

明 細 書

発明の名称： 水処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、工業用水、市水、井水、河川水、湖沼水、工場廃水などの被処理水に凝集剤を添加して凝集処理した後に濾過処理や膜分離処理等の固液分離処理する水処理装置に関する。

背景技術

[0002] 工業用水、市水、井水、河川水、湖沼水、工場廃水などの被処理水を処理する方法として、例えば被処理水に無機凝集剤及びアニオン性等の高分子凝集剤を添加して被処理水に含まれる濁質等を吸着や凝結等する凝集処理をした後、砂ろ過、加圧浮上処理や、繊維状の濾過体（濾材）等を用いた濾過処理、膜分離処理により濁質を除去する固液分離処理を行う方法がある（特許文献 1 ～ 3 参照）。

[0003] しかしながら、凝集処理においては、凝集物（フロック）の粗大化には、一般的に開放型、すなわち被処理水が大気に開放されている状態の凝集槽が用いられており、後段の固液分離処理を行う装置へ被処理水を送液する際にポンプ等の送液手段が必要であり、このポンプ等によりフロックが破壊されてしまい、清澄な処理水が得難いという問題がある。

[0004] なお、特許文献 4 には被処理水を大気に開放されていない状態で保持する密閉型の凝集処理が記載されているが、この特許文献 4 では、凝集処理手段の後段には、基本的に攪拌機を有する開放型の凝集槽で攪拌する装置が設けられており、ポンプ等によりフロックの破壊が生じる場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 3 － 2 6 5 9 0 7 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 4 － 8 9 7 6 6 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 7 － 2 2 9 6 5 8 号公報

特許文献4：特開2004-160353号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明は上述した事情に鑑み、凝集処理した後に固液分離処理する水処理装置であって確実に清澄な処理水を得ることができる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

- [0007] 上記課題を解決する本発明の態様は、被処理水に添加された凝集剤と被処理水とを混合してフロックを形成する混合槽を有する混合処理手段と、前記混合処理手段から排出される被処理水が導入されると共に被処理水が大気に開放されない状態に保たれる円筒形状の凝集槽、旋回流が発生するように被処理水を前記凝集槽の下部から接線方向に前記凝集槽に導入する被処理水導入口、及び、前記凝集槽の上部に設けられ被処理水を前記凝集槽の上部から排出する被処理水排出口を有する凝集処理手段と、前記凝集処理手段から排出される被処理水が大気に開放されない状態で前記凝集処理手段から導入され、被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段と、を有することを特徴とする水処理装置にある。
- [0008] また、前記被処理水排出口は、被処理水を前記凝集槽の上部から接線方向に排出するように設けられていてもよい。
- [0009] そして、前記固液分離処理手段が、紐状の濁質捕捉部を有する濾過体が通水時の濾過部の空隙率が50～95%になるように濾過槽に充填されている濾過処理手段であることが好ましい。
- [0010] さらに、前記混合処理手段は被処理水を大気に開放されない状態に保つものであり、被処理水が大気に開放されない状態で前記混合処理手段から前記凝集処理手段に導入され、被処理水を送液する送液手段が前記混合処理手段の前段に設けられていることが好ましい。

発明の効果

[0011] 凝集剤と被処理水とを混合して濁質等のフロックを形成する混合処理手段と、混合処理した被処理水を大気に開放されない状態に保つ円筒形状の凝集槽に旋回流が発生するように導入しフロックを粗大化する凝集処理手段と、凝集処理した被処理水を大気に開放されない状態で導入し固液分離処理する固液分離処理手段とを有する水処理装置とすることにより、凝集処理手段で形成した粗大フロックを、ポンプ等の送液手段を用いずに後段の固液分離処理手段に移送することが可能となり、粗大フロックの破壊を抑制できるため、清澄な処理水を得ることができる水処理装置となる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1] 水処理装置例の概略系統図である。
- [図2] 凝集処理手段の構成を示す上面図及び側面図である。
- [図3] 混合処理手段及び凝集処理手段の模式図である。
- [図4] 凝集処理手段の他の構成例を示す上面図、側面図及び模式図である。
- [図5] 水処理装置の模式図である。
- [図6] 他の水処理装置の模式図である。
- [図7] 他の水処理装置の模式図である。
- [図8] 濾過装置の構成を示す断面図である。
- [図9] 濾過装置の要部拡大図である。
- [図10] 濾過装置の濁質捕捉部の一例を示す図である。
- [図11] 水処理装置の概略系統図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 本発明の水処理装置は、被処理水に凝集剤を添加して凝集処理した後に、沈殿処理、加圧浮上処理、濾過処理や膜分離処理等の固液分離処理する水処理装置である。
- [0014] 被処理水としては、例えば、フミン酸・フルボ酸系有機物、藻類等が生産する糖などの生物代謝物、又は、界面活性剤等の合成化学物質などを含む水、具体的には、工業用水、市水、井水、河川水、湖沼水、工場廃水（特に、工場からの廃水を生物処理した生物処理水）などが挙げられるが、これらに

