

宮崎大学工学部 正 員 石黒政儀

宮崎大学工学部 正 員 渡辺義公

宮崎大学工学部 学生員 ○鬼塚卓也

1 はじめに；活性汚泥の沈降性は、主としてその密度とフロック体積率によって決まる¹⁾。ところが、活性汚泥のフロック密度はフロック群の濃度が非常に大きいために、個々の値として算出することはむずかしい。その上、曝気槽内と沈殿池内ではフロック群の粒度分布は全く異なってくる。したがって、個々の物性値からその沈降性を評価することは非常にむずかしいと思われる。そこで、本文では活性汚泥の沈降性と密度の関係をフロック群の平均密度を用いて検討してみた。ところで、活性汚泥の密度は有機物負荷等にも左右されるが、本論文では、その中に含まれる固形物量が沈降性にどのように影響を及ぼしているかについて論ずる。

2 フロック群の平均密度算定法

2-1 フロック平均密度の近似算定法；フロック1個の物質収支を考えると、式-(1)が成り立つ。

$$\rho_f = (1 - \varepsilon) \rho_s + \varepsilon \rho_w \quad \text{----- (1)} \quad \text{ここで、} \rho_f: \text{フロックの密度 (g/cm}^3\text{), } \rho_s, \rho_w: \text{フロック中の固形物の密度 (g/cm}^3\text{), 水の密度 (g/cm}^3\text{), } \varepsilon: \text{フロックの含水率 (体積基準)}$$

したがって、フロック群のフロックと固形物の密度及び含水率の平均値を $\bar{\rho}_f, \bar{\rho}_s, \bar{\varepsilon}$ とすると、

$$\bar{\rho}_f = (1 - \bar{\varepsilon}) \bar{\rho}_s + \bar{\varepsilon} \rho_w \quad \text{----- (2)}$$

そこで、 $\bar{\varepsilon}$ を何らかの方法で求めれば、式-(2)より $\bar{\rho}_f$ を求めることができる。

ところで、考慮しているフロック群を含んだけん濁液の密度 ρ_l は式-(3)で示される。

$$\rho_l = (x_1 + y_1) / V \quad \text{----- (3)} \quad \text{ここで、} x_1, y_1: \text{けん濁液中の水の重量 (g), 固形物の重量 (g), } V: \text{けん濁液の体積 (cm}^3\text{)}$$

今、 V から ΔV だけ、けん濁液を抜き取り、 ΔV だけ水を入れると、その時のけん濁液の密度 ρ_2 は式-(4)で示される。

$$\rho_2 = (x_2 + y_2) / V \quad \text{----- (4)}$$

また、 ΔV はフロック部分の体積 ΔV_f と水の部分の体積 ΔV_w から成るので、式-(5)が成り立つ $\Delta V = \Delta V_f + \Delta V_w$ ----- (5)

一方、 ΔV だけけん濁液を抜き取った時のけん濁液中の水の重量 x_2 と固形物の重量 y_2 には式-(6)の関係が成り立つ。

$$x_2 = x_1 + (1 - \bar{\varepsilon}) \Delta V_f \rho_w \quad y_2 = y_1 - (1 - \bar{\varepsilon}) \Delta V_f \rho_s \quad \text{----- (6)}$$

したがって、式-(6)を式-(4)に代入して、整理すると式-(7)になる。表-1 本法によるフロック密度実測例

$$1 - \bar{\varepsilon} = \frac{V}{\Delta V_f} \frac{\rho_s - \rho_2}{\rho_s - \rho_w} \quad \text{----- (7)}$$

ここで、 $\bar{\rho}_s, \rho_w$ は本実験では、それぞれ、2.65 g/cm³、0.9962 g/cm³ (水温28℃)を採用した。 $\bar{\rho}_s = 2.65$ g/cm³は、カオリンフロックのような無機性のフロック密度として算出されたもので、この値を活性汚泥フロックに適用するには、幾分問題は残るが、近似値として採用した。したがって、 $\rho_1, \rho_2, \Delta V$ を求めれば式-(7)から $\bar{\varepsilon}$ が求まり、式-(2)から $\bar{\rho}_f$ を算出することができる。

ρ_1, ρ_2 の算定については次の方法で求めた。けん濁液中の水の部分と固形物の部分の重量を求め、その合計値をけん濁液の全体積で割れば、 ρ_1 が求まる。 ρ_2 は ΔV だけ引き抜いたけん濁液について同様の手順で算出される。

ΔV の算定は、丹保らの方法²⁾により界面沈降曲線から求めた

実測例 1	上水汚泥添加汚泥	上水汚泥無添加汚泥
	上水汚泥条件 カオリン 1000 ppm 硫酸アルミ 100 ppm	
	1.0323	1.0160
	1.0660	1.0190
実測例 2	上水汚泥添加汚泥	上水汚泥無添加汚泥
	上水汚泥条件 カオリン 200 ppm 硫酸アルミ 20 ppm	
	1.0160	1.0110
	1.0262	1.0203

