

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-12425

(P2008-12425A)

(43) 公開日 平成20年1月24日(2008.1.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO2F 3/34 (2006.01)	CO2F 3/34 1O1A	4DO4O
CO2F 3/30 (2006.01)	CO2F 3/34 1O1C	
	CO2F 3/30 C	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2006-185572 (P2006-185572)	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成18年7月5日(2006.7.5)	(71) 出願人	000230571 日本下水道事業団 東京都新宿区四谷三丁目3番1号
		(71) 出願人	000219451 東亜ディーケーケー株式会社 東京都新宿区高田馬場1丁目29番10号
		(71) 出願人	000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
		(71) 出願人	591083244 富士電機システムズ株式会社 東京都品川区大崎一丁目11番2号

最終頁に続く

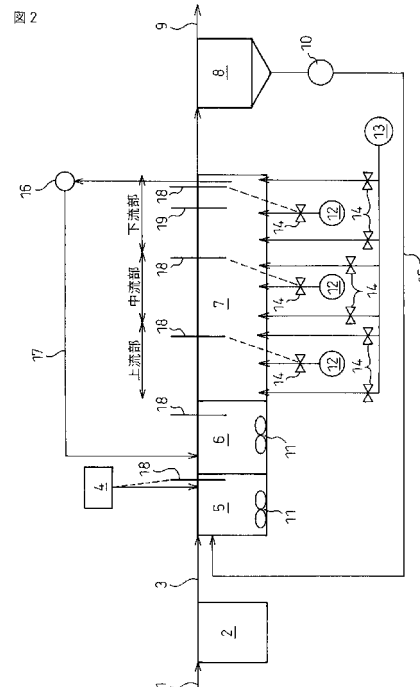
(54) 【発明の名称】 下水からのりん及び窒素の除去方法並びに除去装置

(57) 【要約】

【課題】 水量・水質変動のある下水から窒素及びりんを効率的に安定して除去する方法及び装置の提供。

【解決手段】 嫌気槽、無酸素槽、及び好気槽を使用する生物学的な下水からのりん及び窒素の除去方法において、好気槽を上流側から下流側にかけて複数の区画に分割して曝気し、且つ、前記好気槽の各区画の曝気量を上流側から下流側へ削減する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

嫌気槽、無酸素槽、及び好気槽を使用する生物学的な下水からのりん及び窒素の除去方法において、好気槽を上流側から下流側にかけて複数の区画に分割して曝気し、且つ、前記好気槽の各区画の曝気量を上流側から下流側へ削減することを特徴とする前記方法。

【請求項 2】

前記好気槽の各区画の曝気量を、各区画の硝化反応の寄与率によって決定することを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記好気槽の各区画の O R P (酸化還元電位、銀/塩化銀電極基準) を測定し、当該 O R P の測定値を指標として、前記好気槽の各区画の曝気量を制御することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記指標は、O R P 値と硝化反応の進行度の関係を予め把握し、当該把握した関係によって曝気量を決定することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記好気槽の分割区画数 2 以上 5 以下とし、当該分割した最下流区画の O R P 値を + 8 0 m V 以上 + 1 0 0 m V 以下の範囲に制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記嫌気槽の O R P を測定し、当該 O R P の測定値を指標として、嫌気槽に有機酸を添加することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 7】

前記無酸素槽を 2 槽以上 5 槽以下に分割すると共に、前記好気槽の硝化液の一部を前記分割した無酸素槽の各槽へ切り替えて循環投入できるようにし、

前記嫌気槽の O R P を測定し、当該測定値を指標として、前記硝化液の前記無酸素槽への循環投入位置を決定することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

嫌気槽、無酸素槽、及び好気槽を有する生物学的な下水からのりん及び窒素の除去装置において、好気槽を上流側から下流側に向かって 2 段以上 5 段以下の区画を設定し、当該設定した各区画には、O R P 計を設置することに加えて、それぞれ所定の一定流量の曝気用空気を供給するベースノズルを設置すると共に、曝気量の変更が可能な制御用ノズルを設置し、前記各区画のベースノズルへ供給する曝気用空気の配管は集合して共通のベースプロワに接続され、前記各区画に供給する制御用ノズルの配管はそれぞれ独立した制御用プロワに接続されることを特徴とする前記装置。

30

【請求項 9】

前記各区画の O R P 計の測定値により、前記制御用プロワの曝気量をフィードバック制御できることを特徴とする、請求項 8 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、下水中に含まれるりん及び窒素を生物学的に除去するプロセスを、O R P を用いて安定化、効率化させる方法およびその装置に関する。

【背景技術】

【0002】

まず、窒素の生物学的除去に関する従来技術を説明する。

下水からの窒素の除去原理は、以下のような生物学的硝化反応と脱窒素反応であり、このような生物処理法が、物理化学的な方法(次亜塩素酸ナトリウムで分解あるいはアンモニアストリッピング)と比較するとランニングコストが小さく、下水処理分野で広く採用されている。本プロセスは、絶対好気性・独立栄養細菌(Nitrosomonas, Nitrobacter等

50

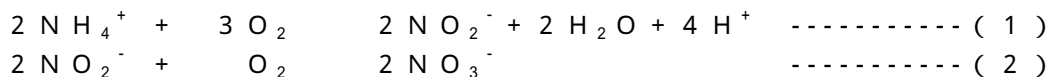
の硝化細菌)による生物学的酸化反応(硝化反応)と通性嫌気性・従属栄養細菌(Pseudomonas等の脱窒細菌)による生物学的還元反応(脱窒反応)の組み合わせから成っている。

【0003】

まず、硝化反応について説明する。硝化反応は、溶存酸素(DO)の存在下、すなわち、好気性の条件下において、硝化細菌を用いて、アンモニア性窒素(NH₄-N)を亜硝酸性窒素(NO₂-N)または硝酸性窒素(NO₃-N)まで酸化させる工程である。以下の2段の反応から成っており、関与する硝化細菌の種類は異なっている。すなわち、(1)式に示す反応は、Nitrosomonasを代表種とするアンモニア酸化細菌によってもたらされ(2)式に示す反応は、Nitrobacterを代表種とする亜硝酸酸化細菌によってもたらされる。

10

【0004】



【0005】

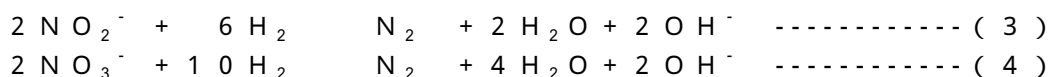
しかしながら、硝化細菌は、有機物を分解する従属細菌と比較すると、増殖速度が小さく、また、下水や排水中の成分変動によって活性阻害を受けやすい。このため、窒素を除去するためには、硝化細菌を活性汚泥中に安定して大量に増殖させることが極めて重要である。通常、好気槽中での活性汚泥滞留時間(SRT: Sludge Retention Time)および溶存酸素濃度(DO: Dissolved Oxygen)を指標として管理されている。

【0006】

次に脱窒反応について説明する。硝化反応によって生成したNO₂-N並びにNO₃-Nは、活性汚泥中の脱窒細菌により、無酸素かつ有機物の存在下で、以下のように還元されて、酸化窒素ガス(N₂O)あるいは窒素ガス(N₂)となり大気中に放散される。

20

【0007】



【0008】

脱窒素を安定して行なうためには、以下の2点が極めて重要である：

(1) DOが存在しないこと(無酸素条件)：脱窒細菌は、DOが存在すると、DOを優先的に用いてしまう。このため、NO₂-NやNO₃-Nが残留しやすい。

30

(2) 十分な有機物(水素供与体)があること：脱窒を行なうためには十分な水素供与体が必要である。水素供与体として、都市下水などでは、下水中の有機物(BOD成分)がそのまま用いられ、有機物を含まない廃水ではメタノールなどが外部から添加されることが多い。BODの場合、BOD(mg/L)は窒素(mg/L)に対して、BOD/N比=3以上必要(Nは窒素元素として)とされている。有機物の種類も重要であり、脱窒速度に大きく影響する。

【0009】

生物学的窒素除去プロセスは、上述したような硝化反応と脱窒素反応を組み合わせたプロセスとなる。通常、最初沈殿池、反応槽(無酸素槽、好気槽)、最終沈殿池から構成されている。反応槽は、無酸素槽、好気槽の順で構成され、好気槽で得た硝化反応の進んだ液を無酸素槽に循環させ、下水中の有機物を利用して脱窒素させることが多い。このため、循環式硝化脱窒法と呼称されている。以下に、循環式硝化脱窒法について説明する。

40

【0010】

最初沈殿池は下水中の粗大浮遊物を沈降除去し、反応槽に流入する有機物の負荷を減じる。反応槽は、無酸素槽と好気槽からなりたっているが、無酸素槽(溶存酸素のない状態)には、好気槽から硝化液が循環返送される。無酸素槽において、硝化液中のNO₂-N並びにNO₃-Nは、活性汚泥中の脱窒細菌により、下水中の有機物と反応し、窒素ガスとして還元除去される。好気槽では、曝気のもとで、活性汚泥中の硝化細菌によりアンモニア性窒素の酸化(硝化)が行なわれ、硝化液の一部が無酸素槽に循環される。最終沈殿池においては、活性汚泥を沈降分離させ上澄液は放流する。沈降分離された濃縮活性汚泥は、

50

その一部を余剰汚泥として引きぬくとともに返送汚泥として、無酸素槽に返送される。

【0011】

生物学的窒素除去プロセスは、物理化学的方法と比較するとランニングコストが小さい利点がある。しかしながら、運転管理が難しい課題も有している。例えば、好気槽末端部において、DOを1.5mg/L以上を維持することが望ましいとされている（非特許文献1、第185頁参照）。これは好気槽でDO（溶存酸素）が不足するとアンモニア酸化が阻害されると考えるためである。一方、好気槽からの循環液を受け入れる無酸素槽においては、酸化還元電位（ORP）をできるだけ低く保つようにするため、好気槽末端のDOがあがりすぎないようにとも記載されている（非特許文献2、第34頁参照）。このようなことから、実際の操業において、管理が難しい側面を有している。

10

【0012】

このように、生物学的窒素除去プロセスは、基本的な方法は確立された技術であるが、制御が難しい側面があり、安定的・効率的に稼働させるための適切な運転管理方法の確立が強く望まれている。

