(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2012-170883
(P2012-170883A)
(43)公開日　平成24年9月10日(2012.9.10)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
C02F	3/34	(2006.01)	C02F	3/34	101C	4D029
C02F	3/20	(2006.01)	C02F	3/20	D	4D040

審査請求 未請求　請求項の数 14　ＯＬ　（全 22 頁）

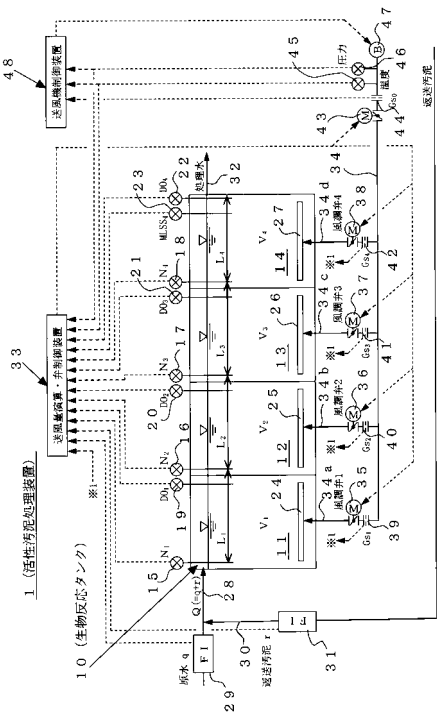
(21)出願番号　特願2011-35139(P2011-35139)
(22)出願日　平成23年2月21日(2011.2.21)

(71)出願人　000001834
三機工業株式会社
東京都中央区明石町８番１号
(74)代理人　100072718
弁理士　古谷　史旺
(74)代理人　100116001
弁理士　森　俊秀
(72)発明者　本間　誠二
東京都新宿区西新宿二丁目８番１号　東京都下水道局内
(72)発明者　塩見　浩
東京都新宿区西新宿二丁目８番１号　東京都下水道局内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】活性汚泥処理装置及びその処理方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】処理すべきアンモニア性窒素の、その場所での硝化反応量に見合った必要空気量に対応した送風を行い、過剰な送風機動力を削減する装置、方法を提供する。
【解決手段】流量計２９，３１と、散気装置２４，２５，２６，２７と、送風圧力計４６と、散気装置への送風量制御する風量調整弁３５，３６，３７，３８と、生物反応タンク末端に設けるＭＬＳＳ計２３と、生物反応タンク１０の各反応槽１１，１２，１３，１４の流入側に設けるアンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８と、流量計、送風圧力計、風量調節弁、ＭＬＳＳ計及びアンモニア性窒素計に連絡する送風量演算・弁制御装置３３制御装置とを備え、アンモニア性窒素計からの計測値に基づいて流下方向に隣接する反応槽間の処理状況の実態を把握し、各アンモニア性窒素計間の現在の硝化状況に見合った散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の風量調節弁を個別に制御する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
原水を硝化細菌により硝化を行う複数の反応槽から成る生物反応タンクを備える下水の活性汚泥処理装置において、
前記生物反応タンクへの流入水量を計測する流量計と、
前記生物反応タンクの各反応槽に設けられる散気装置と、
前記散気装置へ空気を供給する送風機出口の送風圧を計測する送風圧力計と、
前記散気装置への送風量を制御する風量調整弁と、
前記生物反応タンクの末端に設けられるＭＬＳＳ計と、前記生物反応タンクの各反応槽の流入側に設けられるアンモニア性窒素計と、
前記流量計、前記送風圧力計、前記風量調節弁、前記ＭＬＳＳ計及び前記アンモニア性窒素計に連絡する送風量演算・弁制御装置と
送風機制御装置とを備え、
前記送風量演算・弁制御装置及び前記送風機制御装置は、前記アンモニア性窒素計からの計測値に基づいて流下方向に隣接する前記反応槽間の処理状況の実態を把握し、各アンモニア性窒素計間の現在の硝化状況に見合った前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に制御する
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項２】
請求項１記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記隣接する２つのアンモニア性窒素計からの計測値に基づき、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められた下水の滞留時間の間に、上流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度を下流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度まで硝化した量（L_{NT}）にて硝化に必要な酸素量（AOR_N）を算出する
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項３】
請求項２記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を下回る場合に、送風量が過剰にならないよう、設定送風量を減らす制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項４】
請求項２記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を上回る場合で、かつ現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度が、現在時刻よりもθ－ｔ（ｔ：測定間隔）時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を下回る場合には、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値が、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を上回る場合に、現在時刻よりもθ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量が過小にならないよう、設定送風量を増やす制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項５】
請求項２記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められる下水の滞留時間を演算し、現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値の比によって、前記硝化に必要な酸素量（ＡＯ

R_N）を補正し、送風量に過不足が生じないよう、設定送風量を増減する制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項６】
原水を硝化細菌により硝化を行う複数の反応槽から成る生物反応タンクを備える下水の活性汚泥処理装置において、
前記生物反応タンクへの流入水量を計測する流量計と、
前記生物反応タンクの各反応槽に設けられる散気装置と、
前記散気装置へ空気を供給する送風機出口の送風圧を計測する送風圧力計と、
前記散気装置への送風量を制御する風量調整弁と、前記生物反応タンクの末端に設けられるＭＬＳＳ計と、
前記生物反応タンクの各反応槽の流入側に設けられるアンモニア性窒素計と、
前記生物反応タンクの各反応槽の流出側に設けられるＤＯ計と、
前記流量計、前記送風圧力計、前記風量調節弁、前記ＭＬＳＳ計、前記アンモニア性窒素計及び前記ＤＯ計に連絡する送風量演算・弁制御装置と、
送風機制御装置とを備え、
前記送風量演算・弁制御装置及び前記送風機制御装置は、前記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出して、必要送風量を演算し、前記ＤＯ計の計測値による溶存酸素上下限の補正制御を併せて行い、前記必要送風量に見合った、或いは前記補正制御に見合った前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に開度制御して制御する
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項７】
請求項６の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記ＤＯ計の計測値による溶存酸素上下限の補正制御として、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められる下水の滞留時間（θ）を演算し、最上流の反応槽のアンモニア性窒素濃度の前記下水の滞留時間（θ）前の計測値と、最上流の次の反応槽のアンモニア性窒素濃度計の計測値との差が、設定下限値より小さい場合には、次の測定サンプリング時刻までは、ＤＯ計の計測値による溶存酸素が一定になるように、前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に開度制御して制御する
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項８】
請求項６記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記隣接する２つのアンモニア性窒素計からの計測値に基づき、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められた下水の滞留時間の間に、上流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度を下流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度まで硝化した量（L_{NT}）にて硝化に必要な酸素量（AOR_N）を算出する
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項９】
請求項８記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を下回る場合に、送風量が過剰にならないよう、設定送風量を減らす制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。
【請求項１０】
請求項８記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を上回る場合で、かつ現在時刻より

も前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度が、現在時刻よりもθ－ｔ（ｔ：測定間隔）時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を下回る場合には、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値が、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を上回る場合に、現在時刻よりもθ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量が過小にならないよう、設定送風量を増やす制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。

【請求項１１】
請求項８記載の活性汚泥処理装置において、
前記送風量演算・弁制御装置は、現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量に過不足が生じないよう、設定送風量を増減する制御を行う
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。

【請求項１２】
請求項１乃至請求項１１の何れか記載の活性汚泥法の運転制御装置において、
前記散気装置は、風量制御範囲が広く、散気孔が開閉することで送風－停止の間欠曝気運転が可能なメンブレン膜を有する散気装置で構成され、
前記送風量演算・弁制御装置により演算された必要空気量が、前記生物反応タンクの各反応槽への最小送風量を下回った場合に、前記送風量演算・弁制御装置の出力信号に基づいた各反応槽個別の風量調節弁の全閉を含む開度制御により、間欠曝気運転を行うようにした
ことを特徴とする活性汚泥処理装置。

