

神鋼パنتェック株式会社 ○川嶋淳 栢田耕平 長谷川進

1. はじめに

近年、廃水負荷増大への対応や処理水質改善、設備設置スペースの制限等の理由により、廃水処理設備に対して、高負荷処理技術の要求が高まってきている。有機性廃水に対しての生物処理としては、従来活性汚泥法が広く用いられてきたが、より高負荷処理が可能な技術として固定床生物膜法が導入されてきている。しかし生物膜法には、担体の目詰まりや生物膜の閉塞、担体の頻繁な逆洗等の欠点がある。

このような固定床生物膜法の欠点を解決し、より高負荷処理が可能な技術が、この度当社が開発したPABIO MOVER (パビオムーバー)である。本プロセスは、曝気槽に充填したプラスチック製生物膜担体を槽内全体に流動させる流動床方式である。本プロセスは好気処理(有機物除去、硝化)、嫌気処理(脱窒)のどちらにも適用されるプロセスであるが、本報では好気処理による有機物除去プロセスについて報告する。

2. PABIO MOVERの概要

2. 1 プロセス

図1にPABIO MOVERの概念図を示す。リアクター内に高密度ポリエチレン製の担体を通常リアクター容量の67%充填し、下部からの曝気により担体を激しく流動、攪拌させる。担体の流動には、細かい気泡よりも大きな気泡の方が効果的であるため特別なディフューザーでなく、送気用のパイプにφ4mmのオリフィスを多数設けた散気管を用いる。リアクターの入口、出口にはシーブ(ふるい)が設置され、担体の流出を防ぐ構造になっている。シーブ下部には散気管が設置され、閉塞を防止する構造となっている。リアクターは通常2槽以上とし、各槽に負荷と水質に見合った生物相を定着させ、効率的な処理が行えるように工夫されている。写真1にPABIO MOVERに用いられる担体を示す。右が未使用、左が生物膜が付着した担体である。直径10mm、高さ7mmの円筒型で内部に十字の仕切りがあり、周囲には小さなフィンが18ヶ付いている。生物膜は主に担体内部の壁面に形成され、周囲のフィンは担体同士の衝突による攪拌効率の向上に役立つ。比重は水よりわずかに軽いため、小さな動力での攪拌が可能となっている。

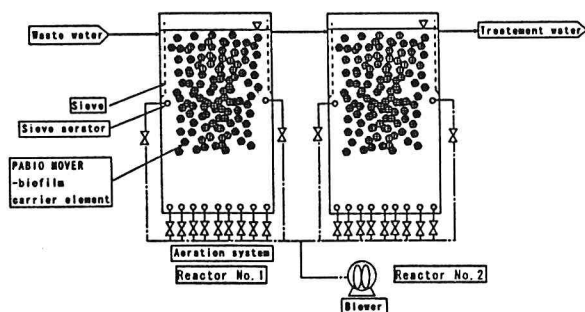


図1 PABIO MOVER 概念図

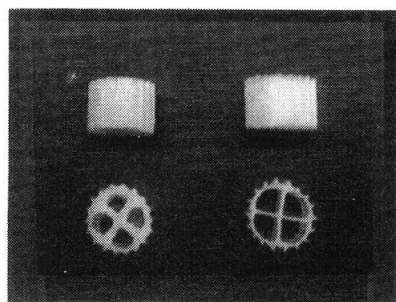


写真1 PABIO MOVER 担体

2. 2 PABIO MOVERの特長

PABIO MOVERには、以下のような特長がある。

- ①生物膜法の一般的な特長として、返送汚泥が不要であり、運転管理が楽である。
- ②独特な担体形状により、有効表面積が広く、担体への高活性微生物の保持が可能である。
- ③担体の激しい攪拌、流動により、担体の目詰まりがなく、逆洗が不要である。また、酸素移動効率や、廃水・酸素・微生物の接触効率が向上する。
- ④様々な形状のリアクターのアレンジが可能であり、既設設備の転用が可能である。

