

[技術資料]

し尿処理施設の精密機能検査に見る 運転実績の現状について

Some notes on results of functional inspection
of night soil treatment plants facilities

篠原 功*, 古賀博昭*, 弥永和由*
豊福裕邦*, 中村昭彦*

Isao SHINOHARA, Hiroaki KOGA, Kazuyoshi IYONAGA
Hirokuni TOYOFUKU and Akihiko NAKAMURA

1. はじめに

近年、し尿処理施設は、その取り巻く環境が大きく変化してきており、従来のし尿の衛生的な処理にとどまらず、生活排水処理体系の中で、浄化槽汚泥等の処理を含めた広範囲な役割を担っている。また、処理内容も水質規制、社会情勢などを考慮し、高度処理設備を備えた施設が主流となっており、処理水質の高度化が進んでいる。

しかし、最近のし尿処理施設の維持管理状況について、特に運転実績を中心とした実情についての資料が少なく、その実態は十分には把握されていない。

本報は、当センターが平成元年度から平成3年度に実施した精密機能検査の中から運転実績を中心にとまとめたものである。

2. 調査方法

平成元年度から平成3年度に実施した187箇所のし尿処理施設の精密機能検査報告書を調査資料とした。また、集計数値は搬入量1kℓ当たりの値に換算し、検討を行った。

3. 調査施設の概要

表-1に調査した187施設の概要を示す。

表-1 調査対象施設の概要

処理方式名	施設数 (箇所)	構成割合 (%)	平均処理規模 (kℓ/日)	平均処理率 (%)	稼働率 (%)
標準脱窒素処理方式	63	33.7	113	80.2	31.6
高負荷脱窒素処理方式	13	7.0	76	74.8	19.8
嫌気性消化・活性汚泥法処理方式	30	42.8	92	86.4	27.5
好気性消化・活性汚泥法処理方式	31	16.5	93	82.1	34.3
全施設	187	100.0	98	82.8	29.4

(注)
1. 高負荷脱窒素処理方式は脱窒方式を除く。
2. 好気性消化・活性汚泥法処理方式は常運転好気性汚泥法処理方式、二段活性汚泥法処理方式、一段活性汚泥法処理方式を除く。

4. 調査結果

(1) 収集し尿および浄化槽汚泥の性状

収集されたし尿、浄化槽汚泥の性状をまとめ表-2に示した。昭和58~61年度実績集計結果に比べると、浄化槽汚泥については大きな変化はみられないが、し尿については若干の希薄化傾向が認められ、特殊便所の普及などが影響しているものと推測される。

表-2 収集し尿および収集浄化槽汚泥の性状

項目\区分	収集し尿			収集浄化槽汚泥		
	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
pH	319	8.0	0.5	243	6.9	0.7
蒸発残留物 mg/ℓ	304	23.600	7.050	230	12.400	8.770
浮遊物質 mg/ℓ	321	13.000	6.480	243	9.700	7.800
BOD mg/ℓ	321	10.500	3.340	243	4.470	2.960
COD mg/ℓ	321	5.840	1.750	243	3.730	2.210
塩素イオン mg/ℓ	321	2,520	922	242	368	522
アンモニア性窒素 mg/ℓ	217	3,080	1,040	171	500	724
全窒素 mg/ℓ	321	3,940	1,250	243	1,060	873
余りん mg/ℓ	115	543	498	82	149	112

(2) 運転実績

運転実績を処理方式別にまとめ表-3に示す。

※(財)日本環境衛生センター西日本支局環境工学部

Department of Environmental Engineering, west
Branch, Japan Environmental Sanitation Center

