

明 細 書

発明の名称： 水処理装置および水処理方法

技術分野

[0001] 本願は、水処理装置および水処理方法に関するものである。

背景技術

[0002] 都市下水および有機性廃水、窒素含有廃水を処理する一般的な方法として、活性汚泥法がある。活性汚泥法とは、浄化機能をもつ微生物群（活性汚泥）を生物反応槽に蓄え、これと廃水とを混合および接触させつつ曝気することにより、廃水中の汚濁物を酸化および分解する方法である。この汚濁物を十分に浄化するためには、適切な量の空気を生物反応槽に供給する必要がある。

[0003] また、上記のように活性汚泥法により処理された二次処理水、および、上水処理における凝集沈殿後、または、急速濾過後の水の消毒、殺菌、消臭等のために、オゾンガスを被処理水に供給することで、水中の有機物およびウイルスなどの汚濁物を酸化分解する処理が行われる。ここでも、汚濁物を十分に浄化するために、適切な量のオゾンガスを被処理水に供給する必要がある。

[0004] さらに、リン含有廃水を処理する方法として、凝集沈殿法がある。これは、凝集剤を被処理水のリン酸と反応させることにより金属塩またはカルシウム塩としてリンを沈殿させ、水中からリンを浄化処理する方法である。凝集剤の供給量は被処理水に含まれるリン濃度に応じて変化することから、適切な量の凝集剤を被処理水に供給する必要がある。

[0005] 上記に示した水処理方法の全てに共通する点は、被処理水が流入する水処理槽に対して空気、オゾンガス、凝集剤などの処理剤を供給することで被処理水を浄化する点であり、負荷値の変動に対して処理剤の供給量を即座に制御する必要がある。例えば、特許文献1には、活性汚泥を活用した水処理システムにおいて、原水の有機物濃度と窒素濃度から好気槽の硝化率の設定値

を求め、好気槽中のアンモニア性窒素濃度および硝酸性窒素濃度から好気槽中の硝化率の算出値と前記硝化率の設定値を比較し、曝気制御を行う方法が提案されている。

[0006] また、例えば、特許文献2には、オゾンによる水処理設備において、オゾン発生体とオゾン溶解器を共通のオゾン曝気槽に組み込み、発生する全てのオゾンを処理対象水に溶解させオゾン処理を行うことで、オゾン発生体の建設コストと運転コストを低減する方法が提案されている。

[0007] また、例えば、特許文献3には、水処理システムにおいて、被処理水の流量およびリン成分濃度と、流出水のリン成分濃度に基づいて生物処理槽の散気量と凝集剤注入量を制御する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2014-184396号公報

特許文献2：特開2011-5406号公報

特許文献3：特開2010-269276号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 例えば、特許文献1では、流入水の有機物濃度と窒素濃度の現在値に基づいて散気制御を行っている。しかし、散気により活性汚泥が浄化機能を高めるには時間を要するため、流入水質の現在値に基づいた制御では、高負荷時には散気量不足による水質悪化を招く虞がある。また、低負荷時には必要な散気量が減少するにも関わらず、負荷値の減少に対して散気量の制御が追いつかず、過剰な散気によるエネルギーロスを招く虞がある。

[0010] また、特許文献2では、負荷値の現在の変動に応答してオゾン発生器の出力を変化させることになるため、高負荷時にはオゾンガスの供給量不足による流出水質の悪化、低負荷時にはオゾンガスの過剰供給によるエネルギーロスを招く虞がある。

[0011] また、特許文献3では、特許文献1と同様に流入水の流量とリン成分濃度の現在の変動に応答して凝集剤を供給しているため、負荷値増加時には凝集剤供給不足による水質悪化、低負荷時には凝集剤の過剰供給によるコスト増加を招く虞がある。

[0012] このように、いずれの従来技術においても、負荷値の現在の変動に応答して処理剤を供給する制御では、負荷値の変動を検知した後で処理剤の供給量を増減させることになるため、高負荷時には処理剤の供給量不足による流出水質の悪化、低負荷時には処理剤の過剰供給によるコスト増加を招く虞があるという問題点があった。

[0013] 本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、被処理水が水処理された処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減を達成できる水処理装置および水処理方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本願に開示される水処理装置は、
水処理槽に流入する被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理装置において、

第一時点において前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する負荷測定部と、

前記負荷測定部が測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後の第二時点における前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する予測部と、

前記予測部が予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記水処理槽内の前記被処理水に供給する供給部とを備えるものである。

また、本願に開示される水処理方法は、

被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理方法において、

第一時点における前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する第一工程と、

前記第一工程にて測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後の第二時点における前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する第二工程と、

前記第二工程にて予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記被処理水に供給する第三工程とを備えるものである。

発明の効果

- [0015] 本願に開示される水処理装置および水処理方法によれば、被処理水が水処理された処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減を達成できる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]実施の形態1による水処理装置の構成を示す図である。
[図2]図1に示した水処理装置における水処理方法を示したフローチャートである。
[図3]実施の形態1による水処理装置および比較例における負荷値および散気量の経時変化を示した図である。
[図4]実施の形態1による水処理装置における処理水のアンモニア態窒素濃度の経時変化を示した図である。
[図5]実施の形態1による水処理装置および比較例における負荷値および散気量の経時変化を示した図である。
[図6]実施の形態1による水処理装置における処理水のアンモニア態窒素濃度の経時変化を示した図である。
[図7]実施の形態2による水処理装置の構成を示す図である。
[図8]実施の形態3による水処理装置の構成を示す図である。
[図9]実施の形態4による水処理装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0017] 本願は、都市下水、有機性廃水、窒素含有廃水、下水二次処理水、リン含有廃水など、被処理水中に含まれる汚濁物を浄化処理して水処理を行う水処

理装置および水処理方法に関するものある。

[0018] 実施の形態 1.

図 1 は実施の形態 1 による水処理装置の構成を示す図である。図において、水処理装置は、水処理槽 1 と、供給部としての第一算出部 9 1、第一供給部 4 1 および第一散気部 3 1、第二算出部 9 2、第二供給部 4 2 および第二散気部 3 2、第三算出部 9 3、第三供給部 4 3 および第三散気部 3 3 と、負荷測定部 5、記録部 6、予測部 7 および沈殿槽 2 とを備える。尚、第一算出部 9 1、第一供給部 4 1 および第一散気部 3 1 にて 1 つの供給部が形成される。

[0019] また、第二算出部 9 2、第二供給部 4 2 および第二散気部 3 2 にて 1 つの供給部が形成される。また、第三算出部 9 3、第三供給部 4 3 および第三散気部 3 3 にて 1 つの供給部が形成される。本実施の形態では 3 つの供給部を備える例を示したが、水処理槽 1 の大きさおよび被処理水の処理量などに応じて、1 つの供給部を備える場合、2 つの供給部を備える場合、さらに、4 つ以上の供給部を備える場合も考えられる。尚、供給部の数については、以下の実施の形態においても同様であるため、その説明は適宜省略する。

[0020] 水処理槽 1 は、外部から配管 1 0 1 を介して被処理水が流入される。水処理槽 1 は、活性汚泥を蓄え、被処理水を活性汚泥による生物反応によって浄化処理する。また、水処理槽 1 にて処理された被処理水（以下、水処理槽 1 にて処理された被処理水は“処理水”と称す）は配管 1 0 2 を介して沈殿槽 2 に排出される。沈殿槽 2 は、配管 1 0 2 を介して水処理槽 1 から排出された処理水に含まれる活性汚泥を沈殿させる。沈殿槽 2 では、沈殿処理した後の上澄水が配管 1 0 3 を介して排出される。また、沈殿槽 2 では、沈殿処理によって分離した活性汚泥が、配管 1 0 4 を介して水処理槽 1 へ返送される。但し、沈殿槽 2 では、余剰分の活性汚泥は配管 1 0 5 を介して外部に排出される。

[0021] 各散気部 3 1 ～ 3 3 は、水処理槽 1 内で被処理水が流下する方向に並んで設置される。各散気部 3 1 ～ 3 3 は、各供給部 4 1 ～ 4 3 から各配管 4 1 1

