

II-266 汚泥の熱処理による沈降性・浮遊性に関する研究

京都大学 工学部 正員 平岡正勝
 京都大学 工学部 正員 武田信生
 京都大学 工学部 学生員 オノ高広明

1. 研究目的 本研究は汚泥熱処理プロセスのモデル化を目的とし、汚泥熱処理プロセスの代表的利点と欠点である熱処理による汚泥の沈降性・浮遊性の改善と熱処理による汚泥固形物質の液相中への溶出とが熱処理の進行に伴って、どのように挙動するかを実験的に把握する一連の研究の一部である。ここでは熱処理条件および初期汚泥濃度を変化させた時の熱処理汚泥の沈降分離特性をとらえることにいる。

2. 実験方法 および装置 汚泥は京都市島村下水処理場の初級汚泥と余剰汚泥の混合汚泥である。試料はこの原汚泥を表-1に示した熱処理条件で処理した熱処理濃縮汚泥である。この濃縮液の性状としてはTS, DS, SS濃度 および汚泥密度 ρ を測定した。これを表-2に示す。熱処理に使用したオート・フレーブは内容積35Lの攪拌機付の回分式で加熱は直火式である。平均昇温速度は約4℃/minであり、その昇温曲線の一例を図-1に示す。沈降分離実験は先の熱処理濃縮汚泥を150 ml, 300 ml, 450 ml ずつ分取し、これらを1000 mlのメスシリンダーに移した後、水道水を加えて全量を1000 mlとした。こうして熱処理汚泥SS濃度が段階に異なった熱処理汚泥を調整した。なおメスシリンダー内の熱処理汚泥のTS, DS, SS濃度は投入濃縮汚泥量を V_0 (=1000), 密度のそれを ρ_0 とすると $\rho VT = \rho_0 V_0 T_0$ 。ここに T, T_0 はそれぞれ濃縮液および希釈後の汚泥のTS濃度である。一方水道水の密度 $\rho' (=1.000)$ とすると $\rho'(V_0 - V) + \rho V = \rho_0 V_0$ となり、 $T_0 = \frac{\rho VT}{[\rho V_0 + (\rho - \rho')V]}$ $\equiv T$ とて、希釈後のTS濃度を求めた。DS, SS濃度に対しても同様の算定を行った。これは先の表-2に示してある。こうして調整したメスシリンダー内の汚泥を十分攪拌した後、静置しその沈降分離界面位置の経時変化を読みとり、熱処理汚泥の沈降分離曲線を得た。

holding time (min) 処理温度	0	15	30	45	60	90
200℃	○	○	○	○	○	○
190℃	○	○	○	○	○	○
180℃	○	○	○	○	○	○