【請求項１３】
請求項１乃至請求項５又は請求項１２の何れか記載の活性汚泥処理装置を用いて、原水を硝化細菌により硝化を行う下水の活性汚泥処理方法において、
前記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した各反応槽の反応タンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出し、必要送風量を演算しながら、前記送風量演算・弁制御装置の出力信号に基づいて各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、前記反応槽への送風量の制御を個別に行う
ことを特徴とする活性汚泥処理方法。

【請求項１４】
請求項６乃至請求項１２の何れか記載の活性汚泥処理装置を用いて、原水を硝化細菌により硝化を行う下水の活性汚泥処理方法において、
記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した各反応槽の反応タンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出し、必要送風量を演算し、前記ＤＯ計の計測値による補正を併せて行いながら、前記送風量演算・弁制御装置の出力信号に基づいて各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、前記反応槽への送風量の制御を個別に行う
ことを特徴とする活性汚泥処理方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、活性汚泥法を用いた下水処理場における、好気性生物反応タンクの曝気送風量の制御を行う活性汚泥処理装置及びその処理方法、特に、生物学的酸化反応としての硝化反応に応じた曝気送風量の制御を行う活性汚泥処理装置及びその処理方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、活性汚泥法を用いた下水処理場における、好気性生物反応タンクの曝気送風量制

御システムは、例えば、下記のものが知られていた。
（１）運転管理者の経験に基づいて、流入水質予測や流入水量によりその日の必要送風量を設定し、その風量が常に一定となるように制御する、風量一定制御（例えば、非特許文献１参照。）
（２）流入水量に対する送風倍率を設定し、送風倍率が一定となるように、流入水量に応じた風量を演算して制御する、流入比率一定制御(例えば、非特許文献１参照）。
【０００３】
（３）生物反応タンクの末端にて溶存酸素濃度（ＤＯ）を測定し、ＤＯが一定となるように、生物反応タンク（通常複数槽で構成されている）全体の風量を制御する、ＤＯ一定制御(例えば、非特許文献１参照）。
（４）複数段の好気タンク各槽毎にＤＯを測定し、ＤＯが一定となるように各槽の風量を個別に制御する、分割曝気ＤＯ一定制御(例えば、特許文献１参照）。
【０００４】
（５）生物反応タンク内の酸素消費速度（Ｒｒ）や酸化還元電位（ＯＲＰ）を測定し、それを指標として硝化反応に関る必要空気量を送風するよう制御する、硝化指標制御（例えば、特許文献２、特許文献３参照）。
（６）生物反応タンクへ流入する入口のアンモニア性窒素濃度を測定し、流入水量と測定アンモニア性窒素濃度を乗じた汚濁負荷量を演算し、流入箇所での汚濁負荷量、又は他の反応槽での滞留時間を時間遅れとして処理した好気槽入口箇所での汚濁負荷量に対し、一義に対応させた必要空気量を乗算演算し求めその演算値で風量を制御する、硝化制御（例えば、特許文献４参照）。
（７）例えば、硝化制御とＤＯ制御との併用等による制御。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特開昭５７－１３２５９３号公報
【特許文献２】特開平９－４７７８０号公報
【特許文献３】特開２００８－１２４２５号公報
【特許文献４】特許第４００８６９４号公報
【非特許文献】
【０００６】
【非特許文献１】「下水道施設計画・設計指針と解説」２００９年版、発行所日本下水道協会
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかし、（１）～（５）の制御（風量一定制御、流入比率一定制御、ＤＯ制御、硝化指標制御）では、流入水量や有機物・アンモニア性窒素濃度等による必要空気量に対して、間接的な指標に基づいて送風量を制御しており、一定の流入水量や一定の水質の場合の処理負荷の場合は有効ではあるものの、流入する水量や水質の時間変動が大きな場合、間接的な指標では追随できない場合が多い。そのため、負荷変動への対応で常に余裕を持った送風を行う必要があるため、送風機動力を過剰に消費するという問題点があった。
【０００８】
具体的には、（１）の風量一定制御は、運転管理者の過去の天候や気候、曜日などの経験値からその日の予測をしているにすぎず、一旦設定した必要送風量は、その後の負荷変動には全く対応しない。（２）の流入水量に比例させた設定風量は、当然水質の変動には対応できない。（３）の制御では、例えば、生物反応タンク出口で溶存酸素濃度が一定になるよう制御しても、好気槽の水理学的滞留時間は数時間以上十数時間に達することもあり、入口の流入水量や水質の変動には自ずと対応できない。（４）の制御では、前記出口一点の溶存酸素濃度測定を、複数段の好気槽ごと出口溶存酸素濃度を測定しても、硝化細

菌によるアンモニア性窒素の酸化に溶存酸素が使われたのか、他の有機物の反応に溶存酸素が使われたのかが判らない溶存酸素を指標とする以上、硝化反応に即した送風量より過剰に送風を行うことになる。（５）の制御では、酸素消費速度（Ｒｒ）についても、酸化還元電位（ＯＲＰ）についてもこれらを指標に用いると、（３）（４）の制御と同様な過剰送風を招くことは明らかである。

【０００９】

（６）の硝化制御では、生物反応タンクへ流入する入口のアンモニア性窒素濃度を測定し、これを実質唯一の実測値として、アンモニア性窒素の負荷量や除去目標値を演算により過去経験パターンから選択することで予測し、曝気送風量を決定し制御するため、季節はずれの低水温などの理由から予期せず硝化反応が進まない場合には、過去経験パターンが当然に誤予測を引き起こし、結果として送風量に見合った酸素が消費されず過剰な送風機動力を消費し、後工程として無酸素槽などがある場合不具合も引き起こすこととなる。また、流入有機物濃度と比較して流入アンモニア性窒素濃度が低い場合には、入口アンモニア性窒素濃度しか計測していないことから送風量が過小となり、処理水質が悪化する。

【００１０】

（７）の硝化制御とＤＯ制御との併用においては、あくまで生物反応タンクへ流入する入口のアンモニア性窒素濃度を測定し、これを硝化反応実質唯一の実測値として、アンモニア性窒素の負荷量や除去目標値を演算により過去経験パターンから選択することで予測するので、予測による送風量制御となり、また、硝化反応が進まない場合には、好気槽全体の1点でのＤＯ（溶存酸素濃度）測定から、前述の（３）（４）の制御と同じ問題によりどうしても測定箇所での溶存酸素濃度の設定上限付近での限られた範囲の制御が主体となり、前述の理由により過剰な送風機動力を消費することになる。

更に、生物反応タンク１池に対して、アンモニア性窒素濃度もＤＯもそれぞれ１つの計測器による計測値を基に制御を行っているため、複数層ある生物反応タンク１池の中で、入口水質により時間ごと、各槽ごとに各種反応が変動することで、各時間各槽毎に異なる必要空気量に対して個別に適正な送風を行うことができず、結果として送風量が過剰となっている。

【００１１】

一方、従来の散気装置では、散気孔が閉じないという構造上の要因により、散気装置の曝気停止時の生物反応タンク内の活性汚泥沈降による散気装置散気孔の閉塞を防止するため、どうしても停止できず、最小送風量を設定して曝気を継続しなければならず、その最小送風量を下回っての運転ができないので、必要送風量が最小送風量よりも演算上小さくなっても、送風量は最小送風量で送り続けることとなり、結果として送風量が過剰となる。

