接触酸化の操業経験

本州製紙(株)江戸川工場 吉野正樹

Operating Experience of Biological Oxidation Treatment

Masaki Yoshino
Honshu Paper Co., Ltd.

Biological oxidation has been installed at Edogawa mill in May 1980, for purpose of purifying the wastewater. After resolving some troubles at the begining, we have been operating them successfully.

The properties of Biological oxidation are as follow.

- (1) The advantage of this system is that we purify large amount of waste water.
- (2) The system is less area as biological oxidation combined pelletized floc blanket clarifier.
- (3) Control is simple and stable.
- (4) The cost of Treatment is as much as Activated sludge treatment.

Keywords : Biological oxidation • Waste water • Activated sludge treatment • Pelletized floc blanket clarifiers • Operating costs

1. はじめに

江戸川工場は東京都に位置し、書籍用紙、教科書用紙、コートボール等月に約10,000 t の紙、板紙を生産している。用水使用量は1日に約60,000 m³で、近傍を流れている江戸川より取水している。排水は、1次処理、2次処理を施したのち、江戸川へ排出している。排出水は東京都条例により規制されており、この都条例が昭和55年4月に、BOD最大20 ppm, SS最大40 ppmと改正強化された。

当工場ではその対応策として、古紙処理排水および洋紙抄紙排水系に接触酸化処理設備を導入した。この接触酸化法は、生物処理としては比較的新しい方法であり、実績も少ない。本報では昭和55年3月稼動以来約2年間操業している接触酸化処理の操業概要ならびに経験について報告する。

2. 設備の概要

接触酸化処理設備は、古紙処理排水と洋紙抄紙排水の合せて約20,000m³/日のBOD除去を目的として、固定床生物処理の接触酸化槽と、発生したSSを除去

表1 設計水質

原水水質	流量	約 20,000 m ³ /D
	SS	50 ppm
	BOD	60~100 ppm
	COD	70~100 ppm
目標処理水質	SS	20 ppm 以下
	BOD	10 ppm 以下
	COD	30 ppm 以下

するための凝集沈殿装置より構成されている。接触酸化法とは、プラスチック製の充填材を槽内水中に入れ、空気を吹込むことにより充填材表面に好気性の微生物を膜状に付着させ、この微生物により排水中の有機物を吸着酸化除去させる生物処理法である。当工場に設置した設備の特長としては、充填材にφ60 mm×L 4,650 mmのネトロンチューブを用いた点と、凝集沈殿槽として、PBS型超高速造粒沈殿装置を採用した点である。

表1、2に設計水質ならびに設備概要を、また図1に設備フローを示す。

表 2 設 備 概 要

	仕	様
接 触 酸 化 槽	寸 法 有 効 容 積 充 填 部 容 積 充 填 材 曝 気 プ ロ ヲ 散 気 方 式	W 5,500×L 33,650×H 6,600×W 5,900×3 系列 3,070 m ³ 1,800 m ³ 名 称 ネットロンチューブ 材 質 ポリエチレン 比 面 積 65 m ² /m ³ 32.7 m ³ /min×6 m×55k W×3 台 エアリフト方式 (逆洗配管設備設置)
PBS 型 超 高 速 造 粒 沈 殿 装 置	型 式 寸 法 上 昇 流 速	PBS-67 型 φ6,740×H 7,100×2 基 200 mm/min (288 m ³ /m ² ・D)
濃 縮 槽	寸 法	φ7,000×H 3,500×1 槽
メ ー カ ー	荏原インフィルコ㈱	

栄養剤 カセイソーダ バンド ポリマー

図 1 接触酸化処理設備フロー

3. 操 業 状 況

3.1 運転条件

原水は共に 1 次処理された排水で、原水中に N、P 分とも不足しているため栄養剤の添加を行っている。添加比率は、通常の生物処理と同様で BOD:N:P=100:5:1 としている。曝気量は、充填材の詰り防止

