共に24時間で大半の沈下が終了しているからと考えられる。

(3) 層厚と沈下時間の関係

図-4に、10%ひずみに到達沈下時間～層厚の関係を示す。

同図から、各新電圧勾配共に直線性が得られる。これらの直線は、 1V/cm では一般的な圧密とほぼ同様な層厚の2乗則が成り立つが、 3V/cm になると 0.5 乗則程度となり沈下時間が短縮されることがわかる。

図-5に、新電圧勾配 3V/cm における各ひずみに達する沈下時間と層厚の関係を示す。同図から、ひずみが大きくなるにしたがって沈下時間が長くなることがわかる。

理論値は、単なる圧密 (0V/cm) 時における $C_v=0.6\text{cm}^2/\text{d}$, $T_v=0.239$, 両面排水として算出したものである。

4. まとめ

本研究によって載荷しながら通電する電気・圧密脱水試験における24時間後のひずみおよび最終予測ひずみは、共に直線性が得られる。

層厚と沈下時間の関係は、新電圧勾配をファクターとして両対数上で直線性が得られる。

今後は、さらに試料層厚が厚くなった場合にどのような傾向が得られるかなどを検討したい。

最後に、試験を共に実施した千葉工業大学卒論生、岡田昌明君、中村正典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回年次講演概要Ⅲ, pp. 1084~1085, 1992
- 5) 小西, 清水ら: 電気脱水工法における層厚とひずみの関係, 土木学会第48回年次講演Ⅲ, pp. 568~569, 1993

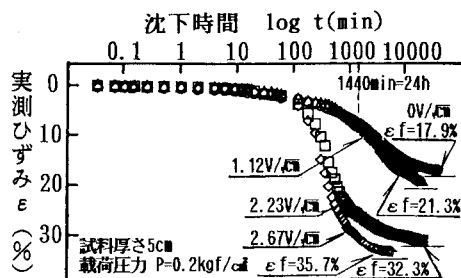


図-2 実測ひずみと沈下時間の関係

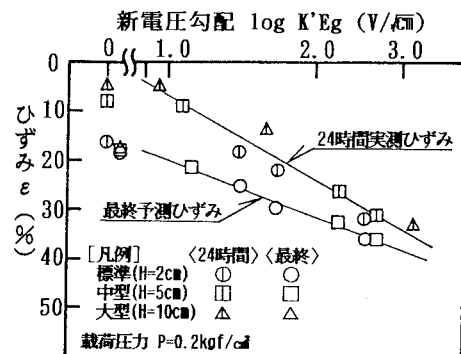


図-3 ひずみと新電圧勾配の関係

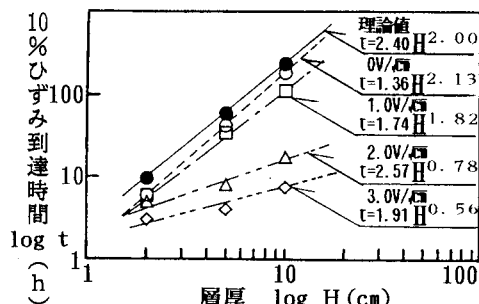


図-4 10%ひずみに到達する沈下時間

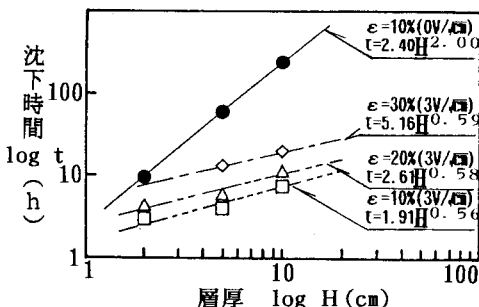


図-5 各ひずみに到達する沈下時間