、４２１、４３１を介して送られた気体状態の処理剤を水処理槽１内に供給する。

[0022] 負荷測定部５は、配管１０１に取り付けられ、水処理槽１に流入する被処理水の負荷値を測定する。記録部６は負荷測定部５にて測定された負荷値を信号線５１を介して入力し、時刻とともに記録する。予測部７は記録部６に記録されている過去の負荷値および当該負荷値の時刻を信号線６１を介して入力し、さらに、負荷測定部５にて測定された第一時点としての現在の被処理水の第一負荷値および時刻を負荷測定部５から信号線５２を介して入力する。そして、予測部７は現在（第一時点）より後の第二時点における水処理槽１に流入する被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する。

[0023] 各算出部９１～９３は、予測部７が予測した被処理水の第二負荷値を信号線７１から入力し、当該第二負荷値に対応した処理剤の供給量を算出する。尚、本実施の形態１では、処理剤として空気を用いるため、供給量を散気量として示す場合もある。そして、各算出部９１～９３は、各供給部４１～４３に第一時点と第二時点との間の第三時点において、被処理水の第二負荷値に対応して算出した処理剤の供給量を各散気部３１～３３に供給させる。

[0024] この際、各算出部９１～９３で算出された処理剤の供給量は各信号線９１、９２１、９３１を介して各供給部４１～４３に送られる。また、各供給部４１～４３から供給された処理剤は各散気部３１～３３に供給され、処理剤は水処理槽１内に供給される。よって本実施の形態１の水処理装置では、水処理槽１内において、配管１０１を介して流入する被処理水を、活性汚泥および各供給部４１～４３から供給される処理剤の空気が各散気部３１～３３から散気され、混合および攪拌し、水中の汚濁物質を生物学的に酸化分解することで浄化処理する。

[0025] 次に、各箇所の具体例および詳細について説明する。まず、負荷測定部５の具体例について説明する。負荷測定部５は、水処理槽１に流入する被処理水の負荷値を測定するものであり、具体的には、被処理水の流量計、汚濁物濃度計（アンモニア態窒素濃度計、全窒素濃度計、ＢＯＤ（Ｂｉｏｃｈｅｍ

ical oxygen demand) 計、COD (Chemical oxygen demand) 計など) の少なくとも 1 つ以上の計測機器を備える。負荷測定部 5 は、連続的、または、所定時間の間隔の間欠的に当該負荷値を測定する。そして、全ての負荷値は、負荷値を測定した時刻と関連付けられる。

[0026] 負荷測定部 5 として、先に示した、流量計および汚濁物濃度計のどちらも備える場合もある。その場合、水処理槽 1 に流入する被処理水の流量と汚濁物濃度との積を負荷値として算出してもよい。そして、負荷測定部 5 は水処理槽 1 に実質的に流入する被処理水の負荷値として測定する。また、流量計の代替として、流入渠の堰の開度を流量に換えて利用してもよい。さらに、季節等の温度に対する影響を考慮するために、流量計および汚濁物濃度計に加えて、水温計を備えてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合に説明する。

[0027] また図 1 では、負荷測定部 5 は配管 101 に接続する例を示したが、負荷測定部 5 を水処理槽 1 内の上流側に設置してもよい。これにより、配管 104 から返送される活性汚泥の影響を含めた負荷値を考慮することが可能である。さらに、配管 101 を通過して実際に水処理槽 1 に流入するまでのタイムラグの影響を取り除くことができるため、より精密な制御を行うことができる。尚、このことは以下の実施の形態でも同様であるためその説明は適宜省略する。

[0028] 次に、予測部 7 の具体例について説明する。予測部 7 は過去の負荷値と、負荷測定部 5 にて測定された現在 (第一時点) の第一負荷値とに基づいて、所定時間後 (第二時点) の被処理水の第二負荷値を予測する。予測部 7 が予測する所定時間後 (第二時点) は、水処理装置に流入する被処理水の負荷変動パターンに応じて最適値は異なる。一般に、晴天時における都市下水などでは、負荷値は周期的な変動を行うことが知られている。よって、負荷値の周期を超えない範囲で上記所定時間を設定することが望ましく、おおむね 30 分から 6 時間先を予測する。この予測により、負荷値の変動を見越した水

処理装置の運転が可能となる。

[0029] 予測部 7 の第二時点の被処理水の第二負荷値の予測は、蓄積された過去の負荷値のデータを基にして第一時点の現在の被処理水の第一負荷値から、第一時点より後の第二時点としての所定時間先の被処理水の第二負荷値を予測する。具体的な予測する手法としては、ニューラルネットワーク、ディープラーニング、強化学習、機械学習、局所近似法などが用いられる。学習用のデータとして記録部 6 に記録された過去の負荷値のデータを使用するが、負荷値のデータ以外の水質データまたは外部から取得可能なデータと関連付けて負荷値を予測してもよい。

[0030] 例えば、活性汚泥法による水処理では、負荷値の増減に伴って水処理槽 1 に供給する散気量も増減させることが一般的である。よって、過去の負荷値のデータと過去の散気量の経時データとを関連付けて学習することで、負荷値の変動パターンの中でも、散気量の大幅な増減が必要となる負荷値の変動を精度よく予測できる。また、過去の負荷値のデータを雨雲レーダまたは降雨量の経時データと関連付けて学習させることで、降雨による被処理水の流入量または被処理水の水質の変動を精度よく予測できる。

[0031] 次に、各算出部 9 1 ～ 9 3 の具体例について説明する。各算出部 9 1 ～ 9 3 は負荷測定部 5 で測定された第一時点としての現在の被処理水の第一負荷値、または予測部 7 で予測された第一時点より後の第二時点としての所定時間先の被処理水の第二負荷値を用いて、各散気部 3 1 ～ 3 3 から第一時点と第二時点との間の第三時点において供給する処理剤の散気量を計算する演算式が組み込まれている。

[0032] 具体的には、各算出部 9 1 ～ 9 3 は、それぞれに接続されている各散気部 3 1 ～ 3 3 に予め定められた係数を保持しており、下記の (A)、(B) の和を算出する。

(A) 負荷測定部 5 で測定された水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値に、各散気部 3 1 ～ 3 3 に予め定められた係数を乗じた供給量

(B) 定数

尚、前記係数は、水処理槽 1 に流入する負荷値の変動に対して素早く散気量を追従させるために最適な散気量を、上記演算において得ることができるように予め設定された値であり、各散気部 3 1 ~ 3 3 の位置あるいは個数によって値を設定できる。

[0033] 例えば、負荷測定部 5 に流量計および汚濁物濃度計としてアンモニア態窒素濃度計を備えている場合、第一算出部 9 1 では、第一散気部 3 1 から供給される散気量の設定値 $G 1$ [Nm^3/hr] を以下に示す式 (1) により算出する。

$$G 1 = k 1 1 \cdot S \mid N, N \cdot Q \mid N + k 1 3 \cdot \cdot \cdot (1)$$

$S \mid N, N$; 水処理槽 1 へ流入する被処理水のアンモニア態窒素濃度 [mg/L]

$Q \mid N$; 水処理槽 1 へ流入する被処理水の流量 [m^3/hr]

$k 1 1, k 1 3$; 定数

[0034] 上記に示した場合と同様に、各算出部 9 2、9 3 では、各散気部 3 2、3 3 から供給される散気量の設定値 $G 2$ 、 $G 3$ [Nm^3/hr] を以下に示す式 (2)、(3) によりそれぞれ算出する。

$$G 2 = k 2 1 \cdot S \mid N, N \cdot Q \mid N + k 2 3 \cdot \cdot \cdot (2)$$

$k 2 1, k 2 3$; 定数

$$G 3 = k 3 1 \cdot S \mid N, N \cdot Q \mid N + k 3 3 \cdot \cdot \cdot (3)$$

$k 3 1, k 3 3$; 定数

[0035] 上記に示した式 (1) ~ (3) において、各散気部 3 1 ~ 3 3 に対応して予め定める係数 $k 1 1$ 、 $k 2 1$ 、 $k 3 1$ は、前述したように、水処理槽 1 に流入する負荷値の変動に対して素早く散気量を追従させるために最適な散気量を、上記演算において得ることができるように予め設定された値である。但し、係数 $k 1 1$ 、 $k 2 1$ 、 $k 3 1$ は、全て等しい値とは限らず、各散気部 3 1 ~ 3 3 の位置に応じて異なる値を設定してもよい。また、係数 $k 1 1$ 、 $k 2 1$ 、 $k 3 1$ は一度設定した後も、季節変動および目標とする処理水の水質の変化などに応じて適宜最適な値を設定し直すことができる。

