

二段活性汚泥法処理（低希釈法）施設における 運転実績と処理水質

Operating data and characteristics of effluents in the two stage
activated sludge process (with low weak water)

星野 広 志* 谷 口 三 紀 生* 中 村 昭 彦*
Hiroshi Hoshino, Mikio Taniguchi and Akihiko Nakamura

1. はじめに

昭和54年に二段活性汚泥法処理方式（低希釈法）が構造指針に採択されて以来、その建設数は急増している。また、これらの施設のほとんどは高度処理設備を有しており、水質規制への対応のみならず周辺環境保全、社会情勢、住民要求等を配慮した対応がなされる傾向にある。

この方式は、窒素の効率的除去、希釈水の低減化、高度処理の効率化などの利点を有しており、現在では100施設以上が稼動している。しかし、維持管理の状況について、特に運転実績を中心とした管理実態についての資料が乏しく、他の処理方式（嫌気性消化処理、好気性消化処理方式）ほど明確に把握されていないのが現状である。

本報は、二段活性汚泥法処理（低希釈法）施設の稼動開始当初に実施した性能確認検査の中から運転実績を中心にまとめたものである。

2. 二段活性汚泥法処理（低希釈法） 施設の建設状況（図1参照）

本方式が昭和54年9月に構造指針に採択される以前の建設状況は、昭和52年度13施設、53年度22施設、54年度17施設である。これに対して採択後は、毎年25施設程度建設されており、急激な増加傾向を示している。

最近3年間のし尿処理施設整備状況（表1）をみると、本方式を採用する例が多く、昭和58年度には全体の70%以上に達している。

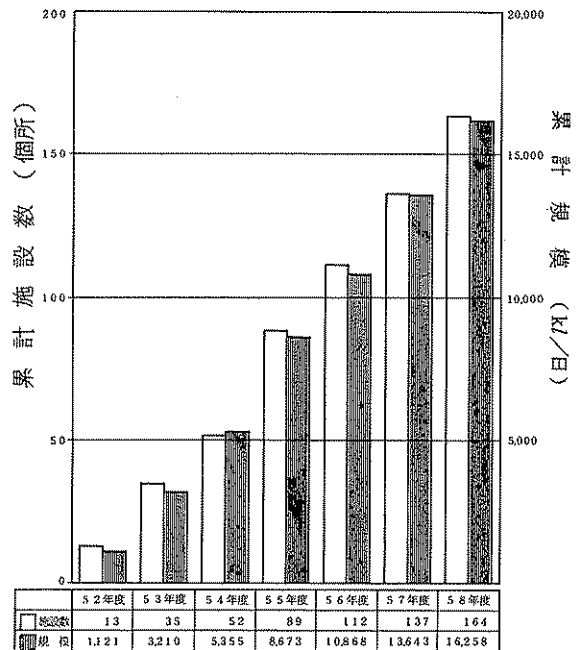


図1 二段活性汚泥法処理施設の建設状況

3. 調査対象施設の概要

- (1) 対象施設数：27施設
- (2) 計画処理規模：92±60kl/日
- (3) 処理方式：二段活性汚泥法処理（低希釈法）＋高度処理（凝集分離＋オゾン酸化＋ろ過）
 - ・汚泥処理は脱水＋乾燥・焼却
 - ・脱臭は薬剤洗浄（＋活性炭吸着）
- (4) 性能確認検査時投入率：82.9±15.6%

*日本環境衛生センター九州支局環境科学部

Department of Environmental Science, Kyushu Branch,
Japan Environmental Sanitation Center

表1 最近のし尿処理施設方式別建設状況

年度 区分	56		57		58	
	施設数	規模 (kl/日)	施設数	規模 (kl/日)	施設数	規模 (kl/日)
低希釈二段	23 (48.8)	2,195 (52.7)	25 (59.5)	2,775 (76.1)	27 (67.5)	2,615 (72.6)
好気性消化	13 (27.7)	1,218 (29.3)	4 (9.5)	223 (6.1)	1 (2.5)	4 (0.1)
嫌気性消化	1 (2.1)	20 (0.5)	1 (2.4)	20 (0.5)	3 (7.5)	65 (1.8)
高負荷	6 (12.8)	596 (14.3)	4 (9.5)	340 (9.3)	5 (12.5)	646 (17.9)
焼却	2 (4.3)	24 (0.6)	1 (2.4)	72 (2.0)	1 (2.5)	48 (1.3)
その他	2 (4.3)	110 (2.6)	7 (16.7)	216 (6.0)	3 (7.5)	225 (6.3)
合計	47	4,163	42	3,646	40	3,603

