# 水の液膜を利用した新規酸素供給装置の実用化研究

山口大学大学院 〇岡 篤史、今井 剛、樋口 隆哉、関根 雅彦 山口県庁 寺岡 聡

## <u>1. はじめに</u>

下水処理の代表的な処理法である活性汚泥法の問題点は、活性汚泥への酸素供給と槽内の撹拌とのための曝気に要するエネルギーが処理場全体の消費電力の約40~50%を占めていることである。省エネルギー化の重要性が強調されている昨今、曝気操作による電力消費量が極めて高いことから、いかに効率良く、より合理的なエアレーションを行うかが、省エネルギー対策を進める上で重要な課題となっている。

本研究では、水表面からの酸素溶解効果に注目し、 大気中で水の液膜を積極的に形成させて、その液膜の 内外で空気と接触させることで、水と酸素との接触面 積を飛躍的に増大させ、酸素溶解効率を向上させる液 膜式酸素供給装置を考案した.これまでの研究では、 本装置の液膜形成に及ぼす影響因子について検討を 進め、ラボスケールにおける装置の設定条件を決定し た(**表**-1参照).

これらの結果を基に、本研究では、既設の曝気槽に おける曝気量を実際に測定し、パイロット装置の設計 及び製作を行い、山口県宇部市東部浄化センターに設 置した.そして、パイロット装置の活性汚泥混合水を 対象とした酸素供給能力及び現段階におけるパイロ ット装置の運転条件の把握に関する検討を行った.

# 2. 液膜式酸素供給装置の概略

図-1に液膜式酸素供給装置の概略を示す.本装置は 装置下部より曝気を行うことで、エアリフト効果によ り水と気泡とが装置中心部のパイプ内を上昇し、装置 上部の大気中で液膜が形成され、液膜の内外から酸素 溶解が起こること(図-2参照)によって酸素供給が行 われる.本装置の構造は極めて単純であり,既設の曝 気装置による曝気を利用して液膜を形成させるため,

### 表-1 ラボスケール装置の設定条件

液膜形成部高さ	1cm程度
エアリフト管径	4cm程度
エアリフト管 配置形状	独立させて設置
気体収束部の形状 (気体収束部角度)	エアリフト下端に新たに 収束部を設けた形状
エアリフト管長さ (水面下における)	
液膜形成部面積1cm <sup>2</sup> あたりの曝気量	0.16L/min•cm²





図-2 液膜式酸素供給法の概念図

既設の装置以外には外部電力を必要としない.また,水面より高い位置(数cm から10cm程度)で液膜を 形成させるため,水位差を利用した水の移送を行うことも可能である.

# 3. パイロットスケール装置の設計・製作

### (1) 既存の曝気槽における曝気量の調査

(a) 曝気量の測定地点について

パイロット装置の設計にあたり、実際の曝気槽における曝気による本装置に供給可能な曝気量につい

ての検討が必要であるため、山口県宇部市東部浄化センター内の曝気槽における曝気量測定調査を行った.測定地点を図-3に示す.測定地点は、散気装置直上付近を地点②とし、そこから流出口に1mの地点を①、①とは反対方向に2mの地点を③とした.

## (b) 測定結果及び考察

測定結果を表-2に示す.表-2より,各地点の曝気量2L/minに 必要な面積を比較すると、それぞれ160cm<sup>2</sup>,177cm<sup>2</sup>,254cm<sup>2</sup>とな り、測定地点によって値が大きく異なった.この理由として、 散気装置からの距離や曝気槽内の流れにより曝気量が変動した ことが考えられる.したがって,装置設計の際には曝気量の変 動を考慮する必要があることがわかった.

## (2) パイロット装置の適正設計条件に関する検討

今回のパイロットスケール装置は試作であるため,装置に確実 に気泡を供給し,処理水を排出させることができなければならな い.したがって,曝気槽内の流れによる気泡の拡散を考慮し,気 体収束部面積を1444cm<sup>2</sup>(38cm×38cmの正方形,曝気量約12L/min) とした.この気泡収束部を6基で1ユニットとし,曝気槽内の水面 の乱れにより液膜形成を阻害させないために,装置固定板にエア リフト管を固定し,さらに,気体収束部同士を連結させるように 設計した.

また、本装置の酸素供給能力を把握するためには装置から排出 される処理水流量を測定する必要があり、したがって処理水 をある程度貯留してから排出する必要があったため、液膜形 成部高さは室内実験で求めた最適値1cmから5cm程度に変更 した.

