

〔研究報告〕

二段活性汚泥法（低希釈法）し尿処理施設の アンケート調査結果にみる現状について （第3報）

— 土木・建築設備、配管設備、計装設備等の実態 —

Notes on result of questionnaire on the night soil treatment plants
of two stage activated sludge process (with low weak water), III.

— Present states of the facilities or equipments
on civil engineering, piping and measurement —

竹内 敏* 大副 玄治郎* 森田 昭* 高橋 孝*

Satoshi TAKEUCHI, Genjiro OHZOE, Akira MORITA and Takashi TAKAHASHI

はじめに

わが国におけるし尿処理方式は、昭和50年中頃まで嫌気性消化処理方式や好気性消化処理方式等が多かった。その後は、BOD、SS除去と同時に窒素除去も可能である生物学的脱窒素処理方式が主流となっている。

当センターでは、最近のし尿処理方式で実績の多い二段活性汚泥法処理方式（低希釈法）〔し尿処理施設構造指針の改訂（昭和63年6月28日、衛環第89号）に伴い、現在、標準脱窒素処理方式と称す。〕のし尿処理施設について、維持管理状況、設備状況を把握することを目的に昭和59年度にアンケート調査を実施した。

調査結果は、「機械設備の故障事例について」「施設の概要、運転実績等について」「土木・建築設備、配管設備、計装設備等の実態について」の3報に区分してまとめたが、前2報は、既に当センターの所報No.12, 13（1986年）、No.14（1987年）に報告した。

本報告は、第3報として土木・建築設備、配管設備、計装設備等の実態についてまとめたものである。

1. 調査概要

調査対象、調査期間、回収率については前号に記載したとおりであり、調査対象施設は二段活性汚泥法処理方式（低希釈法）を採用し、昭和58年度以前に稼働を開始して1年以上の運転実績が得られる全施設（113施設）とし、有効回答施設98施設（実質回収率87%）について集計した。

2. 調査結果

2.1 土木・建築設備

1) 建物の構成

し尿処理施設の建物は、管理棟、処理棟、機械棟に区分できるが、これらを一体型か2棟型とする場合が多い。表-1に示すように、ほとんどの建物は、管理棟と処理棟を別棟とした2棟型かその一体型が多く、合わせると77施設（79%、有効回答施設に対する割合を示す。以下同じ。）である。その中でも、管理棟と処理棟を別棟とした2棟型が63施設（64%）と半数以上である。

これは、管理施設と処理施設とを区分したい意向の表われ、及び管理棟と処理棟の耐用年数の相違を考慮していることによるものと考えられる。

一体型としているのは、14施設あるが比較的処理能力の小さい50kl/日未満の施設に多い。また、2棟型、3

* (財)日本環境衛生センター衛生工学部

Department of Sanitary Engineering, Japan
Environmental Sanitation Center

表-1 建物の構成

項目	区分	施設数	処理能力別			
			50kl/日未満	50kl/日以上 100kl/日未満	100kl/日以上 200kl/日未満	200kl/日以上
管理棟と処理棟の2棟型		14	8	2	2	2
管理棟と処理棟の2棟型		63	15	17	22	9
管理棟, 処理棟, 機械棟の3棟型		11	1	3	6	1
その他		10	0	4	5	1
合計		98	24	26	35	13

棟型としている施設は、処理能力の大きい50kl/日以上の施設に多い。

2) 建物の階数

(1) 管理棟

管理棟の階数は、表-2に示すように、地上2階地下なしが41施設、地上1階地下なしが31施設あり、合わせると、地上式が72施設(73%)と多い。

(2) 処理棟及び機械棟

処理棟の階数は、地上2階地下1階が42施設、地上1階地下1階が21施設と多く、地上のみならず、地下を利用している施設が67施設(80%)と多い。また、完全地下式としている事例が1施設ある。

