

Ⅲ－３ 酸素活性汚泥法の評価に関する第３次報告書

— カバー付酸素活性汚泥法の適用について —

昭和 56 年 6 月 18 日

日本下水道事業団技術評価委員会

(ま え が き)

アメリカ合衆国で開発されたカバー付エアレーションタンクをもつ酸素活性汚泥法は、昭和47年にわが国に導入され、工場排水処理のほか、下水の処理にも利用されてきた。導入当初に設置された本法の施設は、家庭下水を処理する小規模なものであったが、昭和52年には京都市吉祥院処理場において計画下水道量 40,000 m³/日 の施設が建設され、染色排水などを含む下水の処理に利用されるようになった。現在、水産加工排水を含む下水、皮革工場排水を含む下水および家庭下水を処理する大規模な処理施設の建設が進められている。

本委員会は家庭下水を処理する小規模処理施設の実態調査と文献調査の結果に基づいて、昭和50年10月に「酸素活性汚泥法に関する第1次報告書」を、昭和53年11月に「同第2次報告書」を日本下水道事業団理事長に提出した。

本第3次報告書では京都市吉祥院処理場での約3年間にわたる運転実績と標準活性汚泥法との比較を含めた実態調査結果、大分市春日終末処理場での4回にわたる通日調査結果、さらに皮革排水を含む下水のパイロットプラント実験結果を基にして、現時点で明らかとなった本法施設の特徴、実施上の留意事項、経済性などを審議した結果を報告することにした。

(注) 本報告書でいう標準活性汚泥法とは、旋回流式平行押し流れ形エアレーションタンクと円形または長方形の最終沈殿池から成る通常の活性汚泥法をいう。

(除 去 特 性)

1. 本法は工場排水を含む一般の都市下水および家庭汚水（以下、都市下水という）の処理において、適切な設計と維持管理を行えば、標準活性汚泥法の 1/2 程度のエアレーション時間で BOD 20 mg/l 以下、浮遊物 70 mg/l 以下の放流水をうる機能を有している。
2. 本法による都市下水の処理において、放流水の BOD、浮遊物、COD（過マンガン酸カリウムによる COD）および透視度は、標準活性汚泥法とほぼ同じである。

3. 本法は高濃度の有機性排水および同排水を多量に含む下水の処理においても、適切な設計と維持管理を行えば、BODの90%以上を除去する機能を有している。この種の排水あるいは下水が消石灰によるアルカリ性である場合には pH調整は必要としない。

(特 徴)

4. pH 7.0 ないし 7.5 の下水を処理する場合、放流水の pHは 6.5 以下に低下する。とくに BODの高い下水を処理する場合には、放流水の pHが 6.0 を下まわるおそれがある。しかし、消石灰によるアルカリ性排水や下水を処理する場合には、放流水の pHが 7.0 ないし 7.5 で安定して運転できる利点もある。
5. エアレーションタンク混合液浮遊物濃度（以下、MLSSという）は、標準活性汚泥法の2倍以上に維持することができる。この際、酸素利用速度が極めて大きい活性汚泥の場合にも、エアレーションタンク混合液溶存酸素濃度（以下、MLDOという）および最終沈殿池内の溶存酸素濃度を十分に維持することができる。
6. BOD容積負荷は、都市下水では 1.0 ないし 2.0 kg/m³・日 に維持することができる。
7. BOD-SS負荷は、都市下水では 0.3 ないし 0.6 kg/SS・kg・日 に維持することができる。
8. エアレーションタンク混合液の汚泥容量指標（以下、SVIという）は、標準活性汚泥法よりも低い値（100以下）で安定する場合が多い。しかし、バルキングにより活性汚泥の沈降が不良となることもある。
9. 本法を用いて処理する場合にも、運転方法の如何によっては下水中のアンモニア性窒素の酸化（以下、硝化という）が起るが、高率の硝化は期待できない。この種の放流水の BODは、硝化による影響を受けて BODが 20 mg/l を越えることもある。
10. 最初沈殿池を設けることを原則とするが、小規模下水処理場に適用する場合に、流入下水の時間変動に対してある程度の調整機能を見込むことができれば、最初沈殿池を省略することもできる。

11. エアレーションタンクからの排ガス量は、標準活性汚泥法より極めて少なく、かつ、その臭気濃度も低い。
12. 余剰汚泥発生量は、汚泥の系内滞留時間によって大巾に異なるが、標準活性汚泥法に比べて一般に少ない。
13. 余剰汚泥の濃縮性は、標準活性汚泥法に比べて優れている場合が多い。その脱水ろ過速度は濃縮汚泥の濃度に依存し、標準活性汚泥法とはほぼ同じである。
14. エアレーションタンク混合液と処理水は、コンクリートおよび鉄鋼製品を腐蝕する場合がある。

(設計にあたっての留意事項)

