

N-7

深槽型担体処理システムによる窒素除去法の開発

(株)クボタ ○永江信也
桶谷 智

1. はじめに

閉鎖性水域に面する都市部の下水処理場では、富栄養化防止のための窒素除去を目的とした担体処理法の導入が本格化しつつある。特に大都市部では用地確保が困難なことから10m級の深槽反応タンクを採用している下水処理場が多く、担体処理法を適用するに際し、担体の均一流動や効率的な酸素供給など解決すべき技術的課題が多く残されている。

本研究(大阪市共同研究)は、担体処理法を深槽反応タンクに適用するために必要な高効率曝気装置と担体分離装置の開発を目的として、実設備の反応タンクを用いた清水実験により、I管式曝気装置とダウンカマー方式担体分離装置の基本性能の調査と性能アップのための改良研究を実施したものである。

2. I管式曝気装置とダウンカマー方式担体分離装置の概要

2. 1 I管式曝気装置

I管式曝気装置の概略図を図1に示す。本装置は深槽反応タンクにおいて担体を均一流動させる攪拌能力と、高い酸素移動効率を得ることを目的とした装置であり、気液分離部(ルーバー)、直管部、給気部、水中攪拌機および吐出部で構成される。

活性汚泥混合液はルーバーにて気液分離した後、I管下部に設置した攪拌機により、I管上部から引き込まれ直管部を下降する。既設の散気水深と同じ5m程度の水深で給気された空気は直管内の下向流で槽底部まで引き込まれ曝気されるため、高い溶解効率と槽底部での強い攪拌力が得られる。

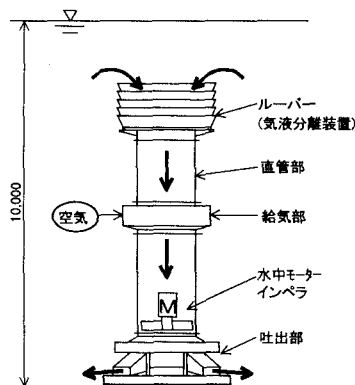


図1 I管式曝気装置概略図

2. 2 ダウンカマー方式担体分離装置

担体分離装置の概略図を図2に示す。本装置は好気タンクからの担体の流出を防ぎ、処理水を安定して流出させることを目的とした装置であり、担体を分離するウェッジワイヤスクリーン及び下向流を生じさせるバッフル板により構成される。

バッフル板前後のガスホールドアップの差によりエアリフト循環が生じ、その結果スクリーン前面には安定した下向流が形成される。その下向流によってスクリーン表面を連続的に洗浄することで担体の付着を防止する。

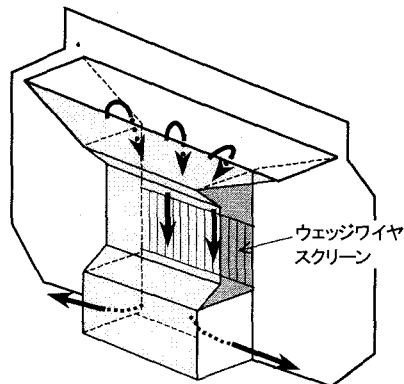


図2 担体分離装置概略図

3. 実験設備

実験設備は大阪市此花下水処理場のNo.8池の第1室（概略寸法 $10\text{m}^{\text{W}} \times 8.5\text{m}^{\text{L}} \times 10\text{m}^{\text{H}}$ 、有効容量 625m^3 ）に設置した。実験設備の概略フローを図3に示す。I管式曝気装置は水深5mで給気し（散気水深9.5m）、またI管内流速は水中攪拌機の回転数で制御するものとした。担体分離装置のスクリーン目幅は3mmとし、循環ポンプにてスクリーンに通過流速を与えるものとした。担体は4mm□のポリビニルホルマリン製の結合固定化担体(PVF担体)を使用した。