表-1 汚泥の熱処理条件

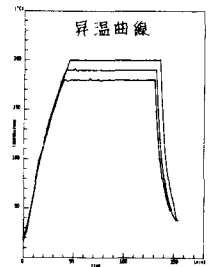


図-1

表-2

沈降分離性性状 表-1										沈降分離性性状 表-2									
Sample	TEMP	HOLD	[TS]	[DS]	[SS]	汚泥濃度	沈降分離	T ₀	D ₀	Sample	TEMP	HOLD	[TS]	[DS]	[SS]	汚泥濃度	T ₀	D ₀	S ₀
[℃]	[min]	T [ppm]	D [ppm]	S [ppm]	g/g	nT [ppm]	nD [ppm]	nS [ppm]		[℃]	[min]	T [ppm]	D [ppm]	S [ppm]	g/g	nT [ppm]	nD [ppm]	nS [ppm]	
200	0	72068	8504	63764	1.0215	0.1527	11005	1268	9737	190	45	54983	9275	45708	1.0125	0.1516	8355	1406	6929
A						0.3044	21938	2528	19410	A						0.3026	16638	2807	13851
B						0.4552	32805	3780	29025	B						0.4531	24913	4203	20710
200	15	69602	8801	60801	1.0225	0.1529	10642	1546	9297	190	60	55232	8963	46269	1.0139	0.1518	8384	1561	7024
A						0.3047	21708	2682	18526	A						0.3029	16750	2715	14015
B						0.4555	31704	4009	27695	B						0.4534	25042	4064	20978
200	30	70113	9466	60849	1.0229	0.1529	10720	1447	9273	190	90	65138	8979	56159	1.0156	0.1520	8901	1365	8536
A						0.3048	21570	2886	18486	A						0.3033	19756	2723	12033
B						0.4556	31804	4313	27832	B						0.4538	23560	4075	23485
200	45	66025	9130	56895	1.0219	0.1528	10089	1395	8694	180	0	50615	4840	45775	1.0093	0.1512	7653	752	6921
A						0.3046	20111	2781	17330	A						0.3019	15281	1461	13820
B						0.4554	30068	4358	25910	C						0.4525	22893	2189	20704
200	60	62487	9913	52574	1.0204	0.1526	9536	1513	8023	180	15	58813	5557	53256	1.0146	0.1519	8934	844	8090
A						0.3043	19015	3017	15998	B						0.3031	17826	1684	16142
B						0.4550	28432	4510	23921	C						0.4536	26678	2521	24137
200	90	65374	10016	55358	1.0208	0.1526	9976	1528	8448	180	30	60452	7028	53424	1.0165	0.1521	9195	1069	8126
A						0.3043	19893	3048	16845	A						0.3034	18341	2132	16208
B						0.4551	29752	4558	25953	B						0.4541	27451	3191	24250
190	0	57375	5741	51634	1.0114	0.1515	8692	870	7823	180	45	59337	7664	51673	1.0154	0.1520	9019	1155	7854
A						0.3024	17350	1756	15614	B						0.3032	17991	2524	15667
B						0.4528	25979	2600	25380	C						0.4538	26927	3478	25449
190	15	58492	7847	50645	1.0141	0.1518	8879	1191	7688	180	60	56621	7742	48879	1.0158	0.1520	8606	1277	7430
A						0.3029	17717	2577	15540	B						0.3035	17775	2548	16825
B						0.4535	26526	3559	25948	C						0.4539	25700	3514	22386
190	30	57072	8465	48607	1.0138	0.1518	8664	1285	7379	180	90	56271	7817	48454	1.0174	0.1522	8564	1190	7575
A						0.3029	17287	2564	14725	A						0.3036	17084	2373	14711
B						0.4534	25876	3518	25038	B						0.4543	25514	3253	22017

3. 実験結果 および考察 表-2より沈降分離実験に使用した汚泥のTS濃度は約10000~30000 [PPm]の範囲にあった。濃縮汚泥のTS, DS, SSの値が多少ばらついているのは同一温度条件では同一の汚泥を毎回十分攪拌して使用しているがサンプリング誤差, 反応器内の焦や付き, 反応器から出てきた汚泥を一昼夜、静止して、上澄液をとり去り、下時の濃縮操作とものもの自身の測定方法にあったと考えられる。さて熱処理汚泥はメスシリンダー内に静置すると沈降濃縮部分と上澄液との間10