のため酸化必要量よりも多少多く、そのため溶存酸素は接触酸化槽前段部で 2~3 ppm、後段部で 5~6 ppm となっている。

PBS の薬品注入量は、8% 液体 バンドとして 100 ppm ポリマー約 1 ppm となっている。

3.1 操 業 結 果

昭和 56 年 1 年間の原水水质および処理水水质を図 2

写真 1 接触酸化処理設備

写真 2 PBS 型超高速造粒沈殿装置

に示す。除去率として、COD 平均約 68%，BOD 平均約 87%であった。PBS の薬注による除去率は、COD 15~20%，BOD 25~30%となっている。なお、処理温度は河川水を取水しているため気温の影響を受け、夏場で 30℃、冬場で 12℃であった。

図 3 には BOD 充填材容積負荷に対しての COD、BOD の除去率を示した。BOD 充填材容積負荷の平均は 0.63 kg-BOD/m³-コア・D で、これは BOD 充填材表面積負荷では 9.7 g-BOD/m²-コア・D、槽容積負荷では 0.37 kg-BOD/m³・D にあたる。滞留時間としては、3.5~6.2 時間である。

生物相は、接触酸化槽の前後段部で異なるが、主にズーグレア、糸状性細菌および後生動物からなっており、呼吸活性は 22~23 mg-O₂/g・h 程度である。

3.3 問題点と対策

現在では安定した操業となっているが、以下は稼動後経験した問題点と対策について述べる。

3.3.1 各接触酸化槽の除去効率の差

当初、古紙処理排水と洋紙抄紙排水と栄養剤とを、それぞれ直接配管で原水ピットへ導入しピット内で流れによる混合をさせ各酸化槽へ分配していた。しかしながら、この方法では原水の混合、栄養剤との混合が

図 2 接触酸化処理の処理結果

図 3 BOD 充填材容積負荷 vs. COD, BOD 除去率

写真 3 ネットロンチューブ充填状況

完全でなく片流れを起こしたため、基質差、栄養剤不足により各酸化槽の効率が著しく異なった。対策として流入方式を一部改造し、原水および栄養剤を均一化することにより、各酸化槽の処理効率差もなくなり全体としての効率も向上した。

3.3.2 充填材の詰り

接触酸化法を採用するにあたって充填材の詰りが心配されたが、流入 BOD、SS が低く、かつ φ 60 mm の大口徑で側面は 20 mm ピッチで編んだネットロンチューブを用いたことにより詰りはほぼ解消できるものと考えていたが、運転開始後数か月で処理効率が著し

図 4 充填材詰りによる除去効率の低下

図 5 原水 BOD vs. 処理水 BOD

く悪化した。種々調査した結果充填材に詰りが起きていることが判明した。充填材が詰った場合図 4 に示したように除去効率が大幅に低下する。対策として昭和 55 年 12 月より酸化槽 1 槽当月 2 回の定期逆洗を実施した。また、昭和 56 年 5 月よりエアリフト方式から逆洗管を利用して充填材下部から直接散気するバブリング方式に変更した。エアリフト方式では充填材中の通過流速が遅いため、ネトロンチューブ内部、特に上部が閉塞され易かったが、バブリング方式に変更してからは閉塞も少なく除去効率が向上した。

3.3.3 流入原水の高負荷

流入原水の水質が高くなった場合、接触酸化法では滞留時間も短かく、かつ生物量も操作できないため図 5 のように急激に除去効率が低下する。本設備では処理水 BOD 10 ppm 以下を満足させるためには最大負荷として $0.9 \text{ kg-BOD/m}^3\text{-コア}\cdot\text{D}$ 程度である。対策としてはできる限り工程内処理を行い負荷の軽減および安定化を図った。この点充分なる仕様設計が望まれる。

4. 特性および選定した理由

4.1 特 性

2 年間の操業で得られた接触酸化法の特徴について以下述べる。

4.1.1 管 理

BOD 負荷に応じた微生物が充填材に付着してくれるため活性汚泥のように返送汚泥量の操作は不要であり、原水の水質変動等による MLSS 濃度の調整も不要である。このため維持管理に高度な技術を必要とせず管理は容易である。反面、原水水質がその設備の能力以上になった場合、操作方法がなく処理水が悪化せざるを得ないことは充分注意すべきである。