限定されるものではない。なお、フミン質とは、植物などが微生物に分解されることにより生じる腐食物質をいい、フミン酸等を含むものであり、フミン質を含有する水は、フミン質および／またはフミン質に由来する溶解性COD成分、懸濁物質や色度成分を有する。

[0015] 本発明の水処理装置の一例である図1～図3を用いて、本発明の水処理装置について詳細に説明する。なお、図1は水処理装置の概略系統図、図2は水処理装置が有する凝集処理手段の上面図（図2（a））及び側面図（図2（b））、図3は水処理装置が有する混合処理手段及び凝集処理手段である。

[0016] 図1に示すように、本発明の水処理装置1は、被処理水（原水）に添加された凝集剤と被処理水とを混合してフロックを形成する混合槽を有する混合処理手段3と、混合処理手段3から排出される被処理水が導入される凝集処理手段4と、凝集処理手段4から排出される被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段5とを有する。また、混合処理手段3の前段には凝集剤を被処理水に添加する凝集剤導入手段6が設けられている。なお、凝集剤に限定はなく、被処理水中に含まれる懸濁物質（濁質）、コロイド成分、溶解性COD（化学的酸素要求量）成分等を凝結や凝集等してフロック（凝集物）を形成することができればよく、例えば、ポリ塩化アルミニウム（PAC）等のアルミニウム塩や鉄塩などの無機凝集剤、高分子凝集剤、MTアクアポリマー製カチオンポリマーゲルであるアコジェルC等の水中で膨潤し実質的に水に溶解しないカチオン性ポリマーからなる粒子等が挙げられ、これらを単独及び併用して用いることができる。

[0017] また、図1に示すように、被処理水を送液する送液手段として、混合処理手段3の前段にポンプP1が設けられ、さらに、混合処理手段3と凝集処理手段4との間にポンプP2が設けられている。そして、凝集処理手段4から固液分離処理手段5へは、被処理水が大気に開放されない状態で通水されるように、図1の矢印で示すように配管で繋がれている。ここで、大気に開放されない状態とは、凝集処理手段4の前段に設けたポンプ2等の送圧（被処

理水を送液するための圧力)を維持できる状態、すなわち、送圧がほとんど大気に逃げない密閉型であることを意味する。

[0018] そして、凝集処理手段4は、図2に示すように、被処理水が導入される円筒形状の凝集槽11と、矢印で示すような旋回流が発生するように被処理水を凝集槽11の下部から接線方向に凝集槽11に導入する被処理水導入口12と、被処理水を凝集槽11の上部から接線方向に排出する被処理水排出口13とを有する。被処理水導入口12が凝集槽11の下部に設けられ、被処理水排出口13が凝集槽11の上部に設けられているため、発生する旋回流は上向流である。また、凝集槽11は、内部が中空の円筒の上面及び底面が蓋で覆われている形状であり、導入された被処理水が大気に開放されない状態に保たれるもの、すなわち密閉型である。なお、図1～図3においては、凝集処理手段4として、被処理水を凝集槽11の上部から接線方向に排出する被処理水排出口13を有するものを記載したが、被処理水排出口13は、凝集槽11の上部に設けられ凝集槽11の上部から被処理水を排出できるものであればよい。例えば、図4に示すように、凝集槽11の接線方向ではない上部側面に被処理水排出口13を有する凝集処理手段4Aでもよく、また、凝集槽11の頂上部に被処理水排出口13を有する凝集処理手段4Bでもよい。図4(a)は凝集処理手段4Aの上面図、図4(b)は凝集処理手段4Aの側面図、図4(c)は凝集処理手段4Aの模式図、図4(d)は凝集処理手段4Bの上面図、図4(e)は凝集処理手段4Bの側面図、図4(f)は凝集処理手段4Bの模式図である。