【0013】

次に、本発明に関わる生物学的りん除去の従来方法について説明する。生物学的りん除去プロセスは、一般に最初沈殿池、反応槽（嫌気槽と好気槽）、最終沈殿池から構成されている。最初沈殿池は下水中の粗大浮遊物を沈降除去し、反応槽への有機物負荷を減じる。反応槽は、嫌気槽と好気槽からなりたっており、嫌気槽において、嫌気性条件下におき、活性汚泥中の一部の細菌群（以下、ポリりん酸蓄積細菌という）からりんを放出させる。さらに、好気槽において、ポリりん酸蓄積細菌にりんを放出量以上過剰に摂取させる。最終沈殿池においては、活性汚泥を沈降分離させ上澄液は放流する。最終沈殿池で沈降分離された濃縮活性汚泥は、その一部を余剰汚泥として引きぬくとともに、返送汚泥として、嫌気槽に返送ポンプにより返送される。余剰汚泥は、りんを高濃度を含むため、下水中に含まれていたりんは余剰汚泥の形で系外に引き抜かれることとなる。このような方式を採用すると下水の活性汚泥中のりん濃度は2～3%から5～6%程度に増大するといわれている。このような生物学的りん除去プロセスは、嫌気槽と好気槽から構成されているためAO法（Anaerobic-Oxic Process）と呼称されている。

20

【0014】

生物学的りん除去プロセスは、薬注法（凝集剤で不溶化して除去する）と比較すると、ランニングコストが安い、余剰汚泥発生量の増加が小さいなどの利点がある。しかしながら、雨水などが下水に流入すると、下水中の有機物濃度が低下し、嫌気槽において嫌気性条件が達成されず、りんの放出が不十分となり、この結果、処理が不安定化しやすい課題がある。

30

【0015】

また、好気槽末端部において、DOを1.5mg/L～2.0mg/Lを維持することが望ましいとされている（非特許文献1、第112頁参照）。これは好気槽でDO（溶存酸素）が不足すると有機物の分解やりん摂取が阻害されると考えるためである。

【0016】

生物学的りん除去プロセスは、基本的な方法は確立された技術であるが、制御が難しい側面があり、安定的・効率的に稼働させるための適切な運転管理方法の確立が強く望まれている。

40

【0017】

最後に、本発明に関わる生物学的りん及び窒素同時除去の従来方法について説明する。生物学的りん及び窒素同時除去プロセスは、前述した生物学的りん除去プロセスと生物学的窒素除去プロセスを組み合わせたプロセスであり、通常、最初沈殿池、反応槽（嫌気槽、無酸素槽、好気槽）、最終沈殿池から構成されている。最初沈殿池は下水中の粗大浮遊物を沈降除去し、反応槽での有機物負荷を減じる。反応槽は、嫌気槽、無酸素槽と好気槽の順でなりたっている場合が多く、このような場合、A₂O法（Anaerobic-Anoxic-Oxic Process）といわれている（図1参照）。

50

【0018】

以下にA₂O法について説明する。嫌気槽では前述したように活性汚泥中のポリリン酸蓄積細菌がりんを放出する。無酸素槽には、好気槽から硝化液が循環返送される。無酸素槽においては、この硝化液中のNO₂-N並びにNO₃-Nは、活性汚泥中の脱窒細菌により、下水中の有機物との脱窒反応により、窒素ガスとして除去される。好気槽では、活性汚泥中の硝化細菌によりアンモニア性窒素の酸化（硝化）が行なわれ、硝化液の一部は、無酸素槽に循環される。また、好気槽では、ポリリン酸蓄積細菌は、りんを過剰に摂取する。最終沈殿池では、活性汚泥を沈降分離し、上澄液は放流する。沈降分離された濃縮活性汚泥は、その一部を余剰汚泥として引きぬくとともに返送汚泥として、嫌気槽に返送ポンプにより返送される。余剰活性汚泥は、りんを高濃度を含むため、下水に含まれていたりりんは余剰汚泥の形で系外に引き抜かれることとなる。

10

【0019】

生物学的りん及び窒素同時除去プロセスは、前述した生物学的窒素除去プロセスと生物学的りん除去プロセスの課題を併せ持つため、さらに、制御が難しい側面があり、安定的・効率的に稼働させるための適切な運転管理方法の確立が強く望まれている。

【非特許文献1】高度処理施設設計マニュアル、pp.94-122、pp.158-251、日本下水道協会、平成6年

【非特許文献2】嫌気-無酸素-好気法運転管理マニュアル（案）、東京都下水道サービス、平成9年3月、pp.21-53

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

まず、従来 of 生物学的窒素除去プロセスの課題について説明する。

窒素除去については、硝化反応にともない、(1)及び(2)式から4.57kg O₂/kg NH₄-Nの酸素消費が発生する。このような硝化反応を推進するため、ブローによるエネルギー消費量が大きくなるため、無駄な曝気を極力削減する方策が必要である。

【0021】

好気槽における硝化反応を促進するため、従来は、図1に示すプロセスにおいて、好気槽末端部のDO計19のDO値を用いたブロー制御が広く行われている。具体的には、好気槽末端部のDO計19のDO値として通常1.5mg/L以上のDO値が残存することが必要とされ、このDO値によって、好気槽全体の曝気量が管理されている（非特許文献1および非特許文献2）。このDOによる管理方法の場合、好気槽末端部のDO計19のDO値によってのみ、好気槽全体が管理されているため、好気槽の上流部から中流部にかけてDOがほぼ0となっており、好気槽の上流部から下流部にかけての各区画において、どの程度、硝化反応が進んでいるかは把握することは全くなされていない。

30

【0022】

また、好気槽末端部のDO計19のDO値による管理方法では、以下のように下水の水量や水質の時間変動が大きな場合、対応が困難となると考えられる。

【0023】

下水は通常濃度や水量の時間変動があるのが一般的である。例えば、午前中は、流入水量が増加するが、夜間には下水量が低下する傾向がある。また、余剰汚泥の脱水などの工程から排出される高濃度のアンモニア含有排水が下水に返送される場合などには、窒素やりんの濃度変動が付加され、一時的に高濃度の排水が流入する。このような水量や水質の時間的変動は、水質管理やエネルギー消費量削減の観点から、操業の工夫や調整池などで極力平準化することが望ましい。しかしながら、このような方策で、水量や濃度の時間変動を抑えられない場合には、従来 of 好気槽の管理方法のままでは安定した処理結果を得ることは難しい。例えば、通常、好気槽の水理的滞留時間は8~12時間程度もある。このため、高いアンモニア濃度の下水が流入している時間帯に、好気槽末端部では低いアンモニア濃度の下水を処理していることになる。この場合、好気槽末端部のDO計19のDO値で好気槽全体の曝気量を調整する方法をとると、DOが十分に供給されていると判断され、

40

50

好気槽の曝気量を増加させることはない。このため、高いアンモニア濃度の下水が好気槽で十分に処理されないまま、8~12時間後に好気槽末端部に到達してしまうこととなる。高いアンモニア濃度の下水が好気槽末端部に到達後、好気槽末端部のDO計19のDO値は急激に低下するが、この段階でいくら好気槽の曝気量を増やしたとしても硝化反応の進行を進めることはできず、アンモニアの流出を招いてしまう。

【0024】

また、好気槽末端部のDO計19のDO値で管理する方法では、アンモニア濃度の低い濃度の下水が流入する時間帯には、逆に、過剰の空気量を好気槽全体に供給することとなり、ブローによる電力消費量を増加させてしまう。

【0025】

このように、従来の好気槽の運転方法のままでは、アンモニア濃度が時間的に大きく変動するような負荷変動が大きな下水の処理には、水質確保・省エネルギーの両面からの確に対応できない。アンモニア濃度が時間的に大きく変動するというような下水を処理するためには、好気槽各区画における硝化反応の進行度をリアルタイムで把握できるモニタリングと好気槽各区画の曝気量の制御が必要となる。このことによって、硝化反応の維持とエネルギー消費量のミニム化を両立して達成することができると考えられる。

【0026】

次に、生物学的なりんの除去方法の最も大きな課題は、りん除去の不安定性である。この原因は、嫌気槽と好気槽の運転方法にある。

【0027】

まず、嫌気槽であるが、雨水などの下水への混入などにより、下水中での有機物濃度が低下し、 $\text{NO}_x\text{-N}$ が流入すると嫌気槽でのりんの放出が抑制される。これはORP(酸化還元電位)の上昇と密接に関係している。嫌気槽で、一旦、りんの放出現象が抑制されると、好気槽でのりんの過剰な摂取能力が低下してしまう。嫌気槽でのりん放出を良好に行なうためには下水中に大量の有機物(BODで表示)が必要であり、嫌気槽流入水のBOD(mg/L)/T-P(全りん:mg/L)濃度比が20~25以上あればりんの放出は良好であるとされている(非特許文献1、非特許文献2参照)。しかしながら、嫌気槽流入水のBOD/T-P比が25以上あっても、嫌気槽でのりんの放出が不良で、処理水中に多量のりんが残留するケースが多くあった。この原因の1つが返送汚泥などからの $\text{NO}_x\text{-N}$ の流入であった。このため、発明者らは、嫌気槽のORP(酸化還元電位、銀/塩化銀電極基準)値が-400mV以上-200mV以下の範囲に維持されるように、有機酸を嫌気槽に添加することを特徴とする下水からのりん除去の安定化方法を提案している。

【0028】

次に、好気槽であるが、好気槽でのりんの摂取については、これまでDO濃度との関連が多く指摘されてきた。すなわち、DOが不足するとりん摂取が阻害されるため、概ね、好気槽末端のDO濃度は、1.5~2.0mg/L(非特許文献1参照)あるいは1.5~3.0mg/Lが望ましいとされている(非特許文献2参照)のである。

【0029】

しかしながら、先に述べたように、通常、下水は濃度・水量の時間変動がある。このような時間変動が大きな場合には、好気槽末端部DO計19のDO値によって、好気槽全体の曝気量を制御するのはりん摂取にとっても多くの問題がある。

【0030】

例えば、好気槽の水理的滞留時間は8~12時間程度あるため、非常に大量の下水、あるいは高い汚濁物濃度の下水が流入している時間帯に、好気槽末端部では少量の下水の時間帯、あるいは、低い汚濁物濃度の下水を処理している。このような場合、従来のDO計19のDO値による制御ではブローによる空気量の供給を削減してしまい、好気槽の上流部から中流部にかけて、りんの摂取不足が生じてしまう。

