

II-465 定圧圧搾脱水実験による下水汚泥の脱水性の評価

川崎製鉄㈱ 正員 安井孝行
同 正員 木下勝雄
同 赤秀公造

1. はじめに

下水汚泥は減量化と安定化を目的として焼却処理される傾向にあるが、脱水ケーキの含水率が高いため補助燃料が必要である。凝集などの前処理を含む脱水プロセスを改善し汚泥処理システムを最適化する場合、汚泥の脱水性の評価を行い、脱水ケーキの含水率を推定することが重要となる。本研究は、圧搾理論に基づき定圧圧搾脱水実験を解析することにより、汚泥の脱水性を数値化し前処理の評価を行うとともに、含水率の推定を試みた。

2. 圧搾理論

含水率の高い汚泥はスラリーとみなすことができる。スラリーの圧搾過程は図1に示すようにろ過期間と圧密期間とに分けて説明できる¹⁾。圧搾初期のろ過期間ではスラリー内の圧力は一定で、脱水速度は圧力とろ布面に形成されるケーキの厚さと比抵抗により次式で表される。

$$u = \frac{iK_w}{2(L_0 - L + L_m)} \left(\frac{1 - m_s}{s} \right)^2 \quad (1) \quad K_w = \frac{2p\rho}{\mu\alpha} \cdot \frac{s}{1 - m_s} \quad (2)$$

u : 脱水速度, i : 脱水面の数, K_w : 修正ろ過係数, L_0 : 初期汚泥厚さ, L : 汚泥厚さ
 L_m : ろ布の抵抗と等しい抵抗の汚泥厚さ, p : 脱水圧力, μ : 粘性係数, ρ : 液密度
 α : ケーキの平均比抵抗, s : スラリー濃度, m : ケーキの湿乾重量比

圧搾が進行しスラリーがすべてケーキになると、脱水圧力は固形分と水分に分配され水圧に分布が生じ、圧密期間に移行する。圧密期間における微小区間の間隙比は水圧に関する項と固形分圧縮圧力に関する項に分けて考え次式で表される。

$$\frac{de}{dt} = \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{p_L} + \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{p_s} = \frac{\partial}{\partial w} \left(C_e \frac{\partial e}{\partial w} \right) + \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{p_s} \quad (3) \quad C_e = \frac{\rho s}{\mu\alpha} \frac{dp_L}{de} \quad (4)$$

e : 微小区間の間隙比, t : 脱水時間, p_L : 水圧, p_s : 固形分圧縮圧, C_e : 修正圧密係数
 w : 単位面積あたりの汚泥量, ρ_s : 固形分密度

(3) 式の右辺第2項は固形分圧縮圧力に関する項でクリープ項とも呼ばれ、クリープ項は実験的に圧密が進行したとき沈下量と圧密時間の対数がほぼ直線関係を示す²⁾ことから求められる。

3. 実験方法

実験は汚泥に凝集剤を添加してフロックを形成し、木綿布上で水を切ったものに脱水助

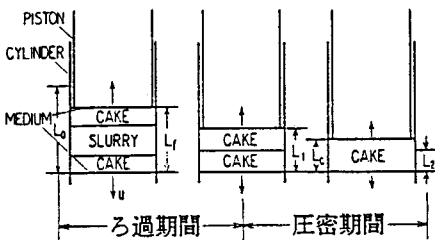


図1 スラリーの圧搾過程

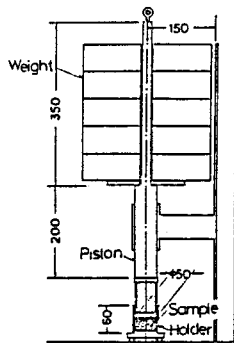


図2 実験装置

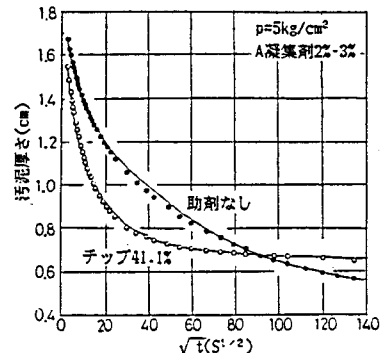


図3 実験結果

剤を混練したのち、図2に示す実験装置にセットし所定の圧力を加え、汚泥厚さの経時変化をダイヤルゲージで測定した。また、実験終了後汚泥の厚さ、重量、含水率を測定した。汚泥は下水余剰汚泥を、凝集剤は2種類の2液式高分子凝集剤を用いた。A凝集剤は重合度が低く、B凝集剤は重合度が高い。また、脱水助剤は木材チップを用いた。