【００１２】

本発明は、このような課題を解消するために為されたもので、その目的は、生物反応タンクの各槽において、現在流入してその位置にある処理すべきアンモニア性窒素の、その場所での硝化反応量に見合った必要空気量に対応した送風を行い、過剰な送風機動力を削減する、活性汚泥処理装置及びその処理方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

請求項１に係る発明は、原水を硝化細菌により硝化を行う複数の反応槽から成る生物反応タンクを備える下水の活性汚泥処理装置において、前記生物反応タンクへの流入水量を計測する流量計と、前記生物反応タンクの各反応槽に設けられる散気装置と、前記散気装置へ空気を供給する送風機出口の送風圧を計測する送風圧力計と、前記散気装置への送風量を制御する風量調整弁と、前記生物反応タンクの末端に設けられるＭＬＳＳ計と、前記生物反応タンクの各反応槽の流入側に設けられるアンモニア性窒素計と、前記流量計、前記送風圧力計、前記風量調節弁、前記ＭＬＳＳ計及び前記アンモニア性窒素計に連絡する送風量演算・弁制御装置と、送風機制御装置とを備え、前記送風量演算・弁制御装置及び前記送風機制御装置は、前記アンモニア性窒素計からの計測値に基づいて流下方向に隣接

する前記反応槽間の処理状況の実態を把握し、各アンモニア性窒素計間の現在の硝化状況に見合った前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に制御することを特徴とする。

【００１４】

請求項２に係る発明は、請求項１記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記隣接する２つのアンモニア性窒素計からの計測値に基づき、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められた下水の滞留時間の間に、上流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度を下流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度まで硝化した量（L_{NT}）にて硝化に必要な酸素量（AOR_N）を算出することを特徴とする。

【００１５】

請求項３に係る発明は、請求項２記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を下回る場合に、送風量が過剰にならないよう、設定送風量を減らす制御を行うことを特徴とする。

【００１６】

請求項４に係る発明は、請求項２記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を上回る場合で、かつ現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度が、現在時刻よりもθ－ｔ（ｔ：測定間隔）時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を下回る場合には、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値が、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を上回る場合に、現在時刻よりもθ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量が過小にならないよう、設定送風量を増やす制御を行うことを特徴とする。

【００１７】

請求項５に係る発明は、請求項２記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められる下水の滞留時間を演算し、現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量に過不足が生じないよう、設定送風量を増減する制御を行うことを特徴とする。

【００１８】

請求項６に係る発明は、原水を硝化細菌により硝化を行う複数の反応槽から成る生物反応タンクを備える下水の活性汚泥処理装置において、前記生物反応タンクへの流入水量を計測する流量計と、前記生物反応タンクの各反応槽に設けられる散気装置と、前記散気装置へ空気を供給する送風機出口の送風圧を計測する送風圧力計と、前記散気装置への送風量を制御する風量調整弁と、前記生物反応タンクの末端に設けられるＭＬＳＳ計と、前記生物反応タンクの各反応槽の流入側に設けられるアンモニア性窒素計と、前記生物反応タンクの各反応槽の流出側に設けられるＤＯ計と、前記流量計、前記送風圧力計、前記風量調節弁、前記ＭＬＳＳ計、前記アンモニア性窒素計及び前記ＤＯ計に連絡する送風量演算・弁制御装置と、送風機制御装置とを備え、前記送風量演算・弁制御装置及び前記送風機制御装置は、前記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出して、必要送風量を演算し、前記ＤＯ計の計測値による溶存酸素上下限の補正制御を併せて行い、前記必要送風量に見合った、或いは前記補正制御に見合った前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に開度制御して制御することを特徴とする。

【００１９】

請求項７に係る発明は、請求項６の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記ＤＯ計の計測値による溶存酸素上下限の補正制御として、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められる下水の滞留時間（θ）を演算し、最上流の反応槽のアンモニア性窒素濃度の前記下水の滞留時間（θ）前の計測値と、最上流の次の反応槽のアンモニア性窒素濃度計の計測値との差が、設定下限値より小さい場合には、次の測定サンプリング時刻までは、ＤＯ計の計測値による溶存酸素が一定になるように、前記散気装置への送風量を、送風圧力を一定に保ったまま、各反応槽の前記風量調節弁を個別に開度制御して制御することを特徴とする。

【００２０】

請求項８に係る発明は、請求項６記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記隣接する２つのアンモニア性窒素計からの計測値に基づき、前記生物反応タンクの各反応槽のタンク容量及び前記流量計の流量計測値から求められた下水の滞留時間の間に、上流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度を下流側の反応槽におけるアンモニア性窒素濃度まで硝化した量（L_{NT}）にて硝化に必要な酸素量（AOR_N）を算出することを特徴とする。

【００２１】

請求項９に係る発明は、請求項８記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を下回る場合に、送風量が過剰にならないよう、設定送風量を減らす制御を行うことを特徴とする。

【００２２】

請求項１０に係る発明は、請求項８記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、前記下水の滞留時間の間に流入したアンモニア性窒素量の積算値（ΣL_{Nin}）が、前記硝化した量（L_{NT}）を上回る場合で、かつ現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度が、現在時刻よりもθ－ｔ（ｔ：測定間隔）時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を下回る場合には、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値が、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度を上回る場合に、現在時刻よりもθ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、現在時刻よりもθ－ｔ時間前の時刻のアンモニア性窒素濃度の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量が過小にならないよう、設定送風量を増やす制御を行うことを特徴とする。

【００２３】

請求項１１に係る発明は、請求項８記載の活性汚泥処理装置において、前記送風量演算・弁制御装置は、現在時刻よりも前記下水の滞留時間（θ）前の時刻のアンモニア性窒素濃度に対する、前記下水の滞留時間（θ）の間に流入したアンモニア性窒素量の平均値の比によって、前記硝化に必要な酸素量（AOR_N）を補正し、送風量に過不足が生じないよう、設定送風量を増減する制御を行うことを特徴とする。

【００２４】

請求項１２に係る発明は、請求項１乃至請求項１１の何れか記載の活性汚泥法の運転制御装置において、前記散気装置は、風量制御範囲が広く、散気孔が開閉することで送風－停止の間欠曝気運転が可能なメンブレン膜を有する散気装置で構成され、前記送風量演算・弁制御装置により演算された必要空気量が、前記生物反応タンクの各反応槽への最小送風量を下回った場合に、前記送風量演算・弁制御装置の出力信号に基づいた各反応槽個別の風量調節弁の全閉を含む開度制御により、間欠曝気運転を行うようにしたことを特徴とする。

【００２５】

請求項１３に係る発明は、請求項１乃至請求項５又は請求項１２の何れか記載の活性汚泥処理装置を用いて、原水を硝化細菌により硝化を行う下水の活性汚泥処理方法において、前記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した各反応槽の反応タンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出し、必要送風量を演算しながら、前記送風量演算

・弁制御装置の出力信号に基づいて各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、前記反応槽への送風量の制御を個別に行うことを特徴とする。

【００２６】

請求項１４に係る発明は、請求項６乃至請求項１２の何れか記載の活性汚泥処理装置を用いて、原水を硝化細菌により硝化を行う下水の活性汚泥処理方法において、前記アンモニア性窒素計の相互間隔に対応した各反応槽の反応タンク容量と、流入水量、測定濃度から硝化速度を連続的に算出し、必要送風量を演算し、前記ＤＯ計の計測値による補正を併せて行いながら、前記送風量演算・弁制御装置の出力信号に基づいて各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、前記反応槽への送風量の制御を個別に行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【００２７】

本発明によれば、複数のアンモニア性窒素計により、各反応槽における硝化速度の現在値を把握し、送風量演算・弁制御装置により現在の硝化速度に応じた必要空気量を演算しながら、各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、各反応槽への送風量の自動制御を個別に行うことができるので、各反応槽毎の処理状況に応じた必要な空気量を個別に過不足無く送風することができ、過大な送風量を抑制し、過剰な送風機動力を削減することが可能である。