[0019] なお、凝集槽11の大きさに特に限定はないが、内径は上限で2m程度で、内径：高さ＝1～5：3～10程度とすればよい。また、被処理水導入口12や被処理水排出口13を設ける位置にも特に限定はないが、例えば、被処理水導入口12の通水方向断面の中心位置が、凝集槽11の底から上方に被処理水導入口12の半径＋2m以内、また、被処理水排出口13の通水方向断面の中心位置が、凝集槽11の天井部から下方に被処理水排出口13の半径＋2m以内とすればよい。さらに、被処理水の通水量や滞留時間、G値

も特に限定はないが、例えば、被処理水の通水量は初期流速（被処理水導入口流速）：0.5～2.0[m/s]、滞留時間：0.1～10分好ましくは2～5分、凝集槽平均G値：20～200[1/s]とすればよい。

[0020] また、混合処理手段3は、図3に示すように、例えば被処理水が導入され上部が開放されている混合槽16と、被処理水を攪拌して凝集剤と被処理水を混合する急速の攪拌機17と、混合処理した被処理水を一時的に貯留する一時貯留槽18とを有する。

[0021] そして、固液分離処理手段5は、沈殿処理、加圧浮上処理、濾過処理や、膜分離処理等、濁質等のフロックを除去する固液分離処理を行えるものであれば特に限定はないが、本実施形態においては、詳しくは後述するが、被処理水に含まれる濁質等と凝集剤とで形成されたフロックを捕捉する紐状（繊維状）の濾過体を有する濾過装置20である。なお、沈殿処理や加圧浮上処理は、凝集剤を被処理水に添加する時に、カセイソーダ、消石灰や硫酸などでpH調整を行い、最後に有機系高分子凝集剤にて懸濁物をフロック化することで行える。また必要に応じて有機凝結剤を併用してもよい。また、膜分離処理としては、精密濾過膜（MF膜）、限外濾過膜（UF膜）、ナノ濾過膜（NF膜）、又は、逆浸透膜（RO膜）等が挙げられる。

[0022] このような水処理装置1では、まず、原水槽2に貯留された被処理水（原水）が通水する配管に、凝集剤が凝集剤導入手段6により導入され、被処理水に凝集剤が添加される。そして、凝集剤が添加された被処理水は、混合処理手段3の混合槽16に導入され、攪拌機17により比較的急速に攪拌されて、被処理水と凝集剤が混合される。これにより、被処理水中に含まれる濁質等と凝集剤とでフロックが形成される。次いで、フロックが形成された被処理水は一時貯留槽18に貯留される。そして、一時貯留槽18に貯留された被処理水は、ポンプP2により送液されて、凝集処理手段4の凝集槽11の下部に接線方向に設けられた被処理水導入口12から、凝集槽11の下部へ導入される。このように、凝集槽11の下部に接線方向に設けられた被処理水導入口12から被処理水を導入すると、図2（a）の矢印で示すような

旋回流が発生する。この旋回流により上記混合処理手段 3 で形成されたフロックが比較的緩やかに攪拌されて粗大化し、そして、上昇しながら被処理水排出口 13 まで達し、該被処理水排出口 13 から排出される。このフロックを粗大化させる処理を、凝集処理と呼ぶ。ここで、本実施形態においては、凝集槽 11 は内部に仕切り板、内管や攪拌機など、他の部材が設けられていないものであるため、この被処理水の旋回流を阻害するものがない。したがって、フロックが部材に衝突等して微細化することを防ぐことができ、良好にフロックを粗大化することができる。そして、凝集槽 11 は内部に何も部材が設けられていないため、勿論、メンテナンスも容易であり、また、製作コストや運転コストを抑制することができる。なお、下向流での通水ではショートパスしてしまうので凝集効率が悪くなり、また、水平方向に通水すると水の流れが不均一になってフロックが破壊されてしまう場合があるが、本実施形態のように、上向流とすると、水面が凝集槽 11 全体で均一に上昇するため攪拌が安定し、効率よくフロックの粗大化を行なうことができる。また、凝集槽 11 は上面及び底面が蓋で覆われている円筒形状であるため、導入された被処理水は大気に開放されない状態であり、ポンプ P2 の送圧は、被処理水排出口 13 から排出される被処理水においても、維持されているものである。

