

明 細 書

発明の名称：排水処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、工業排水を再利用するために浄化処理するための排水処理装置に関する。

背景技術

[0002] プラントからの工業排水は、重金属成分及び浮遊粒子などの除去、並びに微生物による有機物の分解除去などの浄化処理が施される。浄化処理された処理水は、一般に環境中に放出されるが、工業用水の確保が困難な場所においては、工業排水を浄化処理した処理水が工業用水に再利用される。

微生物による有機物の分解除去方法としては、膜分離活性汚泥法（Membrane Bioreactor, MBR）や生物膜法（Biofilm Reactor, BFR）が用いられる。

[0003] 膜分離活性汚泥法は、槽内で活性汚泥を用いて排水中の有機物を分解し、ろ過膜を用いて処理水と活性汚泥とを分離する方法である。膜分離活性汚泥法は、活性汚泥濃度を高くすることができ、処理水と活性汚泥とを分離する沈殿槽が不要であるため容積効率が高いという利点がある。一方で、水質、すなわち排水中の有機物濃度が短期間に大きく変動すると、処理能力が有機物濃度の変動に追従することができずに、処理水中の有機物濃度が規制値を超える場合がある。

[0004] 生物膜法は、担体表面に活性汚泥を膜状に付着させて排水中の有機物を分解する方法である。膜（生物膜）表面では通常の活性汚泥と同様の処理が行われるが、膜内面では栄養源が不足しているために休眠状態となっている。有機物の濃度が変動した場合、生物膜内部の汚泥が活性化することになる。すなわち、有機物濃度の変動に応じて、活動する汚泥の厚さ変動する。有機物濃度に応じた活性汚泥量が維持されるため、有機物濃度の変動に対応して処理を継続することが可能である。

[0005] 排水処理装置では、膜分離活性汚泥法、生物膜法のいずれか一方が適用されるのが一般的である。特許文献1は、生物処理槽を備え、処理する水の流量の時系列変動が大きい場合に対応可能な水処理装置を開示している。特許文献1の水処理装置では、処理前の水を流量調整槽に取り込み、流量調整槽中の水の汚濁負荷量に応じて、生物処理手段に送る水とオゾン処理手段に送る水の流量を制御している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平11-244896号公報（請求項1、段落[0015]から[0017]、[0029]から[0032]、図1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の水処理装置では、排水を一時的に貯留する流量調整槽を必要とするため、装置の容積効率が悪い。また、オゾン処理は高価である。更に、オゾン漏れを防止するための付帯設備が別途必要になる上、オゾン漏れを監視する等運用が複雑になるのが問題であった。

[0008] 本発明は、簡易な装置により、水質変動が大きい場合でも安定して排水を処理することができる排水処理装置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

[0009] 上記課題を解決するために、本発明は、膜分離活性汚泥法により排水を処理する第1の生物処理装置と、生物膜法により排水を処理する第2の生物処理装置と、前記第1の生物処理装置及び前記第2の生物処理装置の上流を流通する排水中の負荷濃度と流量とを計測する計測部と、前記負荷濃度と前記流量とから負荷量を算出し、前記負荷量に応じて、前記第1の生物処理装置に送給する前記排水の流量と、前記第2の生物処理装置に送給する前記排水の流量との分配比率を決定し、該分配比率に基づいて、前記第1の生物処理装置に送給する前記排水の流量と前記第2の生物処理装置に送給する前記排

水の流量とを調整する制御部とを含む排水処理装置を提供する。

この場合、前記負荷量が、CODまたはBODとされる。

[0010] 上述のように、膜分離活性汚泥法を用いた処理装置は、排水の水質が短時間で変動した場合に処理能力を追従することができない。これに対し、生物膜法を用いた処理装置は、水質の変動に応じて処理能力を変動させることが可能である。本発明の排水処理装置では上記特徴を利用し、膜分離活性汚泥法と生物膜法とを併用して有機物の分解処理を実施する。この時、排水中の負荷濃度と流量とを監視し、負荷濃度と流量とから算出される負荷量に基づいて、各方法を採用した処理装置への排水の分配比率を決定し、分配比率に基づいて各処理装置へ送給する排水の流量を制御する。こうすることで、処理能力を超える負荷量を含む排水が膜分離活性汚泥法を用いた処理装置に流入して、処理後の水中の有機物が規制値を超えることを防止することができる。本発明の排水処理装置は、水質の変動に対応することができ、安定した排水処理を継続させることができる。

[0011] 上記発明において、前記制御部が第1の閾値を格納し、前記制御部が、前記負荷量が前記第1の閾値以下である場合に前記第1の生物処理装置に前記排水を送給するとともに、前記第2の生物処理装置への前記排水の送給を停止し、前記負荷量が第1の閾値より大きい場合に、前記制御部が、所定の前記分配比率で前記第1の生物処理装置と前記第2の生物処理装置とに前記排水を送給する。