【００２８】

また、本発明によれば、複数のアンモニア性窒素計とＤＯ計とにより、各反応槽における硝化速度の現在値とＤＯ変化とを把握し、送風量演算・弁制御装置により現在の硝化速度に応じた必要空気量を演算して、各ＤＯ計の計測値による補正を併せて行いながら、各反応槽の風量調節弁の開度制御を行い、各反応槽への送風量の自動制御を個別に行うことができるので、各反応槽毎の処理状況に応じた必要な空気量を個別に過不足無く送風することができ、過大な送風量を抑制し、過剰な送風機動力を削減することが可能である。

【００２９】

また、本発明によれば、例えば、メンブレンパネル式散気装置のような、風量制御範囲が広く、送風一停止の間欠曝気運転が可能な散気装置の配備により、幅広い風量制御範囲への対応と間欠曝気運転を可能とすることで、送風量及び送風機動力の削減効果が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】本発明の一実施形態に係る活性汚泥処理装置を示す概要説明図である。

【図２】図１の活性汚泥処理装置の運転制御を示すフローチャートである。

【図３】図１の活性汚泥処理装置における各反応槽に流入する水の滞留時間を示す概念図である。

【図４】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度の経時変化を示す概念図である。

【図５】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽内流下方向のアンモニア性窒素濃度変化を示す概念図である。

【図６】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）≦時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）かつ、第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}≧第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}のモデル図である。

【図７】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）≦時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）かつ、第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}＜第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}、かつ第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}≦時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入部のアンモ

ニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（＝ΣL_{Nin}／V_1＝$A_{Ve.}N_{1-1\sim n}$）のモデル図である。
【図８】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）＞時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）のモデル図である。
【図９】図１の活性汚泥処理装置における時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）の概念図である。
【図１０】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）の概念図である。
【図１１】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）≦時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）かつ、第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}＜第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}、かつ第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}＞時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（＝ΣL_{Nin}／V_1＝$A_{Ve.}N_{1-1\sim n}$）のモデル図である。
【図１２】図１の活性汚泥処理装置における第１反応槽で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）≦時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入アンモニア性窒素負荷量（ΣL_{Nin}）かつ、第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}＜第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}、かつ第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-2}＞時刻t_1～現在時刻t_nの間の第１反応槽の流入部のアンモニア性窒素計によって実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（＝ΣL_{Nin}／V_1＝$A_{Ve.}N_{1-1\sim n}$）のモデル図である。
【発明を実施するための形態】
【００３１】
以下、本発明を図面に示す実施形態に基づいて説明する。
図１は、本発明の一実施形態に係る活性汚泥処理装置１を示す。
本実施形態において、原水を硝化細菌により硝化を行う生物反応タンク１０は、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３、第４反応槽１４から成る。なお、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３、第４反応槽１４の体積をV_1，V_2，V_3，V_4として表す。
【００３２】
第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３、第４反応槽１４には、それぞれの流入部側にアンモニア性窒素濃度N_1，N_2，N_3，N_4を実測するアンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８が設置されると共に、それぞれの流出部側にＤＯ（Dissolved Oxygen：溶存酸素）濃度（及び水温）DO_1，DO_2，DO_3，DO_4を実測するＤＯ計１９，２０，２１，２２が設置されている。なお、各アンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８間の距離をL_1，L_2，L_3，L_4として表す。ここで、距離L_4は、第４反応槽１１の流入側のアンモニア性窒素濃度N_4と第４反応槽１４の末端の図示しないアンモニア性窒素計との距離（又はＤＯ計２２の近傍に設けた図示しないアンモニア性窒素計との距離）を示す。
【００３３】
第４反応槽１４には、流出部側にＤＯ計２２と共にＭＬＳＳ（Mixed Liquor Suspended Solids：浮遊フロック)濃度$MLSS_4$を実測するＭＬＳＳ計２３が設置されている。
第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３、第４反応槽１４には、それぞれの底部側に散気装置２４，２５，２６，２７が設置されている。
【００３４】
生物反応タンク１０の第１反応槽１１の流入側には、流量計２９を備え、生物反応タン

ク総流入量Ｑ（＝ｑ＋ｒ、ここで、ｑは汚水量、ｒは返送汚泥量を表す）の原水を供給する原水配管２８が接続されている。原水配管２８には、返送汚泥を供給する、流量計３１を備えた配管３０が接続されている。また、生物反応タンク１０の第４反応槽１４の流出側には、処理水を排出する排出管３２が接続されている。生物反応タンク１０への流入量は、流量計２９，３１によって計測される。

【００３５】

アンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８と、ＤＯ計１９，２０，２１，２２と、ＭＬＳＳ計２３と、風量計３９，４０，４１，４２と、流量計２９，３１と、後述する温度計４５と、後述する圧力計４６とは、送風量演算・弁制御装置３３に、実測値を入力するように連絡している。

送風量演算・弁制御装置３３は、これらの入力信号に基づいて、後述する風量調節弁３５，３６，３７，３８，４３の開度調整制御を行うための出力信号を送出するように構成されている。

【００３６】

散気装置２４，２５，２６，２７には、送風機４７に連なる送気配管３４が設置されている。送気配管３４には、それぞれの散気装置２４，２５，２６，２７への分岐配管３４ａ，３４ｂ，３４ｃ，３４ｄが設置され、分岐配管３４ａ，３４ｂ，３４ｃ，３４ｄには、それぞれの散気装置２４，２５，２６，２７の風量を調整する風量調節弁３５，３６，３７，３８と、それぞれの散気装置２４，２５，２６，２７への送風量G_{S1}，G_{S2}，G_{S3}，G_{S4}を監視モニタリングするため実測する風量計３９，４０，４１，４２とが設置されている。

【００３７】

散気装置２４，２５，２６，２７は、後述するように、風量調節弁３５，３６，３７，３８を調節することによって送風停止を行うことができるよう、配管に散気孔を穿孔した散気装置のような、散気孔の形状が不変のものではなく、散気孔が開閉できるようになっているものが望ましい。

メンブレン式散気装置はこの構成を持つもので、ステンレス鋼や硬い樹脂製の基板の周囲に、伸び縮みするスリット状に多数の孔を穿孔した膜の周縁を締結固定し、基板と膜との間に分岐配管３４ａ，３４ｂ，３４ｃ，３４ｄから送風される加圧空気を、散気装置２４，２５，２６，２７が設置されている反応槽の水中水圧に抗して吹込むと、膜が空気圧によって基板から膨れて伸び、穿孔した多数の孔も拡がって開口する。

【００３８】

逆に、加圧空気の送風を停止すると、設置されている反応槽の水圧によって膨れた膜は縮みながら最後には基板に貼り付けられ、膜が縮んだことにより穿孔した多数の孔は閉塞する。

このように空気の吹き込みの有り無しで自動的に散気孔が開閉でき、更に吹き込む際には膜も隆起しながら多数穿孔された散気孔から勢いよく吹き出すので、曝気空気の送風を停止して反応槽中に存在する汚泥が沈降してきても、散気孔に堆積閉塞することがなく、膜上に堆積した汚泥も送気時には吹き飛ばし振り落とすことが可能である。

【００３９】

送気配管３４は、送風機４７との間に、生物反応タンク１０全体への風量を調整する全体風量調節弁４３と、生物反応タンク１０全体への総風量G_{S0}を実測する風量計４４と、送風空気温度を実測する温度計４５と、配管内の圧力を実測する圧力計４６とが設置されている。