上段 2-1の方法によるフロック密度
下段 2-2の方法によるフロック密度

$\bar{\rho}_f = (0.34 \sim 0.45) \frac{\rho_s}{\rho_w}$ -----⑥ を用いた。

本実験では⑥は⑤の30～40%の範囲にあり、したがって引き抜いたけん濁液の10%をフロック体積率と仮定し計算した。

2-2 フロック密度の直接算定法; 引き抜き汚泥量 M 中の固形物の重量 W を測定する。フロック部分の体積 V_f として、フロック間の空げき率を30%と仮定すると、 $\bar{\rho}_f = 0.7 M/V_f$ である。したがって、 V_f 内の間隙水の重量と固形物の重量の和を M で割れば、フロック密度 $\bar{\rho}_f$ が算定できる。

2-1, 2の方法に基づいて、各条件でのフロック密度の測定を行った。そのうち2例についてその結果を表-1に示す。

3 考察 上記の方法を求めた、それぞれのけん濁液の界面沈降曲線と各沈降時間における界面高さの差を図-1, 2, 3, 4に示した。その結果、沈降パターンは2通りに分類できる。まず①界面沈降曲線の直線部分すなわち自由沈降領域では、界面は急激に沈降している。それにつれて界面高さの差は増加し、自由沈降の終点でへにその差は最大となる。この沈降速度の差は、表-1より明らかにフロック有効密度の差によるものであり、本来なら、有効密度の比だけ沈降速度の差となって現われているはずである。しかし、活性汚泥けん濁液は非常に高濃度であるため、自由沈降といってもかなり干渉沈降に近付いている。そのため、有効密度の比にくらべて、幾分小さな沈降速度差となった。次に、②圧縮開始点以後になると、汚泥は圧密状態となり、界面沈降速度は低下する。また界面高さの差も次第に減少し、ついには一定差で平衡を保つようになる。この差は、汚泥重量の増加によって、フロック相互の圧縮力が増大したためと思われる。このように、密度の増加によって生ずる沈降性の向上は、沈降の初期の段階すなわち自由沈降区間に顕著にその効果が現われている。

4 おわりに 本文では、近似的なフロックの平均密度を算定して活性汚泥の沈降性を論じてきた。その結果、沈降パターンを2通りに分類し、それらをフロック密度との関連で述べることができた。しかし、本実験による密度測定法の欠点としては、2-1の場合は $\bar{\rho}_f$ の決定を四式解法を行なっているに、きわめて近似的なものである。また2-2の場合は $\bar{\rho}_f$ の決定をフロック間空隙率30%と仮定して求めているが、この値は実験値より求めたものではないので、活性汚泥のような不整形の凝集性フロックに適用できるかどうか問題がある。今後は、 $\bar{\rho}_f$ と $\bar{\rho}_f'$ の測定精度を上げることによって、これらの測定法の信頼性を高めて行くつもりである。また、フロック1個1個から出しにフロック密度関数との関係についても、研究課題としたい。

参考文献 り石黒、渡辺、東; 活性汚泥に対する固形物の影響 土木学会年次報告論文集 1973 10
 2) 渡辺、中村、渡辺、鬼塚; 活性汚泥に対する固形物の影響(オ2版) 西部支那研究発表会論文集 1974. 2
 3) 丹保、阿部; 上昇流沈み池におけるフロックブランチの挙動、水道協会誌、昭和44年4月

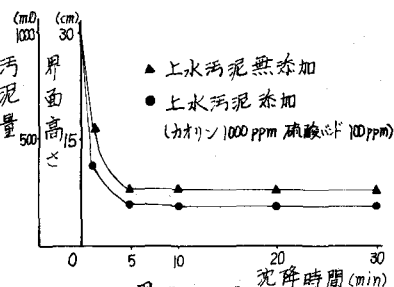


図-1 界面沈降曲線

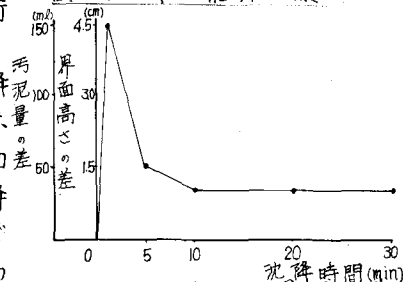


図-2 沈降時間ごとの界面高さの差

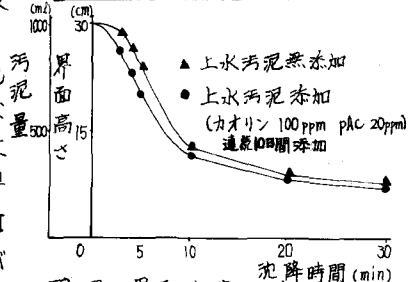


図-3 界面沈降曲線

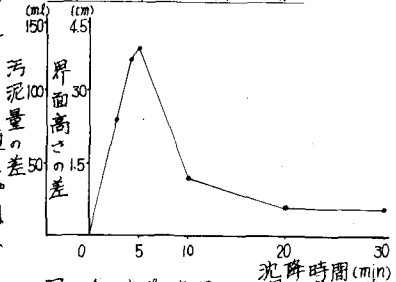


図-4 沈降時間ごとの界面高さの差