- [0036] このように、各算出部 9 1 ～ 9 3 では、各算出部 9 1 ～ 9 3 に組み込まれた散気量の演算式と、予測部 7 で予測された第二時点の被処理水の第二負荷値を基に、第一時点と第二時点との間の第三時点にて各散気部 3 1 ～ 3 3 から供給する散気量を算出する。各算出部 9 1 ～ 9 3 に組み込まれた散気量の演算式は現在（第一時点）の第一負荷値を“S I N, N、Q I N”と表記する。これに対して、最適な散気量を演算するための演算式であるが、各算出部 9 1 ～ 9 3 では、上記演算式に現在の被処理水の第一負荷値“S I N, N、Q I N”ではなく、第二時点の被処理水の第二負荷値“S' I N, N、Q' I N”を入力して、被処理水の第二負荷値に対応する散気量を算出する。
- [0037] 具体的に、上記に示した式（1）～（3）を基に説明する。上記に示した式（1）～（3）に被処理水の現在の第一負荷値“S I N, N、Q I N”を入力することで、現在の第一負荷値に対して最適な散気量が算出される。しかし、各算出部 9 1 ～ 9 3 では、被処理水の第二時点の予測の被処理水の第二負荷値“S' I N, N、Q' I N”を入力して、各散気部 3 1 ～ 3 3 のそれぞれの目標（第三時点における）の散気量を算出する。
- [0038] 上記のようにして算出された第三時点の散気量の設定値 G 1 ～ G 3 はそれぞれ信号線 9 1 1 ～ 9 3 1 を介して各供給部 4 1 ～ 4 3 に伝えられる。各供給部 4 1 ～ 4 3 では、それぞれ配管 4 1 1 ～ 4 3 1 および各散気部 3 1 ～ 3 3 を介して、それぞれに設定された散気量の空気を水処理槽 1 内に供給する。
- [0039] 上記に示したように、負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後、予測部 7 での所定時間先の被処理水の第二負荷値、各算出部 9 1 ～ 9 3 での第三時点での処理剤の供給量を算出、各供給部 4 1 ～ 4 3 での散気量を制御、配管 4 1 1 ～ 4 3 1 内の空気の移動を経て、各散気部 3 1 ～ 3 3 から目標の散気量が水処理槽 1 に供給される。この時、負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後に、各算出部 9 1 ～ 9 3 で算出された第三時点の散気量が各散気部 3 1 ～ 3 3 から実際に供給されるまでには、被処理水の第二負荷値の演算時間、第三時点の散気量の演算時間、各散気

部 3 1 ～ 3 3 の制御時間、空気の配管内の移動時間などを含めたタイムラグが生じる。よって、このタイムラグが予測部 7 における被処理水の第二負荷値の予測の所定時間先よりも短くなるよう、前記所定時間を設定する必要がある。これにより、負荷値が実際に予測値に到達する前に、前もって散気量を制御できる。

[0040] 次に上記のように構成された実施の形態 1 の水処理装置の水処理方法について図 2 を交えて説明する。まず、配管 1 0 1 を介して、被処理水が水処理槽 1 に流入される。その際、負荷測定部 5 では被処理水の現在（第一時点）の第一負荷値が測定される（図 2 のステップ S T 1）。また、当該第一負荷値は、測定した時刻とともに記録部 6 に記録される（図 2 のステップ S T 5）。次に、予測部 7 は、負荷測定部 5 が測定した第一負荷値および、記録部 6 に記録されている過去の負荷値などを用いて、現在（第一時点）より後の第二時点の被処理水の第二負荷値を予測する（図 2 のステップ S T 2）。次に、各算出部 9 1 ～ 9 3 は、被処理水の第二負荷値に基づいた、処理剤の供給量を算出する（図 2 のステップ S T 3）。次に、各算出部 9 1 ～ 9 3 は、第一時点と第二時点との間の第三時点において、先に算出した処理剤の供給量を各供給部 4 1 ～ 4 3 および各散気部 3 1 ～ 3 3 を介して水処理槽 1 に供給する（図 2 のステップ S T 4）。

[0041] 次に、上記のように行った実施の形態 1 の水処理方法の効果について、図 3 から図 6 を用いて説明する。図 3 および図 4 は現在から所定時間先に被処理水の第二負荷値が現在の被処理水の第一負荷値より増加することを予測した場合について示す。図 5 および図 6 は現在から所定時間先に被処理水の第二負荷値が現在の被処理水の第一負荷値より減少することを予測した場合について示す。図 3 および図 5 は散気量、および負荷値の経時変化を示す図である。図 4 および図 6 は流出した処理水、すなわち、水処理槽 1 にて水処理を行った後の処理水のアンモニア態窒素濃度の経時変化を示す図である。

[0042] 図 3 から図 6 において、T 1 は現在であり、第一時点とする。T 2 は第一時点 T 1 より所定時間後の第二時点 T 2 とする。また、T 3 は、第一時点 T

1と第二時点T2との間の第三時点とする。図3において、F1は負荷値の実際の値を示すグラフである。F2は予測の負荷値の値を示すグラフである。D1は負荷値F1に基づいた散気量を示すグラフである。D2は負荷値F2に基づいた散気量を示すグラフである。図4において、N1は散気量D1にて処理した場合の、水処理槽1にて水処理され水処理槽1から排出される処理水のアンモニア態窒素濃度（以下、“処理水のアンモニア態窒素濃度”と称す）を示すグラフである。N2は散気量D2にて処理した場合の処理水のアンモニア態窒素濃度を示すグラフである。

[0043] 図5において、F3は負荷値の実際の値を示すグラフである。F4は予測の負荷値の値を示すグラフである。D3は負荷値F3に基づいた散気量を示すグラフである。D4は負荷値F4に基づいた散気量を示すグラフである。図6において、N3は散気量D3にて処理した場合の処理水のアンモニア態窒素濃度を示すグラフである。N4は散気量D4にて処理した場合の処理水のアンモニア態窒素濃度を示すグラフである。

[0044] まず、比較例として、図3に示すように、現在の負荷値F1“S I N, N、Q I N”を散気量の演算に使用した場合、負荷値F1の増加と同じタイミングT0で散気量D1が増加する。しかし、散気により活性汚泥が浄化機能を高めるには時間を要することから、特に負荷値F1が急激に増加する場合には、散気量D1の増加による活性汚泥の浄化機能の向上が追い付かず、処理水のアンモニア態窒素濃度N1が図4に示すように管理上限値であるS O U T, c o n t を超える可能性がある。

[0045] これに対し、本願においては、現在、第一時点T1の第一負荷値から所定時間先の第二時点T2の被処理水の第二負荷値が現在より増加することを予測した場合、上式(1)～(3)に予測の被処理水の第二負荷値“S' I N, N、Q' I N”を入力する。そして、負荷値F2の増加が予測された段階で、上記式(1)～(3)中の負荷値には被処理水のアンモニア態窒素濃度と流量の現在値よりも大きな値が入力されるため、実際に負荷値が増加する前、第三時点T3から散気量D2が増加できる。よって、負荷値の増加を見

越して予め散気量が増加され、活性汚泥の浄化機能を十分に高めた状態で高負荷の被処理水が水処理槽 1 に流入する。これにより、図 4 に示すように、負荷値の増加による処理水のアンモニア態窒素濃度 N_2 の増加を最低限に抑えることができ、負荷値が急激に増加した場合であっても、処理水のアンモニア態窒素濃度 N_2 を $SOUT, cont$ 以下に抑えることが可能となる。

[0046] また、比較例として、図 5 に示すように、現在の負荷値 “ SIN, N, QIN ” を散気量の演算に使用した場合、負荷値 F_3 の減少と同じタイミング T_0 で散気量 D_3 が減少される。しかし、特に負荷値 F_3 が急激に減少する場合には負荷値 F_3 の減少に対して散気量 D_3 の制御が遅れ、過剰な散気量 D_3 を供給する可能性がある。