風量計４４と、温度計４５と、圧力計４６とは、送風機制御装置４８に実測値を送信するように連絡している。送風機４７は、送風機制御装置４８によって運転が制御される。

【００４０】

送風機制御装置４８について説明する。送風機制御を大別すると、送気圧力一定制御（例えば、非特許文献１の第６３５頁参照）と、送風量一定制御とがある。両方共、現在の下水処理場で普通に行われている制御である。但し、本実施形態のように生物反応タンク

１０を、例えば、第１反応槽１１から第４反応槽１４に分割し、直列に配置された反応槽ごとに個別に風量調節弁３５，３６，３７，３８を制御する場合、他から目標風量信号を入力され、逐一その目標風量と実測風量の偏差に応じて制御しようとしても、風量調節弁３５，３６，３７，３８上流の圧力が変動してうまく制御できないことが多い。よって、本実施形態では、送気圧力一定制御の送風機制御装置４８を用いた。

【００４１】

送気圧力一定制御の送風機制御装置４８への入力は、送風機４７付近にある、送風空気の圧力（圧力計４６で計測される配管内圧力）、送風空気の温度（温度計４５で計測）が主であり、送風量（ＧＳ０、風力計４４で計測）は従、若しくはモニタリングであって、その送風空気圧力が一定になるように、送風機制御装置４８からの出力信号にて送風機４７の吸込ベーン開度等を調整する。その結果、下流の風量調節弁３５，３６，３７，３８の開度に応じて間接的に送風機４７からの送風量が変化する。

【００４２】

具体的な動作例としては、送風量演算・弁制御装置３３からの出力信号にて、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４の風量調節弁３５，３６，３７，３８が閉方向に動作した場合（第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４への送風量を減らしたい場合）には、風量調節弁３５，３６，３７，３８の開度が閉側に動くことで、送気配管３４内の圧力が上昇する。その場合には、送風機４７からの送風量を減らす方向で吸込みベーン開度を調整することで、管内圧力が低下する。風量調節弁３５，３６，３７，３８の上流側圧力が一定だと、弁を閉方向に絞ると、弁の下流側に流れる風量が小さくなる。送風量（G_{S0}）は、圧力を一定にすることで、結果的に送風量が増減するため、制御には直接使用せず、モニタリング用となる。温度も、送風量を風量計で測定するために温度補正が必要なため、計測している。

【００４３】

以上のように、送気圧力一定制御の場合には、送風量演算・弁制御装置３３からの直接信号で送風機４７を制御するのでは無く、風量調節弁３５，３６，３７，３８の動作により送気配管３４内の圧力が変化するものを、送風機制御装置４８にて圧力を一定に制御することで、間接的に送風機４７からの送風量を制御する。

【００４４】

次に、図２に基づいて、本実施形態に係る活性汚泥処理装置１の作用を説明する。

本実施形態においては、原水は配管３０からの返送汚泥と合流した水量で原水配管２８によって生物反応タンク１０の第１反応槽１１に流入され、以下順に第２反応槽１２，第３反応槽１３及び第４反応槽１４を流下しながら、硝化細菌により硝化され、処理水が排出管３２から排出される。

図２に示すフローチャートは、第１反応槽１１における処理手順について説明する。第２反応槽１２，第３反応槽１３及び第４反応槽１４についても、同様に処理されるので、これらの説明は省略する。

【００４５】

この硝化処理工程において、先ず、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１において、滞留時間（θ）を求める。

図３は、滞留時間（θ）の概念図である。

図３に示すように、測定間隔ｔと、各測定時刻の流量Ｑにて、各測定間隔毎に流入した水量（Ｑ×ｔ）を演算する。

現在時刻をt_nとすると、現在時刻t_nから測定間隔ｔずつ時刻を遡っていき、Σ（Ｑ×ｔ）　V_lとなった時のθが、現在時刻t_nにおける滞留時間となる。

【００４６】

演算としては、現在時刻t_nの時の流量をQ_nとすると、（Q_n×ｔ）　V_lであれば、θ＝１×ｔと判定する。θ≠１×ｔであれば、次行へ進む。

（（Q_n＋Q_{n-1}）×ｔ）　V_lであれば、θ＝２×ｔと判定する。θ≠２×ｔであれば、次行へ進む。

（（$Q_n+Q_{n-1}+Q_{n-2}$）×ｔ）　V_1であれば、θ＝３×ｔと判定する。θ≠３×ｔであれば、次行へ進む。

以上の判断を繰返すことにより、滞留時間θを決定する。

【００４７】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ２において、硝化反応の進行判定を行う。

第２反応槽１２のアンモニア性窒素計１６で実測されたアンモニア性窒素濃度N_2の現在値（＝N_{2-n}）と、θ時間前の第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1（＝N_{1-1}）との差（$N_{1-1}-N_{2-n}$）、即ちθ時間前の第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}が、第２反応槽１２のアンモニア性窒素計１６で実測されたアンモニア性窒素濃度N_2に流達する間に硝化されたアンモニア性窒素濃度を演算する。

【００４８】

下記１）に示すように、その差（$N_{1-1}-N_{2-n}$）が、設定下限値（例えば、１～３０ｍｇ／Ｌ）以上となっていた（硝化が進んでいる）場合には硝化制御に入り、下記２）に示すように、そうでない（硝化が進んでいない）場合には、ＤＯ制御を行うか否かの判定に進む。ここで、差（$N_{1-1}-N_{2-n}$）の設定下限値は、電極式アンモニア計の測定下限値から通常考えられる生物反応タンクへの流入アンモニア性窒素濃度（返送汚泥込み）の範囲としてある。

【００４９】

１）$N_{1-1}-N_{2-n}$≧設定下限値の場合（ステップＳ２のＮＯ）には、硝化制御へ進む。ステップＳ４において、ＤＯが上限設定値（例えば、０．１～飽和ＤＯ濃度ｍｇ／Ｌ）を超えているか否かの判断が為される。ＤＯが上限設定値を超えている場合（ステップＳ４のＮＯ）には、ステップＳ２４へ進む。

２）$N_{1-1}-N_{2-n}$＜設定下限値の場合（ステップＳ２のＹＥＳ）には、次のＤＯ判定ステップＳ３へ進み、ＤＯが設定下限値（例えば、０．１～４．０ｍｇ／Ｌ）以下であれば（ステップＳ３のＮＯ）、次のサンプリングタイムまでＤＯ一定制御を行うために、ステップＳ２３へ進む。ここで、ＤＯの設定下限値は、光学式ＤＯ計の測定精度下限値（精度±０．０５ｍｇ／Ｌ）から下水協設計指針の硝化反応に必要なＤＯ（１．５～２．０ｍｇ／Ｌ）に余裕を持たせた範囲としてある。

【００５０】

ステップＳ２３において、送風量演算・弁制御装置３３は、風量調節弁３５を調節することによって、ＤＯ一定制御（目標値＝ＤＯ設定値下限値、送風上限値設定あり）を行わせる。

ステップＳ２４において、送風量演算・弁制御装置３３は、空気量（ＧＳ）　送風下限値か否かを判断する。空気量（ＧＳ）　送風下限値の場合（ステップＳ２４のＹＥＳ）には、ステップＳ２５へ進み、空気量（ＧＳ）≠送風下限値の場合（ステップＳ２４のＮＯ）には、ステップＳ２７へ進む。