注) () 内数値は合計に対する割合 (%) である

表2 投入量あたりの運転実績

項目	区分	試料数	平均値	標準偏差	変動係数
電力使用量	kWh/kl	23	95.3	25.9	27.1
重油使用量	l/kl	22	10.5	4.4	42.0
メタノール使用量	kg/kl	25	1.6	1.2	76.2
硫酸バンド使用量 (Al ₂ O ₃ 8%溶液)	kg/kl	23	10.1	2.5	24.7
ポリマー使用量	g/kl	23	13.3	8.0	59.8
余剰汚泥引抜量	m ³ /kl	15	0.56	0.4	71.6
凝集分離汚泥引抜量	m ³ /kl	13	0.21	0.1	48.9
汚泥処理量	m ³ /kl	19	0.51	0.5	91.6
脱水助剤使用量	g/kl	23	144	66.5	46.2

4. 調査結果

4.1 運転実績

運転管理実績を各項目別に集計し、統計処理した結果を表2に示す。

(1) 電力使用量

平均電力使用量は95.3kWh/klであり、他処理方式と単純に比較すると嫌気性消化処理方式の約3倍、好気性消化処理方式の約2倍に相当する¹⁾。

高度処理設備の付加、放流水質水準の向上、水質保証項目の増加などの相異により必然的に電力量が増大し、処理コストの著しい増大をまねく結果となっている。処理水準に対応する処理コストの適正化を含め、電力量の

低減が今後の課題となろう。

(2) 重油使用量

平均使用量は10.5l/klであり、麻戸の報告¹⁾による他処理方式と比較すると、ほぼ同等かやや多い量である。ただ、し渣及び汚泥発生量、汚泥の脱水・乾燥状態などによって変動することが予測される。

(3) メタノール使用量

平均使用量は1.6kg/klであり、ほぼ一般的な施設設計値(1~2kg/kl)とおりである。

(4) 硫酸バンド使用量 (Al₂O₃ 8%溶液)

凝集分離工程での凝集剤として硫酸バンドを使用する例が多く、その平均使用量は10.1kg/klである。

一般的な施設設計値(7~8kg/kl)に比べてやや高い値である。

(5) ポリマー使用量

凝集分離工程で使用される凝集助剤使用量は、13.3g/k_l (平均値) であり、一般的な施設設計値 (10g/k_l) に比べてやや高い値である。

(6) 汚泥処理量

各汚泥の引抜量は、余剰汚泥が0.56m³/k_l、凝集分離汚泥が0.21m³/k_l であり、各々のSS濃度 (余剰汚泥: 10,800mg/l, 凝集分離汚泥: 14,200mg/l) から固形物量に換算すると、余剰汚泥が6.0kg/k_l、凝集分離汚泥が3.0kg/k_l となる。

汚泥処理量は0.51m³/k_l であり、SS濃度から固形物量に換算すると、9.2kg/k_l となる。

これらの値は他処理方式 (嫌気性消化処理, 好気性消化処理方式) と比較して²⁾、やや少ない量といえる。

(7) 脱水助剤使用量

平均使用量は144g/k_l であり、処理SS量あたりに換算すると1.6%となり、ほぼ一般的な施設設計値 (1~2%) におりである。

4・2 維持管理費

維持管理費を電力、燃料、薬品の三つに区分して集計した結果を表3に示す。

表3 維持管理費

項目	区分	試料数	平均値	標準偏差	変動係数
電力費 (比%) 円/k _l		8	2,117 (52.6)	644	30.4
燃料費 (比%) 円/k _l		8	792 (19.7)	324	41.0
薬品費 (比%) 円/k _l		8	1,115 (27.7)	253	22.7
合計 円/k _l		8	4,023	688	17.1

(1) 電力費

平均費用は2,117円/k_l で、全体の52.6%を占めている。

(2) 燃料費

平均費用は792円/k_l で、全体の19.7%を占めている。

(3) 薬品費

平均費用は1,115円/k_l で、全体の27.7%を占めている。処理機構の特徴上あるいは高度処理設備の付加、脱臭設備の充実などにより薬品の使用が多様化した結果であろう。

(4) 合計

平均費用は4,023円/k_l で比較的変動の少ない結果が得られている。設備内容、稼働率などが異なっているので一概にはいえないが、他処理方式と単純に比較すると、嫌気性消化処理方式の3倍、好気性消化処理方式の2倍に相当する。