表-3 搬入量当たりの運転実績

項目\施設区分	単位	全施設			標準脱窒素処理方式			高負荷脱窒素処理方式			嫌気性消化・活性汚泥法処理方式			好気性消化・活性汚泥法処理方式		
		試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差
希釈水(プロセス用水)量	m ³ /kℓ	136	11.7	7.5	47	6.0	2.3	9	1.9	1.8	60	16.8	6.9	20	14.3	5.3
汚泥処理量	消化汚泥 m ³ /kℓ	88	0.14	0.15	-	-	-	-	-	-	74	0.11	0.07	14	0.33	0.28
	余剰汚泥 m ³ /kℓ	109	0.38	0.20	54	0.43	0.11	9	0.60	0.34	38	0.22	0.13	8	0.58	0.27
電力使用量	kWh/kℓ	176	58.3	32.6	63	83.2	27.2	12	82.2	22.8	71	31.3	15.3	30	60.7	26.3
重油使用量	ℓ/kℓ	161	7.1	5.2	58	9.3	5.6	-	-	-	73	5.3	4.1	21	7.5	5.5
メタノール使用量(100%換算)	kg/kℓ	30	1.3	0.8	28	1.4	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
凝集剤使用量(100%換算)	kg/kℓ	93	0.74	0.70	45	0.58	0.24	9	1.78	1.59	26	0.75	0.63	13	0.57	0.37
ポリマ使用量	g/kℓ	95	13.5	13.4	52	10.7	6.4	6	15.5	28.4	23	20.8	16.7	14	11.0	14.4
苛性ソーダ使用量(100%換算)	kg/kℓ	42	1.36	1.10	28	1.36	1.02	5	2.34	1.15	5	0.25	0.45	4	1.56	1.15
硫酸使用量(100%換算)	kg/kℓ	12	1.15	1.38	5	0.76	1.26	5	1.33	1.38	-	-	-	2	1.68	2.35
塩酸使用量(100%換算)	kg/kℓ	11	1.73	4.37	6	0.08	0.07	-	-	-	4	4.30	7.03	-	-	-
次亜塩素酸ナトリウム使用量(100%換算)	kg/kℓ	40	0.36	0.92	18	0.17	0.14	5	0.33	0.29	9	0.19	0.30	8	0.99	1.98
脱水助剤(1剤)使用量	kg/kℓ	112	0.13	0.08	35	0.15	0.05	8	0.26	0.07	48	0.08	0.06	21	0.14	0.07
	1剤 kg/kℓ	33	0.17	0.12	21	0.20	0.13	2	0.24	0.12	8	0.10	0.07	2	0.07	0.05
脱水助剤(2剤)使用量	kg/kℓ	30	0.05	0.04	18	0.05	0.04	3	0.07	0.06	6	0.04	0.04	3	0.06	0.02

1) 希釈水(プロセス用水)使用量

希釈水およびプロセス用水を合わせた使用水量は、標準脱窒素処理方式では6.0±2.3 m³/kℓであり、嫌気性消化活性汚泥法処理方式および好気性消化活性汚泥法処理方式(以下、消化処理方式と称す)の36~40%程度となっている。また、高負荷脱窒素処理方式におけるプロセス用水量は1.9 m³/kℓであり、一般的な施設設計値(0.5~2.0 m³/kℓ)どおりであった。

一方、集計した施設の平均処理規模、処理率、浄化槽汚泥混入率および今回集計した尿、浄化槽汚泥の性状から計画希釈水量を試算すると、標準脱窒素処理方式は6.2 m³/kℓ、嫌気性消化活性汚泥法処理方式は13.7 m³/kℓ、好気性消化活性汚泥法処理方式は13.1 m³/kℓとなり、浄化槽汚泥の混入を考慮すると、消化処

理方式の多くは希釈水量削減について検討する余地があると考えられる。

2) 汚泥処理量(表-4参照)

汚泥処理量は、標準脱窒素処理方式では、余剰汚泥乾物量が8.8±1.9 kg/kℓで、過去の調査結果¹⁾(9.1 kg/kℓ)とほぼ同様な値となっており、高負荷脱窒素処理方式との大きな差は認められなかった。消化処理方式では、嫌気性消化の消化汚泥乾物量が3.7±2.3 kg/kℓであり、従来の一般値²⁾(7.5 kg/kℓ)に比べ1/2程度となっているが、これは収集し尿の低濃度化、浄化槽汚泥混入量の増加などにより汚泥濃度が希薄化している(集計汚泥濃度39,800 mg/l)ことによるものであろう。その他の項目については従来の値と大きな差はなかった。

表-4 処理形態別汚泥処理量

項目\施設区分	単位	全施設			標準脱窒素処理方式			高負荷脱窒素処理方式			嫌気性消化・活性汚泥法処理方式			好気性消化・活性汚泥法処理方式			
		試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	試料数	平均値	標準偏差	
消化汚泥	湿量 m ³ /kℓ	88	0.14	0.15	-	-	-	-	-	-	74	0.11	0.07	14	0.33	0.28	
	乾量 kgSS/kℓ	79	4.1	4.1	-	-	-	-	-	-	67	3.7	2.3	12	6.3	9.2	
高度処理なし	湿量 m ³ /kℓ	22	0.24	0.25	-	-	-	-	-	-	17	0.13	0.08	-	-	-	
	乾量 kgSS/kℓ	20	3.4	3.2	-	-	-	-	-	-	15	2.1	1.5	-	-	-	
高全	湿量 m ³ /kℓ	84	0.40	0.17	50	0.42	0.11	8	0.54	0.31	21	0.26	0.11	-	-	-	
	乾量 kgSS/kℓ	80	8.1	3.1	50	8.8	1.9	7	9.0	2.6	19	5.1	2.3	-	-	-	
処	余剰・凝集分離汚泥	湿量 m ³ /kℓ	52	0.39	0.14	32	0.44	0.11	5	0.38	0.16	15	0.28	0.12	-	-	-
	乾量 kgSS/kℓ	52	7.8	2.6	32	8.7	1.8	5	8.9	3.2	15	5.3	2.3	-	-	-	
あ	余剰・凝集分離汚泥	湿量 m ³ /kℓ	25	0.47	0.24	17	0.38	0.08	4	0.86	0.32	-	-	-	-	-	
	乾量 kgSS/kℓ	24	9.4	3.5	17	9.1	2.1	3	9.0	0.8	-	-	-	-	-	-	