[0047] これに対し、本願においては、現在、第一時点 T_1 の第一負荷値から所定時間先の第二時点 T_2 の被処理水の第二負荷値が現在より減少することを予測した場合、上記に示した式 (1) ~ (3) に予測の被処理水の第二負荷値 “ $S'IN, N, Q'IN$ ” を入力する。そして、負荷値 F_4 の減少が予測された段階で、上式 (1) ~ (3) 中の負荷値には被処理水のアンモニア態窒素濃度と流量の現在値よりも小さな値が入力されるため、実際に負荷値が減少する前、第三時点 T_3 から散気量 D_4 が減少できる。よって、負荷値の減少を見越して予め散気量を減少するため、一時的に処理水のアンモニア態窒素濃度 N_4 は増加するが、その後は負荷値の減少した被処理水が実際に水処理槽 1 に流入されるため、処理水のアンモニア態窒素濃度 N_4 は管理上限値である $SOUT, cont$ を超えることなく、処理水の水質を良好に保った状態で過剰な散気、図 5 において散気量 D_3 と散気量 D_4 との差を示す斜線にて示した散気量分 M が抑制できる。

[0048] 以上のように、水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値を予測し、予測の負荷値に基づいて水処理槽 1 内に供給する空気量を設定するので、負荷値が増加する際には予め散気量を増加させることで処理水の水質の悪化を抑制できる。また、負荷値が減少する際には予め散気量を減少させることで処理水の水質が管理上限値を超えない範囲で過剰な散気量を抑制できる。

- [0049] 他の対応として、上記に示した場合より流出する処理水の水質を可能な限り良好に保ちたい場合には、上記に示した方法では、予測する負荷値が減少する際に、事前に散気量を減少させることで一時的に処理水の水質が悪化する。よってこれを防止するために、予測の負荷値が増加時の場合のみに、予測の負荷値“S' I N, N、Q' I N”を入力し、予測の負荷値が減少時の場合には現在の負荷値“S I N, N、Q I N”を入力して制御を行う。
- [0050] また、他の対応として、上記に示した場合より可能な限り散気量を抑制して運転コストを最小化したい場合、予測する負荷値が増加する場合には、上記に示したように、負荷値増加時に事前に散気量を増加させるため運転コストが増加する。よって、予測する負荷値が減少時のみ予測の負荷値“S' I N, N、Q' I N”を入力し、予測の負荷値が増加時には現在の負荷値“S I N, N、Q I N”を入力して、制御を行い、運転コストを低減できる。
- [0051] 上記のように構成された実施の形態1の水処理装置によれば、
水処理槽に流入する被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理装置において、
第一時点において前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する負荷測定部と、
前記負荷測定部が測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後の第二時点における前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する予測部と、
前記予測部が予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記水処理槽内の前記被処理水に供給する供給部とを備え、
また、
被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理方法において、
第一時点における前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する第一工程と、
前記第一工程にて測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後

の第二時点における前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する第二工程と、

前記第二工程にて予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記被処理水に供給する第三工程とを備えるので、

第二負荷値に対応する処理剤の供給量を第三時点にて供給するため、被処理水が水処理された処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減ができる。

[0052] また、前記供給部は、前記予測部が予測した前記第二時点における前記第二負荷値が前記第一時点における前記第一負荷値よりも大きいと判断すると、前記第一時点の前記第一負荷値に対応する前記処理剤の供給量よりも多い前記処理剤の供給量を前記第三時点に供給するので、

被処理水が水処理された処理水の水質の変動を確実に抑制できる。

[0053] また、前記供給部は、前記予測部が予測した前記第二時点における前記第二負荷値が前記第一時点における前記第一負荷値よりも小さいと判断すると、前記第一時点の前記第一負荷値に対応する前記処理剤の供給量よりも少ない前記処理剤の供給量を前記第三時点に供給するので、

被処理水が水処理された処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減ができる。

[0054] また、前記水処理槽に活性汚泥が蓄えられている場合、

前記供給部は、前記処理剤として空気を前記水処理槽に供給するので、

被処理水の空気と活性汚泥とによる水処理における運転コストを確実に低減できる。

[0055] また、前記負荷測定部は、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の流量にて測定するか、または、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の汚濁物濃度にて測定するか、または、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の流量と前記水処理槽に流入される前記被処理水の汚濁物濃度との積にて測定するので、

水処理されたる被処理水の負荷値を確実に測定できるため、処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減ができる。

[0056] 実施の形態 2.

図 7 は実施の形態 2 における水処理装置の構成を示す図である。図において、上記実施の形態 1 と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。水処理槽 1 から排出される処理水を配管 102 から取得し、当該処理水の汚濁物濃度を測定する濃度測定部 8 を備える。

[0057] 濃度測定部 8 とは、水処理において水質管理対象としている汚濁物濃度計にて形成される。具体的には、例えば、アンモニア態窒素濃度計、全窒素濃度計、BOD 計、COD 計などがある。さらに、季節等の温度に対する影響を考慮するために、汚濁物濃度計に加えて、水温計を備えてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合にて説明する。

[0058] 濃度測定部 8 にて測定された汚濁物濃度は信号線 81 を介して各算出部 91～93 に送られる。よって、各算出部 91～93 では、上記に示した実施の形態 1 と異なり、負荷測定部 5 で測定された現在（第一時点）の第一負荷値と、濃度測定部 8 で測定された汚濁物濃度に基づいて最適な処理剤の供給量、すなわち、散気量を演算するための演算式が組み込まれている。

[0059] 具体的には、各算出部 91～93 は、それぞれに接続されている各散気部 31～33 に予め定められた係数を保持しており、下記の（A）、（B）、（C）の和を算出する。

（A）負荷測定部 5 で測定された水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値に、各散気部 31～33 に予め定められた第一係数を乗じた供給量

（B）定数

（C）濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を、予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算量に、各散気部 31～33 に予め定められた第二係数を乗じた供給量

[0060] 尚、前記各係数は、水処理槽 1 から排出される処理水の汚濁物濃度が予め定められた汚濁物濃度の目標値に近づけるために最適な散気量を、上記演算

において得ることができるように予め設定された値であり、散気部の位置あるいは個数によってそれぞれ異なった値を設定できる。

[0061] 例えば、負荷測定部 5 に流量計および汚濁物濃度計としてアンモニア態窒素濃度計を備えており、濃度測定部 8 に汚濁物濃度計としてアンモニア態窒素濃度計を備えている場合、第一算出部 9 1 では、第一散気部 3 1 から供給される散気量の設定値 $G 1$ [Nm^3/hr] を以下に示す式 (4) により算出する。

$$G 1 = k 1 1 \cdot S I N, N \cdot Q I N + k 1 2 \cdot (G P + G I + G D) + k 1 3 \cdot \dots (4)$$

$S I N, N$: 水処理槽 1 へ流入する被処理水のアンモニア態窒素濃度 [mg/L]

$Q I N$: 水処理槽 1 へ流入する被処理水の流量 [m^3/hr]

$k 1 1, k 1 2, k 1 3$: 定数 尚、 $k 1 1$ は第一係数、 $k 1 2$ は第二係数である。

[0062] また、 $G P$ 、 $G I$ 、 $G D$ は以下に示す式 (5)、(6)、(7) のように設定される。

$$G P = K P \cdot (S O U T, N - S O, N) \cdot \dots (5)$$

$$G I = K P / T I \cdot \int (S O U T, N - S O, N) d t \cdot \dots (6)$$

$$G D = K P \cdot T D \cdot d (S O U T, N - S O, N) / d t \cdot \dots (7)$$

$S O U T, N$; 処理水のアンモニア態窒素濃度 [mg/L]

$S O, N$; 処理水のアンモニア態窒素濃度の目標値 [mg/L]

$K P$; 比例ゲイン

$T I$; 積分時間

$T D$; 微分時間

[0063] 上記に示した場合と同様にして、各算出部 9 2、9 3 では、散気量の設定値 $G 2$ 、 $G 3$ [Nm^3/hr] を以下に示す式 (8)、(9) によりそれぞれ算出する。

$$G 2 = k 2 1 \cdot S I N, N \cdot Q I N + k 2 2 \cdot (G P + G I + G D) + k 2$$

3 . . . (8)

k_{21} 、 k_{22} 、 k_{23} ；定数 尚、 k_{21} は第一係数、 k_{22} は第二係数である。

$G_3 = k_{31} \cdot S \mid N, N \cdot Q \mid N + k_{32} \cdot (G_P + G_I + G_D) + k_{33} \cdot . . . (9)$

k_{31} 、 k_{32} 、 k_{33} ；定数 尚、 k_{31} は第一係数、 k_{32} は第二係数である。

[0064] 上記に示した式(4)、(8)、(9)において、各散気部31～33に対応して予め定める第一係数 k_{11} 、 k_{21} 、 k_{31} および第二係数 k_{12} 、 k_{22} 、 k_{32} は、前述したように、処理水のアンモニア態窒素濃度が、予め定められた汚濁物濃度の目標値に近づけるために最適な散気量を、上記演算において得ることができるように予め設定された値である。但し、第一係数 k_{11} 、 k_{21} 、 k_{31} 、第二係数 k_{12} 、 k_{22} 、 k_{32} 共に全て等しい値とは限らず、散気部の位置に応じて異なる値を設定してもよい。また、第一係数 k_{11} 、 k_{21} 、 k_{31} および第二係数 k_{12} 、 k_{22} 、 k_{32} は一度設定した後も、季節変動および目標とする処理水の水質の変化などに応じて適宜最適な値を設定し直すことができる。