15. エアレーションタンクの設計に当たっての留意事項は次のとおりである。
 - (1) タンクは隔壁により3室以上に区分し、この各室はできる限り正方形になるよう設計する。
 - (2) 上部床版下より水面まで(以下、気相部という)は、十分な空間を設け、機械かくはん装置による酸素供給が十分に行なわれるよう配慮する。
 - (3) 越流せきは側壁と同じ位置に設けるか、あるいは側壁の外部に設ける。その際、気相部の気体が水封される構造とする。この越流せきの流入側にはバップルを取付ける。
 - (4) 気相部は、通常水柱 50 mm 程度の圧力を維持できるようにし、設計値に対して過圧、あるいは過負圧になることがないように対策を講ずる。
 - (5) 排ガス弁は、排ガス量の微調整を行なえる形式のものを選定する。この排ガス中の酸素濃度を測定するため、酸素濃度計を設置する。
 - (6) 機械かくはん装置は、気相部からの酸素導入を経済的に行なえる形式の主かくはん翼を設けるほか、活性汚泥の沈積を防止し、かつ、池内での活性汚泥の混合や酸素拡散が十分に行なえる補助かくはん翼を1個以上設ける。
 - (7) 機械かくはん装置の駆動用としては、極数変換モータを使用し、かくはん翼の回転速度

- を制御できるようにするのが経済的である。
- (8) 可燃性物質の流入による緊急時の危険防止のために、精度の高い可燃性ガス検出器を設けるとともに、空気パージ用配管を行なう。
 - (9) 機械かくはん装置駆動部の運転が騒音対策上の障害となる場合には、遮音の設備を設ける。
16. 最終沈殿池の設計に当たっての留意事項は次のとおりである。
 - (1) 水面積負荷は、都市下水を処理する場合には標準活性汚泥法と同程度か、それ以下とする。また最終沈殿池の水深は、活性汚泥の濃縮に必要な深度を維持するために、標準活性汚泥法よりも大きくとる。
 - (2) スカムなどが浮上するため、その越流を防止できる構造とし、かつ、その除去設備を設ける。
 17. 吸着分離式酸素発生装置の設計に当たっての留意事項は次のとおりである。
 - (1) 3塔切換で酸素供給を行なう形式のものを採用するのが経済的である。
 - (2) 空気圧縮機を除いて通常は予備を必要としない。しかし、切換弁の故障、停電などにそなえて、その間の酸素使用量を貯留できる液体酸素タンクを設ける。
 - (3) 騒音対策および付属品の故障の頻度をできるだけ減らすため屋内に設置する。
 18. 本法施設の設計に当たってのその他の留意事項は次のとおりである。
 - (1) エアレーションタンクおよび最終沈殿池の内面および液体接触面には、防蝕塗装を行なう。

(維持管理にあたっての留意事項)

19. 省エネルギーをはかるため、機械かくはん装置の駆動用モータの極数変換操作は流入有機物負荷に応じて綿密に行なう。
20. エアレーションタンク最終段のMLDOは最終沈殿池での溶存酸素が零とならない濃度で一定に近づけるよう排ガス弁の調整を行なう。流入有機物負荷の変動が著しい場合には手動操作に切換えて運転する。
21. 高水温期には硝化によるBODの上昇を防止

するための対策を講ずる。

22. エアレーションタンク気相部の圧力計，可燃性ガス検出器，排ガス用酸素濃度計およびMLDO計の点検管理は厳密に行なう。
23. 吸着分離式酸素発生装置の吸着剤（モレキュラシープ）保護のため，ミストセパレータなどの点検管理は常に綿密に行なう。
24. 良好な放流水質の維持と省エネルギーをはかる運転管理操作を行なうため，さらに吸着分離式酸素発生装置および付属品の故障にそなえて，それらの対応を適切，かつ迅速に行なえるよう操作員の訓練を十分に行なう。

(消費電力)

25. 京都市吉祥院処理場において，本法による吸着分離式酸素発生装置での酸素の発生と機械かくはん装置による酸素の混合液への導入などに消費される電力と，標準活性汚泥法による散気式エアレーションで台数制御によりターボブロワを運転した場合に消費される電力とを比較し検討した。

この比較調査は，低水温期と高水温期の限定された期間に実施された。調査結果は次のようにまとめられる。

- (1) 機械かくはん装置の駆動用モータが単段（4極）モータ使用の場合には，本法による除去BOD当りの消費電力は標準活性汚泥法に比べて4ないし41%大きくなった。
 - (2) 機械かくはん装置の駆動用モータが3段（4/6/8極）の極数変換型モータ使用の場合，綿密な極数変換操作を行なうこととすると，本法による除去BOD当りの消費電力は標準活性汚泥法に比べて5ないし26%小さくなった。
26. 大分市春日終末処理場では，吸着分離式酸素発生装置（3塔式）は各塔がタイマーにより約3分間に1塔の割で交互に酸素供給を行なっており，エアレーションタンクの機械かくはん装置駆動用モータは単段（4極）モータである。この通日調査から得られた結果は次のようにまとめられる。
 - (1) 本法による消費電力量の割合は，吸着分離