3. 実証試験

酸素移動効率の向上、有機物処理効率、高負荷除去メカニズムの解明等について実証試験を行った。

3. 1 酸素移動効率の向上

酸素移動効率について、①市販のディスクタイプディフューザーとPABIO MOVER散気管による比較、②担体投入の有無及び投入量の違いによる比較、について検討した。装置寸法は $\phi 600 \times 4500\text{mm}$ 、無酸素液（清水）を注入後、DO（溶存酸素）0から曝気を開始し、DOの変動を測定した。測定にあたり、水深と曝気量を変化させ、各条件における測定を行った。酸素移動効率を示す尺度として、酸素移動係数（KLa）を算出し、評価を行った。

図2に結果を示す。①PABIO MOVERタイプディフューザーの方がディスクディフューザーに比較して高いKLaを示した。また、②PABIO MOVERタイプディフューザーにおいては、担体の充填率を高くする程、KLaが高くなる傾向が認められたが、ディスクディフューザーにおいては、担体の充填率を高くする程KLaが低下する傾向が認められた。これより、細かな気泡よりも大きな気泡の方が担体の攪拌、流動が促進され、酸素溶解効率上昇の結果が得られた。

3. 2 負荷と有機物処理効率の関係

人工廃水（ポリペプトン・グルコース・乾燥酵母）を用い、負荷と有機物処理効率の関係について検討した。装置は20 ϕ 2槽の直列処理とし、実験槽5個を用いて並列的に0.5~6 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ のBOD容積負荷をかけ、除去率との関係を調べた。

図3に結果を示す。BOD容積負荷4.0 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ までは90%以上の良好な除去率が得られ、BOD容積負荷6.0 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ では70.8%の結果となった。

3. 3 浮遊生物と付着生物の有機物除去性能

浮遊生物（懸濁性微生物）と付着生物（担体付着性微生物）の有機物除去性能について比較を行った。

図4に、浮遊生物、付着生物、活性汚泥の有機物除去速度の比較を示す。付着生物と活性汚泥は1 kg のSSが

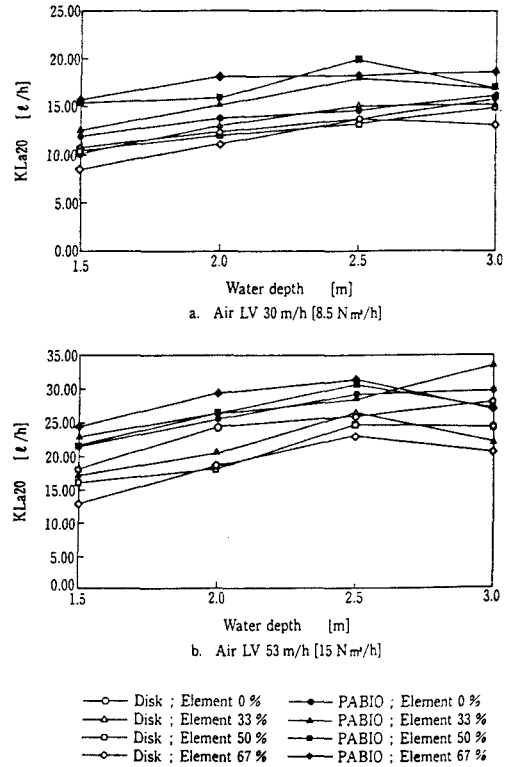


図2 KLa測定結果

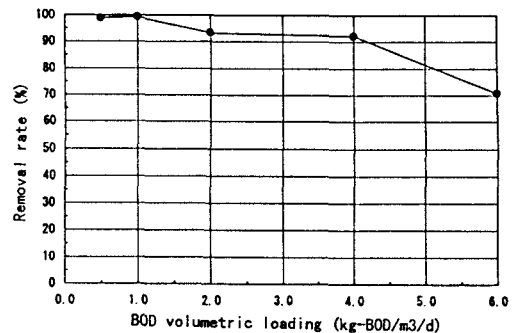


図3 BOD除去率の比較

1日当たりそれぞれ1.8kg、1.5kgのCODcrを除去する能力でほぼ同程度の有機物除去速度であったが、浮遊生物は6.5kgと約4倍の除去能力を有していることが確認された。

