

II-618

凝集体の圧縮脱水性の測定とその応用

九州工大 工学部 正員 藤崎一裕
九州工大 大学院 内田志恵

1. まえがき

凝集体を取り扱う圧縮沈降、加圧ろ過、圧搾脱水などの操作では、対象とする凝集体の圧縮性や透水性を把握することが必要不可欠である。しかしながら、これらの特性を測定する方法については、まだ十分な検討がなされていない。そこで筆者らは、凝集体の圧縮性を調べる装置を試作し、下水汚泥を対象として、その圧縮性の評価を試みた。また、得られた結果を用いて遠心沈降過程のシミュレーションを行った。

2. 実験装置

図1に試作した装置を示す。これは、5つの加圧ろ過テストを平行して行うもので、同一の試料を異なった空気圧で同時に加圧脱水する。そしてろ過終了時の有効応力と空隙率との関係を求める。

コンプレッサーからの圧縮空気は、ドレインキャッチャー(D)やミストセパレーター(MS)によって水分が除去され、減圧弁(Vp)で各々所定のろ過圧力に設定される。(本実験の場合、圧力は0.2、0.5、1.0、2.0、4.0 kgf/cm^2 とした。)

加圧ろ過用容器は内径100mm、肉厚10mm、長さ150mmのアクリライトパイプを加工したもので、その詳細を図2に示す。この容器内に約100ccの汚泥を入れてろ過を行った。なお容器の底部はろ紙、ろ布、多孔板よりなっていて、底部より排出されるろ液量をメスシリンダー(M)で計量する。

3. 実験結果

実験結果の1例を図3に示しているが、この図から時間の経過とともにろ液量が増大していく様子が分かる。また当然のことながら、ろ過圧力が高いほどろ液量も多い。実験に用いた試料は北九州市の日明下水処理場で採取した濃縮余剰汚泥で、60℃で1時間加温したもの(試料No.2)と無処理のもの(試料No.1)の2通りを用いた。図3はNo.1の場合を示した。

ろ過の終了した状態ではろ過圧力がすべて有効応

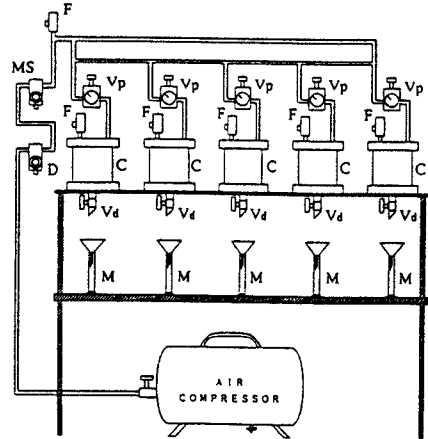


図1 実験装置

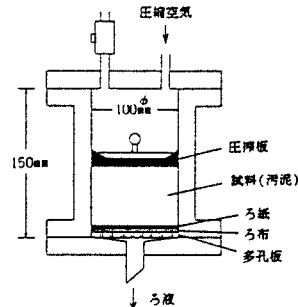


図2 加圧ろ過容器

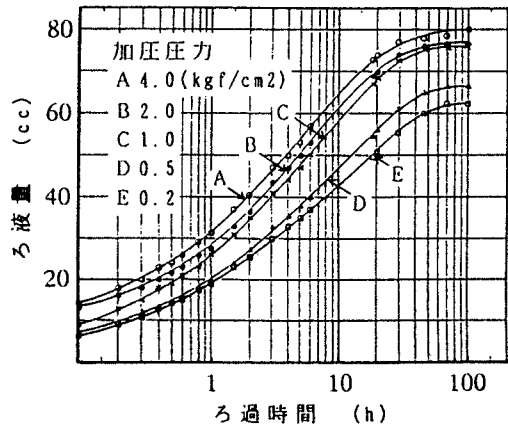


図3 加圧ろ過過程

力となる。この有効圧力 P_s と空隙率 ε ($1 - \varepsilon$: 固形分率) との関係を図4にプロットしている。図中の実験No. 2と無処理のNo. 1を比べると、同じ過圧力でも加温処理した方が脱水が促進されることが示されている。¹⁾

