

凝集沈殿汚泥との混合による下水汚泥の物性改善

宮崎大学工学部 学○福田与志一 正 渡辺 義公

宮崎大学工学部 正 石黒 政儀

1 はじめに

最近、下水汚泥の濃縮性・脱水性が低下し、後続の嫌気性消化および消化汚泥の固液分離に支障を来している。また、急速沈降システムを採る浄水工程で発生する汚泥（以下、浄水場汚泥と云う）の量は、原水濁度や運転条件により異なるが、報告例¹⁾によると処理水量1万 m^3 /日として年間220トンに達する。この浄水場汚泥の処理・処分法は、減容化したのちに埋立処分する方法が一般的である。

筆者ら^{2,3)}は、浄水場汚泥による下水汚泥の沈降性・濃縮性の改善効果について報告し、浄水場汚泥の下水処理における有効利用の可能性を示した。本文では、人工上水汚泥を使用し、人工上水汚泥の生成条件（ALT比）と、上・下水汚泥の混合比が下水汚泥の物性（沈降性・濃縮性・脱水性）に及ぼす影響について報告する。

2 実験結果と考察

(2) 沈降性・濃縮性の改善 活性汚泥法を採用している多くの処理場

では、近年の流入水質の変化により濃縮汚泥の固形物濃度が低下（図-1）し、汚泥の処理・処分に問題が生じている。一方浄水場汚泥は、凝集剤として添加されたアルミニウムと、原水中の粘土系粒子を主体とする固形物との複合体であり、下水汚泥に上水汚泥を混合することにより、下水汚泥の無機成分は上がり、沈降性・濃縮性を改善することができる。

実験に用いた下水汚泥は、宮崎市終末処理場のものである。また人工上水汚泥は、濁質としてカオリンを用い、PACで凝集させたものである。

沈降実験は、1ℓのメスシリンダーで行った。図-2に、最終沈殿池から排出された余剰汚泥と人工浄水汚泥（ALT比=1:100）との混合汚泥の界面沈降曲線を示す。パラメータの混合比は、混合汚泥中に占める人工上水汚泥の容積率として定義する。図-3は、人工上水汚泥の混合比とALT比が、混合汚泥の初期界面沈降速度に及ぼす影響について示す。図の縦軸は、実験に用いた余剰汚泥の初期界面沈降速度(V_0)に対する、混合汚泥の初期界面沈降速度(V_i)の比である。図-2,3より、人工上水汚泥を混合したことで、下水汚泥の沈降性・濃縮性が著しく改善されたことが分る。これは、人工上水汚泥の混合により下水汚泥の密度が増加したためと考えられる。表-1に、混合汚泥のSVIを示す。SVIは下水汚泥の沈降性の目安として用いられており、その単位(cm^3/g)からも分るように、汚泥密度の逆数に比例する。図-2,3および表-1より、下水汚泥の沈降性・濃縮性は混合される人工上水汚泥の混合比、および生成条件（ALT比）に大きく支配されることが分る。

次に、沈降性の改善について、単粒子沈降速度の面から若干の検討を加える。干渉沈降区間の界面沈降速度は、経験的に式-1⁴⁾で示される。また式-1の両辺の対数をとることにより式-2を得る。

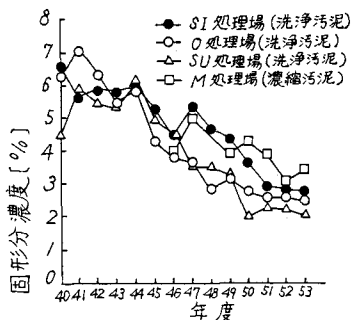


図-1 汚泥固形物濃度の推移

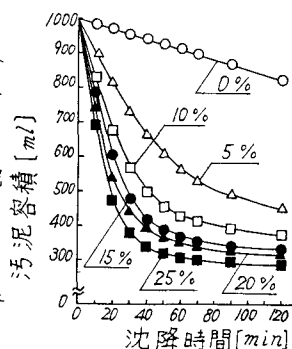


図-2 混合汚泥の界面沈降曲線 (上水汚泥ALT比=1:100)

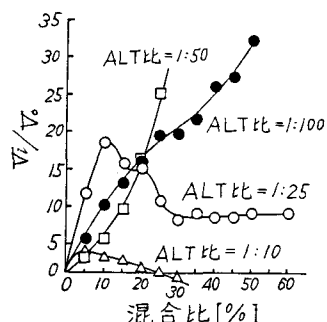


図-3 初期界面沈降速度の変化

$$\left(\frac{w_c}{w_t}\right)^n = \varepsilon = 1 - C \quad (1)$$

$$\log w_c = \frac{1}{n} \log \varepsilon + \log w_t \quad (2)$$

ここで、 w_c = 体積濃度 C の時の界面沈降速度 (cm/s), w_t = 汚泥群を構成する単粒子沈降速度 (cm/s), n = 指数, ε = 汚泥の空隙率。