[0023] そして、凝集処理されて被処理水排出口 13 から排出された被処理水は、被処理水排出口 13 と固液分離処理手段 5 とを繋ぐ配管に通水される。ここで、上述したように、ポンプ P2 の送圧は、被処理水排出口 13 から排出される被処理水においても維持されている。また、凝集処理手段 4 から固液分離処理手段 5 へは被処理水が大気に開放されない状態で通水されるように配管が設けられている、すなわち、凝集処理手段 4 の被処理水排出口 13 と、固液分離処理手段 5 に被処理水を導入する入口とは配管で繋がれている。したがって、凝集処理手段 4 及び固液分離処理手段 5 の間に、固液分離処理手段 5 に被処理水を通水するためのポンプ等の送液手段を設けなくても、被処理水は固液分離処理手段 5 へ送液されることになる。したがって、ポンプ等

の送液手段により粗大化させたフロックの破壊を防止することができるため、固液分離処理手段 5 により、フロックを良好に除去することができ、確実に清澄な処理水を得ることができる。

[0024] 一方、凝集処理手段 4 及び固液分離処理手段 5 の間に、固液分離処理手段 5 に被処理水を通水するためのポンプ等の送液手段を設ける必要がある場合、例えば、凝集処理手段の凝集槽の上部が開放されており被処理水が大気に開放された状態の水処理装置や、被処理水が凝集処理手段から固液分離処理手段までの間に大気に開放された状態となるように通水される水処理装置では、このポンプ等の送液手段の使用により、凝集処理により粗大化させたフロックを破壊して微細化等しまう。そして、このようにフロックが破壊されると、後段の固液分離処理手段により、フロックを良好に除去できなくなり、清澄な処理水を得難くなる。また、凝集処理の後にさらに攪拌機等で比較的急速に攪拌する装置を有すると、フロックを破壊してしまい、同様に清澄な処理水を得難くなる。

[0025] なお、図 1 に示した例では、凝集処理手段 4 自体と、凝集処理手段 4 及び固液分離処理手段 5 との間の送液を、被処理水が大気に開放されていない水処理装置 1 としたが、さらに、混合処理手段 3 も被処理水が大気に開放されない状態に保つものとし、被処理水が大気に開放されない状態で混合処理手段 3 から凝集処理手段 4 に導入される水処理装置としてもよい。

[0026] 具体的には、図 5 に示すように、被処理水（原水）が貯留された原水槽 2 と、混合処理手段 3 A と、混合処理手段 3 A から排出される被処理水が導入される凝集処理手段 4 と、凝集処理手段 4 から排出される被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段（図示無し）とを有する。また、混合処理手段 3 A の前段には凝集剤を被処理水に添加する凝集剤導入手段 6 が設けられている。なお、図 1 ～図 3 と同じ装置には同じ番号を付してあり、同じ装置等の説明は省略する。

[0027] 図 5 に示す水処理装置では、混合処理手段 3 A はラインミキサーを 2 つ直列に連結したものであり、被処理水が大気に開放されない状態で保持される

ものである。勿論、ラインミキサーの数に限定はない。また、混合処理手段 3 A、凝集処理手段 4 及び固液分離処理手段は順に配管で繋がれており、混合処理手段 3 A から凝集処理手段 4 を経由して固液分離処理手段に至るまで、被処理水が大気に開放されない状態で通水されるものである。したがって、混合処理手段 3 A から固液分離処理手段まで、混合処理手段 3 A の前段に設けられたポンプ P 1 の送圧が維持されるため、送液手段は、混合処理手段 3 A の前段に設けられたポンプ P 1 のみでよい。よって、ポンプを複数設けることによるコストやメンテナンスを削減することができる。なお、設置面積の小ささの観点からラインミキサーが好ましいが、例えば、配管を延長し滞留時間を長くしたライン混合でもよい。