4. 遠心沈降のシミュレーション

図4の結果を利用して、遠心沈降過程を解析した。図5にプロットした点は、同じ試料(No. 1)の遠心沈降実験の結果である。長さ10cmの沈降管（平均回転半径 $r = 12\text{cm}$ ）に7cmの高さまで汚泥を入れ、4000rpmで回転させて、5分毎に界面の高さを測定した。時間 t の経過とともに界面の高さ H が減少して汚泥が濃縮される過程は、以下の式で表される。²⁾

$$\frac{\partial P_x}{\partial t} = -\frac{\rho_s(1-\varepsilon)^2}{d\varepsilon/dP_s} \frac{\partial}{\partial w} \left(\frac{K}{\mu} (1-\varepsilon) \rho_s \frac{\partial P_x}{\partial w} \right) \quad (1)$$

$$\text{i. c. } P_x = \int_x^H \rho g' (1-\varepsilon) (\rho_s/\rho - 1) dx, \quad g' = r\omega^2$$

$$K = \frac{1}{S_v^2} \frac{1}{\kappa} \frac{c^3}{(1-\varepsilon)^2}, \quad \kappa = 5.0 \quad (2)$$

$$w = \int_0^x (1-\varepsilon) \rho_s dx \quad (3)$$

$$1 - \varepsilon = 0.19 P_s^{0.22} \quad (4)$$

(1)式は過剰間隙水圧 P_x の遠心沈降の進行にともなう現象を表す式で、 t は時間、 ρ_s は汚泥粒子密度、 μ は水の粘性係数である。 K は透水係数であり、これには(2)式のようにKozeny-Carmanの式を仮定した((2)式中 S_v は汚泥構成粒子の比表面積である)。(1)式では、沈降管の底部からの距離座標 x の代わりに、底部から x まで積分された汚泥の質量座標 w ((3)式)を用いて式が簡略化されている。また、 ε と P_s との間には図4の実験No. 1のデータにあてはめた(4)式の実験式を利用した。図5に実線で示した(1)式の計算結果は、実験値をよく再現していて、この方式の有効性が示されている。

5. おわりに

加圧ろ過を利用した装置により、汚泥の圧縮性を調べた。また、得られた結果を用いて遠心沈降過程をシミュレートして、この方式の有効性を確かめた。今後はこの装置を用いて種々の汚泥の脱水性の比較、凝集剤やその他の脱水条件のテスト、種々の脱水過程の解析などを行う予定である。

九州工業大学技術補佐員原田成光、平成6年度卒業生の小浜隆一郎、姫野圭司の各君は本研究に協力された。また、本研究には一部、北九州市アクア研究センターの協力と新日本製鉄KKの援助を受けた。これらの方々に心からお礼を申し上げる。

6. 参考文献

- 1) 藤崎他, 第31回環境工学フォーラム講演集, 1994, pp.43-45
- 2) Fujisaki, K and Shahrel, A, Proc. 6th World Filtration Cong., 1993, pp.100-103

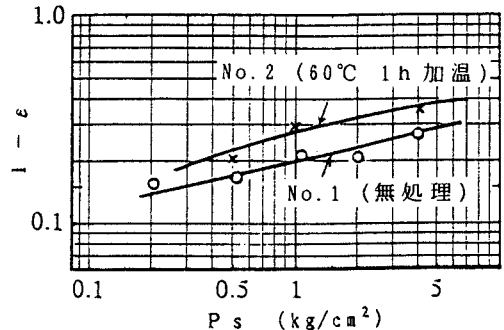


図4 $1 - \varepsilon$ と P_s との関係

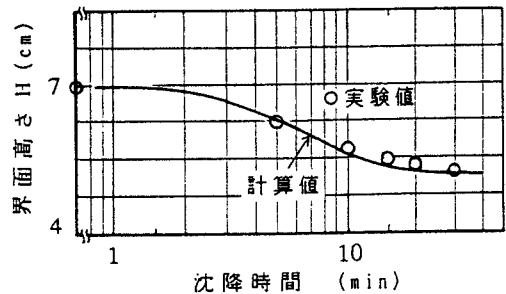


図5 遠心沈降過程