【0031】

また、この逆であれば、過剰の空気量を供給し、曝気量が増加し、ブローによる電力消費量が大きいため、ランニングコストの上昇を招いてしまう。このように、従来の運転方

10

20

30

40

50

法のままでは負荷変動のある下水のりん処理に的確に対応することは困難である。

【0032】

このように、従来の好気槽の運転方法のままでは、下水の水量・水質が大きく時間変動するような下水の処理には的確に対応できない。下水の水量・水質が時間的に大きく変動するというような下水を処理するためには、好気槽各区画におけるりん摂取反応の進行度を把握できるモニタリングと好気槽各区画の曝気量の時間的調整が必要となる。このことによって、りん摂取の維持と、エネルギー消費量のミニマム化を達成することができるのである。

【0033】

下水からの生物学的りん・窒素同時除去技術については、前述したりん除去、および、窒素除去の課題を併せ持つ。いずれにせよ、従来の管理方法は、時間的な水質・水量変動の大きな下水に対しては、水質の維持・省エネルギーの両面から十分な対応をすることが困難であり、時間的な水質・水量変動の大きな下水にも容易に対応できる管理方法が強く求められている。

10

【0034】

本発明は、水質・水量が時間的に大きく変動する下水・廃水から、安定して窒素・りんを除去することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0035】

本発明者らは、上記の課題を解決すべく検討を重ねた結果、以下の方法により、下水から安定して窒素、りんを除去することに成功した。本発明の要旨とするところは、次の(1)～(9)である。

20

【0036】

(1)嫌気槽、無酸素槽、及び好気槽を使用する生物学的な下水からのりん及び窒素の除去方法において、好気槽を上流側から下流側にかけて複数の区画に分割して曝気し、且つ、前記好気槽の各区画の曝気量を上流側から下流側へ削減することを特徴とする前記方法。

【0037】

(2)前記好気槽の各区画の曝気量を、各区画の硝化反応の寄与率によって決定することを特徴とする前記(1)に記載の方法。

30

【0038】

(3)前記好気槽の各区画のORP(酸化還元電位、銀/塩化銀電極基準)を測定し、当該ORPの測定値を指標として、前記好気槽の各区画の曝気量を制御することを特徴とする、前記(1)又は(2)に記載の方法。

【0039】

(4)前記指標は、ORP値と硝化反応の進行度の関係を予め把握し、当該把握した関係によって前記曝気量を決定することを特徴とする、前記(1)～(3)のいずれかに記載の方法。

【0040】

(5)前記好気槽の分割区画数2以上5以下とし、当該分割した最下流区画のORP値を+80mV以上+100mV以下の範囲に制御することを特徴とする、前記(1)～(4)のいずれかに記載の方法。

40

【0041】

(6)前記嫌気槽のORPを測定し、当該ORPの測定値を指標として、嫌気槽に有機酸を添加することを特徴とする、前記(1)～(5)のいずれかに記載の方法。

【0042】

(7)前記無酸素槽を2槽以上5槽以下に分割すると共に、前記好気槽の硝化液の一部を前記分割した無酸素槽の各槽へ切り替えて循環投入できるようにし、前記嫌気槽のORPを測定し、当該測定値を指標として、前記硝化液の前記無酸素槽への循環投入位置を決定することを特徴とする、前記(1)～(6)のいずれかに記載の方法。

50

【0043】

(8) 嫌気槽、無酸素槽、及び好気槽を有する生物学的な下水からのりん及び窒素の除去装置において、好気槽を上流側から下流側に向かって2段以上5段以下の区画を設定し、当該設定した各区画には、ORP計を設置することに加えて、それぞれ所定の一定流量の曝気用空気を供給するベースノズルを設置すると共に、曝気量の変更が可能な制御用ノズルを設置し、前記各区画のベースノズルへ供給する曝気用空気の配管は集合して共通のベースプロワに接続され、前記各区画に供給する制御用ノズルの配管はそれぞれ独立した制御用プロワに接続されていることを特徴とする前記装置。

【0044】

(9) 前記各区画のORP計の測定値により、前記制御用プロワの曝気量をフィードバック制御できることを特徴とする前記(8)記載の装置。

10

【0045】

尚、本発明において、「好気槽を上流側から下流側にかけて複数の区画に分割して曝気」というところの「区画」とは、好気槽を上流から下流にかけて複数段に分けて曝気し、各段毎に曝気量の制御やORPの測定を行うという、単位操作を独立して行うための区画のことであり、単位操作を独立して行うことができれば好気槽内に新たに物理的な仕切りを設ける必要性は無い。

【発明の効果】

【0046】

本発明により、水質・水量が時間的に大きく変動する下水・廃水から、安定して窒素・りんを除去することが可能となる。省エネルギー化が図れる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

生物学的りん・窒素同時除去プロセス、特にA₂O法を事例として発明法を説明する。

従来 of 制御方式のA₂O法処理フローを図1に、本発明の制御方式のA₂O法処理フローを図2に示す。

【0048】

いずれの方法も下水の処理手順は同じである。下水1に含まれる粗大浮遊物(主として汚泥)は、最初沈殿池2において沈降除去される。その後、最初沈殿池流出水3は、嫌気槽5に流入する。嫌気槽5では前述したように活性汚泥中のポリりん酸蓄積細菌がりんの吐き出しをおこなう。無酸素槽6には、好気槽7から硝化液17が循環返送される。無酸素槽6においては、この硝化液17中のNO₂-N並びにNO₃-Nは、活性汚泥中の脱窒細菌により、下水中の有機物との脱窒反応によって、窒素ガスとして除去される。好気槽7では、活性汚泥中の硝化細菌によりアンモニア性窒素の酸化(硝化)が行なわれる。また、好気槽7では、活性汚泥中のポリりん酸蓄積細菌が、りんを過剰に摂取する。最終沈殿池8では、活性汚泥を沈降分離し、上澄液は放流する。沈降分離された濃縮活性汚泥は、その一部を余剰汚泥として引きぬくとともに返送汚泥15として、嫌気槽5に返送ポンプ10により返送される。図1の従来法と図2の発明法では、好気槽7や嫌気槽5の運転管理方法が大きく異なっている。

30

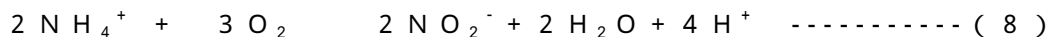
【0049】

まず、窒素除去の視点から、本発明の中心である好気槽7の運転方法を説明する。

両法とも好気槽7では、基本として、常時、ベースノズル(ベースプロワ13に空気供給配管接続)によって曝気を行ない、アンモニア酸化細菌により、NH₄-NをNO₂-Nまで酸化する。続いて、亜硝酸酸化細菌により、NO₂-NをNO₃-Nまで酸化する。

40

【0050】



【0051】

しかしながら、好気槽7の曝気の制御方法は大きく異なる。表1に従来法と発明法の比較を示し、従来法との差異を説明する。

50

【 0 0 5 2 】

【 表 1 】

従来法と発明法の比較

	好気槽各区画の曝気量	好気槽各区画の硝化寄与率	硝化寄与率制御
従来法	均一曝気	一定	なし
発明法	テーパード (大→小)	テーパード (大→小) *	あり (ORP制御) *

*は、より好ましいケース

10

【 0 0 5 3 】

まず、図 1 の従来法では、好気槽 7 末端部に設置した D O 計 1 9 の値によって、好気槽 7 全体の曝気量を制御する。より具体的には、硝化反応を完了させるためには好気槽 7 末端部に設置した D O 計 1 9 の値が通常 1 . 5 m g / L 以上あることが必要とされ、この D O 値によって、各ベースノズルの合計曝気量、すなわち、ベースプロワ 1 3 の曝気量の総量が増減されている。

【 0 0 5 4 】

この場合、好気槽 7 の上流側から下流側にかけて、あくまで均一の曝気である。また、従来法では好気槽 7 の上流側から下流側にかけて複数の区画に分割し、それぞれの区画において、曝気量を変えたり、またどの程度、硝化反応が進んでいるかは把握することは全くなされていない。一方、図 2 の本発明法では、好気槽 7 の上流側から下流側にかけて曝気量を削減するように曝気するところに特徴がある。

20

【 0 0 5 5 】

すなわち、好気槽 7 の上流側から下流側にかけての曝気量は均一ではない。言い換えれば、好気槽 7 を上流側から下流側にかけて曝気量を変更できる複数の区画に分割し、各区画の曝気量を上流側から下流側へ削減するものである。発明者らは、好気槽 7 での硝化反応は、好気槽 7 の微生物量ではなく、むしろ、好気槽 7 への酸素供給量で支配されている場合が大半であり、好気槽 7 の上流側での酸素供給量を増加させることによって硝化反応を上流側で促進できることを見出した。すなわち、好気槽 7 の上流側を微生物量 (硝化細菌量) 律速になる程度まで酸素供給量を増やしてやれば、上流部において硝化反応を従来法 (好気槽 7 の上流側から下流側にかけて均一の曝気) よりも促進できるのである。好気槽 7 の上流部で硝化反応を促進することにより、下水の窒素の負荷変動がかなりあったとしても処理水質の維持が容易となる利点がある。

30

【 0 0 5 6 】

具体的手段としては、各区画に設置されたベースノズル (各ノズルの曝気用空気の供給配管は集合して共通のベースプロワ 1 3 に接続) の曝気量を、上流側から下流側へかけて削減するようにバルブ等で調整する。

【 0 0 5 7 】

その際、特に、分割した好気槽 7 の各区画における「硝化反応の寄与率」に沿って曝気量を削減することで、より安定してりん及び窒素を除去することが可能となる。

40

【 0 0 5 8 】

なお、「硝化反応の寄与率」とは、好気槽 7 において硝化反応が 100% 進行した場合、好気槽 7 の各区画が硝化反応をどの程度担ったかを示す数値である。ここで硝化反応 1 0 0 % とは、硝化液中の NH_4-N の濃度が検出限界以下となった状態である。

【 0 0 5 9 】

すなわち、硝化反応の寄与率 [%]

$$= \left(\text{好気槽 7 の各区画における硝化液中の } NH_4-N \text{ の濃度} \right. \\ \left. / \text{無酸素槽 6 から好気槽 7 に流入する処理液中の } NH_4-N \text{ の濃度} \right) \times 100$$