[0012] 上記発明において、前記制御部が前記第1の閾値と第2の閾値とを格納し、前記負荷量が前記第1の閾値より大きく前記第2の閾値以下である場合に、前記制御部が、前記所定の分配比率で前記第1の生物処理装置及び前記第2の生物処理装置に前記排水を送給し、前記負荷量が前記第2の閾値よりも大きい場合に、前記制御部が、前記第1の生物処理装置の処理量が所定の値になるように前記第1の生物処理装置に前記排水を送給するとともに、残りの前記排水を前記第2の生物処理装置に送給する。

[0013] 本発明の排水処理装置では、主として膜分離活性汚泥法を用いた処理装置

（第１の生物処理装置）で排水を処理する。膜分離活性汚泥法は系内の負荷濃度が極端に低くなると、微生物の一部が死滅して汚泥の活性が大幅に低下する。この状態で負荷濃度が増加した場合には、処理が追従できなくなる可能性がある。このため、本発明では負荷量が低くなった場合（第１の閾値以下）、第２の生物処理装置の運転を停止して、第１の生物処理装置が安定運転できる負荷濃度を確保する。

一方で、負荷量が大きい場合には、第１の生物処理装置の処理量を超える排水量を、生物膜法を用いた処理装置（第２の生物処理装置）に送給する。あるいは、第１の生物処理装置を所定の負荷範囲で運転し、一部の排水処理を第２の生物処理装置が負担するような分配比率で、各生物処理装置に排水を送給する。

従って、本発明の排水処理装置は安定した排水処理を実施することができる。

[0014] 上記発明において、前記制御部が、前記第１の閾値と前記第２の閾値との間に１つまたは複数の中間閾値を格納し、前記制御部が、前記中間閾値より大きい場合と前記中間閾値以下の場合とで異なる前記分配比率にて、前記第１の生物処理装置と前記第２の生物処理装置に前記排水を送給する。

この場合、前記制御部が、前記中間閾値を超える毎に、前記第２の生物処理装置への前記排水の分量が増加するように、前記排水を送給することが好ましい。

こうすることで、負荷変動に対する処理の追従性を高めることができる。

[0015] 上記発明において、前記第２の生物処理装置から排出された前記排水が、前記第１の生物処理装置に送給されることが好ましい。

[0016] 生物膜法を用いた第２の生物処理装置では、浮遊粒子が発生しやすい。膜分離活性汚泥法では、分離膜により微生物と処理水とが固液分離される。第２の生物処理装置の下流に第１の生物処理装置を配置すれば、第１の生物処理装置の分離膜によって処理水から浮遊粒子を分離除去することができる。このため、下流側で逆浸透膜や静電式脱塩装置を用いて脱塩処理を実施する

場合に、膜モジュール内部での閉塞を防止することができる。

[0017] 上記発明において、前記制御部が、前記負荷濃度の移動平均及び回帰推定値の少なくとも一方を算出し、前記移動平均及び回帰推定値の少なくとも一方を用いて前記負荷量を算出することが好ましい。

[0018] 移動平均や回帰推定値を用いると、負荷濃度が短時間で急激に変動した場合や負荷濃度の計測誤差があった場合に、その変動量が補正される。このため、負荷濃度のごく短時間の変動や測定誤差に対応させて排水の分配量を決定する必要がなくなるので、制御が安定するという効果を奏する。

発明の効果

[0019] 本発明の処理装置は、膜分離活性汚泥法を用いた生物処理装置と生物膜法を用いた生物処理装置とを併用している。各生物処理装置の特性を利用し、COD負荷量の変動に応じて排水の分配量を制御している。このため、水質変動が激しい場合にも対応でき、処理水の水質を安定させることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]排水処理装置のブロック図である。

[図2]排水処理装置の生物処理部の概略図である。

[図3]膜分離活性汚泥処理装置と生物膜処理装置とを用いて排水を処理した場合のCOD濃度及び流量の経時変化を表すグラフである。

[図4]膜分離活性汚泥処理装置のみを用いて排水を処理した場合のCOD濃度及び流量の経時変化を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] 図1に、本実施形態に係る排水処理装置のブロック図を示す。排水処理装置1は、上流側から前処理部2、生物処理部3、及び、脱塩部4を備える。

[0022] 前処理部2は、プラントからの原水を受け入れ、原水中の油分、重金属類、浮遊粒子などを除去する。

[0023] 脱塩部4は、排水中に含まれるイオンを除去する。脱塩部4は、逆浸透膜式脱塩装置、あるいは、静電式脱塩装置を有する。

[0024] 逆浸透膜式脱塩装置において、逆浸透膜（RO膜）は水のみを透過させる

。逆浸透膜を透過した水（処理水）は、工業用水として再利用される。逆浸透膜の上流側はイオンが濃縮された排水（濃縮水）となっている。濃縮水は、逆浸透膜式脱塩装置から排出されることにより、排水処理装置１の系外に排出される。

