

第Ⅶ部門

電子部品工場排水の設計パラメータ算出に関する検討

大阪工業大学大学院工学研究科 学生員 ○坂本修一, 岡田真治
 パナソニック環境エンジニアリング 非会員 榊原隆司
 大阪工業大学工学部環境工学科 正会員 古崎康哲, 笠原伸介, 石川宗孝

1. はじめに

電子部品工場排水では、各工場、生産工程毎に組成・濃度・水量が異なる。また、生物処理が困難な物質を含む場合も少なくない。さらに、ラインの変更等に伴って新規の薬液等が混入すること考えられる。そのため、排水に適した処理プロセスの選定や設計を行うには生分解性の評価が重要となる。従来の生分解性の評価は、BOD もしくはそれに類似した手法を用いて行っているが、馴致を考慮しない場合が多くそれが設計ミスにつながる場合も存在する。また、適正な設計を行うためには、基質除去および酸素供給に関する各種パラメータを把握することも重要である。本研究では、電子部品工場排水を対象とした生物処理システムについて、馴致可能性の判定および基質除去・酸素消費に関するパラメータ算出手法について検討を行った。

2. 実験方法

2-1 連続培養実験…図-1 に連続培養実験装置の概略図を示す。反応槽は、有効容量 21L および 18L とした。各装置ともに充填率 10~20% でスポンジ担体、繊維担体、活性炭繊維担体、ポリプロピレン中空円筒状担体、ゲル状担体（球状）をそれぞれ投入した。槽内温度は 24℃ に設定し、HRT24hr、曝気量は担体の流動性を考慮して 2~7L/min の間で適宜調整した。実験条件を表-1 に示す。投入基質はグルコース、ペプトンを主成分とする人工下水と、電子部品工場において剥離剤として使用されている N-メチル-2-ピロリドン（以下 NMP）を用いた。装置 A, B については 2 週間程度人工下水で運転を行った後、基質を NMP に切り換えた。

2-2 生分解性試験…連続培養実験にて培養した汚泥を用いて生分解性試験を行った。試験は BOD を経日的に測定可能な BOD センサー（アクタック社製）（図-3 参照）を用いた。BOD は容量 500mL の測定容器に、基質 NMP 濃度 63mg-TOC/L となるよう全量 250mL に調整し、植種源として担体を 1 つそのまま投入した。酸素消費量を 1 日毎に測定し、NMP の生分解性を検討した。

2-3 担体付着汚泥量の算出…各種パラメータを求めるためには、担体に付着した汚泥量を把握する必要があることから、担体付着汚泥量を算出する手法を検討した。付着汚泥の剥離方法は、連続培養実験中の担体を 6 等分程度に刻み、蒸留水 50mL と共にサンプル瓶に入れ、手振り振とう（180rpm）10min および超音波洗浄器を用いた超音波照射 10min とし、剥離させた汚泥量（SS）を測定した。また、担体から剥離しなかった汚泥量を把握するために、ATP 活性試験¹⁾により処理後の担体および担体から剥離した汚泥の ATP 量を測定し、担体に残存した汚泥と剥離汚泥の比率を調べた。

2-4 基質除去・溶存酸素消費に関するパラメータ算出…連続培養実験中の装置 B を使用し、槽内の基質 NMP 濃度 150mg-TOC/L、全量 20L、となるよう調整して回分実験を行った。回分実験では、槽内の DOC 濃度および溶存酸素濃度を測定した。基質除去速度の反応式を式(1)、溶存酸素消費速度を式(2)として、回分実験結果を整理してパラメータを算出し、実験値との整合性を検討した。

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot \frac{C}{K_s + C} \cdot X \quad \text{式(1)}$$

$$\frac{dDO}{dt} = -a \left(\frac{dC}{dt} \right) - bX + K_1 a (DO_s - DO) \quad \text{式(2)}$$