[0028] そして、上述した例では、混合処理手段 3 に導入する前の被処理水に凝集剤を添加するようにしたが、被処理水を導入した混合処理手段 3、すなわち混合槽 1 6 に凝集剤を添加するようにしてもよい。また、混合槽やラインミキサーを複数設け、各混合槽やラインミキサー毎に異なる種類の凝集剤を添加するようにしてもよい。ラインミキサー毎に異なる種類の凝集剤を添加する、すなわち、異なる種類の凝集剤を添加する毎にラインミキサーに通水する構成とした水処理装置について、図 6 を用いて説明する。

[0029] 図 6 に示すように、被処理水（原水）が貯留された原水槽 2 と、混合処理手段 3 B と、混合処理手段 3 B から排出される被処理水が導入される混合処理手段 3 B' と、混合処理手段 3 B' から排出される被処理水が導入される凝集処理手段 4 と、凝集処理手段 4 から排出される被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段 5 とを有する。また、混合処理手段 3 B の前段には無機凝集剤を被処理水に添加する無機凝集剤導入手段 6 A が設けられ、混合処理手段 3 B' の前段には高分子凝集剤を被処理水に添加する高分子凝集剤導入手段 6 B が設けられている。そして、混合処理手段 3 B の上流側には、pH 調整剤を被処理水に導入する pH 調整剤導入手段 7 が設けられている。なお、図 1 ～図 5 と同じ装置には同じ番号を付してあり、同じ装置等の説明は省略する。

[0030] 図6に示す水処理装置では、混合処理手段3B及び混合処理手段3B'はラインミキサーをそれぞれ3つ直列に連結した同一構造であり、被処理水が大気に開放されない状態で保持されるものである。勿論、ラインミキサーの数に限定はない。また、混合処理手段3B及び混合処理手段3B'、凝集処理手段4及び固液分離処理手段5は順に配管で繋がれており、混合処理手段3Bから混合処理手段3B'及び凝集処理手段4を経由して固液分離処理手段5に至るまで、被処理水が大気に開放されない状態で通水されるものである。したがって、混合処理手段3Bから固液分離処理手段5まで、混合処理手段3Bの前段に設けられたポンプP1の送圧が維持されるため、送液手段は、混合処理手段3Bの前段に設けられたポンプP1のみでよい。よって、ポンプを複数設けることによるコストやメンテナンスを削減することができる。また、無機凝集剤を添加して混合処理手段3Bで処理した後に、異なる種類の凝集剤である高分子凝集剤を添加して混合処理手段3B'で処理するため、無機凝集剤と濁質、溶解性COD成分等でフロックが形成され、且つ、このフロックと高分子凝集剤とでさらに大きなフロックが形成され旋回流により粗大化される。

[0031] また、異なる種類の凝集剤を添加する毎にラインミキサー及び凝集処理手段4に順に通水する構成とした水処理装置としてもよい。このような水処理装置は、図7に示すように、被処理水（原水）が貯留された原水槽2と、混合処理手段3Bと、混合処理手段3Bから排出される被処理水が導入される凝集処理手段4と、凝集処理手段4から排出される被処理水が導入される混合処理手段3B'と、混合処理手段3B'から排出される被処理水が導入される凝集処理手段4'と、凝集処理手段4'から排出される被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段5とを有する。図7においては、凝集処理手段4と凝集処理手段4'とは同一構造のものである。また、混合処理手段3Bの前段には無機凝集剤を被処理水に添加する無機凝集剤導入手段6Aが設けられ、混合処理手段3B'の前段には高分子凝集剤を被処理水に添加する高分子凝集剤導入手段6Bが設けられている。そして、混合処理手段3Bの