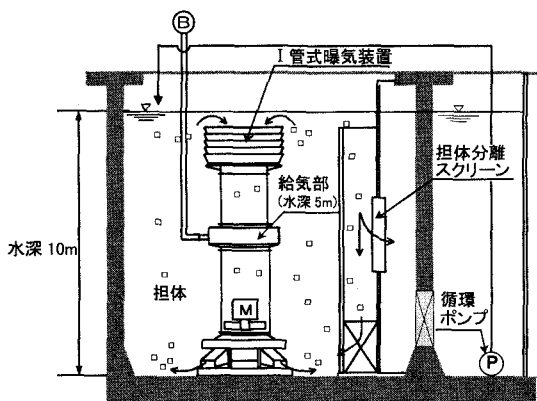


図3 実験設備概略フロー

4. 実験方法

4. 1 I管式曝気装置の性能調査

(1) 給気部構造に関する検討

図4に示した4種類の給気部について、最大気液比(=最大空気量/揚水量)を測定し、給気部構造が投入可能空気量に与える影響を調査した。

(2) インペラ形状に関する検討

4種類のピッチ角度の異なるインペラについてKlaを測定し、インペラ形状が酸素移動動力効率に与える影響を調査した。

(3) 攪拌能力（担体の流動性）に関する検討

I管内流速、通気率(投入空気量)を実験パラメータとして反応タンク内の担体濃度を測定し、担体の流動特性を評価した。本実験での担体添加量は反応タンク容量に対して12%とした。

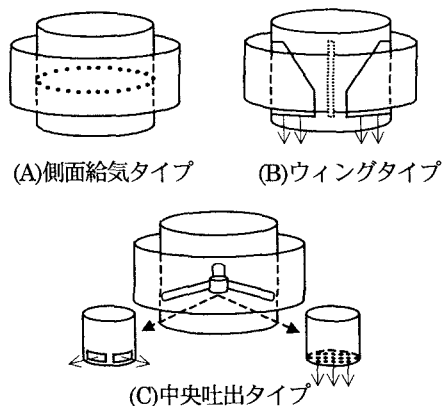


図4 給気部形状

4. 2 担体分離装置の性能調査

担体添加率8%の条件において、投入空気量を実験パラメータとし、スクリーン前後に水頭差が生じない限界の通過流速（以下、限界LVと称す）を測定することで、ダウンカマー流速とスクリーン閉塞の関係を調査した。

5. 結果および考察

5. 1 I管式曝気装置の性能調査

(1) 給気部構造に関する検討

前述した図4の各給気部で測定した最大気液比を比較した結果、側面給気タイプが最も高い最大気液比を示した。これは、I管内のダウンカマーに対して給気部の抵抗が最も小さく、また、他の給気部では空気吐出部付近で空気溜りが形成されやすいことが原因と推測される。

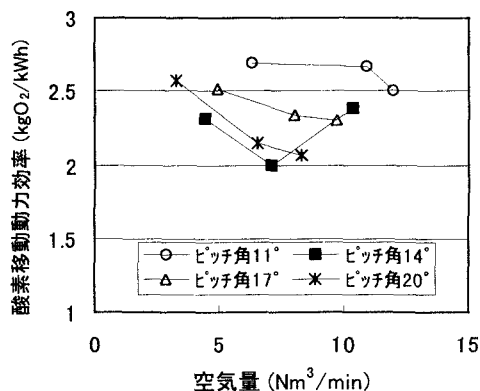


図5 空気量と酸素移動動力効率の関係

(2) インペラ形状に関する検討

I 管内流速が同一の条件では、インペラピッチ角度の最も小さい(11°)インペラで最大気液比が最大値(0.076)を示した。さらに、攪拌機の軸動力も最小となり、図5に示すように酸素移動動力効率は $2.6\text{kgO}_2/\text{kWh}$ 以上の値を示した。

(3) 攪拌能力に関する検討

図6に示すように、通気率 $0.03\text{Nm}^3/\text{m}^2\cdot\text{min}$ (攪拌動力密度 $22.4\text{W}/\text{m}^3$)以上の運転条件では水深方向の濃度分布は見られず、実施設での想定通気率($\approx 0.15\text{Nm}^3/\text{m}^2\cdot\text{min}$)において担体が均一流動することを確認した。