これらの結果より、PABIO MOVERでは、高活性の浮遊生物による負荷（溶解性有機物）除去と、活性汚泥と同等の負荷除去を行う付着生物の組み合わせにより、高負荷処理が行われていることが推察された。

3. 4 生物相の比較

前項で検討を行った活性汚泥及びPABIO MOVER懸濁液、担体付着SSについて顕微鏡観察を行い、生物相の比較を行った。

写真2にPABIO MOVER懸濁液（浮遊生物）の顕微鏡写真を示す。主に細菌類が優勢を占める状態である。これらの生物が、溶解性有機物の除去に働いていると考えられる。

写真3にPABIO MOVER担体付着SS（付着生物）の顕微鏡写真を示す。主に細菌捕食性の原生動物や後生動物類が優勢を占める状態である。2槽直列のPABIO MOVERリアクターにおいてこれらの細菌捕食性生物は、前段のリアクターには少数確認され、後段のリアクターには大量に発生していることが確認された。

これらの観察結果より、前段のリアクターでは主に溶解性有機物除去に関係する細菌類が優勢を占め、後段のリアクターでは前段で発生した生物（汚泥）を捕食する生物が優勢を占める、生物の“棲み分け”ができていたことがわかった。このような適材適所の生物相の違いによる有機物除去が、高効率な除去に関係していると考えられる。

4. まとめ

以上の結果をまとめると、PABIO MOVERの処理メカニズムは、

- ①生物膜法の特長として、担体に有用な微生物を大量に保持できること
 - ②担体の激しい攪拌・流動によりKLa及び反応効率が向上し、また、過剰に増殖した微生物が分散し、常に生物膜が良好な状態に維持されること
 - ③リアクター多槽化による生物の棲み分けが起こり、細菌類による有機物除去と、増殖した細菌を捕食する生物の組み合わせにより、効率的な負荷除去が行われる
- これらの相乗効果により、全体として高効率な処理が可能であると推察された。

実証試験と並行して客先工場でのパイロットテストを2件実施しているが、いずれにおいても良好な有機物除去能力を確認することができた。現在、実装置も運転を開始している。また、硝化・脱窒についても開発研究・処理試験を実施中である。

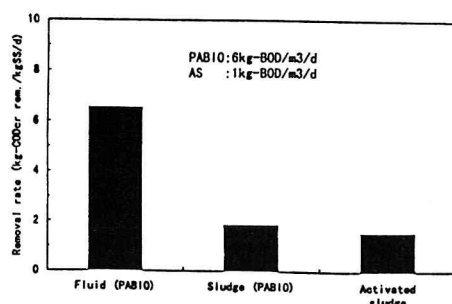


図4 有機物除去速度の比較

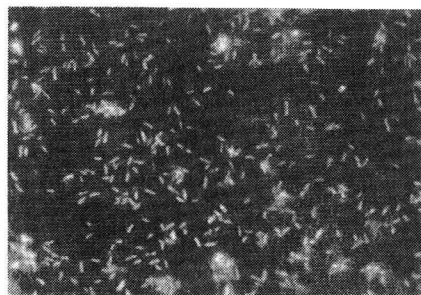


写真2 PABIO MOVER 懸濁液顕微鏡写真
(×320)

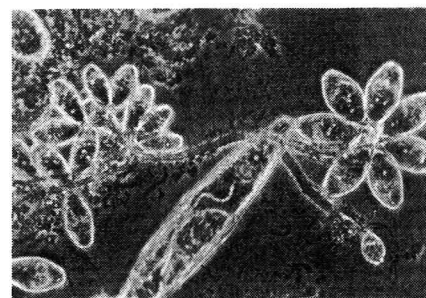


写真3 PABIO MOVER 担体付着SS顕微鏡写真
(×80)