機械棟は処理棟と同様に、地上2階地下1階(6施設)及び地上1階地下なし(5施設)の事例が多い。

表-2 建物の階数

項目	階数		管理棟		処理棟	機械棟
	地上	地下	管理棟と処理棟の一体を含む	管理棟と処理棟の一体のみ		
3階	1階		3	1	4	1
	なし		0	0	2	0
2階	1階		19	12	42	6
	なし		41	0	6	3
1階	2階		1	1	0	0
	1階		0	0	21	1
なし	1階		31	0	6	5
	2階		0	0	1	0
不明			3	0	2	1
合計			98	14	84	17

3) 各室面積等について

(1) 敷地面積

施設建設に必要な敷地面積は、用地確保が困難になっている中で、周辺環境に対する配慮から、管理棟、処理棟以外の緑地・リクリエーション設備の面積を広くとつ

表-3 各種相関式

室名等(Y)	1次回帰式	試料数	相関係数	X = 100kl/日 の場合の面積	処理棟延床面積に 対する占有率(%)
敷地面積	$Y = 79X + 6,700$	95	0.524	14,600	—
管理棟	建築面積	$Y = 1.4X + 160$	82	300	—
	延床面積	$Y = 2.7X + 130$	77	400	—
	建築面積	$Y = 13X + 570$	77	1,900	—
	延床面積	$Y = 23X + 73$	86	2,400	—
処理棟	地下ポンプ室	$Y = 0.9X + 80$	76	170	9.0 ± 6.5 (69)
	ブロウ室	$Y = 0.4X + 55$	80	95	5.5 ± 3.5 (71)
棟	受入室	$Y = 1.4X + 24$	75	160	8.0 ± 3.5 (72)
	前処理・脱水機室	$Y = 0.9X + 100$	75	190	10 ± 6.9 (65)
	オゾン発生機室	$Y = 0.3X + 20$	53	50	2.9 ± 2.2 (49)
	電気室	$Y = 0.4X + 27$	58	67	3.7 ± 2.1 (58)
中央監視室	$Y = 0.2X + 31$	66	0.501	51	2.7 ± 1.8 (59)

注1) 処理棟延床面積に対する占有率のうち、±は標準偏差を示し、()内は試料数である。

2) Y:面積(m²), X:施設処理能力(kl/日)

ている。施設処理能力と敷地面積の関係は表-3に示すように、1次回帰式で、 $Y = 79X + 6,700$ { Y : 面積 (m^2), X : 施設処理能力 ($kl/日$), 以下同じ } で示され、相関係数は0.524である。

回帰式について、嫌気性消化処理方式 ($Y = 81X + 4,800$)¹⁾ や好気性処理方式 ($Y = 77X + 3,600$)¹⁾ と比較すると、同様な傾向にある。

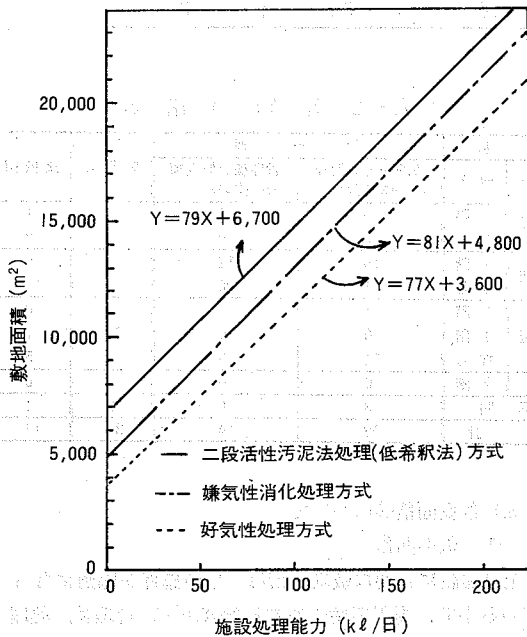


図-1 施設処理能力と敷地面積の関係

(2) 管理棟面積

管理棟における施設処理能力と建築面積の関係は表-3に示すとおり、1次回帰式の $Y = 1.4X + 160$ で示され、相関係数は0.581である。また、延床面積の関係は、 $Y = 2.7X + 130$ で示され、相関係数は、0.702である。