[0025] 静電式脱塩装置は、一对の対向する多孔質電極を有し、正極側には陰イオン交換膜が設置され、負極側には陽イオン交換膜が設置される。電極の間を排水が流通可能になっている。

[0026] 正極がプラス、負極がマイナスになるように電流を流すと、排水中の陰イオンは正極側に移動し、陰イオン交換膜を透過して多孔質の正極に吸着される。一方、排水中の陽イオンは負極側に移動し、陽イオン交換膜を透過して多孔質の負極に吸着される。従って、電極間を流通する際に排水中のイオンが除去され、処理水が回収される。回収された処理水は、工業用水として再利用される。静電式脱塩装置を用いると、逆浸透膜式脱塩装置よりも水の回収率を向上させることができるので有利である。

[0027] 所定時間経過した時点で通水を遮断し、各電極に流す電流を反転させて、正極をマイナス、負極をプラスにする。こうすると、多孔質電極中に吸着されていたイオンが放出され、イオン交換膜を透過して排水中に移動する。この後、イオンを含む排水が静電式脱塩装置から排出され、ドレインとして排水処理装置１の系外に排出される。

[0028] 図２は、本実施形態に係る排水処理装置の生物処理部３の概略図である。

生物処理部３は、膜分離活性汚泥法を適用した処理装置１０（第１の生物処理装置、以下では膜分離活性汚泥処理装置と称する）と、生物膜法を適用した処理装置２０（第２の生物処理装置、以下では生物膜処理装置と称する）と、計測部と、制御部３０とを備える。

[0029] 膜分離活性汚泥処理装置１０は、生物反応槽１１と、分離膜１２とを備える。生物反応槽１１中には活性汚泥が収容されている。生物反応槽１１の排水中に微生物（活性汚泥）が浮遊した状態となっている。分離膜１２は精密ろ過膜とされ、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の孔を有する。分離膜１２は、生物反応槽１

1 中の排水中に浸漬されている。分離膜 1 2 はポンプ 1 3 に接続される。

[0030] 生物膜処理装置 2 0 は、処理槽 2 1 と、固定床 2 2 とを備える。固定床 2 2 は処理槽 2 1 内に收容されている。固定床 2 2 は、表面に生物膜を担持する担体が容器内に収納される構成となっている。所定量の排水が固定床 2 2 の容器内に取り込まれ、担体表面の生物膜と排水とが接触することで、有機物の分解が行われる。本実施形態では、生物膜法として散水ろ床法、回転円板法、接触曝気法などが採用可能である。なお、本実施形態では、生物膜を担持する担体としては固定床に限定されず、排水中で浮遊する担体（大きさ 3 から 1 0 m m 程度）の表面に生物膜を担持する方法も採用することができる。

[0031] 膜分離活性汚泥処理装置 1 0 及び生物膜処理装置 2 0 の入口側に、それぞれバルブ 3 4, 3 6 が設置される。バルブ 3 4、3 6 はそれぞれ制御部 3 0 の出力部に接続する。膜分離活性汚泥処理装置 1 0 と生物膜処理装置 2 0 とは、配管によって連絡している。

[0032] 計測部は、排水中の負荷濃度を計測する負荷濃度計測部と、排水の流量を計測する流量計測部とで構成される。

本実施形態において、負荷濃度計測部で計測される負荷は、C O D（化学的酸素要求量）または B O D（生物化学的酸素供給量）とされる。負荷濃度計測部は、C O D 計 3 1 と U V 計 3 2 とを備える。なお、C O D 計で計測された C O D から、B O D を換算することが可能である。負荷濃度計測部は、生物処理部 3 の入口近傍（膜分離活性汚泥処理装置 1 0 及び生物膜処理装置 2 0 の上流側）に設置される。C O D 計 3 1 及び U V 計 3 2 は、制御部 3 0 の入力部に接続する。なお、本実施形態では負荷濃度計測部として C O D 計 3 1 及び U V 計 3 2 のいずれか一方のみが設置されていても良い。また、C O D 計や U V 計の他に、T O C（全有機炭素濃度）を計測する T O C 計を設置しても良い。

[0033] 図 2 の生物処理部 3 は、流量計測部として、膜分離活性汚泥処理装置 1 0 の入口に設置される流量計 3 3 と、生物膜処理装置 2 0 の入口に設置される

流量計 35 とを備える。但し、流量計の設置場所は図 2 に限定されず、膜分離活性汚泥処理装置 10 の入口と生物処理部 3 の入口（具体的に COD 計 31 及び UV 計 32 の近傍）、または、生物膜処理装置 20 の入口と生物処理部 3 の入口に設置されても良い。流量計 33, 35 はそれぞれ制御部 30 の入力部に接続する。

[0034] COD 計 31 及び UV 計 32 の上流側の配管に、中和薬品タンク 40 が接続される。中和薬品タンク 40 は、HCl などの酸、あるいは NaOH などのアルカリを収容する。酸とアルカリのいずれを使用するかは排水の特性により変わる。特性によっては酸とアルカリの二種類の薬品を別のタンクに収納し、pH 変動に応じて使い分けることもある。生物処理部 3 に流入した排水に所定量の中和薬品が供給され、排水の pH が調整される。