となる。

50

【0060】

尚、本発明において、「区画」とは、好気槽を上流から下流にかけて複数段に分けて曝気し、各段毎に曝気量の制御やORPの測定を行うという、単位操作を独立して行うための区画のことであり、単位操作を独立して行うことができれば好気槽内に新たに物理的な仕切りを設ける必要性は無い。

【0061】

ベースブロウ13による好気槽7の各区画の曝気量は、例えば、ベースノズルの弁14の開度を上流側から下流側にかけて削減するように調整する。各ベースノズルにおける曝気用空気の供給量は、前記調整後は一定を保つ。ベースノズルは各区画に1つに限ったものではなく、好気槽7各区画に複数設置してもかまわない。

10

【0062】

さらに、下水の水質・水量変動が大きく、ベースブロウ13のみでは好気槽7各区画における硝化反応の制御が困難な場合、好気槽7の上流側から下流側にかけて複数箇所に制御用ノズル(1つのノズルに対し、1つの制御用ブロウ12で対応)を設置し、この制御用ブロウ12の曝気量を該当する好気槽7各区画における硝化反応の寄与率が達成できるように制御することが好ましい。制御用ノズルは各区画に1つに限ったものではなく、好気槽7各区画に複数設置してもかまわない。

【0063】

また、この際、ベースブロウ13と制御用ブロウ12の総容量は、予測される下水の時間最大のアンモニア性窒素負荷量に対応して設定すればよい。

20

【0064】

なお、下水の時間最大のアンモニア性窒素負荷量は、下水の時間あたりの最大水量とアンモニア性窒素濃度を積算することによって得られる。ブロウの総容量は、このアンモニア性窒素負荷量を硝酸性窒素まで酸化するのに必要な酸素量から容易に求めることができる。

【0065】

好気槽7の各区画に設置した制御用ノズル(制御用ブロウ12に空気供給配管接続)の曝気量は、以下のように制御する。すなわち、好気槽7の上流側から下流側にかけて均等に分割した複数区画の末端部にORP(酸化還元電位、銀/塩化銀電極基準)計18をそれぞれ設置し、このORP計18の測定値に応じて、ORP(酸化還元電位、銀/塩化銀電極基準)計18の近傍に設置した制御用ノズルの曝気量を増減させ、所定のORP値に維持することにより、好気槽各区画の硝化寄与率を調整する。各区画のORP値は、ORP値と硝化反応の進行度の関係を予め実際の下水を用いたバッチ実験で把握し、この得られた関係によって決定する。

30

【0066】

さらに従来法との比較の上で、発明法の利点についてより詳細に説明する。

従来法と比べた発明法の利点は、以下の通りである。

図1の従来法では、通常、好気槽7末端のDO計19のDO値を1.5~3.0mg/Lとなるように、好気槽7全体を均一に曝気する(非特許文献1、非特許文献2参照)。

【0067】

しかしながら、この考え方は、下水の時間的な負荷変動がほとんどなく、また、硝化反応を好気槽で均等に行うとの前提に立っている。すなわち、好気槽7を各区画に分割したとすると各区画での硝化寄与率が等しいことを前提としている。

40

【0068】

例えば、実際にはこのような管理は行なわれていないが、好気槽7を仮に上流部、中流部、下流部に3分割したとすると図5に示すように各区画の硝化寄与率は等しく33%となる。したがって、好気槽7末端のDO計19のDO値をむやみに下げることにはできない。好気槽7末端のDO計19のDO値を下げすぎると、好気槽7末端部分の硝化速度が減少し、所定の硝化寄与率、ひいては所定の水質が得られなくなる。このため、好気槽7末端のDO計19のDO値は、1.5~3.0mg/Lとせざるを得ず、省エネルギー化は困難である。

50

【0069】

さらに、下水のアンモニア負荷が時間毎に大きく変動し上昇した場合、好気槽7の滞留時間が8～12時間前後と長いため、流入水のアンモニア濃度が高い時間帯には、好気槽7末端部はアンモニア濃度が低い時間帯の下水を処理している場合がある。このような場合、好気槽7末端のDO計19のDO値による曝気量の制御方式では、好気槽7上流部の曝気量が不足し、好気槽7各区画での硝化速度の低下を招き、所定の硝化寄与率を得ることができなくなる。すなわち、酸素不足により各区画で想定していた安定した硝化寄与率を得ることができず、処理水質が悪化しやすい課題を有している。

【0070】

一方、図2の本発明法では、従来法と比較し、以下の利点がある。

10

まず、発明法では、前述したように、好気槽7の上流側から下流側にかけての曝気量は均一ではない。好気槽7を上流側から下流側にかけて曝気量を変更できる複数の区画に分割し、各区画の曝気量を上流側から下流側へ削減する。すなわち、好気槽の上流側を微生物量（硝化細菌量）律速になる程度まで、酸素供給量を増やしてやれば、上流部において硝化反応を従来法（好気槽7の上流側から下流側にかけて均一の曝気）よりも促進できる。上流部で硝化反応を促進することにより、下水に窒素の負荷変動があったとしても、処理水質の維持が容易となる。

【0071】

発明法では、好気槽7各区画のORP計18のORP値をモニタリングし、各区画の硝化寄与率を制御しているため、例えば下水のNH₄-N濃度が1.5倍に上昇しても、好気槽7の上流部で所定の硝化率を得ることには変わることがない。好気槽7の上流部で、所定の硝化率を達成できるだけの酸素量をORP計18のORP値を指標として送り込むことができるためである。

20

【0072】

ここで、留意すべきことはあらかじめアンモニアの最大の負荷量を下水水質変化の実績などから推定し、好気槽7各区画での設定のORP値に達する酸素量を送り込める、ベースブロウ13と制御用ブロウ12の総容量を設定することである。

【0073】

ベースブロウ13は、最小負荷量に設定し、制御用ブロウ12は時間最大負荷量時でも対応できるような容量に設定するのが望ましい。下水の負荷変動が大きくなればなるほど制御用ブロウ12のベースブロウ13に対する相対的な容量が大きくなり、また、負荷変動が小さくなればなるほど制御用ブロウ12の相対的な容量は小さくなる。

30

【0074】

さらに、省エネルギーの視点から重要であることは、好気槽7に対して、下水の水質・水量の時間的変化に対応した各時間帯に好気槽7各区画に硝化に必要な酸素量をいかにタイムリーに無駄なく供給するかということである。

【0075】

発明法では、好気槽7各区画に、好気槽7各区画のORP値を指標として、リアルタイムで硝化に必要なだけの酸素量を供給できる。しかも、好気槽7の上流部ほど硝化寄与率を増大させ、好気槽7下流側での硝化寄与率を小さくしているため、好気槽7下流側末端のDO計19のDO値はあえて1.5mg/L以上とする必要はなく、従来法と比べて省エネルギーが可能となる。

40

【0076】

最後に、発明法の好気槽の具体的な運転方法についてより詳細に説明する。

まず、図3に示すように硝化細菌が十分に存在している活性汚泥を用いて、バッチ実験を行ない硝化反応とORP値の時間的変化を求め、硝化反応とORP値の関係を予め把握する。図3の横軸は経過時間を示しているが、好気槽7における滞留時間としてとらえることができる。

【0077】

この結果から、図4に示すような好気槽におけるORP値と硝化率（各区画のNH₄-N濃度 /

50

好気槽流入水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度)の関係の図を作成することができる。

したがって、図2の実機連続運転のプロセスにおいても、好気槽7に十分に硝化細菌が存在し、硝化反応が順調に進行すると、好気槽7の上流側から下流側に沿って、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、 $\text{NO}_x\text{-N}$ が増加していくと考えられる。

【0078】

これにしたがい、好気槽7各区画のORP計18のORP値も、上流から下流にかけて徐々に上昇していくと考えることができ、バッチ実験結果と同様に、図4に示すような、好気槽7の各区画におけるORP値と硝化率の関係が判る。

【0079】

図4の結果から、硝化反応とORP値の関係を予め把握する。好気槽7のORP計18のORP値が $+40\text{mV} \sim +60\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)で硝化率は60~80%、好気槽7のORP計18のORP値が $+60\text{mV} \sim +80\text{mV}$ で硝化率は80~90%、好気槽7のORP計18のORP値が $+80\text{mV} \sim +100\text{mV}$ で硝化率は90%~100%となった。

10

【0080】

この結果から、好気槽7の上流側から下流側に沿って設置した好気槽7各区画のORP計18のORP値をモニタリングすることにより、各区画での硝化反応の進行度、すなわち、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の酸化の程度を知ることが可能となる。また、このような結果から、好気槽7の各区画における硝化反応の寄与率を決定することが可能となる。

【0081】

発明者らは、好気槽7各区画の最適な硝化寄与率を、実験的な検討から、以下のような分割に決定した。

20

発明者らは、好気槽7を均等に3分割した下水処理実験を実施し、上流部の硝化寄与率は60%程度、中流部の硝化寄与率は30%程度、下流部の硝化寄与率は10%程度が水質安定化と省エネルギー化の視点から最も望ましい管理手段であることを知見した。発明法と従来法の硝化寄与率の比較図を図5に示す。

【0082】

発明法のように硝化寄与率を上流部に重く配分すれば、下水の負荷変動があっても水質への影響が小さく、しかも、省エネルギー運転が可能である。好気槽7の分割は、3分割に限ったものではなく、本実験結果の図5をベースとして、好気槽7を2~5分割した場合のそれぞれの区画の硝化寄与率を決めればよい。

30

【0083】

例えば、2区画分割の場合は、図5の結果から、上流部の硝化寄与率は75%程度、また、下流部の硝化寄与率は25%程度が望ましいことがわかる。また、この場合には図4から、上流部のORP計18のORP値は、 $+50\text{mV} \sim +60\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)、また下流部のORP計18のORP値は、 $+80\text{mV} \sim +100\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)に制御すればよい。

【0084】

また、4区画分割の場合は、図5の結果から、1段部の硝化寄与率は50%2段部の硝化寄与率は25%、3段部の硝化寄与率は20%、4段部は5%が望ましい。この場合には図4から、1段部のORP計18のORP値は、 $+20\text{mV} \sim +30\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)、2段部のORP計18のORP値は、 $+50\text{mV} \sim +60\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)、3段部のORP計18のORP値は、 $+80\text{mV} \sim +90\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)、また、4段部のORP計18のORP値は、 $+90\text{mV} \sim +100\text{mV}$ (銀/塩化銀電極基準)に制御すればよい。