(3) 処理棟面積

処理棟における主な各室面積と施設処理能力との関係は、表-3に示すとおりである。処理棟における施設処理能力と建築面積の関係は、 $Y = 13X + 570$ で示され、相関係数0.903である。従来多かった嫌気性消化処理方式 ($Y = 8.5X + 320$)¹⁾ や好気性処理方式 ($Y = 4.9X + 440$) よりも建築面積が広い。これは、従来の方式と比較して、処理水槽の容量の増加に伴い所要面積が大き

くなったこと、高度処理設備や汚泥乾燥焼却設備を付設している事例が多いことに起因している。また、延床面積の関係は、 $Y = 23X + 73$ で示され、相関係数0.851である。

地下ポンプ室、受入室、前処理・脱水機室の各室は、おおむね同面積となっており、処理棟延床面積に対する占有率は各々約10%である。

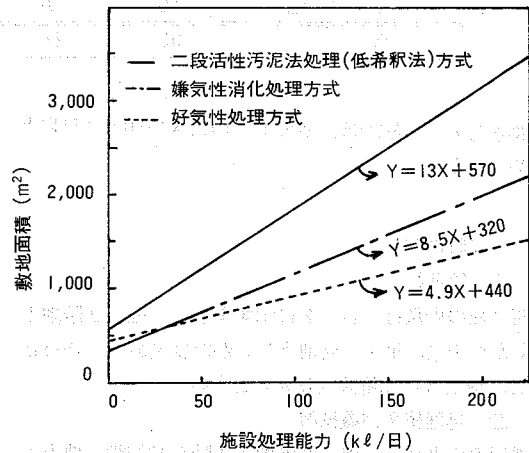


図-2 施設処理能力と処理棟建築面積の関係

4) 水槽等の容量について

(1) 水槽容量

主な水槽容量と施設処理能力との関係は、表-4に示すとおりであり、いずれの水槽も1次回帰式で示され、相関係数0.397~0.915の範囲にある。

施設処理能力から受入・貯留工程における各水槽の滞留時間を算出すると、し尿では沈砂槽50分、受入槽23時間、貯留槽3.4日となる。また、浄化槽汚泥用では沈砂槽73分、受入槽36時間、貯留槽3.8日となる。

表-4 施設処理能力と水量容量の関係

水槽名	1次回帰式	試料数	相関係数	平均容量 (m³)
沈砂槽	し尿用 $Y = 0.035X + 0.43$	64	0.698	2.9
	浄化槽汚泥用 $Y = 0.051X + 1.2$	57	0.397	
受入槽	し尿用 $Y = 0.97X - 1.5$	69	0.706	
	浄化槽汚泥用 $Y = 1.5X - 0.83$	60	0.845	
貯留槽	し尿用 $Y = 3.4X + 6.0$	74	0.915	
	浄化槽汚泥用 $Y = 3.8X + 34$	63	0.830	
オゾン反応槽	$Y = 0.30X + 0.069$	61	0.693	
砂ろ過器	上過水水槽 $Y = 0.39X + 6.3$	68	0.763	76
	逆洗排水槽 $Y = 0.64X - 0.83$	63	0.617	
汚泥貯留槽	$Y = 0.81X + 18$	79	0.830	
脱水分離液槽	$Y = 0.56X + 29$	63	0.617	

注) Y : 容量 (m^3), X : 施設処理能力 ($kl/日$)

高度処理工程では、流入水量を10倍希釈水量とすると、オゾン反応槽43分、汚濁原水槽56分となる。汚泥処理工程では、汚泥発生量10kg-DS/kl、汚泥処理の稼働日数を週5日として、汚泥濃度2%とすると、汚泥貯留槽は4.1日となる。

(2) 脱水し渣等のホッパ容量

主なホッパ容量と施設処理能力の関係は、表-5に示すとおりであり、いずれのホッパも1次回帰式で示され、相関係数0.345~0.652の範囲にある。

表-5 施設処理能力とホッパ容量の関係

ホッパ名	1次回帰式	試料数	相関係数	平均容量(㎡)
脱水し渣ホッパ	$Y=0.016X+1.3$	24	0.652	3.7
脱水汚染ホッパ	$Y=0.070X-1.6$	42	0.645	8.1
乾燥汚泥ホッパ	$Y=0.053X+1.7$	52	0.465	7.9
焼却灰ホッパ	$Y=0.026X+2.0$	65	0.345	5.1