[0035] 図 2 では、膜分離活性汚泥処理装置 10 の下流側に UV 計が設置され、生物処理部 3 で処理された処理水中の負荷濃度が計測されても良い。

[0036] 本実施形態の生物処理部 3 で排水を処理する工程を以下で説明する。以下では、負荷濃度として COD 濃度を計測した場合を例に挙げて説明する。

前処理部 2 で排水中の重金属類、油類、浮遊粒子等が除去された排水が、生物処理部 3 に流入する。

[0037] COD 計 31 は、所定時間毎に、例えば 1 時間毎に生物処理部 3 に流入した排水中の COD 濃度を計測する。COD 計 31 は、COD 濃度を計測する。COD 計 31 で計測された COD 濃度は、制御部 30 に送信される。

[0038] UV 計 32 は、生物処理部 3 に流入した排水に波長 254 nm の紫外光を照射し、排水の吸光度を計測する。計測された吸光度は、制御部 30 に送信される。

[0039] 制御部 30 は、COD 計 31 で計測された COD 濃度と、UV 計 32 で計測された吸光度とを取得する。制御部 30 は、UV 計 32 で計測される吸光度と排水中の COD 濃度との相関データを予め格納している。制御部 30 は取得した吸光度を当該相関データに照合し、排水中の COD 濃度を推定する。制御部 30 は、COD 計 31 で計測された COD 濃度と、UV 計 32 で計

測された吸光度から推定したCOD濃度とに基づき、生物処理部3に流入した排水中のCOD濃度の経時変化を取得する。本実施形態のようにCOD計31とUV計32とを併用すると、より詳細なCOD濃度の経時変化を取得できる。

[0040] 制御部30は、取得したCOD濃度の経時変化から、COD濃度の移動平均や回帰推定値を算出しても良い。

[0041] 移動平均では、任意の測定時点での計測値、及び、当該任意の測定時点の直前であって複数の測定時点での計測値の平均値が、当該任意の測定時点での計測値と定義される。

回帰推定は、一次回帰推定と二次回帰推定のいずれかを採用できる。回帰推定では、任意の測定時点での計測値、及び、当該任意の測定時点の直前であって複数の測定時点での計測値の一次回帰式または二次回帰式が作成され、回帰式から当該任意の測定時点での計測値が推定される。回帰推定の方法はこれらに限定されず、排水の特性によっては三次回帰推定などの多項式回帰推定、指数回帰推定、対数回帰推定、累乗回帰推定を使用しても良い。

[0042] 本実施形態では、制御部30は例えば測定時点4点のCOD濃度の移動平均を取得する。または、制御部30は例えば測定時点4点のCOD濃度の回帰式を作成し、回帰推定値を取得する。

[0043] 流量計33は、所定時間毎に、膜分離活性汚泥処理装置10の入口側の配管を流通する排水の流量（第1の流量） F_1 を計測する。流量計35は、所定時間毎に、生物膜処理装置20の入口側の配管を流通する排水の流量（第2の流量） F_2 を計測する。第1の流量 F_1 及び第2の流量 F_2 は、UV計32での計測間隔と略同一とされる。計測された第1の流量 F_1 及び第2の流量 F_2 は、制御部30に送信される。

[0044] 制御部30は、第1の流量 F_1 と第2の流量 F_2 とを取得する。制御部30は、生物処理部3に流入した排水の総流量として第1の流量 F_1 と第2の流量 F_2 との和 F_t を算出する。制御部30は、排水の総流量の経時変化を取得する。なお、流量に関しては、必ずしも取得した経時変化から移動平均や回帰

推定値を算出する必要はない。

[0045] 制御部30は、同一時間に計測されたCOD濃度と総流量 F_t とから、COD負荷量 L を算出し取得する。COD負荷量 L は単位時間当たりのCOD絶対量であり、COD濃度と流量 F_t との積で定義される。

[0046] COD負荷量の算出に用いるCOD濃度は、上述のCOD濃度の経時変化から取得した値としても良いし、COD濃度の移動平均、回帰推定値としても良い。あるいは、COD濃度の移動平均と回帰推定値とを組み合わせても良い。例えば、制御部30は、COD濃度の経時変化と、COD濃度の移動平均と、COD濃度の回帰推定値とを参照する。移動平均及び回帰推定値を取得した測定点でCOD濃度が常に増加または減少している場合はCOD負荷量の算出に回帰推定値を採用し、COD濃度が変動している場合はCOD負荷量の算出に移動平均を採用する。COD負荷量の算出に移動平均や回帰推定値を用いれば、COD計やUV計の測定誤差を小さくすることができ、安定した制御を行うことができる。