40

【0085】

さらに、5区画の分割の場合も図5から好気槽を5区画にわけて上述のように決定すればよい。

【0086】

省エネルギーの観点から重要なことは、最下流の好気槽区画での硝化寄与率を小さくすることである。最下流の好気槽区画での硝化寄与率を小さく設定すれば、最下流の好気槽末端部のDOを 1.5mg/L 以上にあえて維持しなくても、完全硝化が容易に進むため、省

50

エネルギー化を達成することができる。この場合、前記好気槽の分割区画数 2 以上 5 以下のいずれの場合でも、当該分割した最下流区画の O R P 値は + 8 0 m V 以上 + 1 0 0 m V 以下の範囲に含まれる。

【 0 0 8 7 】

しかしながら、D O を用いる従来法では、好気槽 7 を分割した各区画の硝化反応の進行度を知ることはできない。また、D O はあくまで硝化反応を進めるための必要条件の 1 つであるため、硝化反応の進行度とは直接の関係はない。例えば、D O 値がほぼ 0 m g / L であっても、硝化反応が進んでいる場合と全く硝化に必要な酸素量が不足し、硝化反応が進んでいない場合がある。前者は硝化に必要な酸素は供給しているが、酸素消費とのバランスでほぼ 0 となっている場合であり、後者は硝化に必要な酸素が不足している場合である。このような区別は D O 値によって得ることはできない。したがって、D O のみの管理の場合、硝化の進行度を知ることはできない。

10

【 0 0 8 8 】

次に、好気槽 7 でのベースブロウ 1 3、制御用ブロウ 1 2 の設置方法、運転方法について詳細に説明する。好気槽 7 を多く分割すればするほどより詳細な好気槽 7 の硝化反応の制御が可能となる。しかしながら、一方で、制御機器やブロウの数が増大する為、好気槽 7 の分割数は 5 分割以下とするのが現実的である。2 分割でもある程度の効果をうることができる。

【 0 0 8 9 】

事例として、以下に、好気槽 7 を 3 分割した事例を述べる。好気槽 7 を 3 分割し、前述したようにそれぞれの硝化寄与率を 6 0 %、3 0 %、1 0 % と設定する。これは発明者らが実施した実験結果では、好気槽を上流側から下流側に向かって 3 分割した場合、上流の好気槽で硝化寄与率が 6 0 %、中流の好気槽での硝化寄与率が 3 0 %、下流の好気槽で硝化率が 1 0 % となるように、好気槽の上流側から下流側に向けて各区画に設置した制御用ノズル（制御用ブロウ 1 2 に空気供給配管接続）の曝気量を制御した場合、最も処理水質の安定性維持と省エネルギー化を達成することができたためである。

20

【 0 0 9 0 】

ベースブロウ 1 3 からの好気槽 7 各区画への曝気量は、制御用バルブ 1 4 によってあらかじめ手動又は自動で調整し、好気槽 7 の各区画で設定した硝化寄与率に沿う形で、換言すれば、1 g の $\text{NH}_4\text{-N}$ を酸化するためには 4 . 5 7 g の酸素が必要であるが、各区画に必要なこの酸素量に見合う形で、制御用バルブ 1 4 によってあらかじめ手動又は自動で調整し、上流部から下流部へ削減する。具体的には、ベースブロウ 1 3 からの各区画への曝気量は、硝化寄与率に連動させ、例えば、好気槽 7 上流部で 6 0 %、中流部で 3 0 %、下流部で 1 0 % の空気供給量比なるように調整すればよい。ただし、反応効率は、ノズルの種類によって異なるので、実際の空気供給量は、用いるノズルの酸素吸収効率データをもとに算出すればよい。

30

【 0 0 9 1 】

さらに、好気槽 7 の各区画への曝気量は、O R P 値によってフィードバック制御することが好ましい。

【 0 0 9 2 】

例えば、好気槽 7 の上流側末端部の O R P 計 1 8 の設定値を + 4 0 m V 以上 ~ + 4 2 m V 以下、好気槽 7 の中流部の末端部の O R P 計 1 8 の設定値を + 6 0 m V 以上 ~ + 6 2 m V 以下、好気槽 7 の下流部の末端部の O R P 計 1 8 の設定値を + 9 0 m V 以上 ~ + 9 2 m V 以下となるように、制御用バルブ 1 4 の調整、あるいは制御用ブロウ 1 2 のブロウ回転数を自動制御することによって曝気量を O R P 値によって制御する。制御用バルブ 1 4 により制御用ブロウ 1 2 の曝気量を制御する場合、O R P 値の制御幅の設定は、1 m V 以上 2 m V 以下とすることが望ましい。2 m V 超であれば、O R P 値が上昇する速度と D O 値が上昇する速度にかなり差があるため、D O 値が上昇しやすくなり不経済となる。また、O R P 値の 1 m V 未満の場合は、制御用バルブ 1 4 が煩雑に稼動し、故障を招きやすくなる。

40

【 0 0 9 3 】

50

このような本発明法の発想は従来の方法からは全く読み取れない。また、脱窒素促進の視点から考えると、好気槽 7 末端から硝化液 16 を無酸素槽 6 へ送水しているが、好気槽 7 末端での DO 計 19 の DO 値が高すぎると、無酸素槽 6 での脱窒反応が阻害を受ける。本発明法では、好気槽 7 末端の DO 計 19 の DO 値を低めに保つことができ、脱窒素の観点からも本発明法は極めて望ましいことである。

【0094】

ただし、このような ORP による硝化反応の制御法は、活性汚泥中に硝化細菌が十分に存在していることが前提である。活性汚泥中の硝化細菌量が非常に小さい場合などには適用できないことは留意しておく必要がある。このような場合の反応槽の ORP 値は、必ずしもアンモニアの酸化反応を示していない。また、ORP 値は、pH、水温の影響を受けるため、大幅に変動する場合は設定値の補正を必要とする場合がある。

10

【0095】

次に、りん除去の視点から本発明の好気槽の運転方法を説明する。

まず、好気槽 7 においてりんの摂取に着目した場合について、図 2 を用いて説明する。

好気槽 7 では、ポリリン酸蓄積細菌により、りんが過剰に摂取される。従来、好気槽 7 でのりんの過剰摂取について、DO 濃度との関連が多く指摘されて、概ね、好気槽 7 末端の DO 濃度が 1.5~3.0 mg/L が望ましいとされてきた（非特許文献 1、非特許文献 2 参照）。この条件は、先に述べた従来法での硝化反応の管理条件と一致している。これに対して、発明者らは、好気槽 7 の ORP 18 とりんの摂取率が密接な関係があることを見出した。

【0096】

図 3 に示すようにポリリン酸蓄積細菌が十分に存在している活性汚泥を用いて、バッチ実験を行ない、りん摂取反応と ORP 値の時間的変化を求め、りん摂取反応と ORP 値の関係を予め把握した。図 3 の横軸は経過時間を示しているが、好気槽 7 における滞留時間としてとらえることができる。したがって、好気槽 7 に十分にポリリン酸蓄積細菌が存在し、ポリリン酸蓄積細菌によるりん摂取反応が順調に進行すると、好気槽 7 の上流側から下流側に沿って、 PO_4-P が減少していきにしたがい、好気槽 7 各区画の ORP 計 18 の ORP 値も、上流から下流にかけて徐々に上昇していくと考えることができる。

20

【0097】

この結果から、図 4 に示すような好気槽における ORP 値と PO_4-P 摂取率（各区画の PO_4-P 濃度 / 好気槽 7 流入水中の PO_4-P 濃度）の関係の図を作成することができる。したがって、図 2 の実機連続運転のプロセスにおいても、好気槽 7 に十分にポリリン酸蓄積細菌が存在し、 PO_4-P 摂取反応が順調に進行すると、好気槽 7 の上流側から下流側に沿って、 PO_4-P が減少していくと考えられる。

30

【0098】

これにしたがい、好気槽 7 各区画の ORP 計 18 の ORP 値も、上流から下流にかけて徐々に上昇していくと考えることができ、バッチ実験結果と同様に、図 4 に示すような、好気槽 7 の各区画における ORP 値と PO_4-P 摂取率の関係が判る。

【0099】

この結果から、りん摂取反応と ORP 値の関係を予め把握する。好気槽 7 の ORP 計 18 の ORP 値が +40mV ~ +50mV（銀 / 塩化銀電極基準）でりん摂取率は 80% 前後、好気槽 7 の ORP 計 18 の ORP 値が +60mV ~ +70mV でりん摂取率は 85% 前後、好気槽 7 下の ORP 計 18 の ORP 値が +80mV ~ +100mV でりん摂取率は 90% ~ 95% と推定される。つまり、好気槽 7 の上流側から下流側に沿って、好気槽 7 各区画の ORP 計 18 の ORP 値をモニタリングすることにより、りんの摂取の程度を知ることが可能となるのである。

40

【0100】

さらに、この場合、りんの摂取は硝化反応に先行して生じることにもわかった。したがって、りと窒素の除去を同時に進める場合には、好気槽 7 での硝化反応の進行を管理しておけば、りんの摂取反応の進行も問題ないと考えられる。

【0101】

50

一方、従来法では、好気槽7各区画におけるりん摂取の進行度を知ることはできない。例えば、DOはあくまでりんの摂取反応を進めるための必要条件の1つであって、りんの摂取反応の進行度とは直接の関係はない。例えば、DO値が0mg/Lであっても、りん摂取反応が進んだ結果である場合とりん摂取に必要な酸素量が不足している場合がある。このような区別はDO値によって得ることはできない。

【0102】

したがって、窒素除去と同様、好気槽7の各区画のORP値によって、好気槽7各区画への曝気量を制御することにより、りんの摂取反応を管理することが可能であると考えられる。

【0103】

ただし、りん摂取の場合は、後述するが、嫌気槽5でのりんの放出が十分に生じていることが前提である。嫌気槽5でのりんの放出が十分に生じていない場合には、りん摂取反応自体が生じない(りん蓄積細菌が少ない)ため、ORP値によってその進行の程度を予測することはできない。このような場合には、好気槽7の各区画のORP値が上昇したとしても硝化の進行を示しているにすぎなくなる。