式酸素発生装置の空気圧縮機によるもの約50%，弁切換用小型空気圧縮機によるもの約20%，3台の機械かくはん装置の駆動用モータによるもの約30%であった。

- (2) 約3分間間隔で各塔を切替える吸着分離式酸素発生装置の運転を変えて，流入有機物負荷に応じてタイマーの設定時間を変更することとした場合，除去BOD当りの消費電力量は約35%減少させることができた。

(建設費および敷地面積)

京都市吉祥院処理場において，本法の施設および標準活性汚泥法の施設の運転調査データから，設計負荷条件を選定して，建設費および敷地面積の比較を行なった。

比較算出に使用した主要な条件は次のとおりである。

- 1) 計画下水量は，10,000 m^3 /日，50,000 m^3 /日，および100,000 m^3 /日とする。
- 2) 積算の範囲は，エアレーションタンク，最終沈殿池，酸素または空気供給設備および機械棟，付属配管およびポンプ類，電気および計装設備とする。
- 3) 設計負荷条件は，吉祥院処理場の実績値より表-1のとおりとする。
- 4) 標準活性汚泥法の計画下水量10,000 m^3 /日の施設については，空気供給設備として，ルートブロワおよびターボブロワを考慮することとし，計画下水量50,000 m^3 /日および100,000 m^3 /日の施設についてはターボブロワのみを考慮する。
- 5) 最終沈殿池は長方形池について比較し，本法においては円形池についても合わせて検討した。
- 6) 構造物はすべて平面配置とし，敷地面積はエアレーションタンク，最終沈殿池および機械棟とする。
- 7) 建設費の単価は，昭和54年12月を基準とした。

以上の条件による現時点での建設費および敷地面積の積算結果の比較は次のようにまとめられる。

27. 計画下水量 $10,000\text{ m}^3/\text{日}$ 、 $50,000\text{ m}^3/\text{日}$ および $100,000\text{ m}^3/\text{日}$ の施設（ともに長方形最終沈殿池を設置）で比較すると、本法の施設の建設費はターボブロウを採用した標準活性汚泥法の施設に比べて10ないし20%安くなった。
28. 計画下水量 $10,000\text{ m}^3/\text{日}$ の施設（ともに長方形最終沈殿池を設置）で比較すると、本法の施設の建設費は、ルーツブロウを採用した標準活性汚泥法の施設に比べて20%前後高くなった。
29. 本法の施設で円形最終沈殿池を設置すると、長方形最終沈殿池を設置した場合に比べて、建設費は計画下水量 $10,000\text{ m}^3/\text{日}$ では7%前後、 $50,000\text{ m}^3/\text{日}$ では8.5%前後、また $100,000\text{ m}^3/\text{日}$ では14%前後安くなった。
30. ともに長方形最終沈殿池を有する場合、本法の施設の敷地面積は、標準活性汚泥法の施設に比べて、15～28%小さい。
31. 円形最終沈殿池を有する本法の施設の敷地面積は、長方形最終沈殿池を有する標準活性汚泥

法の施設に比べて11～20%小さい。

(採用にあたっての留意事項)

32. 本法は設計および維持管理について十分な配慮を行なえば、処理効率、環境対策などにおいて標準活性汚泥法よりも優れている面もあるが、その経済性を発揮するためには運転管理に十分な知識と熟練が必要である。

(付 記)

33. 本法を用いた1部の施設では、コンクリート表面および鉄鋼製品に腐蝕が認められるが、この原因については明らかにされていない。したがって、施設の耐久性については不明である。
34. 現在採用されている吸着分離式酸素発生装置の空気圧縮機は、無負荷条件でも負荷条件の約30%の電力を消費する。省エネルギーの観点から、消費電力量を減少できる設備の開発が望まれる。

表-1 設計負荷条件

項 目	本 法	標 準 活 性 汚 泥 法
エアレーションタンク		
返送汚泥濃度	16,000 mg/ℓ	4,800 mg/ℓ
汚泥返送比	27～54%	40～80%
M L S S	3,400 mg/ℓ	1,400 mg/ℓ
BOD-SS負荷	0.56 kg/SS・kg・日	0.38 kg/SS・kg・日
酸素または空気量	除去BOD当り1.1 kg・O ₂ として エアレーションタンク内の酸素利用効率を90%とし設備の余裕を10%見込む	対下水量7.5倍とし設備の余裕を10%見込む
最終沈殿池		
水面積負荷	25 m ³ /m ² ・日	25 m ³ /m ² ・日
越流負荷	150 m ³ /m・日	150 m ³ /m・日
滞留時間	2.9 時間	2.5 時間
有効水深	3.0 m	2.6 m