(注) 高負荷脱窒素処理方式は高度処理ありに全て区分した。

3) 電力使用量

電力使用量は、標準脱窒素処理方式と高負荷脱窒素処理方式とでは使用量に差はなく83.2 ± 27.2 ~ 82.2 ± 22.8 kWh/kdであり、消化処理方式に比べ1.4 ~ 2.6倍と多くなっている。嫌気性消化活性汚泥法処理方式は31.3 ± 15.3 kWh/kdであり、調査した処理方式の中で最も少ない使用量であった。

設備内容別(表-5参照)では、オゾン酸化処理設備の有無により増減する傾向がみられ、標準脱窒素処理方式では9.1 kWh/kd、嫌気性消化活性汚泥法処理方式では20.2 kWh/kdの差がみられた。

表-5 電力使用量(高度処理設備がある場合)

項目\施設区分	標準脱窒素処理方式	嫌気性消化・活性汚泥法処理方式					
		試料数	平均値	標準偏差			
電力使用量	全施設 kWh/kd	61	84.1	27.1	42	34.9	16.2
	オゾン酸化処理設備あり kWh/kd	47	86.2	21.5	11	49.8	14.6
	オゾン酸化処理設備なし kWh/kd	14	77.1	41.0	31	29.6	13.3

4) 重油使用量

重油使用量は、標準脱窒素処理方式では9.3 ± 5.6 l/kdで、高負荷脱窒素処理方式についての過去の調査結果¹⁾(8.5 l/kd)と比べると大きな差はみられなかった。消化処理方式では、5.3 ± 4.1 ~ 7.5 ± 5.5 l/kdであり、過去の調査結果³⁾(5.69 ~ 7.77 l/kd)と大きな差はみられなかった。

5) 薬品使用量

① 高度処理用硫酸バンド使用量(表-6参照)

凝集剤には、硫酸バンド、PAC、塩化第2鉄などが使用されているが、集計施設の83%で硫酸バンドが使用されていた。その使用量(100%換算)は、全施設平均で0.64kg/kdであり、標準脱窒素処理方式は過去の調査結果¹⁾(0.66 kg/kd)に比べやや減少していた。

表-6 硫酸バンド使用量(高度処理用)

施設区分\項目	硫酸バンド使用量(100%換算) kg/kd		
	試料数	平均値	標準偏差
全施設	82	0.64	0.39
標準脱窒素処理方式	43	0.58	0.23
高負荷脱窒素処理方式	-	-	-
嫌気性消化・活性汚泥法処理方式	24	0.71	0.54
好気性消化・活性汚泥法処理方式	11	0.61	0.39

② 高度処理用高分子凝集剤使用量

高分子凝集剤使用量は、標準脱窒素処理方式では10.7 g/kdであり、一般的な施設設計値(10 g/kd)となっていたが、他の処理方式はやや多くなっている。

③ 脱水用高分子凝集剤使用量(表-7参照)

脱水助剤は、1剤使用の場合と2剤使用の場合があり、1剤使用は集計施設の77%であった。

表-7 脱水用高分子凝集剤使用量

施設区分\項目	全施設			
	試料数	平均値	標準偏差	
一剤用	高分子凝集剤使用量 kg/kd	89	0.12	0.07
	注入率(ss当たり) %	51	1.8	1.1
二剤用	高分子凝集剤使用量 kg/kd	25	0.16	0.13
	注入率(ss当たり) %	18	2.3	2.2
使用	高分子凝集剤使用量 kg/kd	22	0.04	0.03
	注入率(ss当たり) %	16	0.48	0.37

A. 1剤使用

使用薬剤は、高分子凝集剤、塩化第2鉄などであり、1剤使用施設の74%が高分子凝集剤を使用していた。その使用量は0.12 ± 0.07 kg/kdで、処理SS当たりの注入率に換算すると1.8%となり、一般的な施設設計値(1~2%)どおりであった。

B. 2剤使用

使用薬剤は、高分子凝集剤+高分子凝集剤、高分子凝集剤+石灰、塩化第2鉄+石灰などの組み合わせであり、2剤使用施設の64%が高分子凝集剤+高分子凝集剤を使用していた。その使用量は1剤が0.16 ± 0.13 kg/kd、2剤が0.04 ± 0.03 kg/kdで、処理SS当たりの注入率に換算するとそれぞれ2.3%、0.48%となり、1剤使用時に比べ増加する傾向がみられた。