【0104】

続いて、りん除去の視点から、発明法の嫌気槽5の運転について説明する。

嫌気槽5は、以下のようにORPを用いて制御する。

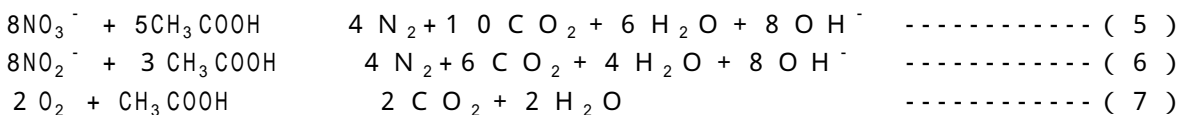
【0105】

生物学的りん除去を行なうポリリン酸蓄積細菌は、好気条件下で吸収したPO₄-Pを細胞内でポリリン酸の顆粒として保持しており、嫌気槽5においては、この顆粒のポリリン酸を加水分解して、PO₄-Pとして放出するとともに、下水中の有機物、特に有機酸や発酵産物を細胞内に摂取する。PO₄-Pの放出速度は、基質の種類や濃度によって大きく異なっており、酢酸などの有機酸が基質である場合にPO₄-Pの放出速度が大きいとされている。細胞内に摂取された有機物は、グリコーゲンやPHB(ポリハイドロブチレイト)の高分子物質の形で貯蔵される。これらの細胞内物質は、再び好気条件下に置かれると、酸化分解され減少するが、ポリリン酸蓄積細菌はこの基質利用により増殖していく。また、この際に、ポリリン酸蓄積細菌は、PO₄-Pを通常の活性汚泥(BOD除去を目的とし、好気条件のみで運転されている活性汚泥)と比較して過剰に摂取し、過剰に摂取したPO₄-Pを細胞内でポリリン酸の顆粒として保持する。

【0106】

このような生物学的りん除去を行なうポリリン酸蓄積細菌の反応を促進する上で重要なことは、嫌気槽5において、有機酸や発酵産物が存在することである。しかしながら、実際の処理設備では、雨水や返送汚泥の影響により、嫌気槽5にNO_x-NやDOが流入する場合がしばしばある。嫌気槽5において、NO_x-N又はDOが存在すると、有機酸は直ちに分解されてしまう。以下に、有機酸として、酢酸を用いた場合の反応を示す。

【0107】



【0108】

これから、例えば、NO₃-Nが1mg/L存在すると、これに伴い、酢酸2.7mg/Lが消費されることとなる。また、NO₂-Nが1mg/L存在すると、これに伴い、酢酸1.6mg/Lが消費されることとなる。一方、DOは1mg/L存在すると、これに伴い、酢酸0.9mg/Lが消費されることとなる。この結果から、特に、NO₃-Nの存在が酢酸の消費に及ぼす影響が極めて大きいことがわかる。NO₃-N、NO₂-N、及びDOは、調査の結果、雨水が混入する下水1や返送汚泥8中にも存在する場合がたびたびあるが、特に、好気槽7の運転条件(高DO値、高ORP値運転)によっては、最終沈殿池8から嫌気槽5に返送される返送汚泥15中に高濃度のNO₃-Nが存在することがあり、この場合、嫌気槽5においてりんの放出が極めて生じにくくなる。例えば、流入下水の酢酸濃度が20mg/Lあったとしても

10

20

30

40

50

、 $\text{NO}_3 - \text{N}$ を 10mg/L 含む返送汚泥が下水に対して $50\text{V/V}\%$ 混入すると、 $\text{NO}_3 - \text{N}$ が 13.5mg/L の酢酸を消費してしまう。

【0109】

また、下水中あるいは返送汚泥中の $\text{NO}_x - \text{N}$ や DO による有機酸の消費ばかりでなく、装置特性（脱窒槽からの逆流など）も影響する場合がある。したがって、下水中の有機酸濃度のみで、嫌気槽5でのりんの放出を判断するのは難しく、また、この嫌気槽5でのりんの吐き出しに關与する要因（有機酸、 $\text{NO}_x - \text{N}$ 、 DO 、装置特性など）を、すべて事前に把握して有機酸4の添加量を制御することは困難と考えられる。

【0110】

そこで、発明者らは嫌気槽5のORP計18のORP値による制御による有機酸4を添加する方法を提案した。具体的には、嫌気槽5のORP計18のORP値を -200mV 以下 -400mV 以上に維持、より好ましくはORP計18のORP値の測定累積頻度の 50% 以上が -250mV 以下 -350mV 以上に維持されるように有機酸4を嫌気槽5に添加する方法を開発している。累積頻度の採取頻度は、1分から10分毎にデータを毎日採取し、これをデータ解析し、一定期間、例えば1日あたりのORP値の累積頻度を算出する。ORP制御による有機酸4の添加の具体的方法の1例を示すと、嫌気槽5のORP計18のORP値が -250mV 以上になると、有機酸4を嫌気槽5に添加し、嫌気槽5のORP計18のORP値が -260mV になると停止させることにより、嫌気槽5のORP計18のORP値を -200mV 以上 -400mV 以下内に納まるように運転する。

10

【0111】

図1の従来法では、有機酸4の添加がない為、嫌気槽5のORP計18のORP値が降雨期に上昇し易く、又、大きくばらつき、りんの放出も小さくなった。しかしながら、図2の発明法では、嫌気槽5のORP計18のORP値が -260mV 以下となり、又りんの放出量が大きくなった。酢酸4を嫌気槽5に添加すると嫌気槽5のORP計18のORP値を低く保ち、りんの放出量が大きくする事ができる。これは酢酸の添加によって $\text{NO}_x - \text{N}$ の阻害を除去できるためと考えられる。

20

【0112】

また、嫌気槽5の滞留時間を増大させることもりん放出促進に効果がある。

図13に酢酸濃度の異なる下水と嫌気槽におけるりん放出濃度の関係を示す。この結果から下水中の酢酸濃度が低い場合には、りん放出濃度も低いことがわかる。しかしながら、このような場合でも嫌気槽5の滞留時間を長くとれば、高いりん放出濃度を得ることができる。例えば、りん放出濃度 10mg/L を目安とすると、酢酸濃度が 6 から 8mg/L の場合は、嫌気槽の滞留時間が 1.5 時間程度で十分であるが、酢酸濃度が 3mg/L の場合は 5 時間必要となる。従来、嫌気槽の滞留時間は $1.5 \sim 2.0$ 時間とされてきたが、このように、従来のみでは下水の種類によっては滞留時間が足りない場合がある。

30

【0113】

嫌気槽5の滞留時間を増加させ、りん放出濃度を増加させる方法として以下のような方法が考えられる。図12にこの1例を示す。

【0114】

すなわち、無酸素槽6を2段以上5段以下に分割し、嫌気槽5のORP計18のORP値を指標として、硝化液17を投入する無酸素槽6の位置を変更するのである。分割数が多いほど、より詳細な制御が可能であるが、制御機器や攪拌機の数が増大する為、無酸素槽6の分割数は5分割以下とするのが現実的である。無酸素槽6の添加位置は配管などのバルブを操作することにより変更する構造とすればよい。この方法により無酸素槽の一部を嫌気槽とし、嫌気槽でのりん放出濃度が 10mg/L 程度となるように嫌気槽の滞留時間を調整することが可能となる。

40

【0115】

もちろん、計画段階で下水の酢酸濃度が低いことが明らかな場合は、嫌気槽5の滞留時間を従来よりも長く設定してもかまわない。

【0116】

50

続いて発明法における無酸素槽6の運転方法について説明する。

無酸素槽6では、好気槽7で生成した $\text{NO}_2 - \text{N}$ 及び $\text{NO}_3 - \text{N}$ を含む硝化液17を無酸素槽6に循環ポンプ16を用いて循環し、最初沈澱池流出水3中の有機物(BOD)を用いて硝化液17中の $\text{NO}_2 - \text{N}$ 及び $\text{NO}_3 - \text{N}$ を窒素ガスまで還元する。

【0117】

上流に嫌気槽5がある場合、下水中の一部の有機物(BOD)成分、例えば有機酸は、嫌気槽5においてポリリン酸蓄積細菌による取りこみで減少するので、残留BOD成分を用いて、脱窒反応を行なう。この残留BOD成分の測定は、活性汚泥に吸着されているものがかなりあり、測定は困難である。硝化液17の循環量は、下水1の流入量に対して、通常100~200V/V%で設定する。この場合、理論窒素除去率は、以下の式で表される。

10

【0118】

$$E=R/(1+R)$$

ここに、E:理論窒素除去率(-) ; R:硝化液循環比(-)

【0119】

実際には硝化液循環量は200V/V%までは窒素除去率が向上するが、これ以上増加させても窒素除去率を向上させることは難しい。これは、硝化液循環量を増やしても、無酸素槽5での有機物/窒素比が低下したり、硝化液17中のDOの持ち込み量が増え、脱窒阻害が生じやすいためである。無酸素槽5での脱窒反応が低下し、 $\text{NO}_x - \text{N}$ が残留するとORP計18のORP値が上昇する。例えば、ORP計18のORP値が-150mV以下では $\text{NO}_x - \text{N}$ 濃度は0.5mg/L以下であるが、ORP計18のORP値が-100mVを越えると $\text{NO}_x - \text{N}$ 濃度は2.0mg/Lをオーバーする。この結果から、無酸素槽5のORP計18のORP値は、-200mV以上-100mV以下であることが望ましい。本発明では、従来法と違い好気槽7末端のDO計18のDO値を低く保つことができるため、無酸素槽5のORP計18のORP値を-200mV以上-100mV以下に維持することができる。

20

【0120】

無酸素槽5での脱窒反応がどうしても低下しやすい場合には、無酸素槽5のORP計18のORP値を指標として、ORP計18のORP値は、-200mV以上-100mV以下となるように、有機酸4を添加してもかまわない。

【0121】

最終沈殿池8では、活性汚泥の沈降分離を行なう。通常、水面積負荷が $20 \sim 25 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 程度、有効水深3.5~4.0mで設計されるが、これに準ずればよい。最後に、本制御に用いるORP計18について説明する。