注) Y:容量(㎡), X:施設処理能力(kl/日)

(3) 薬剤貯槽等の容量

各薬剤貯槽及び燃料貯槽の容量は、1日使用量の10日分程度で設計される場合が多い。施設処理能力とタンク容量の関係は表-6のとおり、1次回帰式で示され、相関係数0.403~0.682の範囲にある。

施設処理能力100kl/日を想定した場合の各タンクの貯留日数は、表-7に示すように、前号所報の平均使用量から算出して、いずれのタンクも10日分以上の貯留日数となっている。

表-6 施設処理能力と薬剤貯槽容量の関係

貯槽名	1次回帰式	試料数	相関係数	平均容量(㎡)
無機凝集剤貯槽	$Y=0.089X+0.56$	75	0.673	11
苛性ソーダ貯槽	$Y=0.043X+3.7$	80	0.668	8.4
酸貯槽	$Y=0.015X+1.9$	48	0.403	3.7
次亜塩素酸ソーダ貯槽	$Y=0.031X+2.1$	75	0.501	5.6
メタノール貯槽	$Y=0.029X+3.1$	77	0.579	6.4
燃料貯槽	$Y=0.063X+6.6$	68	0.682	13

注) Y:容量(㎡), X:施設処理能力(kl/日)

表-7 薬剤タンク等の貯留日数

貯槽名	注)貯留日数	算出根拠		
		使用量	濃度	比重
無機凝集剤貯槽	15	0.66 kg/kl	8% (Al ₂ O ₃)	1.32
苛性ソーダ貯槽	10	1.86 kg/kl	20%	1.2
酸貯槽	83	0.17 kg/kl	35% (HCl)	1.18
次亜塩素酸ソーダ貯槽	33	0.23 kg/kl	12%	1.2
メタノール貯槽	43	1.13 kg/kl	99%	0.79
燃料貯槽	11	12.2 ℓ/kl		

注) 施設処理能力100kl/日想定

5) 各槽容量の適当性について

(1) 水槽容量

水槽容量の適当性については、表-8に示すとおりである。ほとんどの水槽は、「適当である」と回答しているが、し尿貯留槽及び浄化槽汚泥貯留量は、「小さすぎる」の回答が30施設(32%)程度あり、比較的多い。

これは収集計画の不十分な地域において、収集量の季節的変動、団地等一時的に発生する多量の浄化槽汚泥の収集量に対して、現貯留槽容量では不足していると推測され、施設によっては予備貯留槽を設置していることから裏づけられる。

表-8 水槽容量の適当性について

水槽名	試料数	回答			
		小さすぎる	適当である	大きすぎる	
沈砂槽	し尿用	89	14	75	0
	浄化槽汚泥用	80	8	71	1
受入槽	し尿用	93	17	75	1
	浄化槽汚泥用	84	13	71	0
貯留槽	し尿用	94	30	62	2
	浄化槽汚泥用	83	28	54	1
オゾン反応槽		74	3	71	0
砂汚過器	汚濁原水槽	83	3	80	0
	逆洗排水槽	79	1	77	1
汚泥貯留槽		93	5	87	1
脱水分離液槽		83	14	69	0

(2) 脱水し渣等のホッパ容量

ホッパ容量の適当性については、表-9に示すとおりである。ほとんどのホッパは、「適当である」と回答しているが、脱水し渣用及び脱水汚泥用ホッパは、「小さすぎる」の回答が各々11施設(20%程度)ある。

表-9 ホッパ容量の適当性について

ホッパ名	試料数	回答		
		小さすぎる	適当である	大きすぎる
脱水し渣用	49	11	38	0
脱水汚泥用	56	11	45	0
し渣汚泥用	9	3	5	1
乾燥汚泥用	62	6	56	0
焼却灰用	77	5	72	0