[0065] このように、各算出部91～93では、各算出部91～93に組み込まれた散気量の演算式と、予測部7で算出された第二時点の被処理水の第二負荷値と、濃度測定部8で測定された汚濁物濃度とを基に、第一時点と第二時点との間の第三時点にて各散気部31～33から供給する散気量を算出する。各算出部91～93に組み込まれた散気量の演算式は現在の負荷値“ $S \mid N$ ， N 、 $Q \mid N$ ”に対して最適な散気量を演算するための演算式であるが、各算出部91～93では、上記演算式に現在の負荷値ではなく、第二時点の被処理水の第二負荷値“ $S' \mid N$ ， N 、 $Q' \mid N$ ”を入力して、被処理水の第二負荷値に対応する散気量を算出する。

[0066] 具体的に、上記に示した式(4)、(8)、(9)を基に説明する。上記に示した式(4)、(8)、(9)では被処理水の現在の第一負荷値“ $S \mid$

N, N、Q I N”を入力することで、現在の被処理水の第一負荷値に対して最適な散気量が算出される。しかし、各算出部 9 1～9 3 では、被処理水の第二時点の予測の被処理水の第二負荷値 “S’ I N, N、Q’ I N”を入力して、各散気部 3 1～3 3 それぞれの目標（第三時点における）の散気量を算出する。

[0067] 上記のようにして算出された第三時点の散気量の設定値 G 1～G 3 はそれぞれ信号線 9 1 1～9 3 1 を介して各供給部 4 1～4 3 に伝えられる。各供給部 4 1～4 3 では、それぞれ配管 4 1 1～4 3 1 および各散気部 3 1～3 3 を介して、それぞれに設定された量の空気を水処理槽 1 内に供給する。

[0068] 上記に示したように、負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後、予測部 7 での所定時間先の被処理水の第二負荷値、各算出部 9 1～9 3 での第三時点での処理剤の供給量を算出、各供給部 4 1～4 3 での散気量を制御、配管 4 1 1～4 3 1 内の空気の移動を経て、各散気部 3 1～3 3 から目標の散気量が水処理槽 1 に供給される。この時、負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後に、各算出部 9 1～9 3 で算出された第三時点の散気量が各散気部 3 1～3 3 から実際に供給されるまでには、負荷値予測の演算時間、散気量の目標値の演算時間、各散気部 3 1～3 3 の制御時間、空気の配管内の移動時間などを含めたタイムラグが生じる。よって、このタイムラグが予測部 7 における被処理水の第二負荷値の予測の所定時間先よりも短くなるよう、前記所定時間を設定する必要がある。これにより、負荷値が実際に予測値に到達する前に、前もって散気量を制御できる。

[0069] 尚、図 7 では、濃度測定部 8 は配管 1 0 2 に接続したが、水処理槽 1 内での活性汚泥による浄化処理が終了した後の処理水の汚濁物濃度を測定できればよいので、濃度測定部 8 は沈殿槽 2 内、または、配管 1 0 3 のいずれかに接続されてもよい。さらに、水処理槽 1 から排出される処理水の汚濁物流出を確実に防ぐために、濃度測定部 8 を水処理槽 1 内の下流側に設置することもできる。これにより、水処理槽 1 での浄化処理が終了する手前で処理水の

汚濁物濃度が目標値に制御される。よって、さらに浄化処理された処理水が水処理槽 1 から排出され、処理水の水質を良好に保つことができる。尚、このことは以下の実施の形態でも同様であるためその説明は適宜省略する。

[0070] 本実施の形態 2 と上記実施の形態 1 との違いは、散気量の演算式 (1) ~ (3) に濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を、予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算式が加えられた点である。このようにすれば、汚濁物濃度を精緻に制御することが可能となり、負荷値の変動に対する処理水の水質の変動をさらに抑制できだけでなく、過不足ない散気により各供給部 4 1 ~ 4 3 および各散気部 3 1 ~ 3 3 の消費エネルギーを抑制できる。

[0071] 以上のように、水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値を予測し、予測の負荷値に基づいて水処理槽 1 内に供給する散気量を設定するだけでなく、水処理された処理水の汚濁物濃度に対してフィードバック制御する演算を追加することにより、汚濁物濃度を目標値に対して精緻に制御し、過不足なく散気量を設定できる。さらに、処理水の水質を可能な限り良好に保ちたい場合、負荷値減少時に事前に散気量を減少させることによる一時的な処理水の水質の悪化を防止するため、予測の負荷値が増加する時のみ、予測の負荷値 “ $S' \mid N, N, Q' \mid N$ ” を入力し、予測の負荷値が減少する時には、現在の負荷値 “ $S \mid N, N, Q \mid N$ ” を入力するという制御を行うこともできる。また、可能な限り散気量を抑制して運転コストを最小化したい場合、負荷値増加時に事前に散気量を増加させることは運転コストの増加に繋がるため、負荷値減少時のみ予測の負荷値 “ $S' \mid N, N, Q' \mid N$ ” を入力し、負荷値増加時には現在の負荷値 “ $S \mid N, N, Q \mid N$ ” を入力するという制御を行うこともできる。

[0072] 上記のように構成された実施の形態 2 の水処理装置によれば、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏するのはもちろんこと、

前記水処理槽にて前記被処理水が水処理された処理水の汚濁物濃度を測定する濃度測定部を備え、

前記供給部は、前記濃度測定部にて測定された前記水処理槽にて水処理された前記処理水の汚濁物濃度を加味して前記処理剤の供給量を供給するので、
処理剤の供給量を、水処理槽にて水処理された処理水の汚濁物濃度を加味するので、被処理水が水処理された処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減をさらに達成できる。

[0073] 実施の形態 3.

図 8 は実施の形態 3 における水処理装置の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。本実施の形態 3 は、水処理装置として、被処理水に処理剤としてオゾンガスを供給し、被処理水の汚濁物質を酸化分解する水処理装置について示す。本実施の形態 3 では、処理剤としてオゾンガスを用いるため、上記各実施の形態と異なり、水処理槽 1 には活性汚泥が必要無く、沈殿槽 2 および沈殿槽 2 に付随する構成が存在しない。

[0074] 尚、本実施の形態 3 では、処理剤としてオゾンガスを用いるため、供給量をオゾンガス濃度として示す場合もある。本実施の形態 3 での供給部は、各散気部 3 1 ~ 3 3、供給部 4 4 および算出部 9 4 から構成される。

[0075] 負荷測定部 5 は、流量計、または、汚濁物濃度計（有機物濃度計、臭気物質濃度計、色度計、ウイルス検出器など）の少なくとも 1 つ以上の計測機器を備える。また、負荷測定部 5 は、上記各実施の形態と同様に、連続的、または、所定時間の間隔の間欠的に当該負荷値を測定する。そして、全ての負荷値は、負荷値を測定した時刻と関連付けられる。また、負荷測定部 5 として、先に示した、流量計および汚濁物濃度計のどちらも備える場合もある。その場合、水処理槽 1 に流入する被処理水の流量と汚濁物濃度との積を負荷値として算出してもよい。そして、負荷測定部 5 は水処理槽 1 に実質的に流入する被処理水の負荷値として測定する。また、流量計の代替として、流入渠の堰の開度を流量に換えて利用してもよい。さらに、季節等の温度に対する影響を考慮するために、流量計および汚濁物濃度計に加えて、水温計を備

えてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合にて説明する。

[0076] 濃度測定部 8 は、水処理において水質管理対象としている汚濁物濃度計にて形成される。具体的には、例えば、有機物濃度計、臭気物質濃度計、色度計、ウイルス検出器などがある。さらに、季節等の温度に対する影響を考慮するために、汚濁物濃度計に加えて、水温計を備えてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合にて説明する。

[0077] 供給部 4 4 は、処理剤としてオゾンガスを供給する。供給部 4 4 は、例えば、空気、または酸素を原料ガスとして放電式、紫外線ランプ式などによりオゾンガスを発生させる。尚、酸素を原料ガスとして使用する場合は必要に応じて、供給される酸素流量に対して 0.05%~5%の窒素、空気、または二酸化炭素を添加してもよい。

[0078] 算出部 9 4 は負荷測定部 5 で測定された第一時点としての現在の被処理水の第一負荷値、または予測部 7 で予測された第一時点より後の第二時点としての所定時間先の被処理水の第二負荷値を用いて、各散気部 3 1~3 3 から第一時点と第二時点との間の第三時点において供給する処理剤のオゾンガス濃度を計算する演算式が組み込まれている。また、供給部 4 4 から供給するオゾンガス濃度が、算出部 9 4 で算出されたオゾンガス濃度となるよう、供給部 4 4 は出力をインバーター等で制御する機能を有する。

[0079] このように構成された実施の形態 3 の水処理装置の水処理方法では、水処理槽 1 において配管 1 0 1 を介して流入する被処理水をオゾンガスと混合および攪拌し、水中の汚濁物質を酸化分解することで浄化処理を行う。

[0080] 次に、算出部 9 4 の算出を具体的に示す。算出部 9 4 は下記の (A)、(B)、(C) の和を算出する。

(A) 負荷測定部 5 で測定された水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値に、予め定められた第一係数を乗じた供給量

(B) 定数

(C) 濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算量に、予め定められ

た第二係数を乗じた供給量

[0081] 尚、前記各係数は、水処理槽 1 から排出される処理水の汚濁物濃度が予め定められた汚濁物濃度の目標値に近づけるために最適なオゾンガス濃度を、上記演算において得ることができるように予め設定された値である。

[0082] 例えば、負荷測定部 5 に流量計と有機物濃度計（紫外吸光度計など）とを備えており、濃度測定部 8 に有機物濃度計を備えている場合、算出部 9 4 では、各散気部 3 1～3 3 から供給されるオゾンガスのオゾンガス濃度の設定値 $S O 3$ [g/Nm³] を以下に示す式 (10) により算出する。

$$S O 3 = k 1 \cdot S I N, T O C \cdot Q I N + k 2 \cdot (G P + G I + G D) + k 3 \cdot \dots (10)$$

$S I N, T O C$; 水処理槽へ流入する被処理水の有機物濃度測定値 [mg/L]

$Q I N$; 流量測定値 [m³/h r]

$k 1, k 2, k 3$; 定数 尚、 $k 1$ は第一係数、 $k 2$ は第二係数である。

[0083] また、 $G P, G I, G D$ は以下に示す式 (11)、(12)、(13) のように設定される。

$$G P = K P \cdot (S O U T, T O C - S 0, T O C) \cdot \dots (11)$$

$$G I = K P / T I \cdot \int (S O U T, T O C - S 0, T O C) d t \cdot \dots (12)$$

$$G D = K P \cdot T D \cdot d (S O U T, T O C - S 0, T O C) / d t \cdot \dots (13)$$

$S O U T, T O C$; 処理水の有機物濃度測定値 [mg/L]

$S 0, T O C$; 処理の有機物濃度の目標値 [mg/L]

$K P$; 比例ゲイン

$T I$; 積分時間

$T D$; 微分時間係数

[0084] $k 1, k 2, k 3$ は一度設定した後も、水温または目標とする処理水の水質の変化などに応じて適宜最適な値を設定し直すことができる。算出部 9 4

では、算出部 9 4 に組み込まれたオゾンガス濃度の演算式と、予測部 7 で算出された第二時点の被処理水の第二負荷値と、濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を基に、各散気部 3 1 ~ 3 3 から供給するオゾンガス濃度の目標値を算出する。

[0085] 算出部 9 4 に組み込まれたオゾンガス濃度の演算式は、現在（第一時点）の第一負荷値に対して最適なオゾンガス濃度を算出するための演算式であるが、算出部 9 4 では、上記演算式に現在の被処理水の第一負荷値 “S I N, T O C, Q I N” ではなく、第二時点の被処理水の第二負荷値 “S’ I N, T O C, Q’ I N” を入力して、供給するオゾンガス濃度を算出する。

[0086] 具体的に、上記に示した式（10）を基に説明する。上記に示した式（10）に被処理水の現在の第一負荷値 “S I N, T O C, Q I N” を入力することで、現在の被処理水の第一負荷値に対して最適なオゾンガス濃度が算出される。しかし、算出部 9 4 では、被処理水の第二時点の第二負荷値 “S’ I N, T O C, Q’ I N” を入力して、各散気部 3 1 ~ 3 3 から供給するオゾンガスのオゾンガス濃度を算出する。

[0087] 上記のようにして算出されたオゾンガス濃度の設定値 S O 3 は信号線 9 4 1 を介して供給部 4 4 に伝えられる。供給部 4 4 では、それぞれ配管 4 4 1 ~ 4 4 3 および各散気部 3 1 ~ 3 3 を介して、設定された濃度のオゾンガスを水処理槽 1 内に供給する。負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後、予測部 7 での所定時間先の被処理水の第二負荷値を予測し、算出部 9 4 での処理剤の供給量の目標値を算出、供給部 4 4 でのオゾンガス濃度制御、配管 4 4 1 ~ 4 4 3 内のオゾンガスの移動を経て、各散気部 3 1 ~ 3 3 から目標のオゾンガス濃度のオゾンガスが水処理槽 1 に供給される。

[0088] この時、負荷測定部 5 で現在の被処理水の第一負荷値が測定された後に、算出部 9 4 で算出されたオゾンガス濃度のオゾンガスが各散気部 3 1 ~ 3 3 から実際に供給されるまでには、流入予測の演算時間、オゾンガス濃度の演算時間、オゾン発生器の制御時間、オゾンガスの配管内移動時間などを含めたタイムラグが生じる。ここで、このタイムラグが予測部 7 における被処理

水の第二負荷値の予測の所定時間先よりも短くなるよう、前記所定時間を設定する必要がある。これにより、負荷値が実際に予測値に到達する前に、前もってオゾンガス濃度を制御することが可能となる。

[0089] 上記に示した式(10)に第二時点の被処理水の第二負荷値を入力することにより、第二時点の被処理水の第二負荷値が、第一時点の第一負荷値より増加する場合には、被処理水の第二負荷値の増加が予測された段階(第一時点と第二時点との間の第三時点)で、実際に負荷値が増加する前から事前にオゾンガス濃度を増加させておくことにより、水処理槽1内の溶存オゾンガス濃度を十分に高めた状態で高負荷の被処理水が水処理槽1に流入する。

[0090] これにより、高負荷の被処理水が即座に浄化させるため、負荷値の増加による処理水の水質の悪化を抑えることができる。一方、第二時点の被処理水の第二負荷値が第一時点の第一負荷値より減少する場合には、負荷値の減少が予測された段階(第一時点と第二時点との間の第三時点)で、実際に負荷値が低下する前からオゾンガス濃度が減少することになる。前もってオゾンガス濃度を低下することで一時的に処理水の水質は悪化するが、その後は負荷の減少した被処理水が水処理槽1に流入するため、処理水の水質は管理上限値を超えることなく、処理水の水質を良好に保った状態で過剰なオゾンガスの供給を抑制できる。

[0091] さらに、濃度測定部8で測定された処理水の汚濁物濃度を予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算により、処理水の汚濁物濃度を目標値に対して精緻に制御することが可能になるため、負荷値の変動に対する処理水の水質の変動をさらに抑制できるだけでなく、過不足ないオゾンガス供給によりオゾンガスの原料、およびオゾン発生に要するエネルギーを抑制できる。

[0092] 以上のように、水処理槽1に流入する被処理水の第二負荷値を予測し、予測の被処理水の第二負荷値に基づいて、第三時点にて水処理槽1内に供給するオゾンガスのオゾンガス濃度を設定するので、被処理水の第二負荷値が増加する際には予めオゾンガス濃度を増加させることで処理水の水質の悪化を