以上の研究成果を基にパイロットスケール装置の設計・製作を行った.なお,装置の製作に関しては,企業に設計・製作を委託した.図-4に実際に製作したパイロットスケール装置の概略図を示す.

# 4. パイロット装置の連続運転による酸素供給能力の確認

製作した装置を山口県宇部市東部浄化センター内の曝気 槽の一部に設置し、平成19年11月14日より約1ヶ月の連 続運転を行い、実際の活性汚泥混合水についての酸素供給能 力の確認を行った.このとき、得られた処理水の溶存 酸素(D0)濃度の測定結果を図-5に示す. 6

図-5より、本装置から排出される処理水のDO濃度 の平均は3.23mg-0<sub>2</sub>/Lであり、本装置が一過式の装置 であることと、活性汚泥混合水を対象(曝気槽内の DO濃度の平均が0.46 mg-0<sub>2</sub>/L)としていることを考 えると、本装置が十分な酸素供給能力を有しているこ とが確認できた.また、1ヶ月間の装置の連続運転の 間に、夾雑物によるエアリフト管の目詰まりがないこ とが確認できたため、実際の曝気槽を対象とした場合 においても装置の稼動に関しては問題がないことが 確認できた.しかしながら、装置に一部汚泥が付着す るなどの外観的な問題がみられたため、1ヶ月に1度



散気装置 図−3 曝気量測定の調査地点

#### 表-2 曝気量の測定結果

$\sim$	曝 <b>気</b> 量(L/min)		
	地点①	地点②	地点③
1回目	8.9	8.3	5.9
2回目	8.8	8.6	6.1
3回目	8.7	8.6	7.4
4回目	-	7.4	3.9
5回目	-	7.0	4.6
平均	8.8	8.0	5.6
1cm <sup>2</sup> あたりの曝気量 (L/min・cm <sup>2</sup> )	0.012	0.011	0.008
曝気量2L/minに 必要な面積(cm <sup>2</sup> )	160	177	254



図-4 パイロットスケール装置の概略図



程度装置を水をかけるなどして洗浄する必要があることがわかった.

#### 5. パイロット装置の最適運転条件の検討

現段階におけるパイロット装置の変更可能な条件として,液膜形成部高さ(水面からエアリフト管上 端までの高さ)及び曝気量について検討し,それらの条件を変化させた実験を行い,現段階における宇 部市東部浄化センターにおけるパイロット装置の適正運転条件の設定を行った.

# (1) 実験条件及び方法

実験条件を表-3に示す.ここで,液膜形成部高さとは,曝気 槽水面からエアリフト管上端までの高さである.また,曝気量 に関しては,散気装置に設置されているレバーにより目盛を調 整し変化させた.

装置の酸素供給能力の評価指標として,単位時間あたりの酸 素供給量を示す酸素供給速度((1)式)を用いた.

酸素供給速度  $(mg - O_2 / \min) = (C - C_0) \times Q$  (1)

## (2) 実験結果及び考察

図-6に、各条件におけるDO測定結果を示す.図-6 より、それぞれの条件において測定毎に大きな変動 はみられなかった.したがって、本装置は一過式の 装置として安定した酸素供給能力を有していること が確認できた.

次に、図-7に各条件における処理水流量を示す.図 -7より、処理水流量については、測定毎に大きく変動していることがわかった.これは、曝気槽の流れにより噴出された気泡が拡散し、装置が気泡を安定的に回収することが困難な状況にあり、装置に収束できる曝気量が変動したため、処理水流量に影響を与えたと考えられる.そこで、処理水流量に各条件の平均値を用いて求めた酸素供給量を図-8に示す.図-8より、系統3が最も高い値を示しており、今回の条件では系統3が適正条件と考えられる.

しかし、今回製作されたパイロット装置には 槽内の気液混合水の流動状況や撹拌効果などに ついての検討がなされていないため、今後さら なる検討が必要である.

#### 6. まとめ

本パイロット装置の連続運転における酸素供給能 力は、一貫して高い値を保っており、本装置が十分な 酸素供給能力を有していることが確認できた.しかし ながら、本研究では、槽内の気液混合水の流動状況や 撹拌効果などについての検討がなされていないため、 今後実規模スケールでの実験を行い、本装置の改良に ついての検討が必要である.

また,連続運転の間に装置の目詰まりを起こすこと はなかったが,さらに長期の連続運転を行い,装置の メンテナンスについて検討する必要がある.

表-3 実験条件

	液膜形成部高さ	曝気装置の目盛
系統1	9cm	2
系統2	12cm	2
系統3	12cm	3







図-8 各条件の酸素供給速度