[0047] 制御部30は、膜分離活性汚泥処理装置10及び生物膜処理装置20への排水の分配比率を決定するためのCOD負荷量 L の閾値を予め格納している。COD負荷量の閾値は、排水の性状に応じて1つまたは複数設定可能である。COD負荷量の閾値は、排水の処理状況に応じて適宜変更可能とされる値である。

制御部30は、生物処理部3の設計上の最大COD量を考慮した、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷と生物膜処理装置20の設計負荷とを格納している。

[0048] 生物処理部3全体のCOD処理量（生物処理部3の設計負荷）を1としたときに、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷と生物膜処理装置20の設計負荷との割合は、 $X : 1 - X$ とされる。上記の割合は、処理コストと各処理装置の性能とを考慮して設定される。すなわち、処理コストを考慮すると、膜分離活性汚泥処理装置は生物膜処理装置に対して有利である。しかし、生物膜処理装置の方が負荷変動が大きい場合の処理能力追従性が高い。これ

らを考慮して、設計負荷の比率は、膜分離活性汚泥処理装置：生物膜処理装置＝90：10から50：50の範囲内に設定することが好ましい。

[0049] 以下では、COD負荷量の閾値を1つ設けた場合に排水を処理する方法を説明する。閾値を1つ設ける場合は、水質変動が比較的少なく、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷を大きく超えるようなCOD負荷量の変動がない場合に有効である。

[0050] 制御部30は閾値 L_1 を格納する。閾値 L_1 は、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷に基づいて決定される。

閾値 L_1 は、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷に一定の割合を乗算したCOD負荷量とされる。例えば、閾値 L_1 は、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷に一定の割合（10%から50%）を乗算した値の範囲内の値とされる。一般的には、閾値 L_1 は設計負荷の20%の値とされる。

[0051] 制御部30は、取得したCOD負荷量 L と閾値 L_1 とを比較する。

COD負荷量が閾値以下である場合（ $L \leq L_1$ ）、制御部30は、バルブ36を閉鎖し、生物膜処理装置20への排水の送給を停止する。生物膜処理装置20は、運転が停止される。制御部30は、バルブ34の開度を調整し、生物処理部3に流入した排水の全量を膜分離活性汚泥処理装置10に送給する。これにより、膜分離活性汚泥処理装置10での安定した排水処理が保たれる。

[0052] COD負荷量が閾値 L_1 より大きい場合（ $L > L_1$ ）、制御部30は、バルブ36を開放する。制御部30は、生物膜処理部3に流入した排水を、所定の比率で膜分離活性汚泥処理装置10に送給される排水と生物膜処理装置20に送給される排水とに分配する。

$L > L_1$ の場合の排水の分配比率（ F_1' と F_2' との比率）は、膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷と生物膜処理装置20の設計負荷との割合（ $X : 1 - X$ ）とされる。例えば、設計負荷の割合 $X : 1 - X = 80 : 20$ である場合、生物処理部3に流入する排水は、 $F_1' : F_2' = 80 : 20$ の割合で分配される。

[0053] 制御部30は、 $L > L_1$ となった場合の第1の流量 F_1' と第2の流量 F_2' の値を予め格納している。なお、 F_1' と F_2' とは、上述の所定の比率を満たす値である。制御部30は、予め格納されている第1の流量 F_1' と現在の第1の流量 F_1 とを比較する。制御部30は、 $F_1 = F_1'$ となるように、バルブ34の開度を調整する。制御部30は、予め格納されている第2の流量 F_2' と現在の第2の流量 F_2 とを比較する。制御部30は、 $F_2 = F_2'$ となるように、バルブ36の開度を調整する。

[0054] 以下では、COD負荷量の閾値を2つ設けた場合を例に挙げ、排水を処理する方法を説明する。

制御部30は第1の閾値 L_1 と第2の閾値 L_2 とを格納する。第1の閾値 L_1 及び第2の閾値 L_2 は、膜分離活性污泥処理装置10の設計負荷に基づいて決定される。

第1の閾値 L_1 は、上述した閾値を1つ設ける場合と同じ値とされる。すなわち、第1の閾値 L_1 は、例えば膜分離活性污泥処理装置10の設計負荷に一定の割合（10%から50%）を乗じた値の範囲内とされる。

第2の閾値 L_2 は、膜分離活性污泥処理装置10の設計負荷に基づいて決定される。第2の閾値 L_2 の上限値は、膜分離活性污泥処理装置10の最大処理能力とされる。第2の閾値 L_2 の下限値は、生物膜処理装置20の処理能力を考慮した値とされる。具体的に、第2の閾値 L_2 は、膜分離活性污泥処理装置10の設計負荷の80%以上125%以下の範囲内の値とされる。

[0055] 制御部30は、取得したCOD負荷量 L と、第1の閾値 L_1 及び第2の閾値 L_2 とを比較する。

COD負荷量が第1の閾値以下である場合（ $L \leq L_1$ ）、上述のように制御部30は、バルブ36を閉鎖して、生物膜処理装置20の運転を停止させる。制御部30は、バルブ34の開度を調整し、生物処理部3に流入した排水の全量を膜分離活性污泥処理装置10に送給する。