抑制できる。また、被処理水の第二負荷値が減少する際には予めオゾンガス濃度を低下させることで処理水の水質が管理上限値を超えない範囲で過剰なオゾンガス供給を抑制できる。

[0093] さらに、処理水の水質を可能な限り良好に保ちたい場合、負荷値減少時に事前にオゾンガス濃度を減少させることによる一時的な処理水の水質の悪化を防止するため、被処理水の第二負荷値の増加時のみ第二負荷値“S' I N, T O C、Q' I N”を入力し、被処理水の第二負荷値の減少時には現在の被処理水の第一負荷値“S I N, T O C、Q I N”を入力するという制御を行うこともできる。

[0094] また、可能な限りオゾンガスの供給を抑制して運転コストを最小化したい場合、被処理水の第二負荷値が増加時に事前にオゾンガス濃度を増加させることは運転コストの増加に繋がるため、被処理水の第二負荷値の減少時のみ予測の負荷値“S' I N, T O C、Q' I N”を入力し、被処理水の第二負荷値の増加時には現在の被処理水の第一負荷値“S I N, T O C、Q I N”を入力するという制御を行うこともできる。

[0095] 上記のように構成された実施の形態3の水処理装置によれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、

前記被処理水の前記水処理として、有機物除去、臭気物除去、ウイルス除去、および、脱色の少なくともいずれか1つを行う場合、

前記供給部は、前記処理剤としてオゾンガスを前記水処理槽に供給するので、

被処理水の有機物除去、臭気物除去、ウイルス除去、および、脱色等の水処理における処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減を達成できる。

[0096] 実施の形態4.

図9は実施の形態4における水処理装置の構成を示す図である。図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。本実施の形態4は、水処理装置として、被処理水に処理剤として凝集剤を供給

し、被処理水の汚濁物と凝集剤とを反応させることにより、金属塩、カルシウム塩として汚濁物を沈殿させ、浄化処理する水処理装置について示す。本実施の形態4では、処理剤として凝集剤を用いるため、上記各実施の形態とは異なり、各散気部31～33および各散気部31～33に付随する構成が存在しない。本実施の形態4での供給部は、処理剤タンク45、供給部46および算出部95から構成される。

[0097] 負荷測定部5は、流量計、または、汚濁物濃度計（リン酸態リン濃度計、全リン濃度計など）の少なくとも1つ以上の計測機器を備える。また、負荷測定部5は、上記各実施の形態と同様に、連続的、または、所定時間の間隔の間欠的に当該負荷値を測定する。そして、全ての負荷値は、負荷値を測定した時刻と関連付けられる。また、負荷測定部5として、先に示した、流量計および汚濁物濃度計のどちらも備える場合もある。その場合、水処理槽1に流入する被処理水の流量と汚濁物濃度との積を負荷値として算出してもよい。そして、負荷測定部5は水処理槽1に実質的に流入する負荷値として測定する。また、流量計の代替として、流入渠の堰の開度を流量に換えて利用してもよい。さらに、季節等の温度に対する影響を考慮するために、流量計および汚濁物濃度計に加えて、水温計を備えていてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合にて説明する。

[0098] 濃度測定部8は、配管103に取り付けられ、沈殿槽2から排出される処理水の汚濁物濃度を測定する。濃度測定部8は、水処理において水質管理対象としている汚濁物のうち、凝集剤により浄化される汚濁物濃度計にて形成される。具体的には、例えば、リン酸態リン濃度計、全リン濃度計などがある。さらに、季節等の温度に対応する影響を考慮するために、汚濁物濃度計に加えて、水温計を備えていてもよい。尚、ここでは、水温計を備えない場合にて説明する。

[0099] 処理剤タンク45は、処理剤としての凝集剤を貯留する。凝集剤の種類としてはPAC（ポリ塩化アルミニウム）、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄、水酸化鉄などがある。供給部46は、処理剤タンク45に貯留された凝集剤を

ポンプによって配管 4 5 1 を介して流入し、配管 4 6 1 を介して水処理槽 1 に供給する。

[0100] 算出部 9 5 は、負荷測定部 5 で測定された第一時点としての現在の被処理水の第一負荷値と、濃度測定部 8 で測定された汚濁物濃度に基づいて、供給部 4 6 から供給する最適な凝集剤の供給量を演算する演算式が組み込まれている。算出部 9 5 で算出された供給量は信号線 9 5 1 を介して供給部 4 6 に送信される。また、供給部 4 6 にて供給する凝集剤の供給量が、算出部 9 5 で算出された供給量となるよう、供給部 4 6 はインバーター等で供給量を制御する機能を有する。

[0101] このように構成された実施の形態 4 の水処理装置の水処理方法では、水処理槽 1 に凝集剤を供給することでリン等の化学的凝集反応によって浄化可能な汚濁物質を沈殿槽 2 で沈殿分離させ、被処理水の汚濁物質の浄化処理を行う。

[0102] 次に、算出部 9 5 の算出を具体的に示す。算出部 9 5 は下記の (A)、(B)、(C) の和を算出する。

(A) 負荷測定部 5 で測定された水処理槽 1 に流入する被処理水の負荷値に、予め定められた第一係数を乗じた供給量

(B) 定数

(C) 濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算量に、予め定められた第二係数を乗じた供給量

[0103] 尚、前記各係数は、水処理槽 1 から排出される処理水の汚濁物濃度が予め定められた処理水の汚濁物濃度の目標値により近づけるために最適な凝集剤の供給量を、上記演算において得ることができるように予め設定された値である。

[0104] 例えば、負荷測定部 5 に流量計とリン酸態リン濃度計とを備えており、濃度測定部 8 にリン酸態リン濃度計を備えている場合、算出部 9 5 では、供給部 4 6 から供給される凝集剤の供給量の設定値 Q_F [g / nm^3] を以下に示

す式（１４）により算出する。

$$QF = k_1 \cdot S_{IN, P} \cdot Q_{IN} + k_2 \cdot (GP + GI + GD) + k_3 \cdot \dots \quad (14)$$

$S_{IN, P}$; 水処理槽へ流入する被処理水のリン酸態リン濃度測定値 [mg/L]

Q_{IN} ; 流量測定値 [m³/hr]

k_1, k_2, k_3 ; 定数 尚、 k_1 は第一係数、 k_2 は第二係数である。

[0105] また、 GP, GI, GD は以下に示す式（１５）、（１６）、（１７）のように設定される。

$$GP = KP \cdot (S_{OUT, P} - S_{O, P}) \cdot \dots \quad (15)$$

$$GI = KP / TI \cdot \int (S_{OUT, P} - S_{O, P}) dt \cdot \dots \quad (16)$$

$$GD = KP \cdot TD \cdot d(S_{OUT, P} - S_{O, P}) / dt \cdot \dots \quad (17)$$

$S_{OUT, P}$; 流出水のリン酸態リン濃度測定値 [mg/L]

$S_{O, P}$; 流出水のリン酸態リン濃度の目標値 [mg/L]

KP ; 比例ゲイン

TI ; 積分時間

TD ; 微分時間係数

[0106] k_1, k_2, k_3 は一度設定した後も、水温または目標とする処理水の変化などに応じて適宜最適な値を設定し直すことができる。算出部 95 では、算出部 95 に組み込まれた凝集剤の供給量の演算式と、予測部 7 で算出された第二時点の第二負荷値と、濃度測定部 8 で測定された処理水の汚濁物濃度を基に、供給部 46 から供給する凝集剤の供給量の目標値を算出する。

[0107] 算出部 95 に組み込まれた凝集剤の供給量の演算式は、現在（第一時点）の被処理水の第一負荷値に対して最適な凝集剤の供給量をするための演算式であるが、算出部 95 では、上記演算式に現在の被処理水の第一負荷値 “ $S_{IN, P}, Q_{IN}$ ” ではなく、第二時点の被処理水の第二負荷値 “ S'_{IN}, P, Q'_{IN} ” を入力して、凝集剤の供給量を算出する。

[0108] 具体的に、上記に示した式（１４）を基に説明する。上記に示した式（１

4) に被処理水の現在の第一負荷値 “S I N, P、Q I N” を入力することで、現在の被処理水の第一負荷値に対して最適な凝集剤の供給量が算出される。しかし、算出部 9 5 では、被処理水の第二負荷値 “S’ I N, P、Q’ I N” を入力して、供給部 4 6 から供給する凝集剤の供給量を算出する。