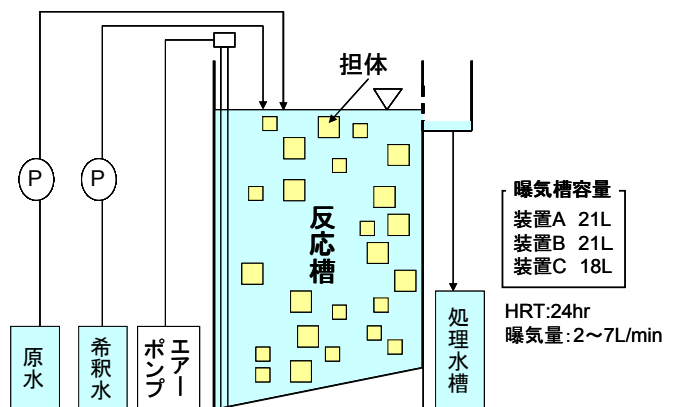


図-1 装置概略図

表-1 実験条件

装置	Run	供試原水	運転期間 (day)	TOC容積負荷 (kg/m ³ /day)	流入TOC濃度 (mg/L)
A	A-1	人工下水	0-15	0.1	101
	A-2	NMP	16-137	0.1	102
	A-3	NMP	138-175	0.2	204
B	B-1	人工下水	0-12	0.1	101
	B-2	NMP	13-99	0.1	104
	B-3	NMP	100-166	0.2	200
C	C-1	人工下水	0-103	0.1	101
	C-2	人工下水	104-141	0.2	202

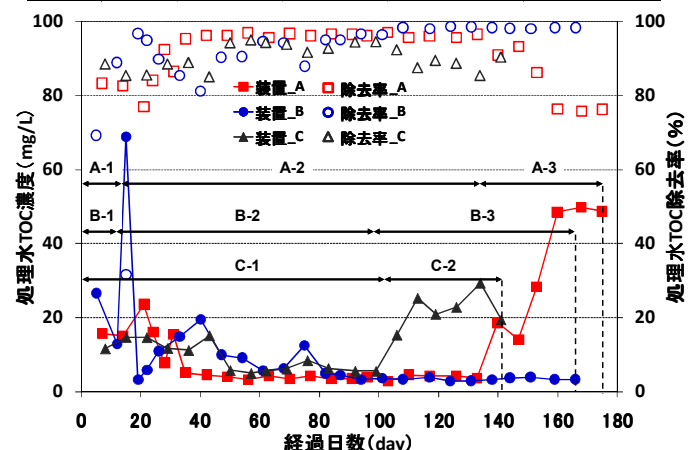


図-2 処理水 TOC 濃度、TOC 除去率

ここで、C:基質濃度(mg-DOC/L)、X:槽内汚泥濃度(mg-SS/L)、k:最大比 DOC 除去速度(1/day)、K_s:飽和定数(mg-DOC/L)、DO_s:溶存酸素飽和濃度(mg-O₂/L)、DO:溶存酸素濃度(mg-O₂/L)、a':基質 DOC の除去に必要な酸素利用率(mg-O₂/mg-DOC)、b':酸素利用速度係数(g-O₂/g-SS/hr)、K₁a:総括酸素移動容量係数(1/hr)

Shuichi SAKAMOTO, Shinji OKADA, Takashi SAKAKIBARA, Yasunori KOSAKI, Shinsuke KASAHARA, Munetaka ISHIKAWA

3. 結果および考察

図-2に連続培養実験での各装置の処理水TOC濃度、TOC容積負荷、TOC除去率の経日変化を示す。装置A、B共にTOC容積負荷 $0.1\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ ではTOC除去率90%以上で運転が行えた。TOC容積負荷を $0.2\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$ にあげたところ、装置Aでは処理水TOC $50\text{mg}/\text{L}$ 、TOC除去率76%まで低下した。一方、装置Bでは処理水TOC $3\text{mg}/\text{L}$ 、TOC除去率95%以上で運転が行えた。これは、装置Bの担体の方が付着汚泥量が多かったため、もしくは、馴致が良好であったと考えられる。このことから、装置Bのスポンジ担体が馴致汚泥培養に有効であると判断した。また、人工下水を基質とした装置Cでは実験を通してTOC除去率90%程度を維持していた。

図-4に生分解性試験によるBOD/ThOD比の経日変化、表-2に生分解性の判定方法および結果を示す。装置Bの担体を植種源としたものをNMP馴致系、装置Cを人工下水馴致系とした。NMP馴致系では1日目から速やかにBODの増加が見られ、5日目ではほぼ一定値となった。一方、人工下水馴致系では開始後3日目まではBODの増加が緩慢であったが、4日目以降から速やかに増加し、8日目ではほぼ一定値となった。この結果を、生分解性判定手法²⁾に当てはめNMPの生分解性を判定した。その結果、NMP馴致系では易分解性有機物、人工下水馴致系では馴致可能な難分解性有機物と判定された。このことから、装置BではNMP分解能の高い微生物が培養されているとわかった。また、装置設計時のBODの把握は馴致汚泥を植種源とすることが重要であると確認できた。

図-5に連続培養槽内担体のATP濃度と汚泥濃度を示す。剥離操作後の各担体ATP濃度に関しては、全体の15~30%程度であった。このことから、振とう操作および超音波処理によって担体から剥離した汚泥量を担体付着汚泥量としてみなすことが可能であると考えた。しかし、ゲル状担体については汚泥を顕著に剥離させることができず付着汚泥量の算出は困難であった。