(3) 薬剤貯槽等の容量

薬剤貯槽容量及び燃料貯槽の適当性については、表-10に示すとおりである。ほとんどの薬剤貯槽は、「適当である」と回答している。水槽容量やホッパ容量に比較

して、「小さすぎる」の回答が少ないのは、実際使用量が設計使用量よりも少ない事例が多いことに起因していると考えられる。

表-10 薬剤タンク等容量の適当性について

貯槽名	試料数	回 答		
		小さすぎる	適当である	大きすぎる
無機凝集剤貯槽	86	10	76	0
苛性ソーダ貯槽	93	8	84	1
酸貯槽	62	4	55	3
次亜塩素酸ソーダ貯槽	87	5	80	2
メタノール貯槽	88	6	82	0
燃料貯槽	81	12	69	0

2.2 配管設備

配管の補修状況については、31件の事例を得た。補修及び更新までの年数、原因、状況、補修内容をまとめること次のとおりである。

1) 補修を要するまでの年数

配管の補修及び更新の内容は、軽微なものから大規模なものまで種々あるが、補修するまでの平均年数は、 2.8 ± 1.4 年であり、比較的短い。

2) 補修を要する原因

配管の補修及び更新する原因としては、①硫化水素のような腐食性ガスによる場合4件、②電食による場合3件、③スケールによる場合2件、④不等沈下によるもの1件がある。

3) 補修を要する状況

補修を要する状況としては、配管内外部の区分が不明であるが、調査結果では孔食が12件と多く、次に腐食7件、閉塞7件、破損4件である。

4) 補修内容

配管の材質は、用途に応じて使い分けがされているが、補修の事例は、鋼管{SGP, SGPWなど}の場合に多く、また補修後の材質は、塩化ビニール管(VP管)としている事例(16例)が多い。

2.3 計装設備

1) 流量計の設置状況

形式別の流量計の設置状況は、次のとおりである。投入量、返送汚泥量、循環液量、希釈水量、放流水量及び攪拌・曝気風量を計測する流量計は、設置率80%以上である。

一方、汚泥処理工程の余剰汚泥量、凝集分離汚泥量、

脱水機給泥量を計測する流量計は、50%程度の設置率である。

2) pH計及びDO計等の設置状況

曝気槽等におけるpH計等の設置状況は、次のとおりである。

曝気槽にpH計を設置している施設が92施設(94%)と高い他は、50%以下の設置率である。流量計の設置率と比較して低率な理由は、計測装置の信頼性、メンテナンスの容易性に問題があると考えられる。このため、施設によってはポータブル型の計器を利用している事例がある。

3) 計装設備のトラブル事例及び対策

計装設備のトラブル事例としては、電磁流量計に関するもの3件、浮子式流量計に関するもの5件、pH計に関するもの6件が多い。全般には、夾雑物(繊維)に起因して支障を生じている事例が7件(27%)と多い。

2.4 その他

省エネ対策、各室内の作業環境上の問題点、周辺住民への対策についてまとめると、つぎのとおりである。

1) 省エネ対策例

本処理方式の維持管理経費は、従来の嫌気性消化処理方式と比較して高いことは、所報No.14で報告したとおりである。そこで各施設では、次に示す内容について省エネ対策を実施している。電気、燃料、薬品に分けると、電気の省エネ対策を実施している事例(18件)が多い。契約電力の変更(5件)、ブロウ及びオゾン酸化処理設備の動力の低減(11件)等である。燃料については脱臭炉温を下げる(3件)、焼却炉の隔日運転(1件)の事例がある。薬品については、メタノール注入量の削減及び停止(5件)の事例がある。