30

【0122】

今回の発明は、主たる制御をORPで行うため、この管理が非常に重要となる。特に設置数が増加するので、維持管理を容易とするため、できる限り自動化することが望ましい。ORP計18は、図11に示すように電極の先端部に設置したノズルにより空気を噴霧する空気洗浄方式で、定期的に洗浄することが望ましい。洗浄を行わない場合、電極部に汚れが付着しやすく、数値の信頼性が徐々に低下する。また、ブラシなどによる自動洗浄は、毛髪などの影響を受けやすい。空気洗浄は、毛髪などの影響を受けず、長期間使用でき、かつ、洗浄間隔を工夫することにより嫌気槽5、無酸素槽6、好気槽7のいずれでも使用可能である。

40

【0123】

例えば、ORP計18の1回当たりの空気洗浄時間を3秒以下とすることで、嫌気槽5でのDO値の影響と洗浄に伴うORP18の変化を最小限とし、処理に影響を与えないようにできる。

【0124】

例えば、洗浄間隔を1時間に1回、0.3MPaの空気圧で洗浄時間を0.3秒とした場合のORP値18の変化は、5~10mV程度の上昇であり、かつORP値の回復は10分程度であるため、1時間に1回の洗浄を実施しても嫌気槽を制御する上では何ら問題はない。また、洗浄直後の嫌気槽5のDO18は0.0mg/Lで変化はなく、りん除去への影響もない。

50

【0125】

表2には1回当りのエア洗浄時間を変更した場合のORP値の変動幅の一例を示す。1回当りの洗浄時間が3秒以下の場合、ORP値の上昇幅が小さく、回復までの時間も20分以下であるが、3秒を越えると上昇幅及び回復までの時間が長くなり、処理に影響を与える傾向にある。よって、洗浄時間は、0超～3秒以下とした。

【0126】

【表2】

洗浄時間とORPの上昇幅及び回復までの時間

1回当りの洗浄時間(秒)	0.1	1	2	3	5
ORP上昇幅(mV)	10	23	39	49	80
ORP値回復までの時間(分)	8	11	15	20	40

10

【0127】

洗浄時間は短いほどORPの変化幅を小さくできるため、出来る限り短くするのが好ましいが、洗浄効果との兼ね合いから適宜時間と間隔は選定する。また、洗浄空気の圧力は0.05～0.5Mpaであれば影響は無視できる。

【実施例】

20

【0128】

以下、本発明の実施例を説明する。なお、本発明は本実施例に限定されるものではない。

【0129】

実施例1：都市下水処理への適用

本発明の方法を都市下水処理へ適用し、図2に示したA₂O法のパイロットプラントによってORP制御効果を検証した。本装置は、嫌気槽5(容量：2.5 m³)、脱窒槽6(容量：2.5 m³)、好気槽7(容量：2.5 m³×3分割)、沈殿槽8(容量：5.7 m³)から構成される。

【0130】

30

都市下水を主体とする分流式の下水処理場(現有処理能力26,000 m³/d)の最初沈澱池流出水3を実験原水として、図6に示すように時間変動を与え、(最大28m³/d;基準20m³/d;最小12m³/d)供給した。本条件での反応槽の総HRT(反応槽の容積/最初沈澱池流出水供給速度)は基準水量時で15時間(嫌気槽：3h;脱窒槽：3h;好気槽：9h)である。最大水量時には、総HRTは11時間となる(嫌気槽：2.2h;脱窒槽：2.2h;好気槽：6.6h)。最小水量時には、総HRTは25時間となる(嫌気槽：5h;脱窒槽：5h;好気槽：15h)。汚泥返送率は下水1の供給量の50%、硝化液17の循環量は下水1の供給量の150%とした。

【0131】

各槽のORP制御は以下のように行った。

まず、嫌気槽5は、ORP計18のORP値が制御値(-260mV)以上になった場合に、酢酸4を30mg/L-下水を添加する制御とした。しかし、後述するような好気槽7の運転を行った結果、嫌気槽5のORP計18のORP値は、-300mVから-350mVで推移した。このため、嫌気槽5には酢酸4の添加は必要でなかった。

40

【0132】

無酸素槽6には硝化液17が循環される。ORP計18による制御は特に実施しなかった。

さらに、好気槽7は以下のように運転した。

【0133】

好気槽7は、図5の結果から、好気槽7を3分割した場合、上流部の硝化寄与率は60%程度、中流部の硝化寄与率は30%程度、下流部の硝化寄与率は10%程度が水質安定化と省エネルギー化の視点から望ましい管理数段であることを知見しているため、好気槽7(上流

50

部 A ~ 中流部 B ~ 下流部 C それぞれの区画での硝化寄与率を 60%、30%、10% と設定した。また、硝化寄与率により、好気槽 7 (上流部 A ~ 中流部 B ~ 下流部 C) の空気量は、上流部 A で 120 L / 分、中流部 B で 60 L / 分、下流部 C で 20 L / 分とした。

【0134】

また、ORP計18のORP値が設定値以下になると制御プロワ12を作動させて空気量(70 L / 分; 上流部 A、中流部 B、下流部 C)を増加させ、ORP計18のORP値を設定値以上に維持するようにフィードバック制御で運転した。

【0135】

ここで、好気槽 7 の各区画末端部に設置した ORP 計 18 の ORP の制御設定値は、予め実施した ORP 値と硝化率との関係から、好気槽 7 の上流部 A で +40 ~ +42 mV、好気槽 7 の中流部 B で +60 ~ +62 mV、好気槽 7 の下流部 C で +90 ~ +92 mV とした。なお、上述したように脱窒槽 6 では ORP 計 18 による制御は行わず、ORP 計 18 の ORP 値は測定・記録のみとした。

【0136】

また、嫌気槽 5、無酸素槽 6、好気槽 7 のいずれの ORP 計 18 も、図 11 に示すように電極の先端部に設置したノズルにより空気を噴霧する空気洗浄方式とし、1 時間に 1 回自動洗浄した。ORP 計 18 の 1 回当りの空気洗浄時間は 3 秒以下とした。空気洗浄間隔を 1 時間に 1 回、0.3 MPa の空気圧で洗浄時間を 0.3 秒とした場合の ORP 値の変化は、5 ~ 10 mV 程度の上昇であり、かつ ORP 値の回復は 10 分程度であるため、1 時間に 1 回の洗浄を実施しても嫌気槽を制御する上では何ら問題はなかった。また、りん除去への影響も後述するように認められなかった。

【0137】

各反応槽の MLSS は 2000 ~ 3000 mg / L に維持した。また、A-SRT (好気槽 7 での汚泥滞留時間) は 1.2 ~ 1.3 日で管理した。

【0138】

最初沈殿池流出水 3 の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、夜間が低く (9 ~ 12 mg / L)、午前中に急激に増加し、12 時頃がピークとなった (20 ~ 30 mg / L)。また、最初沈殿池流出水 3 の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度も、深夜に低く (2.1 ~ 2.2 mg / L)、午前中に増加し、8-11 時頃がピークとなった (3.0 ~ 3.5 mg / L)。このように最初沈殿池流出水 3 の水量、水質ともに、大幅に時間変動する条件下で窒素、りん処理の安定性を評価した。

【0139】

まず、発明法によるりんの除去状況を説明する。

図 7 に最初沈殿池流出水 3 および各槽ならびに処理水 9 の $\text{PO}_4\text{-P}$ の経時変化を示す。また、図 8 に最初沈殿池流出水 3 および処理水 9 の T-P (全りん) の経時変化を示す。発明法では、嫌気槽 5 の ORP 18 は、-300 mV から -350 mV で推移し、嫌気槽 5 でのりん放出は、4 ~ 14 mg / L の範囲で推移した。嫌気槽 5 でのりんの放出が多い場合であっても、好気槽 7 において十分なりんの摂取が生じ、処理水の $\text{PO}_4\text{-P}$ はいずれの時間帯においても 0.1 mg / L 以下と安定していた。この結果、処理水の T-P もいずれの時間帯においても 0.2 mg / L 程以下で安定し、処理目標の 0.5 mg / L 以下を達成していた。

【0140】

次に、発明法による窒素の除去状況を説明する。

図 9 に最初沈殿池流出水 3 および各槽ならびに処理水 9 の $\text{NH}_4\text{-N}$ の経時変化を示す。また、図 10 に最初沈殿池流出水 3 および各処理水 9 の T-N (全窒素) の経時変化を示す。好気槽 7 流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ は 4.8 mg / L であったが、好気槽 7 の $\text{NH}_4\text{-N}$ は、上流部 (ORP = +40 ~ +42 mV 制御) で平均 1.8 mg / L、中流部 (ORP 値 +60 ~ +62 mV 制御) で平均 0.5 mg / L、下流部 (ORP 値 +90 ~ +92 mV 制御) で 0.1 mg / L 以下となっており、いずれの時間帯においても硝化反応は十分に進んでいた。また、表 3 に示すように好気槽 7 各区画において所定の硝化寄与率を得ることができた。

【0141】

10

20

30

40

【表 3】

好気槽 7 各区画における硝化寄与率

	硝化率 (%)	各区画の硝化寄与率 (%)
上流部	63	63
中流部	90	27
下流部	100	10

10

【0142】

また、無酸素槽5では、好気槽7から循環されてくる硝化液17中の $\text{NO}_2\text{-N}$ 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ を、最初沈殿池流出水3中のBODで表示される有機物を用いて除去する。好気槽7から循環される硝化液17は、DOをほとんど含んでいないため、無酸素槽5のORP計18のORP値は、 -200mV 以上 -150mV 以下で推移した。この結果、無酸素槽5での脱窒素反応も進行した。処理水のT-Nは、6から 10mg/L で推移し、処理目標の 10mg/L 以下を達成していた。

【0143】

最後に、DOの削減効果について説明する。

好気槽7のORP制御を行った結果、好気槽7下流部のDO計19のDO値は、 $0\sim 1.2\text{mg/L}$ の範囲で時間的に推移していた。このように好気槽7は従来法(DO値; $1.5\sim 2\text{mg/L}$ 以上)と比べてかなり低いDO値の条件であったが、窒素、リンの除去に問題は全く生じなかった。好気槽7下流部のORP計18のORP値が $+90\text{mV}$ に維持されていれば、硝化反応はほぼ完全に進行しており、かつ、リン摂取反応も十分に行われていた。このように発明法では従来法と比べて、好気槽7下流部のDO値をかなり下げて運転することが可能となり、曝気エネルギーを削減することにより、省エネルギー化が図れる。