4. 実験結果および考察

図3は時間の平方根に対して汚泥厚さの変化を示したものである。ここで、プロットは実験値で、実線は圧搾理論に基づいて実験値より決まるパラメータを用いて求めた計算値である。実験値と計算値とは比較的良好に一致し、脱水現象は圧搾理論により説明されると考える。

図4に最終含水率に対する脱水助剤の影響を示す。同程度の添加量ではA、B凝集剤の最終含水率に対する影響は大差がなく、A凝集剤の添加量が多くなると最終含水率は低下する。また、脱水助剤を加えると最終含水率は低下する。図5に修正係数に対する脱水助剤の影響を示す。B凝集剤に比べてA凝集剤での修正係数のほうがやや大きく、A凝集剤の添加量が多くなると修正係数は増加する。また、脱水助剤を加えると修正係数は増加する。

図6に修正係数に対する脱水助剤の影響を示す。同程度の添加量ではA、B凝集剤の修正係数に対する影響は大差がなく、A凝集剤の添加量が多くなると修正係数は増加する。また、脱水助剤を加えると修正係数は増加する。これらのことより、同程度の添加量では汚泥の脱水性に対するA、B凝集剤の影響は大差がなく、A凝集剤の添加量が増加すると脱水性は向上することがわかった。また、脱水助剤により脱水性が相当向上することがわかった。木材チップの場合透水糸効果³⁾により排水距離が短くなったためと考えられる。

図7は実験より求めたパラメータを用い、初期含水率を90%、単位面積あたりの汚泥量を $0.125\text{g}/\text{cm}^2$ 、圧搾圧力を $5\text{kg}/\text{cm}^2$ と仮定し、定圧圧搾脱水時の含水率を推定したものである。これより、目標とする脱水ケーキの含水率を得るための操業条件を定めることができる。

参考文献: 1) 白戸ら, 化学工学31, 1125

2) 最上編, 土質工学, 技報堂

3) 白戸ら, J. Chem. Eng. Japan, 11, 315

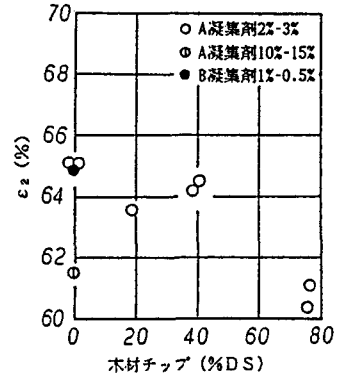


図4 最終含水率に対する木材チップ添加量の影響

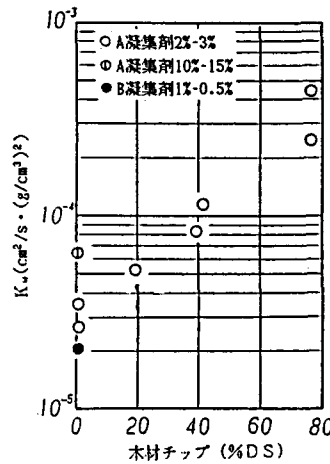


図5 修正係数に対する木材チップ添加量の影響

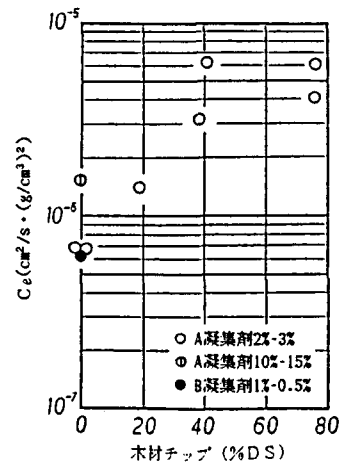


図6 修正係数に対する木材チップ添加量の影響

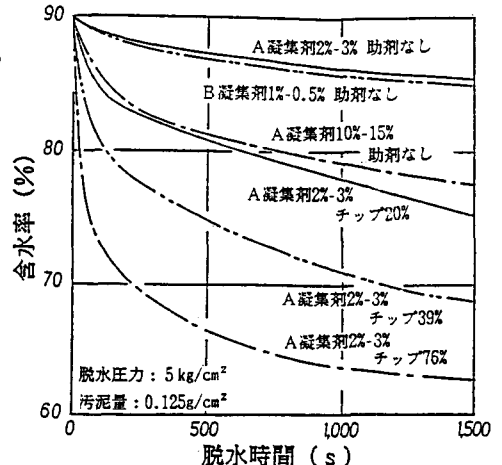


図7 含水率の推定