この結果は電力使用量の対比 (前述) と類似しており、運転経費の増大は電力費の増大が主な要因であると考えられる。

性能確認検査時は、計画水質達成に主眼を置き施設設計に基づいた運転を行うため、運転費用の面から考えると必ずしも効率的な運転方法とはいえない。運転費用は、稼働率、設備内容などによって変動することはもちろんであるが、維持管理技術者の技術レベルによっても格差を生じる。実際に稼働開始当初4,000円/k_l 程度であった費用が、削減の努力によって3,000円/k_l 程度にできたという報告^{4) 5) 6)}もある。運転費削減は、維持管理のみならず設備・装置上からも今後重要な課題となるであろう。

4・3 処理水の性状

沈殿槽溢流水及び放流水の濃度と汚濁負荷量を表4及び表5に示す。

(1) 沈殿槽溢流水

1) BOD, SSは6.6倍の希釈倍率で、施設構造基準値 (BOD: 30mg/l, SS: 70mg/l) の約1/2となっている。他処理方式の二次処理水と比較して⁷⁾、汚濁負荷量的には50%以下に削減されている。

2) 総窒素は13.6mg/l (平均値) であり、従来方式の活性汚泥法処理水に比べて1/10~1/15程度の性状である。さらに汚濁負荷量的には1/35~1/50に削減されている。

3) 二段活性汚泥法処理工程における窒素の除去及び形態変化について図2及び図3に示す。

① 第一段活性汚泥法処理工程では、投入し尿の80%が除去されるとともに、アンモニア性窒素はほぼ完全に硝化されている。

② 第二段活性汚泥法処理工程では10%の窒素が除去されている。

③ 汚泥として8%が除去され、次工程へ流出するのは2%である。

④ 汚泥の肥料成分分析結果は表6のとおりである。

4) 各項目の汚濁負荷量について相関を求めると表7のとおりであり、BOD, COD, SSの間には互いに相関が認められる。

(2) 放流水

表4 二段活性汚泥法処理(低希釈法)における処理水質

項目	試料数	平均値	最小値	最大値	標準偏差	変動係数
(低希釈処理水)						
水量 m^3/k	27	6.6	2.2	12.3	2.5	38.1
pH	27	7.3	6.8	7.9	0.3	3.5
BOD mg/l	27	19.4	4.0	69.0	15.3	78.5
COD mg/l	27	94.0	37.0	218.0	49.0	52.1
SS mg/l	27	44.1	2.0	185.0	46.8	106.1
T-N mg/l	27	13.6	4.1	35.0	7.1	52.0
T-P mg/l	27	38.6	11.0	123.0	25.6	66.3
色度	27	518.3	175.0	1,400.0	309.2	59.7
Cl^- mg/l	26	479.7	206.0	1,210.0	222.9	46.5
(放流水)						
水量 m^3/k	23	10.1	2.2	25.2	5.3	52.2
pH	22	7.0	6.2	7.8	0.4	6.0
BOD mg/l	23	2.6	1.0	6.0	1.4	56.1
COD mg/l	23	13.8	4.0	28.0	5.6	40.4
SS mg/l	23	1.8	1.0	8.0	1.6	89.9
T-N mg/l	22	5.8	1.3	26.0	4.9	85.4
T-P mg/l	23	0.6	0.1	3.0	0.6	103.3
色度	23	16.2	5.0	40.0	9.5	58.4
Cl^- mg/l	22	338.5	148.0	679.0	133.6	39.5

表5 二段活性汚泥法処理(低希釈法)における汚濁負荷量

項目	試料数	平均値	最小値	最大値	標準偏差	変動係数
(低希釈処理水)						
BOD g/k	27	120.3	29.4	604.9	117.2	97.4
COD g/k	27	540.3	257.2	1,024.7	195.2	36.1
SS g/k	27	268.0	10.1	1,058.8	280.1	104.5
T-N g/k	27	80.7	32.2	271.1	45.8	56.7
T-P g/k	27	209.3	105.3	361.7	66.9	32.0
色度	27	2,886.1	1,650.1	6,648.4	1,135.4	39.3
Cl^- g/k	26	2,686.4	1,514.3	4,218.7	639.0	23.8
(放流水)						
BOD g/k	23	24.3	6.7	75.5	18.2	75.0
COD g/k	23	129.7	37.9	402.7	77.6	59.8
SS g/k	23	19.0	2.2	98.8	20.6	108.3
T-N g/k	22	52.4	9.5	238.0	48.4	92.4
T-P g/k	23	6.0	0.9	37.0	7.6	126.3
色度	23	158.6	22.3	493.8	109.1	68.8
Cl^- g/k	22	2,898.8	1,401.4	6,107.1	1,124.0	38.8