20

【0144】

表4に、24時間のコンジットデータ(2時間毎に採取した1日の平均水質)を示す。各項目の分析方法は、工場排水試験方法(JISK0102)に準拠した。この結果、発明法では、最初沈殿池流出水3の水量、水質の大幅な時間的変動があっても、処理水質は極めて安定していることが明らかになった。

30

【0145】

【表 4】

24時間のコンポジットデータ（2時間毎に採取した1日の平均水質）

	最初沈殿池流出（3）	処理水（9）
BOD (mg/L)	42.4	2.3
溶解性BOD (mg/L)	23.6	0.7
COD _{Cr} (mg/L)	118	15
溶解性COD _{Cr} (mg/L)	68.1	9.9
COD _{Mn} (mg/L)	36.1	7.5
溶解性TOC (mg/L)	14.4	3.9
SS (mg/L)	36.6	6.0
T-N (mg/L)	18.5	7.4
NH ₄ -N (mg/L)	12.4	<0.2
NO ₂ -N (mg/L)	<0.1	<0.1
NO ₃ -N (mg/L)	<0.1	5.9
T-P (mg/L)	3.34	0.21
PO ₄ -P (mg/L)	2.47	0.02

10

20

【図面の簡単な説明】

【0146】

【図1】従来の生物学的脱窒素・脱りんプロセス（A₂O法）である。【図2】本発明に係る、ORP制御を組み込んだ生物学的脱窒素・脱りんプロセス（A₂O法）である。

【図3】好気槽におけるORP値、硝化率、りん摂取の時間変化を示す図である。

【図4】好気槽におけるORP値と硝化率、りん摂取率の関係を示す図である。

【図5】発明法と従来法の硝化寄与率の考え方を示す図である。

【図6】最初沈殿池流出水の時間変動を示す図である。

30

【図7】PO₄-P濃度の時間変動を示す図である。

【図8】T-P濃度の時間変動を示す図である。

【図9】NH₄-N濃度の時間変動を示す図である。

【図10】T-N濃度の時間変動を示す図である。

【図11】空気洗浄方式のORP計を示す図である。

【図12】無酸素槽の1部を嫌気槽として用いる図である。

【図13】下水の種類と嫌気槽におけるりん放出濃度の関係を示す図である。

【符号の説明】

【0147】

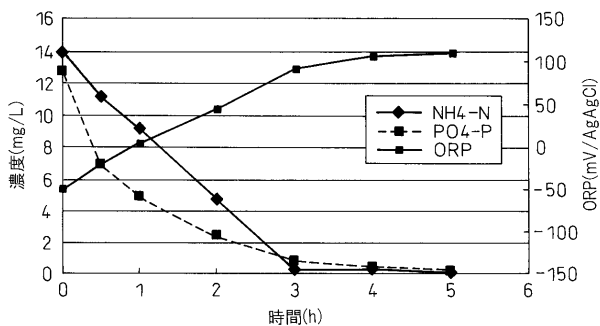
- 1 下水
- 2 最初沈殿池
- 3 最初沈殿池流出水
- 4 酢酸添加装置
- 5 嫌気槽
- 6 無酸素槽
- 7 好気槽
- 8 最終沈殿池
- 9 処理水
- 10 返送汚泥ポンプ
- 11 水中攪拌機

40

50

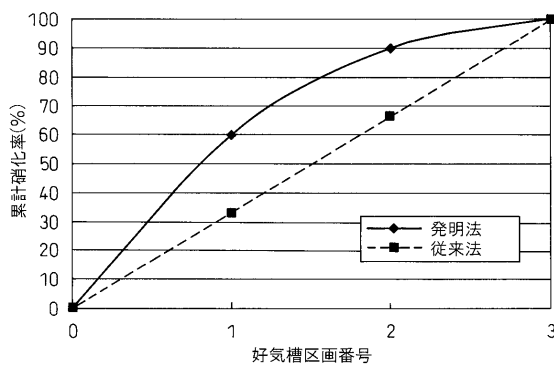
【 図 3 】

図3



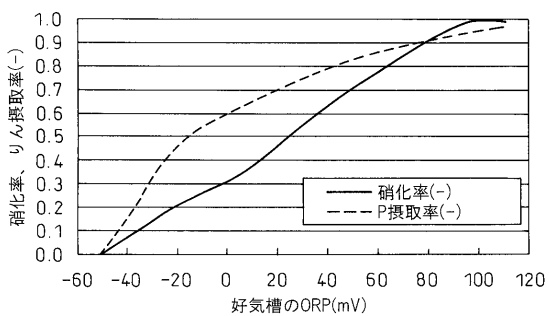
【 図 5 】

図5



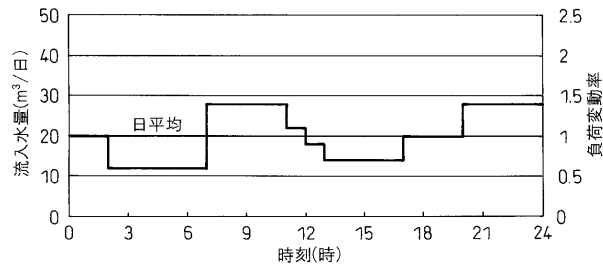
【 図 4 】

図4



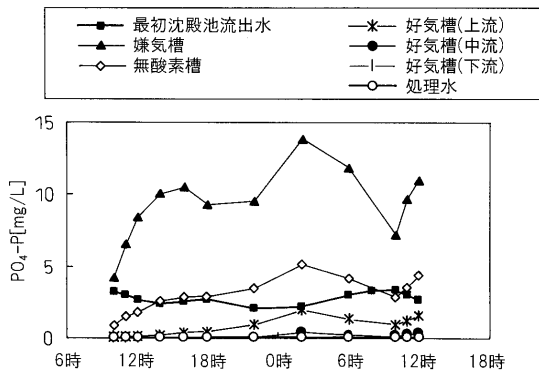
【 図 6 】

図6



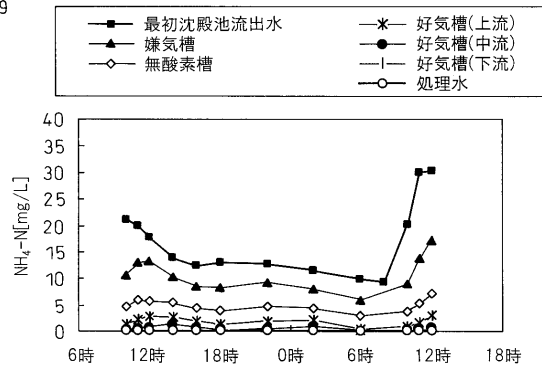
【 図 7 】

図7



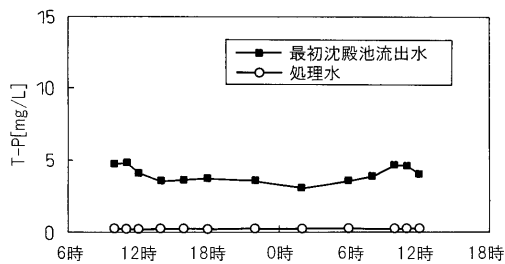
【 図 9 】

図9



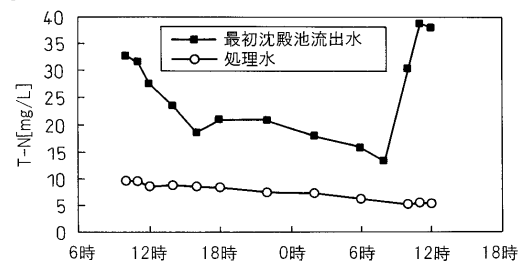
【 図 8 】

図8



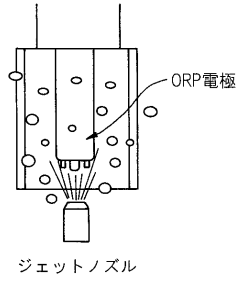
【 図 10 】

図10



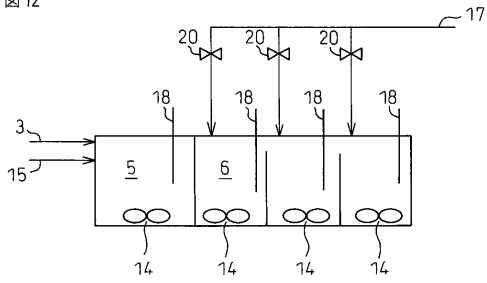
【 図 1 1 】

図11



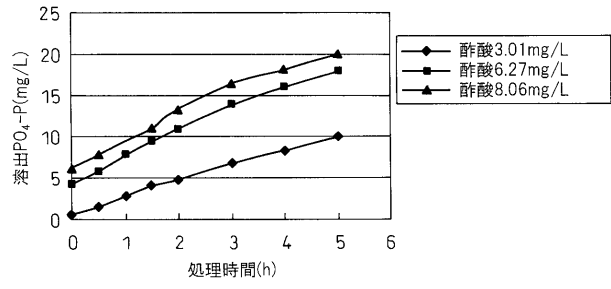
【 図 1 2 】

図12



【 図 1 3 】

図13



フロントページの続き

- (74)代理人 100099759
弁理士 青木 篤
- (74)代理人 100077517
弁理士 石田 敬
- (74)代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
- (74)代理人 100108903
弁理士 中村 和広
- (72)発明者 三木 理
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
- (72)発明者 加藤 敏朗
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
- (72)発明者 當間 久夫
東京都千代田区大手町2-6-3 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 高橋 直哉
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
- (72)発明者 村上 孝雄
埼玉県戸田市下笹目5141番地 日本下水道事業団内
- (72)発明者 瀬戸口 浩
東京都新宿区高田馬場一丁目29番10号 東亜ディーケーケー株式会社内
- (72)発明者 山里 昌春
東京都新宿区高田馬場一丁目29番10号 東亜ディーケーケー株式会社内
- (72)発明者 岡本 裕三
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 松原 極
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 甘道 公一郎
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
- (72)発明者 森岡 崇行
東京都品川区大崎一丁目11番2号 富士電機システムズ株式会社内
- Fターム(参考) 4D040 BB02 BB05 BB32 BB52 BB57 BB72 BB91 BB92 BB93