[0056] COD負荷量が第1の閾値より大きく第2の閾値以下である場合（ $L_1 < L \leq L_2$ ）、制御部30は、生物膜処理部3に流入した排水を、所定の比率で膜

分離活性汚泥処理装置 10 に送給される排水と生物膜処理装置 20 に送給される排水とに分配する。

排水の分配比率 (F_1' と F_2' との比率) は、膜分離活性汚泥処理装置 10 の設計負荷と生物膜処理装置 20 の設計負荷との割合 ($X : 1 - X$) とされる。例えば、設計負荷の割合 $X : 1 - X = 80 : 20$ である場合、生物処理部 3 に流入する排水は、 $F_1' : F_2' = 80 : 20$ の割合で分配される。

[0057] 制御部 30 は、 $L_1 < L \leq L_2$ となった場合の第 1 の流量 F_1' と第 2 の流量 F_2' の値を予め格納している。なお、 F_1' と F_2' とは、上述の所定の比率を満たす値である。制御部 30 は、予め格納されている第 1 の流量 F_1' と現在の第 1 の流量 F_1 とを比較する。制御部 30 は、 $F_1 = F_1'$ となるように、バルブ 34 の開度を調整する。制御部 30 は、予め格納されている第 2 の流量 F_2' と現在の第 2 の流量 F_2 とを比較する。制御部 30 は、 $F_2 = F_2'$ となるように、バルブ 36 の開度を調整する。

[0058] COD 負荷量が第 2 の閾値を超える場合 ($L > L_2$)、制御部 30 は、膜分離活性汚泥処理装置 10 の負荷が所定値となる流量 (第 1 の流量) F_1'' で、膜分離活性汚泥処理装置 10 に排水を送給する。 $L > L_2$ の場合における負荷の所定値とは、上述の $L_1 < L \leq L_2$ の場合の負荷範囲の上限値と同じとされる。すなわち、膜分離活性汚泥処理装置の設計負荷の 80% から 125% の範囲内の値とされる。制御部 30 は、膜分離活性汚泥処理装置 10 の負荷が上記範囲内の値となる流量 (第 1 の流量) F_1'' を決定する。制御部 30 は、格納されている第 1 の流量 F_1'' と、現在の第 1 の流量 F_1 とを比較する。制御部 30 は、 $F_1 = F_1''$ となるように、バルブ 34 の開度を調整する。

[0059] 制御部 30 は、上述のように決定された膜分離活性汚泥処理装置 10 の所定負荷を超える COD を生物膜処理装置 20 で処理させるために、生物膜処理装置 20 に送給する排水の流量 (第 2 の流量) F_2'' を決定する。制御部 30 は、決定された第 2 の流量 F_2'' を現在の第 2 の流量 F_2 と比較する。制御部 30 は、 $F_2 = F_2''$ となるように、バルブ 36 の開度を調整する。

[0060] 上記の通り、閾値 L_1 を設定することで、排水の負荷変動が閾値 L_1 よりも

小さい場合でも、膜分離活性汚泥処理装置 10 の処理能力を低下させずに安定した処理を継続させることができる。排水の負荷変動により閾値 L_1 を超える負荷が発生した場合、膜分離活性汚泥処理装置 10 と生物処理装置 20 とに負荷を分配することで、負荷変動に対して追従しながら処理を行うことができる。

[0061] 閾値 L_2 を設定して、膜分離活性汚泥処理装置 10 での処理量を制限している。こうすることで、生物処理部 3 に流入する排水の負荷が膜分離活性汚泥処理装置 10 の設計負荷を超えるような場合であっても、最大でも膜分離活性汚泥処理装置 10 に処理能力を大幅に超過する排水が流入しないようになっている。また、膜分離活性汚泥処理装置 10 は、高負荷状態が続くと微生物の活性が高まり、より高い負荷での運転が可能となる。また、生物膜処理装置 20 は、負荷変動に強いとされるが、高負荷状態での負荷変動がある場合には、いかに負荷変動追従性が高いとはいえ、処理水として不適なものとなる可能性もある。そこで、閾値 L_2 を膜分離活性汚泥処理装置 10 の設計負荷の 100% より大きい値に設定すれば、生物膜処理装置 20 での処理の負担を軽減できる。このように閾値 L_2 を設定したことで、高負荷の排水が生物処理部 3 へ流入した際においても、安定した処理が実施でき、安定した性状の処理水を供給できる。

[0062] 本実施形態では、負荷変動に対する処理の追従性を高めるために、閾値 L_1 と閾値 L_2 の間に、1 または複数の中間閾値 (L_N) を設定しても良い。中間閾値 L_N を境界として、COD 負荷量が $L \leq L_N$ の場合と $L > L_N$ の場合とで、膜分離活性汚泥処理装置 10 と生物膜処理装置 20 とに送給する排水の分配比率を変化させる。この場合、 $L \leq L_N$ の場合よりも $L > L_N$ の方が、生物膜処理装置 20 に送給する排水の比率が大きくなるように、分配比率を決定する。こうすることで、負荷変動に対する処理の追従性を高めることができる。