図-6に回分実験の槽内DOC濃度およびDO濃度を示す。槽内におけるDOC除去については式(1)にて概ね表現することができた。また、DO濃度については式(2)を使用し、実験開始1hr程度までは高い適合性が得られたが、時間の経過とともに適合性が悪くなる傾向があった。これは、実験中において一定であると仮定したパラメータが変化したことなどが要因として考えられる。パラメータ k 、 K_s についてはLineweaver-Burk Plotから求め、 $k=0.56(1/\text{day})$ 、 $K_s=20(\text{mg-DOC}/\text{L})$ となった。また、基質除去あたりの酸素利用率 a' は0.75、酸素利用速度係数 b' は $0.11(1/\text{day})$ となった。

4. おわりに

本研究では、結合固定化法を用いた連続培養実験により、NMPを分解可能な微生物を培養することができた。また馴致汚泥を用いて生分解性試験を行った結果、NMPは易分解性物質であると判定されたことから、馴致を考慮した生分解性評価を行うことが重要であると言える。回分実験では、基質除去および酸素消費についての各種パラメータの算出を行うことができた。本結果は、馴致の要する排水についての設計パラメータとして適用可能ではないかと考えられる。



図-3 BOD センサー概略図および仕様

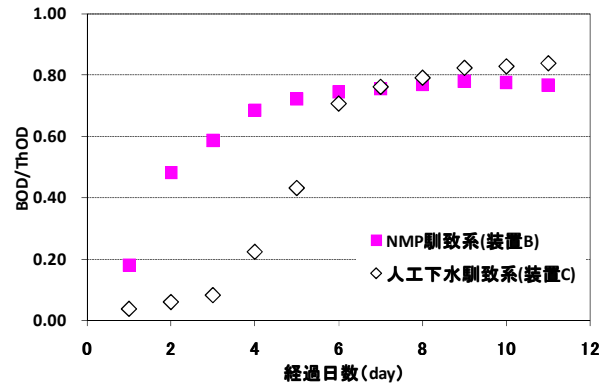


図-4 BOD/ThOD の経日変化

表-2 生分解性の判定方法および結果

系	判定方法			結果
	橋本		左合	
	COD _{Mn} /BOD ₅	BOD ₅ /ThOD		
馴致	0.23	0.71	I 型	易分解
未馴致	0.39	0.43	II 型	難分解

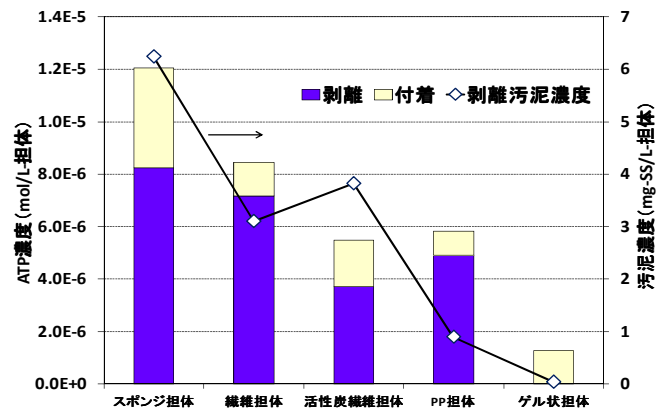


図-5 担体付着汚泥のATP濃度および剥離汚泥濃度

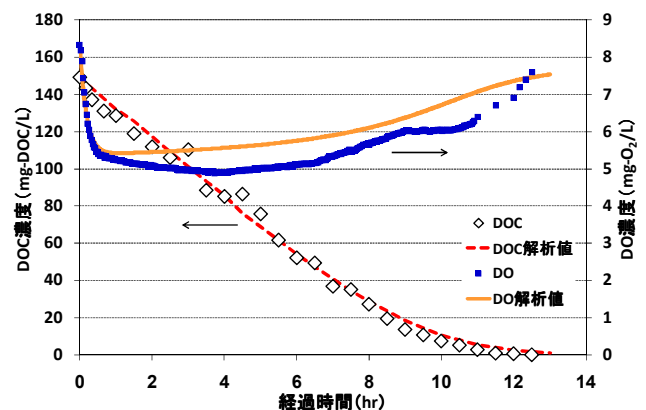


図-6 回分実験の槽内DOC濃度およびDO濃度

【参考文献】1) 岡田真治: ATPを指標とした油脂含有廃水処理の評価手法に関する基礎的検討, 土木学会関西支部年次学術講演会, 2008.

2) 橋本奨: 活性汚泥法によるPVA等難分解性物質の処理の実用化に関する研究, 大阪大学工学部環境工学教室, pp.36, 1976.