4.1.2 水温の影響

冬期水温が $10\sim 12^\circ\text{C}$ まで低下するため、微生物の活性低下を心配したが、その影響は比較的少ない。

W. W. Eckenfelder らの解析結果によると

$$K_t = K_{20^\circ\text{C}} \cdot k(T - 20)^\circ\text{C}$$

において、活性汚泥法では $k=1.02$ 、散水汙床法では $k=1.035$ となっているが、接触酸化法は活性汚泥法に近い値となっている。

4.1.3 BOD 除去反応速度

一般に接触酸化法では一次反応型で近似できると言われているが、当工場の結果では次式の Monod 型の方が、良い近似が得られた。

$$\frac{F(S_{in} - S)}{A} = P \left(\frac{S}{K + S} \right)$$

F : 流量 (m^3/D)

S : 処理水 BOD (ppm)

S_{in} : 原 水 BOD (ppm)

A : 充填材表面積 (m^2)

P : 反応速度定数 ($\text{g-BOD/m}^2\cdot\text{D}$)

K : 飽和定数 (ppm)

本設備では、接触酸化槽において、反応速度定数は約 $15 \text{ g-BOD/m}^2\cdot\text{D}$ 、飽和定数は約 6 ppm であった。

4.1.4 流量変動の影響

古紙処理排水、洋紙抄紙排水のいずれかが停止した場合、排水量はステップ的に変動する。このような変動に対して、接触酸化、PBS 共に問題なく操業する

図 6 水量変動による処理水 SS の影響

ことができる。処理水の SS は図 6 に示したように流量変動の影響はほとんどない。

4.1.5 汚泥変換率

接触酸化法での汚泥変換率は、活性汚泥法に比べて小さいと言われているが、本設備の実績では対除去 BOD 量で 38 % となっており、活性汚泥法よりやや低い程度であった。原水の性状および処理方法によっても多少異なってくるであろうが、汚泥変換率は両者ほぼ差がないと考える。

4.1.6 処理コスト

処理コストも活性汚泥法とほぼ同程度で、除去 BOD kg 当り約 100 円となっている。その内訳は電力 67 %、栄養剤 11 %、凝集剤 22 % である。

4.2 選定理由

本設備を採用するにあたり、各方法での処理テストを実施し、下記の理由で選定した。

- 1) 原水条件が低濃度、大水量であるため接触酸化法が最適であると考えたため。
- 2) 接触酸化法と PBS を組合せた場合、他の処理

法と比べて設置面積が小さい。

- 3) パルキングの発生、活性スライムの脱落等の心配がない。

- 4) 維持管理が容易である。

以上の考えで接触酸化を採用したが、現在のところほぼ満足すべき成果を発揮している。

5. おわりに

接触酸化法は大処理水量のものでは、高砂製紙㈱本社工場 (10,000 m³/D)、日本紙業㈱東京工場 (15,000 m³/D) にしか実績がなく、PBS との組合せは本邦初の設備である。稼動後、充填材の詰り等の問題が発生したが、現在では解決し所期の目的を達成できた。

接触酸化法は活性汚泥法ほど一般化されていないが、当工場のような低濃度大水量排水の処理、また高次処理等には管理の面からみても有効な手段であると考えている。

以上稼動二年間の操業経験の一端を述べてきたが、本報告が少しでも参考になれば幸いである。

講談社の自然科学専門書

木材化学 — 基礎と応用 —

〈新刊〉

E. スヨストローム著・近藤民雄 監訳

A5・232頁・定価3,200円

急速に発展している木材化学の現代的概念を基礎から応用まで合理的かつ理論的に述べた最新の教科書。パルプ、製紙のみならず、化学製品、エネルギー生産など様々な応用分野をも総括的に解説した学生、関連技術者待望の書。

主要目次：木材の構造／炭水化物化学の基礎／木材の多糖類／リグニン／抽出成分／樹皮／パルプ化の化学／パルプの漂白／セルロース誘導体／木材からの化学製品とパルプ化副産物

紙の科学 — トイレットペーパーから情報処理まで —

町田 誠之 著 四六判・216頁・定価1,100円

古代エジプトのパピルスの時代から紙は人間を記録し、ルネッサンスを開花させ、また紙幣となって様々なドラマを生んできた。本書はありふれた一枚の紙からその多彩な表情を再発見する。

東京都文京区音羽2-12-21

講談社

☎03(945)1111 振替東京8-3930