

活性汚泥法による高濃度廃水の処理

土屋隆夫 左合正雄* 長田貞子*
尾藤朋子*

Treatment of Waste Water with High-Concentration by Activated Sludge Process.

Takao Tsuchiya Masao Sagō,
Sadako Osada and Tomoko Bitō

1. はじめに

活性汚泥法は、古くから下水の処理に適用されてきた方法で、現在行なわれている有機性汚水の処理方式としては、高級な処理方式に属する方法である。最近産業の発展に伴う河川汚濁の問題に対処するために、産業廃水の処理が行なわれるようになってきたが、その処理方式の一つとして、この活性汚泥法が適用されるようになってきた。しかし、さきに述べたとおり、この方式は当初比較的濃度の低い家庭下水の処理を中心にして、種々な設計条件を研究し決定されてきたので、比較的濃度が高く、かつ排出に時間的変動の大きい産業廃水の処理に適用するには、なお検討されねばならない多くの問題点が残されている。

活性汚泥法により廃水を処理する場合に基本的に考慮すべきと考えられる事項に、次の3点があげられる。

- (1) 活性汚泥の呼吸に必要な酸素が十分に供給されること。
- (2) 流入汚水中の汚濁物量を処理するのに見合うだけの活性汚泥が保持されていること。
- (3) 活性汚泥と処理水がよく分離されること。

本研究では、高濃度廃水を高負荷で処理する際に、これらの3点に配慮しながら検討を行なった。なお、負荷の時間的変動に関する研究は、今後検討する予定である。

2. 実験方法

実験用廃水としてスキムミルクを水道水に溶解したものをを用いた。

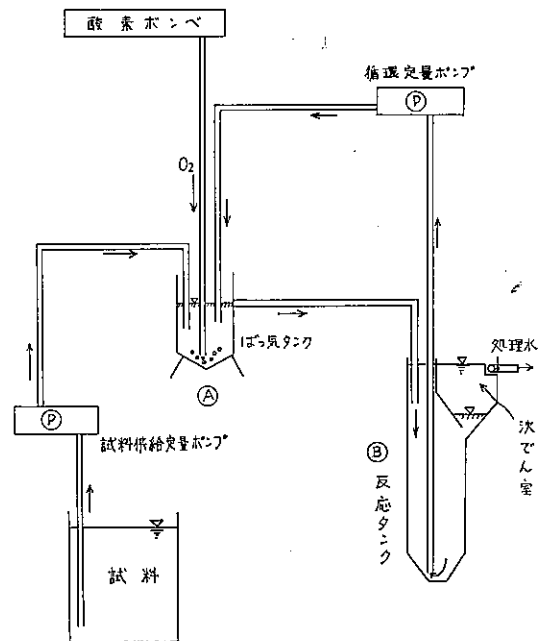
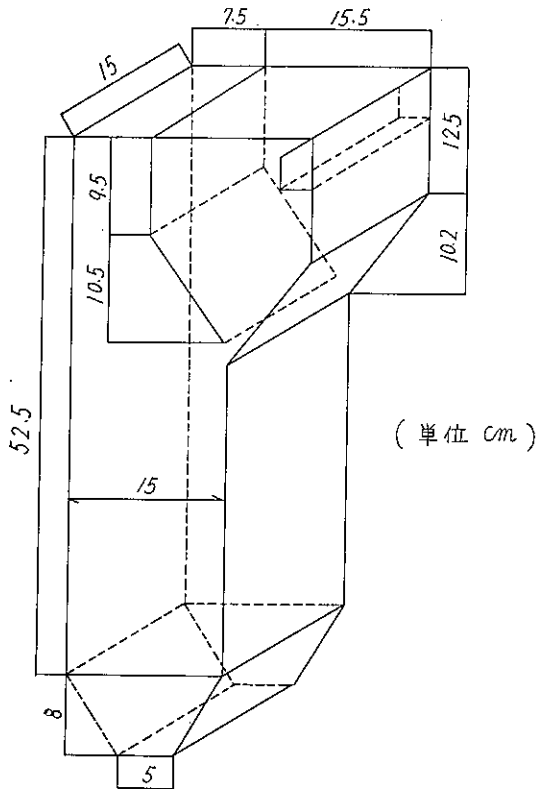


図1 実験装置（フローシート）

実験装置は図-1および図-2に概要を示したものを使用した。

実験装置の作成に際して特に留意した点は、高濃度廃水の処理において高い負荷を保つためには、活性汚泥濃度（MLSS濃度）を高くする必要があり、したがって連続運転の条件下で、活性汚泥と処理水の分離をよく行ない得る装置にすることであった。図-1において、エ

* 東京都立大学工学部土木工学科



ばっ気タンク容量 3ℓ
 反応タンク容量 11ℓ
 沈殿室容量 3ℓ

図 2 反応タンク詳細図

アレーションタンク(A)で十分に酸素を供給された混合液は反応タンク(B)に移され、ここで呼吸反応をしながら沈降する。(B)で反応した混合液は、一部は沈殿室を通過して処理水として放流されるが、大部分は再び循環して(A)に戻る。循環速度は96ℓ/時間に保ち、活性汚泥は十分スキムミルクに馴致したものをを用いた。

3. 実験結果

実験結果の総括は、表1に示すとおりである。表1の主要測定項目は、次の各式により求めた。

(1) 総括酸素移動容量係数 (K_{La})

$$K_{La} = \frac{R_r}{C_S - C_L}$$

ここに、

R_r : エアレーション混合液の酸素利用速度 (ppm/時間)