【００５１】

ステップＳ２５において、送風量演算・弁制御装置３３は、風量調節弁３５を調節することによって、送風停止後一定時間（例えば、０～１２０分）以内か否かを判断する。

一定時間は、０分（スキップもできるように）から生物処理への影響が生じない６０分以内くらいのところに幅を持たせた（１２０分）範囲とした。

一定時間を超えた場合（ステップＳ２５のＮＯ）には、ステップＳ２７へ進み、一定時間以内の場合（ステップＳ２５のＹＥＳ）には、ステップＳ２６へ進む。

【００５２】

ステップＳ２６において、送風量演算・弁制御装置３３は、風量調節弁３５を調節することによって、送風停止（風量調整弁３５を閉）にする。

ステップＳ２７において、送風量演算・弁制御装置３３は、風量調節弁３５を調節することによって、ＤＯ一定制御（目標値＝ＤＯ設定値上限値、送風下限設定あり）を行わせ

る。ここで、ＤＯ設定上限値～制御のハンチング防止で少し幅を持たせる（例えば、２．０ｍｇ／Ｌ）範囲とすることが好ましい。

【００５３】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ５において、硝化速度（K_n）を求める。

硝化速度（K_n）は、次式により求められる。

【数１】

$$Kn = \frac{(N_{1\text{-}1} - N_{2\text{-}n})}{MLSS} \times \frac{1}{\theta}$$

ここで、

$N_{1\text{-}1}$：時刻t_1の時の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度
（t_1は、現在時刻t_nよりもθ時間前の時刻）

$N_{2\text{-}n}$：現在時刻t_nの時の、第２反応槽１２のアンモニア性窒素計１６で実測されたアンモニア性窒素濃度N_2のアンモニア性窒素濃度

ＭＬＳＳ：現在時刻t_nのＭＬＳＳ濃度

【００５４】

図４は、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度の経時変化の例を示す。

図５は、第１反応層１１内の流下方向のアンモニア性窒素濃度変化の例を示す。

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ６において、第１反応槽１１の流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）を求める。

【００５５】

流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）は、図９に示すように、時刻t_1から現在時刻t_nの間の時間（θ）に流入したアンモニア性窒素量の積算値として求められる。

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ７において、第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（L_{NT}）を求める。アンモニア負荷量（L_{NT}）は、図１０に示す例のように、第１反応槽１１（V_1）で硝化したアンモニア性窒素負荷量を表す。

第１反応槽１１で硝化したアンモニア性窒素負荷量（L_{NT}）は、次式により求められる。

【数２】

$$\begin{aligned} L_{NT} &= Kn \times V_1 \times MLSS \times \theta \\ &= \frac{(N_{1\text{-}1} - N_{2\text{-}n})}{MLSS} \times \frac{1}{\theta} \times V_1 \times MLSS \times \theta \\ &= (N_{1\text{-}1} - N_{2\text{-}n}) \times V_1 \end{aligned}$$

【００５６】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ８において、第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（L_{NT}）が時刻t_1から現在時刻t_nの間の流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）より小さいか否かの判断を行う。

時刻t_1から現在時刻t_nの間の流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）が、第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（L_{NT}）大きい場合（ステップＳ８のＮＯ）には、ステップＳ１３へ進む。

【００５７】

第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（L_{NT}）が、時刻t_1から現在時刻t_nの間

の流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）より小さい場合（ステップＳ８のＹＥＳ）には、ステップＳ９へ進む。

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ９において、時刻t_1の時の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-1}）が、時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）より小さいか否かの判断を行う。

【００５８】

時刻t_1の時の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-1}）が、時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）より大きい場合（ステップＳ９のＮＯ）には、ステップＳ１０へ進む。

時刻t_1の時の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-1}）が、時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）より小さい場合（ステップＳ９のＹＥＳ）には、ステップＳ１１へ進む。

【００５９】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１０において、第１反応槽１１で硝化に必要な酸素量（AOR_N）を求める。

硝化に必要な酸素量（AOR_N）は、次式により求められる。

$$AOR_N = 4.57 \times L_{NT} / \theta \times 10^{-3}$$
$$= 4.57 \times (N_{1-1} - N_{2-n}) \times V_1 / \theta \times 10^{-3}$$

例えば、図６のような場合がある。

【００６０】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１１において、時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）が、時刻t_1から現在時刻t_nまでの第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（$=\Sigma L_{Nin} / V_1 = A_{ve.}N_{1-1\sim n}$）より大きいか否かの判断を行う。

時刻t_1から現在時刻t_nまでの第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（$=\Sigma L_{Nin} / V_1$）を、（$A_{ve.}N_{1-1\sim n}$）と表記する。

【００６１】

時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）が、時刻t_1から現在時刻t_nまでの第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（$=\Sigma L_{Nin} / V_1 = A_{ve.}N_{1-1\sim n}$）より小さい場合（ステップＳ１１のＮＯ）には、ステップＳ１２へ進む。

時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）が、時刻t_1から現在時刻t_nまでの第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（$=\Sigma L_{Nin} / V_1 = A_{ve.}N_{1-1\sim n}$）より大きい場合（ステップＳ１１のＹＥＳ）には、ステップＳ１３へ進む。

【００６２】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１２において、第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（L_{NT}）≦時刻t_1から現在時刻t_nの間の流入アンモニア負荷量（ΣL_{Nin}）かつ、時刻t_1の時の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-1}）＜時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）かつ、時刻t_1の後の、第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で

実測されたアンモニア性窒素濃度N_1のアンモニア性窒素濃度（N_{1-2}）≦時刻t_1から現在時刻t_nまでの第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の平均値（$=\Sigma L_{Nin}/V_1=A_{ve.}N_{1-1\sim n}$）の場合、次式で
補正する。
【数３】

$$AOR_N = 4.57\times L_{NT}/\theta\times10^{-3}\times\frac{N_{1-2}}{N_{1-1}}$$

$$(\text{ここで、}\ L_{NT} = (N_{1-1}-N_{2-n})\times V_1)$$

例えば、図７のような場合がある。
【００６３】
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１３において、第１反応槽１１で硝化に必要な酸素量（AOR_N）を求める。
硝化に必要な酸素量（AOR_N）は、次式により求められる。
$AOR_N=4.57\times L_{NT}/\theta\times10^{-3}\times(\Sigma L_{Nin}/V_1/N_{1-n})$
ここでは、次式によりAOR_Nを補正する。
【数４】

$$AOR_N = 4.57\times L_{NT}/\theta\times10^{-3}\times\frac{\Sigma L_{Nin}/V_1}{N_{1-1}}$$

例えば、極端なモデルとして、図８のような場合がある。
【００６４】
また、ステップＳ８において、第１反応槽１１で硝化したアンモニア負荷量（ＬＮＴ）が、時刻ｔ１から現在時刻ｔｎの間の流入アンモニア負荷量（ΣＬＮｉｎ）より大きい場合、（ステップＳ８のＮＯ）の場合でも、ステップＳ１３となるので、式４によるAOR_Nを補正する。
例えば、図１１のような場合がある。
また、流入負荷が低下したとき等でも、ここまでの判定にかからなかった場合、例えば、図１２のような場合には、設定風量を減らす方向の補正となるが、同式での補正となる。
【００６５】
第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_{1-1}がθ時間後に第２反応槽１２のアンモニア性窒素計１６で実測されたアンモニア性窒素濃度N_2に流達する間に第１反応槽１１のアンモニア性窒素計１５で実測されたアンモニア性窒素濃度N_1の濃度が低下すると、時刻t_1～現在時刻t_nの間の流入アンモニア性窒素負荷量ΣL_{Nin}は小さくなる。
【００６６】
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１４において、第１反応槽１１で硝化に必要な総酸素量（ＡＯＲ）を求める。
総酸素量（ＡＯＲ）は、硝化に必要な酸素量（AOR_N）と内生呼吸に必要な酸素量（AOR_E）との和である。
内生呼吸に必要な酸素量（AOR_E）は、次式により求められる。
$AOR_E = 0.10\times V_1\times MLSS\times0.8\times10^{-3}\times1/24\times1/60$
【００６７】
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１５において、必要空気量（Ｇｓ）を求める。
必要空気量（Ｇｓ）は、次式により求められる。