2) 各室内の作業環境上の問題点

各室内の作業環境上の問題点の事例は、「騒音が著しい」が4件、「粉じんが著しい」が3件、「換気が悪い」が10件、「部屋面積が小さい」が5件である。

従来の処理方式と比較して、作業環境は改善されつつあるが、設備を全て建屋内に納め、施設のコンパクト化が進む中で、上記の事例は件数では少ないものの、潜在している件数は多いと推測される。従来の処理優先から、①各機器・装置の防音、防臭対策を実施した上、室内の十分な換気 ②各機器・装置の保守管理を考慮した部屋スペースの確保 ③現場監視、操作室等の設置等の作業環境を重視した施設への改善が望まれる。

3) 周辺住民への対策

し尿処理施設を建設するに当たり、周辺住民対策として、公共施設を建設する場合が多い。調査結果では、「テニスコート」がもっとも多く4件、「公園・集会所」が各々3件、「プール・体育館」が各々2件、「ゲートボール場、野球場、図書館」が各々1件である。

し尿処理施設は従来、住民にとって迷惑施設といわれてきたが、上記のように敷地の一部を住民が利用できる設備を建設し、し尿処理施設が広く理解される施設となることが望まれる。なお、上記公共施設を建設する場合には、処理施設との動線上の安全対策に十分配慮する必要がある。

3. まとめ

今回の調査結果において得られた知見についてまとめると、次のとおりである。

1) 土木・建築設備

二段活性汚泥法（低希釈法）し尿処理施設の建物は、地上2階建て、管理棟と処理棟との一体型か2棟型とする施設が多い。

また、管理棟及び処理棟の各面積及び水槽、ホップ、薬剤タンク等の容量は、施設処理能力と1次回帰式で示され相関がある。

2) 配管設備

配管設備の補修事例31件の補修及び更新を要するまでの平均年数は 2.8 ± 1.4 年であり、比較的早い。補修を要する原因としては、硫化水素、電食、スケール、不等沈下があげられる。今後は、目視不可能な箇所についての配管の内部状況が確認できる測定方法の確立、水槽内配管等の補修が容易でない箇所は、基本的に交換を要しない口径、材質の選定が必要となろう。

3) 計装設備

計器類の設置状況は、投入量、返送汚泥量、循環液量等の流量計、曝気槽のpH計の設置率が80%以上と高い。

近年、計器を多く設置する傾向であるが、設置しても利用しない事例も多く、管理に必要な計器類の設置の見直しが必要となろう。

4) その他

(1) 電気、燃料、薬品についての省エネ対策は、電気に関するものが多く、契約電力の変更、ブロウ及びオゾン酸化処理設備の動力の低減等がある。中には、不適当と思われる省エネ対策の事例もあり、適正な省エネ対策が必要である。

(2) 各室内の作業環境上の問題としては、「騒音が著しい」「粉じんが著しい」「換気が悪い」「部屋面積が小さい」の事例があり、今後、施設を改造更新する場合には、従来の処理優先から作業環境を重視した施設への計画が望まれる。

おわりに

二段活性汚泥法処理方式（低希釈法）し尿処理施設に関するアンケート調査結果を3報にわたり報告した。本処理方式は、従来の嫌気性消化処理方式や、好気性処理方式と比較して、希釈水量及び処理水の汚濁負荷量が $\frac{1}{2}$ 以下に削減される等処理方式として優れているが、反面、電気代等の維持管理費が1.5～2.5倍と高くなる。今後は、運転方法の改善、適正な省エネ対策のもとに、維持管理費の削減が望まれる。また、設備的には大きな故障事例が少ないものの、前段で除去できない夾雑物の影響による設備の故障事例が多いことから、微細夾雑物の除去方法の検討が必要となろう。さらに、設備を建屋内にすべて納め、施設のコンパクト化が進む中で、従来の処理優先から作業環境を重視した施設への改善が望まれる。

最後に、本アンケート調査に際し、御協力して頂いた関係自治体の方々に厚く敬意を表します。

参考文献

- 1) 清水敬造、麻戸敏男、高橋孝：し尿処理実態調査について（第2報）、第23回全国環境衛生大会資料集1979
- 2) 星野広志、谷口三紀生、中村昭彦：二段活性汚泥法処理（低希釈法）施設のアンケート調査結果に見る現状について 日環七所報No.14：43～49 1987