また、担体投入率8%の条件では、図7の全条件に対して担体は均一に流動した。

5. 2 担体分離装置の性能調査

図7に曝気空気量とスクリーン前面のダウンカマー流速の関係を示す。流れ方向は安定した下向流であり、ダウンカマー流速は空気量の増加に伴い上昇し、設計投入空気量である $10\text{Nm}^3/\text{min}$ の条件において 80cm/s 以上のダウンカマー流速が得られた。

図8に担体投入率8%の条件におけるダウンカマー流速と限界LVの関係を示す。限界LVはダウンカマー流速に比例して増加する傾向が見られた。

6. まとめ

(1) I 管式曝気装置は、給気部構造、インペラ形状の適正化により酸素移動動力効率 $2.6\text{kgO}_2/\text{kWh}$ 以上の値が得られた。

また、必要酸素量を供給する運転条件で、10m 深槽反応タンクにおいて担体を均一流動させるのに十分な攪拌能力を持つことが確認できた。

(2) ダウンカマー方式担体分離装置のスクリーン前面には安定した下向流が生じ、担体濃度8%、空気量 $10\text{Nm}^3/\text{min}$ の運転条件での限界LVは 180m/h であった。

7. 今後の方針

現在、既設反応タンクの活性汚泥混合液による連続処理運転を実施しており、硝化性能を把握するとともにI 管式曝気装置と担体分離装置の性能の安定性や維持管理性等について調査を実施していく予定である。

I 管内流速	通気率	攪拌動力密度
● 2.06m/s	$0.12\text{Nm}^3/\text{m}^2\cdot\text{min}$	$56.0\text{W}/\text{m}^3$
□ 1.57m/s	$0.03\text{Nm}^3/\text{m}^2\cdot\text{min}$	$22.4\text{W}/\text{m}^3$
× 1.10m/s	$0.02\text{Nm}^3/\text{m}^2\cdot\text{min}$	$10.2\text{W}/\text{m}^3$

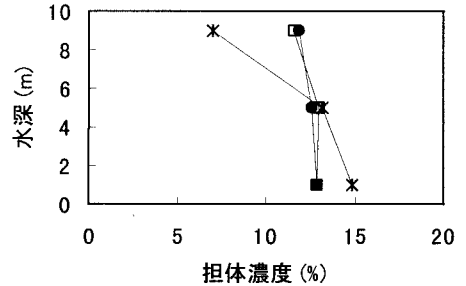


図6 担体濃度分布(担体投入率12%)

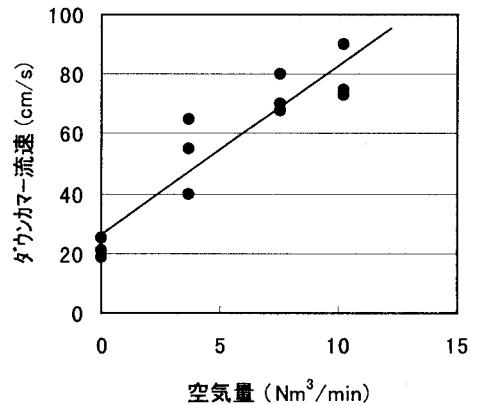


図7 空気量に対するダウンカマー流速の関係

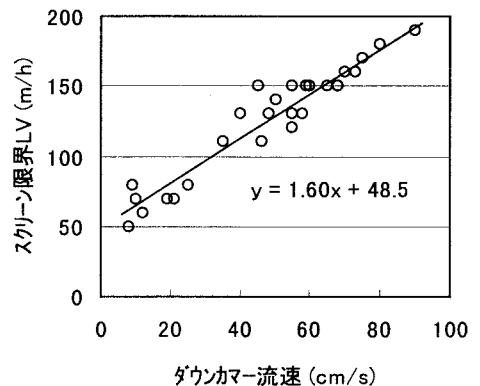


図8 ダウンカマー流速に対する限界LVの関係