C_S : エアレーション混合液の飽和酸素濃度 (ppm)

C_L : 反応タンク内の DO (ppm)

(2) 酸素利用率

$$\text{酸素利用率} = \frac{\text{利用酸素量}}{\text{供給酸素量}} \times 100$$

(3) 汚泥増殖率 (a)

$$a = \frac{\Delta S}{L_r} \quad \text{または} \quad \Delta S = a \cdot L_r$$

ここに、

ΔS : 実験期間中に生成した汚泥量 (g)

L_r : 実験期間中に除去されたBOD量 (g)

表 1 実験結果総括表

実験	第1回実験	第2回実験	第3回実験
測定項目			
原水BOD(ppm)	1,200	1,200	3,600
処理水BOD(ppm)	70.6	50.7	23.7
BOD除去率(%)	94.1	95.8	99.3
MLSS濃度(ppm)	9,650	8,024	7,695
ばっ気時間(hr)	7	7	12
BOD容積負荷 ($kg/m^3/日$)	4.1	4.1	7.1
BOD・SS負荷 ($kg/kg SS/日$)	0.43	0.51	0.91
酸素利用速度 r_r (ppm/hr)	33.2	43.8	50.0
酸素ばっ気量 ($ℓ/min$)	0.3~0.45~1.0	1.0	2.0
ばっ気強度 ($m^3/m^3タンク/hr$)	10(平均)	20	40
反応タンクDO (ppm)	0.30	0.94	0.94
酸素利用率 (%)	1.08	0.72	0.41
総括酸素移動容量係数 $KLa(1/hr)$	0.92	1.23	1.41
汚泥増殖率 a	0.27	0.37	0.39
30分SV (%)	96.0	95.0	86.0
SVI	99.5	118	112

4. 考察

(1) 酸素利用速度について

高濃度廃水の処理において、負荷を大きくするとエアレーション混合液の酸素利用速度が大きくな

る。本実験で原水の BOD 3,600ppm, MLSS 濃度 7,695ppm, BOD 容積負荷 $7.1\text{kg}/\text{m}^3/\text{日}$ の条件で処理した場合、その酸素利用速度は 50ppm/時間となった。いまこの条件の廃水を通常のエアレーションタンクで処理すると、エアレーションタンクに要求される総括酸素移動容量係数 K_{La} は、次のように考えられる。

$$K_{La} = \frac{r_r}{C_s - C_L} = \frac{50}{8.5 - 2.0} = 7.7 \text{ (1/時間)}$$

通常の下処理施設では、エアレーションタンクの酸素利用速度は 10~20 ppm/時間、エアレーション強度は $0.5 \sim 1.5 \text{ m}^3 \cdot \text{air}/\text{m}^3 \text{ タンク}/\text{時間}$ で、その K_{La} 値は 1.5~4.0 1/時間程度とされている。したがって、上記したように高濃度廃水を、高い負荷状態で処理しようとする場合には、従来の下処理施設のエアレーションタンクの設計基準よりも、より多くの酸素供給能力を与える配慮がなされなければならない。酸素供給能力を高める方法には、次の各方法が考えられるが、本実験ではこのうちの(3)の方法を用いて必要酸素量を供給した。

- 1) エアレーション強度を大きくすることにより、 K_{La} 値を増大させる方法。
- 2) エアレーションタンクの水深を深くするか、あるいは圧力を高くしてやる方法。
- 3) 供給する酸素の濃度を高くして、飽和酸素濃度 C_s を大きくする方法。

また、同一負荷条件であっても、エアレーションタンクの運転状況によって酸素利用速度は異なっている。第 1 回実験は第 2 回実験と同一負荷であるが、エアレーション強度が小さく、反応タンクの DO 濃度が低いために、BOD 除去率、汚泥増殖率、酸素利用速度がいずれも第 2 回実験の結果より小さくなっている。このことから、新しい廃水処理施設を設計するための基礎データを求める予備試験で

は、実際の施設に適用すべき最適の運転状況の下で酸素利用速度の測定を行なうべきと考えられる。

(2) 酸素利用について

本実験のエアレーションタンクは、有効水深が約 20cm 程度であったため、酸素の利用率が悪く 0.4~1.08% であった。しかし通常の散気式エアレーションタンクでは、この利用率が 4~10% 程度あるとされており、また筆者らが別の実験で、エジェクターを利用して酸素の溶解効率を求めた結果では、酸素利用率を 30~80% になしうることが確認されている。したがって、これらの方式を用いることにより実際の装置では酸素利用率を高めるべきと考えられる。

(3) 活性汚泥の沈澱分離について

高濃度廃水の処理において、負荷を大きくすると MLSS 濃度を高く保たねばならないことになる。本実験では MLSS 濃度を 7,695~9,650ppm に保ったが、そのとき 30分 SV 値は 86.0~96.0%, SVI 値は 99.5~118 となった。これを従来の沈澱池で処理することは、かなり困難と考えられるが、本実験の装置では、活性汚泥と処理水の分離は良好であった。

4. あとがき

水質汚濁に大きなウエイトを占める産業廃水の処理に際して、しばしば問題になるのが処理施設を設置すべき用地の不足と、高濃度廃水を希釈して処理するための希釈用水の不足である。この問題を解決するためには、用地が比較的小さくてすみ、かつ希釈用水も比較的少なくすむような処理技術の開発が必要で、その一端になう考え方のもととして本実験を行なってみた。今後さらに濃度を高めた場合について、実験を進めたいと考えている。(第 6 回下水道研究発表会で発表)