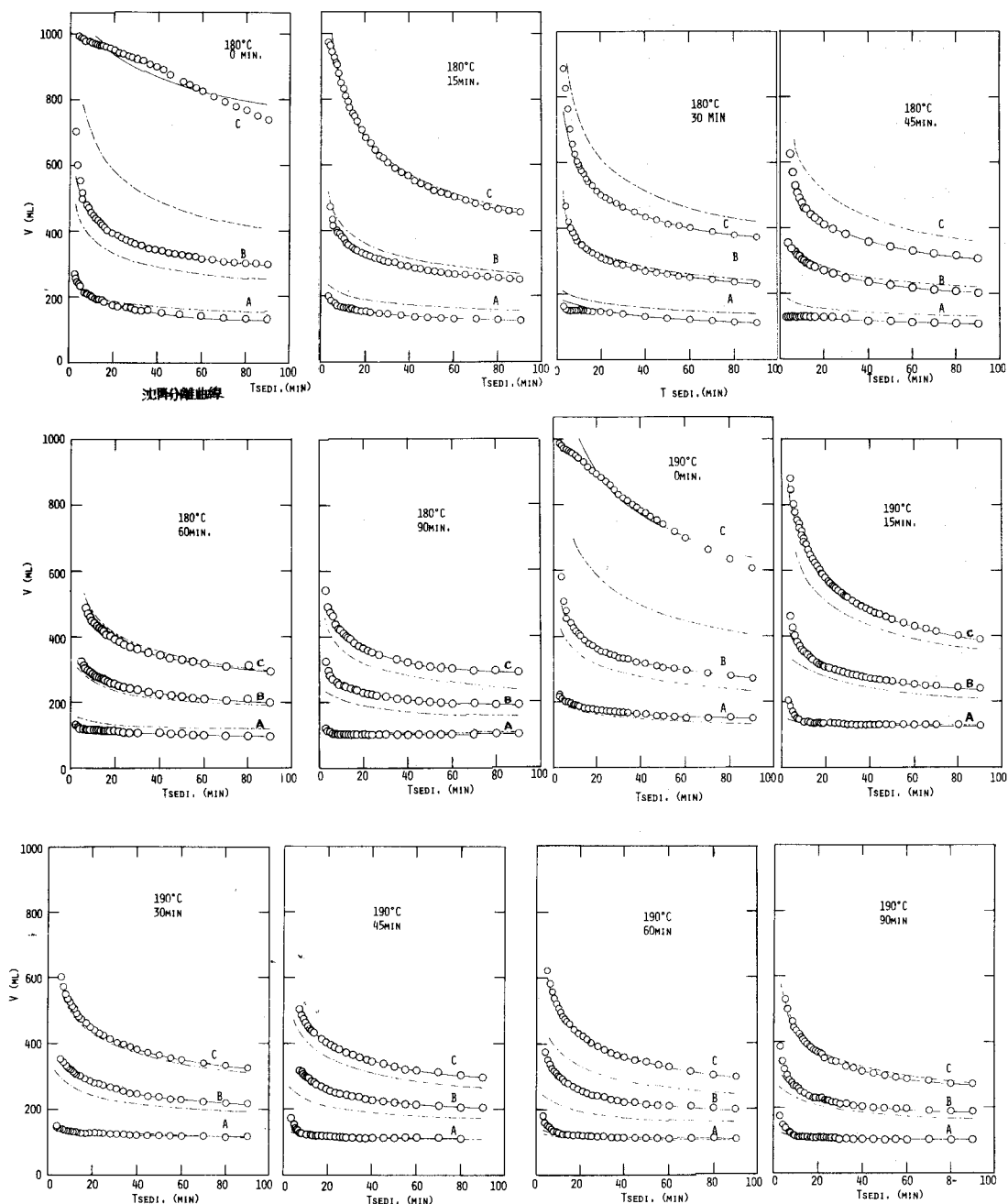


図-2 沈降分離曲線

明瞭な境界面をもった、いわゆる界面沈降と呼ばれる沈降の仕方を示す。各熱処理条件に対する沈降曲線の一例を図-2に示す。界面沈降速度式としてはWork Kohler等によって従来提案されているが、筆者らはできるだけ簡単でしかも現象をよく表わす数式モデルを模索した結果、沈降時間と沈降界面高とが底時数値上でかなり良好に直線近似できることを見出した。すなわち、

$\ln[V] = RM \ln[T_{\text{sedi}}] + RB$ ここで V : 沈降濃縮部分容積 [ml], T_{sedi} : 沈降分離時間 [min], RB, RM : 熱処理汚泥固有の定数であって、熱処理時間、熱処理温度、初期汚泥SS濃度の関数として実験的に決定されるべきものである。なお RB, RM の決定には最小自乗法を用いた。

