

汚泥の遠心沈降について

九州工業大学 学生員 ○大上 勉
九州工業大学 正会員 藤崎 一裕

1. はじめに

本研究では、遠心沈降法を用いて種々の汚泥の圧搾性を調べた。上水、下水汚泥及び廃水汚泥の性質の一面を評価する指標として、その圧縮性に着目して検討した。小型遠心機を用いて各種の汚泥試料を沈降させ、沈降終了状態に達した時点での界面高さと遠心加速度との関係から沈積汚泥に作用する有効応力と汚泥固形分率との関係を求めた。

2. 実験方法

実験用小型遠心機の沈降管(図1)に試料を入れ、所定の回転数で遠心沈降させて、時間の進行に伴って沈降界面が低下していく過程と、その回転数での沈降終了時の(平衡)界面高さを測定した。試料として、北九州市内のH浄化センターで採取した濃縮余剰汚泥、A浄水場で採取した上水汚泥、Y製鉄所で採取した廃水汚泥を使用した。

3. 実験結果及びデータ解析

図3～図5に遠心沈降過程を示す。横軸は時間 t 、縦軸は界面高さ H を表わしている。回転数は $1000 \sim 4000 \text{ rpm}$ (約 $200 \sim 3000 \text{ G}$ (G : 重力加速度 980 cm/s^2)) まで 1000 rpm 刻みで変えて実験した。これらの図より、実験開始からおおよそ 30 分の間が界面高さの減少が著しいことが分かる。

図6に遠心力と平衡界面高さ H_∞ の関係を示す。横軸は、沈降管底部での遠心加速度を重力加速度 G で割ったもので表わしている。

これらの実験結果から沈積汚泥の底部 ($z = 0$) に作用する有効応力 P_s と、その箇所における最終固形分率 $\Phi(0)$ の関係を求める方法の概略を示す。^{1), 2)}

図2に示すように座標系をとる。沈降が平衡状態のとき、 $0 < z < H_\infty$ において次式が成り立つ。

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\Delta \rho g' \phi \left(1 - \frac{z}{R}\right) \quad (1)$$

P : 粒子による圧力

H_∞ : 最終沈降高さ

$\Delta \rho$: 粒子密度と水の密度の差

Φ : 固形分率 ($z = 0$)

g' : 遠心加速度 ($g' = R\omega^2$ 、 $\omega = 2\pi N/60$ 、 N : 回転数)

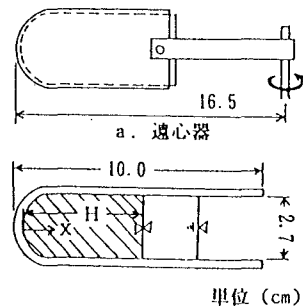


図1 実験装置

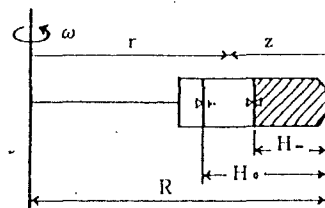


図2 座標系

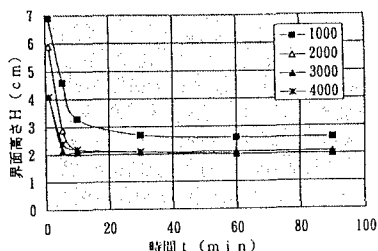


図3 遠心沈降過程（廃水汚泥）

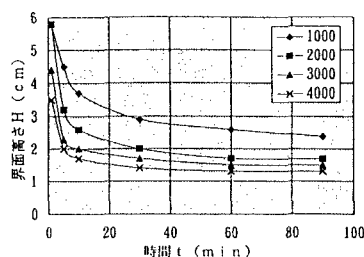


図5 遠心沈降過程（上水汚泥）

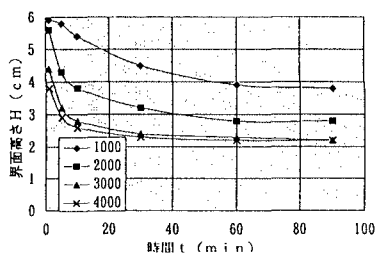


図4 遠心沈降過程（濃縮余剰汚泥）

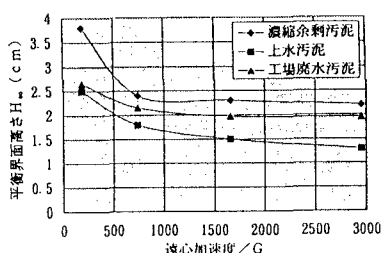


図6 遠心力と沈降高さの関係

ここで、次のように $Z(z)$ を定義する。

$$Z = \int_z^{H_0} \left(1 - \frac{z}{R}\right) dz = (H_0 - z) \left(1 - \frac{H_0 + z}{2R}\right) \quad (2)$$

(1) 式と定義式 (2) を用いることによって、 $g' - H_0$ の関係から $\Phi - P$ の関係を求める式である (3) 式が導かれる。

$$\phi(0) = \frac{\left\{ \phi_0 H_0 - \frac{1}{\Delta \rho} \left(\frac{d\Delta}{dg'} \right) \right\}}{\left\{ Z(0) + g' \frac{dZ(0)}{dg'} \right\}} \quad (3)$$

$$\Delta = \frac{1}{R} \int_0^{H_0} \left\{ \frac{P(z)}{\left(1 - \frac{z}{R}\right)^2} \right\} dz$$

図6の関係と式 (3) より得られた有効応力と最終固形分率との関係を図7に示す。

図7において、グラフの傾きが大きいほど、また、グラフが上の方にあるものほど圧搾されやすい試料であるといえる。今回の実験の試料については、工場廃水汚泥と下水濃縮余剰汚泥の被圧縮性の傾向は比較的近く、上水汚泥の被圧縮性は他の2つに比べてやや小さいという結果が得られた。

今後は、更に多くの試料について実験を行い、圧縮性に及ぼす凝集剤の影響等についても検討を行っていく予定である。

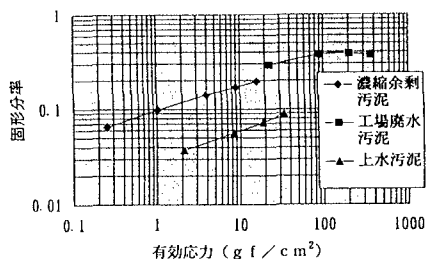


図7 有効応力と固形分率の関係

参考文献 … (1) 藤崎、内田：下水汚泥の遠心濃縮(Ⅱ)、平成8年度土木学会西部支部研究発表会 講演概要集 p. 938-939

(2) R. Buscall, L. R. White: The Consolidation of Concentrated Suspensions, J. Chem. Soc., 1987, 83 pp. 873-891