【数５】

$$Gs=\frac{SOR}{E_{AS}\times 10^{-2}\times \rho \times O_W}\times\frac{273+20}{273}\quad (m^3/分)$$

ここで、ＳＯＲは酸素供給量（ｋｇO_2／分）を示す。
E_{AS}：清水に対する酸素移動効率（％）
ρ：空気の密度　＝１．２９３（ｋｇ空気／Ｎm^3）
O_W：空気中の酸素の重量比＝０．２３２（ｋｇO_2／ｋｇ空気）

【００６８】
ＳＯＲは、次式により求められる。
【数６】

$$SOR=\frac{AOR\times C_{SW}\times r}{1.024^{(T-20)}\times\alpha\times(\beta\times C_S\times r-C_A)}\times\frac{101}{P}$$

ＡＯＲ：AOR_N+AOR_E　(kgO_2/分)
C_{SW}：20℃における酸素飽和濃度　(mg/L)
C_A：混合液の平均ＤＯ濃度　(mg/L)
Ｔ：活性汚泥混合液の水温　(℃)
C_S：Ｔ℃における酸素飽和濃度　(mg/L)
ｒ：散気水深によるC_Sの補正係数

$$r=\frac{1}{2}\times\left(\frac{10.332+h}{10.332}+1\right)$$

ｈ：散気水深(m)
α：ＫＬａの補正係数
β：飽和酸素濃度の補正係数
Ｐ：大気圧　(kPa)

【００６９】
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１６において、必要空気量（Ｇｓ）が送風下限量より大きいか否かの判断を行う。
必要空気量（Ｇｓ）が送風下限量より小さい場合（ステップＳ１６のＮＯ）には、ステップＳ１７へ進む。
必要空気量（Ｇｓ）が送風下限量より大きい場合（ステップＳ１６のＹＥＳ）には、ステップＳ２１へ進む。

【００７０】
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ２１において、風量調節弁３５を調節することによって、算出した必要空気量（Ｇｓ）となるよう、風量調節弁３５へ開度調整制御を行うための出力信号を送出する。
次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１７において、ＤＯの下限値（例えば、０．１～４．０ｍｇ／Ｌ）より大きいか否かの判断を行う。

【００７１】
ＤＯの下限値は、光学系ＤＯ計の測定精度下限値（精度±０．０５ｍｇ／Ｌ）から下水協設計指針の硝化反応に必要なＤＯ（１．５～２．０ｍｇ／Ｌ）に余裕を持たせた範囲としてある。
ＤＯの下限値（例えば、０．１～４．０ｍｇ／Ｌ）より小さい場合（ステップＳ１７のＮＯ）には、ステップＳ２０へ進む。
ＤＯの下限値（例えば、０．１～４．０ｍｇ／Ｌ）より大きい場合（ステップＳ１７の

ＹＥＳ）には、ステップＳ１８へ進む。

【００７２】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１８において、送風停止後一定時間（例えば、０～１２０分）以内か否かをの判断を行う。

一定時間は、０分（スキップもできるように）から生物処理への影響が生じない６０分以内くらいのところに幅を持たせた（１２０分）範囲とした。

一定時間を超えた場合（ステップＳ１８のＮＯ）には、ステップＳ２０へ進み、一定時間以内の場合（ステップＳ１８のＹＥＳ）には、ステップＳ１９へ進む。

【００７３】

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ１９において、風量調節弁３５を調節することによって、停止（風量調整弁３５を閉）する信号を送信する。

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ２０において、風量調節弁３５を調節することによって、下限値にて送風させる信号を送信する。

次に、送風量演算・弁制御装置３３は、ステップＳ２２において、測定間隔ｔが経過したか否かをの判断を行う。

測定間隔ｔが経過すると、ステップＳ１へ進む。

【００７４】

以上の処理を行うことによって、本実施形態によれば、複数のアンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８とＤＯ計１９，２０，２１，２２により、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４における硝化速度の現在値とＤＯ変化を把握し、送風量演算・弁制御装置３３により現在の硝化速度に応じた必要空気量（G_S）を演算して、各ＤＯ計１９，２０，２１，２２の計測値による補正制御としての、ＤＯ計測値をＤＯ上下限設定値各々と比較し、設定値を外れた場合にＤＯ一定制御への、場合別制御変更を併せて行いながら、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４の風量調節弁３５，３６，３７，３８の開度制御を行い、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４から成る好気タンクへの送風量の自動制御を個別に行うことができるので、第１反応槽１１、第２反応槽１２、第３反応槽１３及び第４反応槽１４毎の処理状況に応じた必要な空気量（G_S）を個別に過不足無く送風することができ、硝化反応を適正に進めて水質を良好に保ちながら、過大な送風量を抑制し、過剰な送風機動力を削減することが可能である。

【００７５】

また、本実施形態に係る活性汚泥法の処理方法によれば、例えば、生物反応タンク１０の第１反応槽１１の最上流側に配備されたアンモニア性窒素計１５で計測されたアンモニア性窒素濃度N_1である流入水が生物反応タンク１０への流入量に応じた流達時間θの後に、第２反応槽１２の最上流側に配備されたアンモニア性窒素計１６に流達し、第２反応槽１２のアンモニア性窒素計１６で計測されたアンモニア性窒素濃度N_2となった時に、２つのアンモニア性窒素計１５，１６で時間遅れを伴って計測されたアンモニア性窒素濃度の差（$N_{1-1}-N_{2-n}$）をもって、第１反応槽１１内における硝化速度の現在値が算出でき、その硝化速度に対応した必要空気量（G_S）を第１反応槽１１末端側に配備したＤＯ計１９の計測値による補正制御としての、ＤＯ計測値をＤＯ上下限設定値各々と比較し、設定値を外れた場合にＤＯ一定制御への、場合別制御変更を併せて行いながら送風するよう、第１反応槽１１用に配備された風量調節弁３５の開度が送風量演算・弁制御装置３３により自動的に調整されるので、硝化反応を適正に進めて水質を良好に保ちながら、生物反応タンク１０の各反応槽１１～１４への過剰送風を抑制でき、送風機４７の動力を低減できる。

【００７６】

なお、上記実施形態では、生物反応タンク１０を４つの反応槽１１～１４で構成したが、本発明はこれに限らず、反応槽の数を増減変更することは可能である。また、１つの生物反応タンク１０を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、複数の生物反応タンク１０を並列配置することも可能である。さらに、生物反応タンク１０

の上流側に嫌気槽を設けることも可能である。

【００７７】

また、上記実施形態では、送風圧力一定制御を行うよう送風機制御装置４８を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限らず、各風量計の実測値の複合演算が複雑になり、応答性が鈍くなる欠点はあるものの、送風量一定制御を行う送風機制御装置を用いても良い。

【００７８】

また、上記実施形態では、アンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８及びＤＯ計１９，２０，２１，２２を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、アンモニア性窒素計１５，１６，１７，１８及びＤＯ計１９，２０，２１，２２の補完として、硝酸性窒素計、ＢＯＤ計、ＣＯＤ計、ＴＯＣ計、ＯＲＰ計、Ｒｒ計、ＡＴＵ－Ｒｒ計、ＵＶ計を採用することも可能である。