[0109] 上記のようにして算出された凝集剤の供給量の設定値 Q F は信号線 9 5 1 を介して供給部 4 6 に伝えられる。供給部 4 6 では、水処理槽 1 内に凝集剤が供給される。負荷測定部 5 で現在の第一負荷値が測定された後、予測部 7 での所定時間先の第二負荷値を予測し、算出部 9 5 での処理剤の供給量の目標値を算出、供給部 4 6 での凝集剤の供給量制御を経て、目標の供給量の凝集剤が水処理槽 1 に供給される。

[0110] この時、負荷測定部 5 で現在の第一負荷値が測定された後に、算出部 9 5 で算出された供給量の凝集剤が実際に供給されるまでには、流入予測の演算時間、凝集剤の供給量の演算時間、供給部 4 6 の制御時間などを含めたタイムラグが生じる。ここで、このタイムラグが予測部 7 における第二負荷値の予測の所定時間先よりも短くなるよう、前記所定時間を設定する必要がある。これにより、第二負荷値が実際に予測値に到達する前に、前もって凝集剤の供給量を制御することが可能となる。

[0111] また、本実施の形態ではリンの浄化について述べたが、リン以外にフッ素、ホウ素、重金属など、凝集剤を供給することで化学的に凝集させることが可能な汚濁物に対しても、同様の処理が適用できる。

[0112] 上記に示した式 (1 4) に第二時点の被処理水の第二負荷値を入力することにより、第二時点の被処理水の第二負荷値が増加する場合には、第二時点の被処理水の第二負荷値の増加が予測された段階（第一時点と第二時点との間の第三時点）で、実際に負荷値が増加する前から事前に凝集剤の供給量を増加させておくことにより、水処理槽 1 および沈殿槽 2 内に凝集剤を十分供給した状態で高負荷の被処理水が水処理槽 1 に流入する。

[0113] これにより、高負荷の被処理水が即座に浄化させるため、負荷値の増加による処理水の水質の悪化を抑えることができる。一方、第二時点の被処理水

の第二負荷値が減少する場合には、負荷値の減少が予測された段階（第一時点と第二時点との間の第三時点）で、実際に負荷値が低下する前から凝集剤の供給量が減少することになる。前もって凝集剤の供給量を低下することで一時的に処理水の水質は悪化するが、その後は負荷の減少した被処理水が水処理槽 1 に流入するため、処理水の水質は管理上限値を超えることなく、処理水の水質は良好に保った状態で過剰な凝集剤の供給量を抑制できる。

[0114] さらに、濃度測定部 8 で測定された汚濁物濃度を予め定められた汚濁物濃度の目標値にフィードバック制御する演算により、汚濁物濃度を目標値に対して精緻に制御することが可能になるため、負荷値の変動に対する処理水の水質の変動をさらに抑制できるだけでなく、過不足ない凝集剤の供給により凝集剤の使用量を抑制できる。

[0115] 以上のように、水処理槽 1 に流入する被処理水の第二負荷値を予測し、予測の被処理水の第二負荷値に基づいて、第三時点にて水処理槽 1 内に供給する凝集剤の供給量を設定するので、被処理水の第二負荷値が増加する際には予め凝集剤の供給量を増加させることで処理水の水質の悪化を抑制できる。また、被処理水の第二負荷値が減少する際には予め凝集剤の供給量を低下させることで処理水の水質が管理上限値を超えない範囲で過剰な凝集剤の供給を抑制できる。

[0116] さらに、処理水の水質を可能な限り良好に保ちたい場合、被処理水の第二負荷値の減少時に事前に凝集剤の供給量を減少させることによる一時的な処理水の水質の悪化を防止するため、負荷値増加時のみ被処理水の第二負荷値 “S' I N, P、Q' I N” を入力し、負荷値減少時には現在の被処理水の第一負荷値 “S I N, P、Q I N” を入力するという制御を行うこともできる。

[0117] また、可能な限り凝集剤の供給を抑制して運転コストを最小化したい場合、被処理水の第二負荷値の増加時に事前に凝集剤の供給量を増加させることは運転コストの増加に繋がるため、被処理水の第二負荷値の減少時のみ予測の被処理水の第二負荷値 “S' I N, P、Q' I N” を入力し、被処理水の

第二負荷値の増加時には現在の被処理水の第一負荷値を“S I N, P、Q I N”に入力するという制御を行うこともできる。

[0118] 上記のように構成された実施の形態4の水処理装置によれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、

前記被処理水の前記水処理として、前記被処理水の汚濁物を化学的凝集反応により沈殿分離を行う場合、

前記供給部は、前記処理剤として凝集剤を前記水処理槽に供給するので、被処理水の汚濁物と凝集剤との化学的凝集反応により沈殿分離の水処理における処理水の水質の変動抑制および運転コストの低減を達成できる。

[0119] 本開示は、様々な例示的な実施の形態および実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、および機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらに、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

符号の説明

[0120] 1 水処理槽、101 配管、102 配管、103 配管、104 配管、105 配管、2 沈殿槽、31 第一散気部、32 第二散気部、33 第三散気部、41 第一供給部、411 配管、42 第二供給部、421 配管、43 第三供給部、431 配管、44 供給部、45 処理剤タンク、451 配管、46 供給部、461 配管、5 負荷測定部、51 信号線、52 信号線、6 記録部、61 信号線、7 予測部、71 信号線、8 濃度測定部、81 信号線、91 第一算出部、911 信号線、92 第二算出部、921 信号線、93 第三算出部、931 信号線、94 算出部、941 信号線、95 算出部、951 信号線。

請求の範囲

- [請求項1] 水処理槽に流入する被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理装置において、
- 第一時点において前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する負荷測定部と、
- 前記負荷測定部が測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後の第二時点における前記水処理槽に流入する前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する予測部と、
- 前記予測部が予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記水処理槽内の前記被処理水に供給する供給部とを備える水処理装置。
- [請求項2] 前記供給部は、前記予測部が予測した前記第二時点における前記第二負荷値が前記第一時点における前記第一負荷値よりも大きいと判断すると、前記第一時点の前記第一負荷値に対応する前記処理剤の供給量よりも多い前記処理剤の供給量を前記第三時点に供給する請求項1に記載の水処理装置。
- [請求項3] 前記供給部は、前記予測部が予測した前記第二時点における前記第二負荷値が前記第一時点における前記第一負荷値よりも小さいと判断すると、前記第一時点の前記第一負荷値に対応する前記処理剤の供給量よりも少ない前記処理剤の供給量を前記第三時点に供給する請求項1または請求項2に記載の水処理装置。
- [請求項4] 前記水処理槽に活性汚泥が蓄えられている場合、
- 前記供給部は、前記処理剤として空気を前記水処理槽に供給する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項5] 前記被処理水の前記水処理として、有機物除去、臭気物除去、ウイルス除去、および、脱色の少なくともいずれか1つを行う場合、
- 前記供給部は、前記処理剤としてオゾンガスを前記水処理槽に供給する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の水処理装置。

- [請求項6] 前記被処理水の前記水処理として、前記被処理水の汚濁物を化学的凝集反応により沈殿分離を行う場合、
前記供給部は、前記処理剤として凝集剤を前記水処理槽に供給する請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項7] 前記負荷測定部は、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の流量にて測定するか、または、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の汚濁物濃度にて測定するか、または、前記負荷値を前記水処理槽に流入される前記被処理水の流量と前記水処理槽に流入される前記被処理水の汚濁物濃度との積にて測定する請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項8] 前記水処理槽にて前記被処理水が水処理された処理水の汚濁物濃度を測定する濃度測定部を備え、
前記供給部は、前記濃度測定部にて測定された前記処理水の汚濁物濃度を加味して前記処理剤の供給量を供給する請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の水処理装置。
- [請求項9] 被処理水に処理剤を供給して水処理を行う水処理方法において、
第一時点における前記被処理水の負荷値を第一負荷値として測定する第一工程と、
前記第一工程にて測定した前記第一負荷値に基づいて、前記第一時点の後の第二時点における前記被処理水の負荷値を第二負荷値として予測する第二工程と、
前記第二工程にて予測した前記第二負荷値に対応した前記処理剤の供給量を前記第一時点と前記第二時点との間の第三時点に前記被処理水に供給する第三工程とを備える水処理方法。