凝集分離、オゾン酸化、ろ過などの高度処理設備を付加することによって、沈殿槽溢流水に比べBOD、CODで約1/4に、SS、全リン、色度で1/10以下に、汚濁負荷量は削減されている。

5. ま と め

(1) 二段活性汚泥法処理方式の電力使用量は他処理方式に比べ2~3倍多く、処理コストの著しい増大を招く要因となっている。

(2) 重油使用量は、他処理方式と比較して同等かやや多くなっている。

(3) 薬品使用量は、ほぼ施設設計値どおりであるが、薬品の多種多様化により経費は増大している。

(4) 維持管理費合計は4,023円/ k で他処理方式に比べ2~3倍になっており、運転費削減は、今後の重要な課題となるであろう。

(5) 沈殿槽溢流水は、他処理方式と比較して同等以上の水質が得られており、単位汚濁負荷量的には50%以下

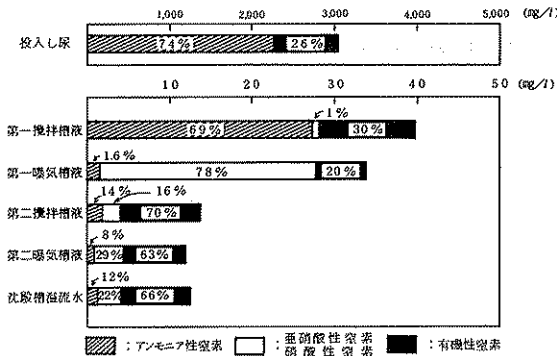


図2 窒素形態の推移

表6 肥料成分

項目	区分	試料数	平均値	範囲
窒素 (N)		14	4.9	3.9~6.3
リン酸 (P ₂ O ₅)		14	10.4	6.6~14.3
カリ (K ₂ O)		14	0.56	0.34~1.13

注1) 試料は脱水ケーキであり、凝集分離汚泥を含む
 注2) 単位 [%] (乾物あたりの量)

に削減されている。

(6) 総窒素の二段活性汚泥法処理工程における除去は第一段で80%、第二段で10%、さらに汚泥として8%であり、次工程へ流出するのは2%である。

参考文献

- 1) 麻戸ら：し尿処理施設の実態調査について (第1報), 49, 第23回全国環境衛生大会抄録集, 1979.
- 2) 厚生省：廃棄物の減量化・資源化技術調査第2部, 23, 1983.
- 3) 麻戸：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, 22 (9) : 62, 1980.
- 4) 五十部：し尿処理施設のランニングコスト低減化とパソコン, 生活と環境, 28 (9) : 47~54, 1983.
- 5) 平田ら：近江八幡第1衛生プラントにおける経費の削減について, 生活と環境, 28 (11) : 25~32, 1983.
- 6) 宮下：既設低希釈二段活性汚泥施設の省エネ対策, 生活と環境, 28 (11) : 33~38, 1983.
- 7) 厚生省：し尿処理施設による汚濁負荷の削減に関

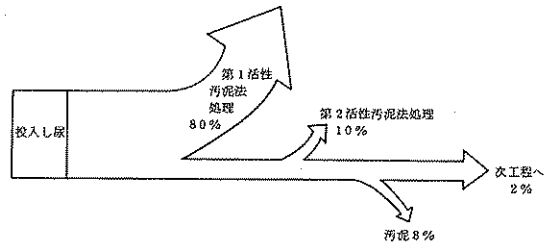


図3 二段活性汚泥法処理工程における窒素除去量

表7 各種相関係数

項目	相関係数 (-)	項目	相関係数 (-)
BOD-COD	0.7117	COD-色度	0.3148
BOD-SS	0.7340	T-N-色度	-0.0371
COD-SS	0.7358	BOD-T-N	0.2381
COD-T-N	0.2190		

する研究

Summary

In Japan, night soil treatment facilities of the two stage activated sludge process (with low weak water) are rapidly increasing, and has been operating in over a hundred facilities.

We investigated the operating data and characteristics of effluents in the two stage activated sludge process (with low weak water) in Kyushu.

The operating conditions were about equal to that of the design, but the amount of electricity consumption was two or three times larger than that of the other process. The consumption of chemicals was larger than that of the other process, too. So the operating cost was two or three times as expensive as that of the other process.

But, the effluents of this process were better than from the other process, and quantity of polluted matter decreased below 50%. Nitrogen was especially remarkable, which had a concentration of about 10 mg/l.