【００７９】

さらに、本発明における下水の活性汚泥法は、下記に示す種々の水処理プロセスに適用することが可能である。

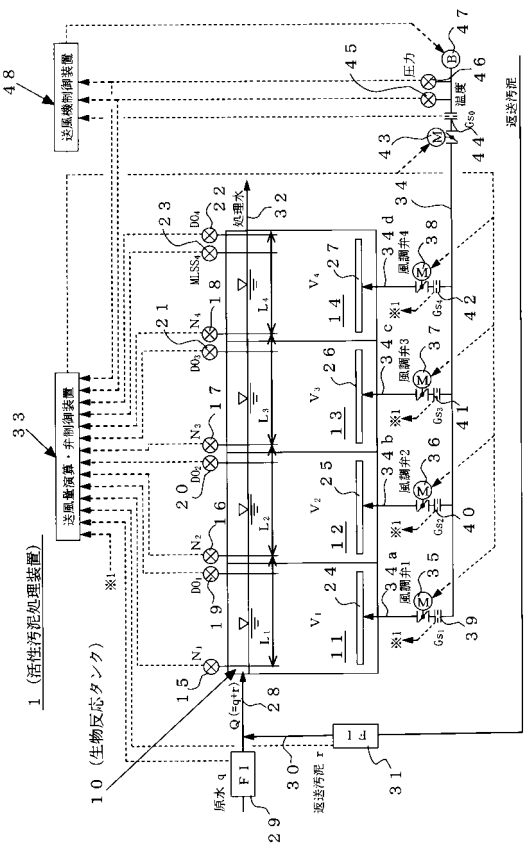
例えば、標準活性汚泥法、A_2O法（嫌気－無酸素－好気法）、ＡＯ法（嫌気－好気法）、硝化内生脱窒法、循環式硝化脱窒法、ＯＤ法、ステップ注入法、回分式活性汚泥法、間欠曝気法、担体投入型活性汚泥法、担体投入A_2O法、担体投入ＡＯ法、担体投入硝化内生脱窒法、担体投入循環式硝化脱窒法、担体投入ＯＤ法、担体投入ステップ注入法、担体投入回分式活性汚泥法、担体投入間欠曝気法、凝集剤注入型活性汚泥法、凝集剤注入A_2O法、凝集剤注入ＡＯ法、凝集剤注入硝化内生脱窒法、凝集剤注入循環式硝化脱窒法、凝集剤注入ＯＤ法、凝集剤注入ステップ注入法、凝集剤注入回分式活性汚泥法、凝集剤注入間欠曝気法、膜分離型活性汚泥法、膜分離型A_2O法、膜分離型ＡＯ法、膜分離型硝化内生脱窒法、膜分離型循環式硝化脱窒法、膜分離型ＯＤ法、膜分離型ステップ注入法、膜分離型回分式活性汚泥法、膜分離型間欠曝気法等である。

【符号の説明】

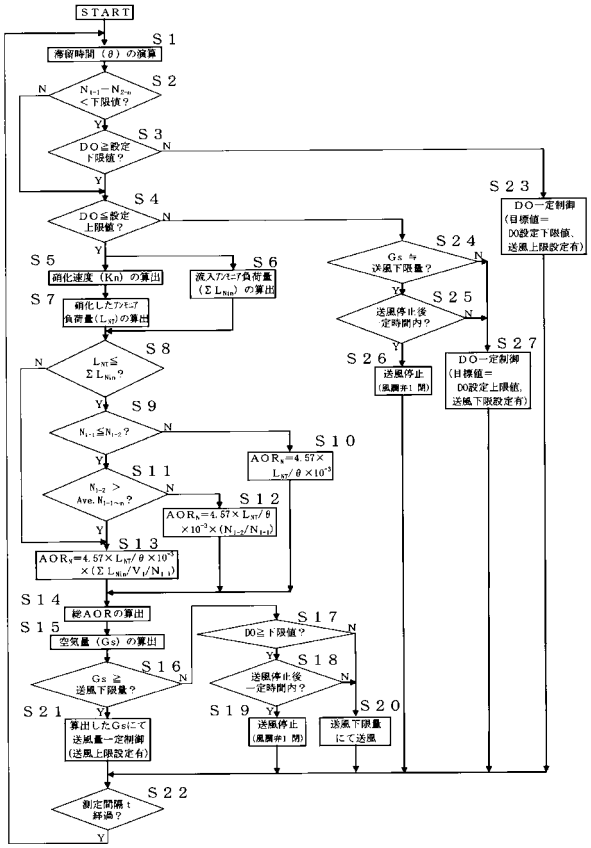
【００８０】

１　活性汚泥処理装置
１０　生物反応タンク
１１　第１反応槽
１２　第２反応槽
１３　第３反応槽
１４　第４反応槽
１５，１６，１７，１８，１８Ａ　アンモニア性窒素計
１９，２０，２１，２２　ＤＯ計
２３　ＭＬＳＳ計
２４，２５，２６，２７　散気装置
２８　原水配管
２９，３１　流量計
３０　配管
３２　配水管
３３　送風量演算・弁制御装置
３４　送気配管
３５，３６，３７，３８，４３　風量調節弁
３９，４０，４１，４２，４４　風量計
４５　温度計
４６　圧力計
４７　送風機
４８　送風機制御装置

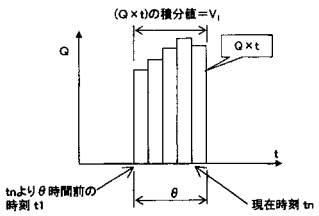
【図１】



【図２】

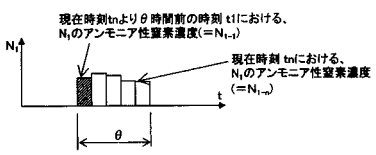


【図３】

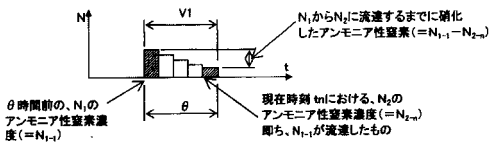


滞留時間（θ）概念図

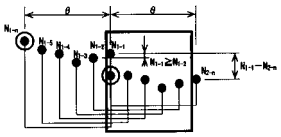
【図４】



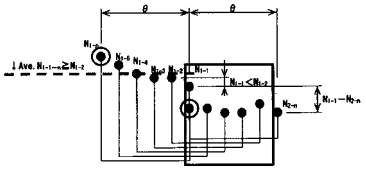
【図５】



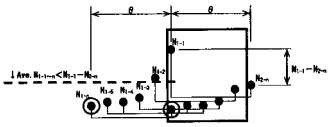
【図６】



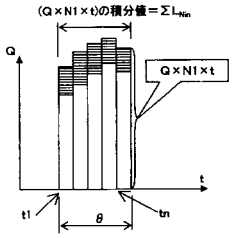
【図７】



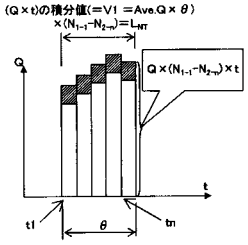
【図８】



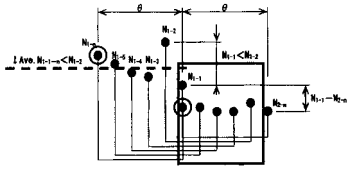
【図９】



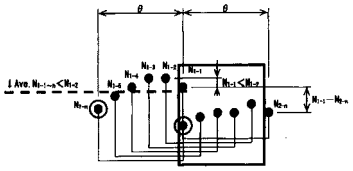
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(72)発明者　倉田　里名
東京都新宿区西新宿二丁目８番１号　東京都下水道局内
(72)発明者　松本　昌彦
東京都中央区日本橋室町二丁目１番１号　三機工業株式会社内
(72)発明者　高橋　直人
東京都中央区日本橋室町二丁目１番１号　三機工業株式会社内

Ｆターム(参考) 4D029 AA01　AB07　BB10
4D040 BB02　BB52　BB91