界面沈降曲線より求めた w_c と、その時の ε (丹保らの提案した方法による) の関係を両対数紙にプロットして、図-4を得る。ここで $w_c = 1$ の時の w_c の値は、 w_t に等しい。このようにして求められた w_t を、表

表-1 混合汚泥のSVIの変化

ALT比 混合比(%)	余剰汚泥				活性汚泥			
	1/100	1/50	1/25	1/10	1/100	1/50	1/25	1/10
0	214	168	196	141	197	234	224	348
5	123	131	108	111	—	—	86	128
10	77	103	75	97	35	45	56	132
15	55	81	64	88	—	—	45	118
20	43	60	56	79	20	29	37	105
25	32	45	57	72	—	—	33	—
30	28	—	58	65	15	21	33	82
下水汚泥濃度(%)	4487	5785	4930	6905	1770	2050	2050	2040

図-4を得る。ここで $w_c = 1$ の時の w_c の値は、 w_t に等しい。このようにして求められた w_t を、表

表-2 混合汚泥の単粒子沈降速度の変化 (混合比25%)

上水汚泥 ALT比	1:100	1:50	1:25	1:10	余剰汚泥のみ	浄水場汚泥
$w_t \times 10^{-2}$ (cm/sec)	18	17	8.4	2.2	6.4	2.0

度の増加と、それに伴うその単粒子沈降速度の増大によることが定量的に示された。

(b) 脱水性の改善 脱水性の改善度を定量化するために、2時間沈降後の混合汚泥を用いてヌッチェテストを行い、測定値を式-3に示す Carman-Ruth の式⁶⁾で解析して比抵抗を求めた。デ-9の1例を図-5に示す。

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu w \alpha_m V}{2PA^2} + \frac{\mu K_m}{PA} \quad (3)$$

ここで、 t = 滲過時間 (s), V = 滲液量 (m^3), μ = 滲液粘度 (kg/ms), w = 滲液単位量当りの生成ケーキ固形物質量 (kg/m^3), α_m = ケーキの比抵抗 (m/kg), P = 滲過圧力 (Pa), A = 滲過面積 (m^2), K_m = 滲材の抵抗係数 ($1/m$)。

α_m の値は、図-5の直線部の勾配と、 t/V 軸との切片より求まる。 α_m の単位を常用される (s^2/g) に換算することで、図-6を得る。余剰汚泥の α_m は $(1.8 \sim 3.4) \times 10^9$ (s^2/g) の範囲にあったが、人工上水汚泥を混合することにより α_m は1桁下がり、余剰汚泥の脱水性は著しく改善されたことが分る。

3 おわりに

本文では、人工上水汚泥の有する下水汚泥の物性改善能力を報告し、従来とは全く異なる発想に立ち、浄水場汚泥と下水汚泥の混合処理・処分法を考えるための参考に供した。今回の実験結果より、両汚泥の混合処理を考える場合は、浄水工程における凝集剤添加量を減らす努力が必要であろう。ほぼ完成された技術と思われるが、急速滲過システムも、汚泥の処理・処分を含めた総合システムとしての最適性を考えるなら、システムを構成する素プロセスの役割分担を再考する必要がある。

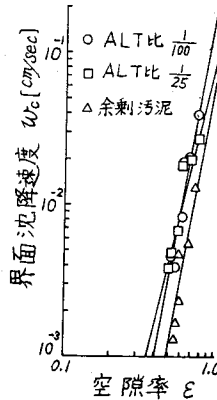


図-4 w_c と ε の関係

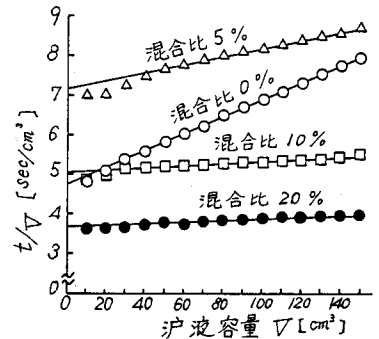


図-5 滲液容量と時間の関係

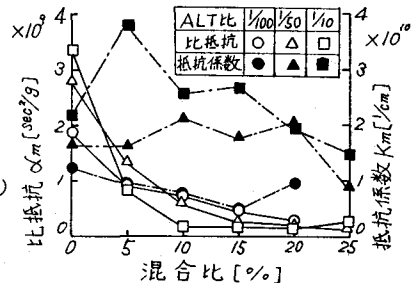


図-6 混合比と比抵抗の関係

参考文献

- 1) 千葉・高橋: 第36回全国水道研究発表会講演集 (P.127~P.129)
- 2) 渡辺他: 昭和47年度土木学会西部支部研究発表会講演集 (P.151~P.152)
- 3) 渡辺: 第36回全国水道研究発表会講演集 (P.124~P.126)
- 4) 水理公式集 (1981年度版) P.414
- 5) 丹保・穂積: 水道協会誌 No. 415 昭和44年4月
- 6) 水理公式集 (1985年度版) P.458