

III-737

電気脱水工法におけるひずみと消費電力量の関係

三井不動産建設㈱ 正会員 ○藤平 雅巳

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)"では、電気浸透によって脱水がおり沈下が発生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^{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載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、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、層厚とひずみの関係や沈下時間などに特徴的な関係があることを報告している^{3) 4) 5) 6)}。

本研究では、筆者らが実施した既往の研究^{4) 5) 6)}データをもとに、消費電力量についての解析をおこなった結果、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

詳細について、文献⁵⁾などを参照願いたい。以下に、概要を記す。

(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、無載荷状態で恒温恒湿槽で一週間養生した。

試料層厚は、中型圧密容器の5cm(直径15cm)と大型圧密容器の10cm(直径30cm)の2種類を用いた。

(2) 試験方法

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

a)載荷方法: 単一載荷圧力 $P=0.1, 0.2, 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ で、載荷・通電を24時間実施した。 $P=0.2 \text{ kgf/cm}^2$ においては、沈下が収束するまで継続した。

b)電圧: 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、1~3 V/√cmの間で設定した。

3. 結果および考察

(1) 実測ひずみおよび電流~沈下時間の関係

図-1に、電圧6V・載荷圧力 $P=0.2 \text{ kgf/cm}^2$ 時の実測ひずみおよび電流と沈下時間の関係を示す。同図から電流は300分程度まで増加した後、それ以降は実測ひずみとほぼ同様の動きを示している。

このことは、電流が流れにくくなるとひずみも収束することを意味している。さらに、24時間以降では、電流値があまり大きく変化していない。

(2) 消費電力量(W・h)と実測ひずみの関係(図-2参照)

ひずみが収束するにしたがって、消費電力量は直線的に増加している。

図中に、24時間と3t法による予測位置を記入した。この両地点で、図-3、4に示す単位ひずみおよび単位体積当

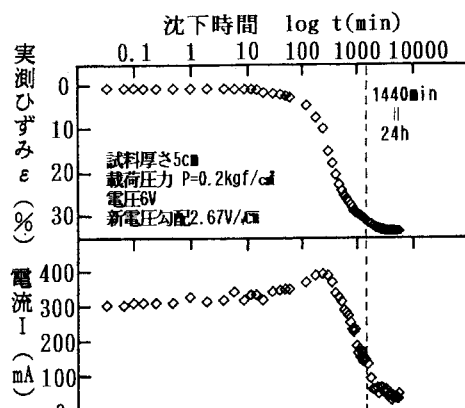


図-1 実測ひずみおよび電流と沈下時間の関係

たり消費電力量を算出するポイントとした。

(3) 単位ひずみおよび単位体積当たり消費電力量と新電圧勾配の関係

単位ひずみおよび単位体積当たり消費電力量(以下, 単位当たり消費電力量と略す)を下式のように定義する。

$$\text{単位当たり消費電力量} : \Delta W \text{ (kW} \cdot \text{h} / \% \cdot \text{m}^3 \text{)}$$

$$= \frac{\text{消費電力量 (kW} \cdot \text{h)}}{\text{実測ひずみ (\%)} \cdot \text{初期試料体積 (m}^3 \text{)}}$$

この単位当たり消費電力量は, 1 m³ の軟弱な粘土を鉛直ひずみ 1 % を発生させるために必要な消費電力量をあらわしている。

図-3 に, 24時間通電時における単位当たり消費電力量と新電圧勾配の関係を示す。同図から, どの載荷圧力においても層厚に影響を受けず直線性が得られた。

24時間時点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。

ひずみが収束する時点での単位当たり消費電力量も比較検討をしたいが, 明確にどここの時点を上下の収束と見なすか判断できない。そこで, 三軸試験などの圧密打ち切り時間の算定方法である3t法を用いて最終ひずみ時点を算出して単位当たり消費電力量を求めた結果を図-4 に示す。同図から, 3t法で算出した消費電力量も24時間時点で求めたものとほぼ同様の傾きが得られた。これは, 24時間で沈下の大半がほぼ終了しているためと考えられる。

4. まとめ

本研究によって載荷しながら通電する電気・圧密脱水試験において, 以下のことが得られた。

- ①実測ひずみは, 電流に依存しており, 電流が流れにくくなると沈下も収束する。
- ②単位当たり消費電力量は, 層厚に影響されずどの載荷圧力においても新電圧勾配のもとで直線性が得られた。
- ③単位当たり消費電力量を算出する時点のひずみは, 24時間, 3t法の両者を用いることができる。
- ④室内試験から単位当たり消費電力量を求めることによって, 実際の施工に必要な電力量を予測することが可能である。

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
- 6) 小西, 清水ら: 電気脱水工法における層厚と沈下時間関係, 土木学会第49回年次講演概要Ⅲ, 投稿中, 1994

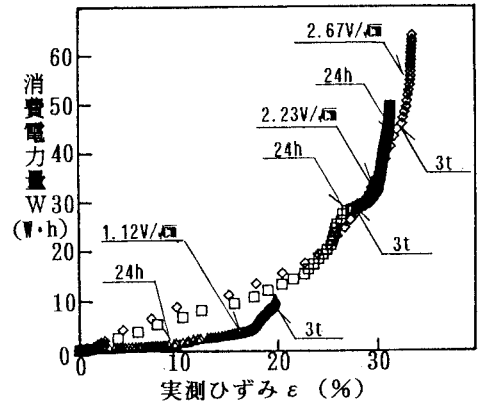


図-2 消費電力量と実測ひずみの関係

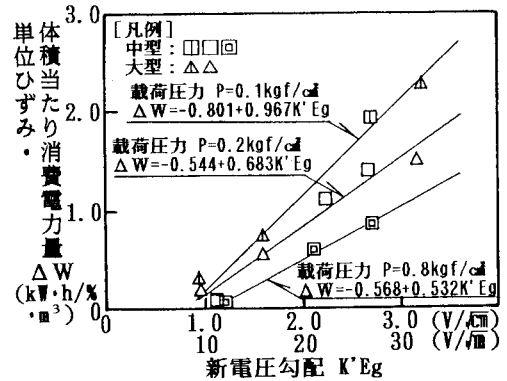


図-3 24時間通電時における単位当たり消費電力量と新電圧勾配の関係

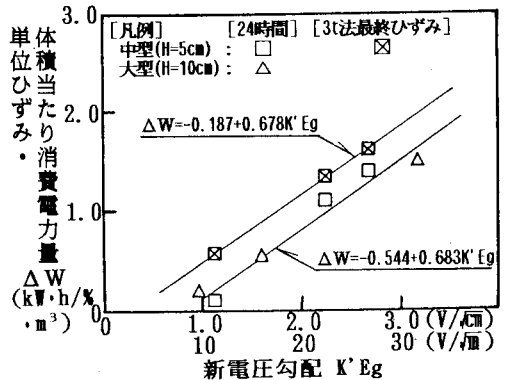


図-4 24時間と3t法最終ひずみ時点における単位当たり消費電力量の比較