[0063] 以下で具体例を示しながら定量的に説明する。

第 1 の閾値を 20%、第 2 の閾値を 125% とし、第 3 の中間閾値を 80

%とする。第1の閾値20%、第3の中間閾値80%までは二つの閾値の場合と同様の分配比率とし、第3の中間閾値を超えると、越えた部分の分配比率を50:50とし、第2の閾値を超えると、膜分離活性汚泥処理装置10へのCOD量の分配を上限として変化させない制御を行う。

[0064] 膜分離活性汚泥処理装置10は設計負荷の120%程度までであれば安定した処理が保たれる。生物膜処理装置20は設計負荷の3倍程度までであれば若干悪化するものの安定した処理が保たれる。生物膜処理装置20では通常CODを90%以上処理できるが、設計負荷の3倍程度までであれば70%以上を処理することができる。経済性を考慮すると膜分離活性汚泥処理装置10の設計負荷の割合を増やすことが望ましい。以下の定量評価では、この負荷への変動能力を考慮して、膜分離活性汚泥処理装置10と生物膜処理装置20への分配比率を決定した場合の評価を記載する。

[0065] 負荷100%のとき、第3の中間閾値がなければ、生物膜処理装置20の処理水COD量は $100\% \times 0.2 \times (1 - 0.7) = 6\%$ となる。このとき、膜分離活性汚泥処理装置10の負荷は $100\% \times 0.8 + 6\% = 86\%$ となる。一方、第3の閾値があれば、生物膜処理装置20の処理水COD量は $\{80\% \times 0.2 + (100\% - 80\%) \times 0.5\} \times (1 - 0.7) = 7.8\%$ となる。このとき、生物膜処理装置20の負荷は $80\% \times 0.8 + (100\% - 80\%) \times 0.5 + 7.8\% = 81.8\%$ と低くなり、より安定した排水処理が保たれる。

[0066] 負荷150%のとき、第3の閾値 L_3 がなければ、生物膜処理装置20の処理水COD量は $(150\% - 100\%) \times 0.3 = 15\%$ となる。よって、生物膜処理装置20の負荷は $100\% + 15\% = 115\%$ となる。一方、第3の閾値 L_3 があれば、生物膜処理装置20の処理水COD量は $\{80\% \times 0.2 + (125\% - 80\%) \times 0.5 + (150\% - 125\%)\} \times (1 - 0.7) = 19\%$ となる。このとき、生物膜処理装置20の負荷は $80\% \times 0.8 + (125\% - 80\%) \times 0.5 + 19\% = 105.5\%$ と低くなり、より安定した排水処理が保たれる。

[0067] 生物膜処理装置 20 で処理を実施した場合、生物膜処理装置 20 での処理水は、膜分離活性汚泥処理装置 10 に流入する。ポンプ 13 により、生物処理槽 11 中の処理水が膜分離活性汚泥処理装置 10（生物処理部 3）から排出される。この時、分離膜 12 により、活性汚泥及び浮遊粒子と処理水とが固液分離される。

[0068] 生物処理部 3 から排出された処理水は、脱塩部 4 に搬送される。脱塩部 4 において、脱塩処理が実施される。

[0069] 図 3 は、本実施形態の排水処理装置を用いて排水を処理した場合の COD 濃度及び流量の経時変化を表すグラフである。すなわち、生物処理部で膜分離活性汚泥処理装置と生物膜処理装置とを併用して処理を実施した結果である。図 3（a）は、生物処理部に流入した排水中の COD 濃度及び流量を示している。図 3（b）は、生物膜処理装置の処理水中の COD 濃度と、生物膜処理装置に送給された排水の流量とを示している。図 3（c）は、膜分離活性汚泥処理装置の処理水中の COD 濃度と、膜分離活性処理装置に送給された排水の流量とを示している。図 3 において、横軸は排水処理の経過時間、第 1 の縦軸は COD 濃度、第 2 の縦軸は流量である。

[0070] 図 3 の取得に当たり、COD 濃度及び流量の計測間隔は、15 分とした。図 3 では COD 濃度の移動平均を示している。また、第 1 の閾値 L_1 を膜分離活性汚泥処理装置の設計負荷の 25%、第 2 の閾値 L_2 を設計負荷の 125% に設定した。 $L_1 < L \leq L_2$ である場合の排水の分配比率 $F_1'' : F_2''$ は、80 : 20 に設定した。

[0071] 図 4 は、膜分離活性汚泥処理装置のみを用いて排水を処理した場合の COD 濃度及び流量の経時変化を表すグラフである。図 4（a）は生物処理部に流入した排水中の COD 濃度及び流量を示している。図 4（b）は膜分離活性汚泥処理装置で処理された COD 濃度を示している。なお、図 4 の場合、膜分離活性汚泥処理装置に送給された排水量は、生物処理部に流入した排水量と一致している。