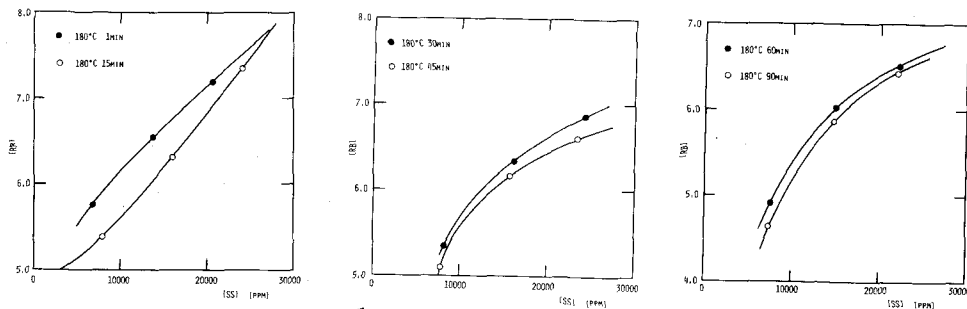


図-3 [RB]のSS濃度依存性

図-2中の丸印は沈降時間に対する界面位置の実測値を示し、実線はこのbest fit曲線を示す。パラメータ RB, RM の熱処理温度 T , 熱処理時間 θ , 初期汚泥SS濃度に関する依存性を調べるにはこの3つの条件のうちの2つを固定して残った1つについての依存性を見い出せばよい。図-3はRBに対する熱処理温度、熱処理時間を固定して初期SS濃度依存性を調べた一例である。同様にRMに対しても求めた。図-4はRBに対して熱処理温度、SS濃度を固定して熱処理時間に対する依存性を調べた一例を示す。これを直線で近似することは妥当であろうと考えられる。また、図-5はRMに対してのものであり、これも直線で近似した。これらの直線の切片と勾配の値は初期SS濃度に関しても、熱処理温度に関してもほぼ直線的に変化しているとみなされるので、熱処理温度、初期SS濃度の線型関数として表わすことを試みた。そして沈降分離の数式モデルとして次の結果を得た。

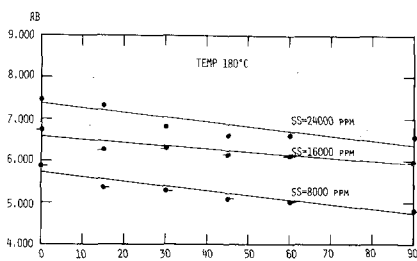


図-4 パラメータRBの熱処理時間依存性

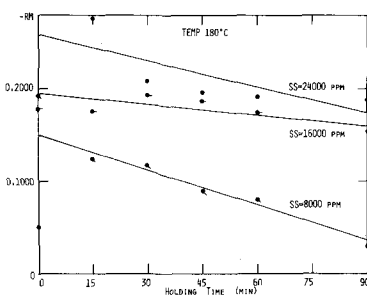


図-5 パラメータRMの熱処理時間依存性

$$Y = \frac{H}{H_0} = \frac{1}{1000} \exp \left\{ 10.178 + 1.077 \times 10^{-4} [SS] - 2.298 \times 10^{-2} [T] - (5.097 \times 10^{-2} + 6.8 \times 10^{-3} [SS] - 2.348 \times 10^{-4} [T]) \theta \right\} \times [T_{\text{sedi}}]^{0.5/365 - 8.5/18 \times 10^{-6} [SS] + 2.4743 \times 10^{-2} [T]}$$

ここで H_0 : 初期界面高さ, H : T_{sedi} 時刻における界面高さ

なお、本研究は、上記の3名と村上忠弘氏、畠田重幸氏との共同で行ったものである。