(3) 維持管理費《電力、重油、薬剤》(表-8参照)

高度処理、汚泥の乾燥・焼却および薬剤洗浄脱臭設備を備えた施設の維持管理費は、合計金額の平均で標準脱窒素処理方式は2,433 ± 746円/kdであり、消化処理方式の1.5~1.8倍であった。また、高負荷脱窒素処理方式と比べると薬剤費に差がみられた。

構成項目別の割合は、各処理方式とも電力費のウェートが高く約43~55%を占めている。高負荷脱窒素処理方式では、薬剤費の割合が48%と高くなっているが、消泡剤、水処理用活性炭など他方式にはみられない薬剤が多用されているためであろう。

表-8 維持管理費

項目\施設区分		全施設		標準脱窒素処理方式		高負荷脱窒素処理方式		嫌気性消化・活性汚泥法処理方式		好気性消化・活性汚泥法処理方式							
		試料数	平均値	試料数	平均値	試料数	平均値	試料数	平均値	試料数	平均値						
全施設	合計	円/kℓ	169	1,704	913	59	2,321	799	13	2,763	1,130	73	1,087	495	24	1,514	460
	電力費	円/kℓ	168	914	546	59	1,276	468	13	1,497	836	72	544	242	24	818	319
	(%)		(53)		(55)		(54)		(49)		(53)						
	重油費	円/kℓ	160	261	185	55	323	201	12	243	152	73	227	169	20	222	175
(%)		(15)		(14)		(9)		(21)		(14)							
薬剤費	円/kℓ	167	555	420	59	734	371	13	1,042	783	71	333	229	24	510	276	
(%)		(32)		(31)		(37)		(30)		(33)							
高乾度処理+洗淨乾燥脱臭却	合計	円/kℓ	81	2,197	869	52	2,433	746	7	2,879	1,268	16	1,346	401	6	1,625	244
	電力費	円/kℓ	81	1,144	504	52	1,350	438	7	1,275	457	16	577	208	5	721	127
	(%)		(52)		(55)		(44)		(43)		(43)						
	重油費	円/kℓ	78	300	187	50	333	201	7	238	140	16	242	162	6	238	112
(%)		(14)		(14)		(8)		(18)		(14)							
薬剤費	円/kℓ	81	764	469	52	762	380	7	1,366	969	16	527	242	6	706	225	
(%)		(34)		(31)		(48)		(39)		(42)							

(注) (%)は各項目平均値の和に対する割合。

5. まとめ

今回の調査から以下のような知見が得られた。

- (1) 過去の調査結果に比べ収集し尿の性状は、希薄化傾向が認められるが、収集浄化槽汚泥の性状には、大きな変化はみられなかった。
- (2) 希釈水(プロセス用水)使用量は、各処理方式ともほぼ妥当な水量を使用しているが、消化処理方式の多くは、浄化槽汚泥の混入を考慮し、水量削減について検討する余地がある。
- (3) 汚泥処理量は、標準脱窒素処理方式と高負荷脱窒素処理方式では差が認められなかった。嫌気性消化活性汚泥法処理方式では、消化汚泥濃度の希薄化がみられ、従来の約1/2の処理量となっていた。
- (4) 電力使用量は、生物学的脱窒素処理方式は、消化処理方式に比べ1.4~2.6倍多く、維持管理費の増加要因になっている。
- (5) 重油使用量は、生物学的脱窒素処理方式の2方式間に大きな差は認められず、消化処理方式は過去の調査結果に比べ顕著な差はみられなかった。
- (6) 薬剤使用量は、ほぼ施設設計値どおりであるが、

使用薬剤が多種類となっており、用途もさまざまなため、更に詳細な検討が必要であろう。

- (7) 維持管理費は、生物学的脱窒素処理方式が主に電力費の差により消化処理方式に比べ1.5~1.8倍高くなっている。また、高負荷脱窒素処理方式の薬剤費の占める割合が他方式に比べ高くなっており、薬剤使用量の削減が今後の課題と言えよう。

参考文献

- 1) 星野広志, 谷口三紀生, 中村昭彦: 二段活性汚泥法(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, 日環セ所報, 1,987
- 2) 矢込堅太郎: 新版し尿処理施設維持管理の知識, 財日本環境衛生センター, 1,983
- 3) 麻戸敏男: し尿処理施設の維持管理費用の実態に関する研究, 用水と廃水, 1,980
- 4) 財日本環境衛生センター環境工学部1課: 高負荷脱窒素処理施設の維持管理について, 平成2年度廃棄物処理施設技術管理者等地方ブロック別研修会 し尿処理関係テキスト, 財日本環境衛生センター, 1,990