[0072] 図 3 において、0 日から 9 日の間は $L_1 < L \leq L_2$ であり、所定比率で膜分

離活性汚泥処理装置及び生物膜処理装置への排水の分配が実施されている。

図3 (a) に示すように、9日から10日にかけてCOD濃度及び流量が大きく変動している。この時、 $L > L_2$ となっている。図3 (b) に示すように、COD濃度及び流量の変動に対応して、生物膜処理装置に送給される排水の流量及びCOD濃度が大きく変動している。一方、図3 (c) に示すように、膜分離活性汚泥処理装置での処理量は9日以前と変動はない。

[0073] また、図3では、11日から12日にかけて、COD濃度に大きな変動はないが流量が変動した。この時、 $L_1 < L \leq L_2$ であったために、所定の比率で排水が分配された。

[0074] 一方、図4に示すように、膜分離活性汚泥処理装置のみを使用した場合は、COD濃度及び流量の変動により、膜分離活性汚泥処理装置で処理されるCOD濃度が変動する。特に、9日から10日にかけてCOD濃度及び流量が大きく変動した場合、図3では処理水中のCOD濃度が40mg/lであるのに対し、図4では140mg/lと高くなっている。

[0075] 以上の結果から、膜分離活性汚泥処理装置と生物膜処理装置とを併用し、排水中のCOD負荷量に応じて排水を分配することにより、安定して排水を処理できることが理解できる。

符号の説明

- [0076]
- 1 排水処理装置
 - 2 前処理部
 - 3 生物処理部
 - 4 脱塩部
 - 10 膜分離活性汚泥処理装置（第1の生物処理装置）
 - 11 生物反応槽
 - 12 分離膜
 - 13 ポンプ
 - 20 生物膜処理装置（第2の生物処理装置）
 - 21 処理槽

- 2 2 固定床
- 3 0 制御部
- 3 1 C O D 計
- 3 2 U V 計
- 3 3, 3 5 流量計
- 3 4, 3 6 バルブ
- 4 0 中和薬品タンク

請求の範囲

- [請求項1] 膜分離活性汚泥法により排水を処理する第1の生物処理装置と、
生物膜法により排水を処理する第2の生物処理装置と、
前記第1の生物処理装置及び前記第2の生物処理装置の上流を流通する排水中の負荷濃度と流量とを計測する計測部と、
前記負荷濃度と前記流量とから負荷量を算出し、前記負荷量に応じて、前記第1の生物処理装置に送給する前記排水の流量と、前記第2の生物処理装置に送給する前記排水の流量との分配比率を決定し、該分配比率に基づいて、前記第1の生物処理装置に送給する前記排水の流量と前記第2の生物処理装置に送給する前記排水の流量とを調整する制御部とを含む排水処理装置。
- [請求項2] 前記制御部が第1の閾値を格納し、
前記制御部が、前記負荷量が前記第1の閾値以下である場合に前記第1の生物処理装置に前記排水を送給するとともに、前記第2の生物処理装置への前記排水の送給を停止し、
前記負荷量が第1の閾値より大きい場合に、前記制御部が、所定の前記分配比率で前記第1の生物処理装置と前記第2の生物処理装置とに前記排水を送給する請求項1に記載の排水処理装置。
- [請求項3] 前記制御部が前記第1の閾値と第2の閾値とを格納し、
前記負荷量が前記第1の閾値より大きく前記第2の閾値以下である場合に、前記制御部が、前記所定の分配比率で前記第1の生物処理装置及び前記第2の生物処理装置に前記排水を送給し、
前記負荷量が前記第2の閾値よりも大きい場合に、前記制御部が、前記第1の生物処理装置の処理量が所定の値になるように前記第1の生物処理装置に前記排水を送給するとともに、残りの前記排水を前記第2の生物処理装置に送給する請求項1または請求項2に記載の排水処理装置。
- [請求項4] 前記制御部が、前記第1の閾値と前記第2の閾値との間に1つまた

は複数の中間閾値を格納し、

前記制御部が、前記中間閾値より大きい場合と前記中間閾値以下の場合とで異なる前記分配比率にて、前記第 1 の生物処理装置と前記第 2 の生物処理装置とに前記排水を送給する請求項 3 に記載の排水処理装置。

[請求項5] 前記制御部が、前記中間閾値を超える毎に、前記第 2 の生物処理装置への前記排水の分量が増加するように、前記排水を送給する請求項 4 に記載の排水処理装置。

[請求項6] 前記第 2 の生物処理装置から排出された前記排水が、前記第 1 の生物処理装置に送給される請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の排水処理装置。

[請求項7] 前記制御部が、前記負荷濃度の移動平均及び回帰推定値の少なくとも一方を算出し、前記移動平均及び回帰推定値の少なくとも一方を用いて前記負荷量を算出する請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の排水処理装置。

[請求項8] 前記負荷量が、C O D または B O D とされる請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の排水処理装置。