上流側には、pH調整剤を被処理水に導入するpH調整剤導入手段7が設けられている。なお、図1～図6と同じ装置には同じ番号を付してあり、同じ装置等の説明は省略する。

[0032] 図7に示す水処理装置では、混合処理手段3B及び混合処理手段3B'はラインミキサーをそれぞれ3つ直列に連結した同一構造であり、被処理水が大気に開放されない状態で保持されるものである。勿論、ラインミキサーの数に限定はない。また、混合処理手段3B、凝集処理手段4、混合処理手段3B'、凝集処理手段4'及び固液分離処理手段5は順に配管で繋がれており、混合処理手段3Bから、凝集処理手段4、混合処理手段3B'及び凝集処理手段4'を経由して固液分離処理手段5に至るまで、被処理水が大気に開放されない状態で通水されるものである。したがって、混合処理手段3Bから固液分離処理手段5まで、混合処理手段3Bの前段に設けられたポンプP1の送圧が維持されるため、送液手段は、混合処理手段3Bの前段に設けられたポンプP1のみでよい。よって、ポンプを複数設けることによるコストやメンテナンスを削減することができる。また、無機凝集剤が添加された被処理水が順に混合処理手段3B及び凝集処理手段4で処理され、その後、異なる種類の凝集剤である高分子凝集剤が添加された被処理水が順に混合処理手段3B'及び凝集処理手段4'で処理されるため、無機凝集剤と濁質、溶解性COD成分等でフロックが形成され旋回流により粗大化され、且つ、この粗大化されたフロックと高分子凝集剤とでさらに大きなフロックが形成され旋回流により粗大化される。

[0033] そして、本実施形態においては、固液分離処理手段5は濾過処理手段であり、繊維状の濾過体を有するものである。例えば、紐状（繊維状）の濁質捕捉部を有する濾過体が通水時の濾過部の空隙率が50～95%になるように濾過槽に充填されていることが好ましい。このような濾過処理手段の具体例としては、図8に示す濾過装置が挙げられる。なお、図8は濾過装置の構成を示す断面図であり、図9は図8の要部拡大図である。

[0034] 図8に示すように、濾過装置20は、被処理水が通水される筒状の濾過槽

21と、通水される被処理水中の濁質を捕捉する濾過体22とを有する。該濾過体22は、濾過槽21の通水方向の両端に接続される芯材23と、紐状の濁質捕捉部24とからなる。そして、濾過槽21の通水方向両端には、濁質等で形成されたフロックを含有する被処理水が自由に通水できる程度の穴が複数設けられた樹脂製等の円形のプレート26が設けられ、各プレート26の中心に芯材23の両端が固定されている。また、濁質捕捉部24は、芯材23に一部が編みこまれて固定されると共に固定されていないいわゆるループ状の部分は濾過槽21の内壁面に向かって放射状に広がるように設けられており、濾過槽21全体に濾過体22が広がっている。このため、濁質捕捉部24は通水方向と交差するので、濁質捕捉部24によって被処理水に含まれる濁質等が捕捉できる。なお、紐状の濁質捕捉部24は長い矩形（テープ）をループ状にしたものであり、図9の紐状の濁質捕捉部24の拡大図に示すように、長手方向の端部まで達しないスリット25が複数設けられている。このようにスリット25を設けることにより、濁質等の捕捉効果が向上する。

[0035] ここで、濾過体22は、被処理水の通水時の濾過部の空隙率が50～95%、好ましくは60～90%、さらに好ましくは、50～80%になるように濾過槽21に充填されている。空隙率は下記式から求められる値である。そして、濾過部とは、被処理水の濁質等が濾過体22に捕捉される領域、すなわち、濾過槽21の内壁面を側面とし通水時の濾過体22の通水方向両端を厚さ方向の両端として濾過体22の濁質捕捉部24が充填されている層の内、濾過に寄与しない部分（図8においては芯材23の部分）を排除した部分をいう。なお、濾過に寄与しない部分が無い場合は、濾過部は、濾過槽21の内壁面を側面とし通水時の濾過体22の通水方向両端を厚さ方向の両端として濾過体22の濁質捕捉部24が充填されている層をいう。「濾過部の体積－濁質捕捉部の体積」は、例えば図8のように、濾過操作時（被処理水通水時）に濾過体22が圧密せず、濾過槽21内に充填された状態のまま濾過操作時の濾過部が形成される例では、被処理水で満たした濾過槽21に濾

過体 22 を入れた際に溢れた被処理水の量から芯材 23 の体積を減ずること
で容易に求めることができる。なお、図 8 においては、濾過体 22 の両端が
それぞれ濾過槽 21 の通水方向両端に固定されており、濾過体 22 は被処理
水の通水時に濾過槽 21 全体に広がっているため、濾過槽 21 の内部全体か
ら芯材 23 の部分を減じた部分が濾過部である。

[0036] [式 1]

$$\text{空隙率 (\%)} = [(\text{濾過部の体積} - \text{濁質捕捉部の体積}) / \text{濾過部の体積}] \\ \times 100$$

[0037] このような濾過装置 20 に被処理水を通水すると、被処理水は各紐状の濁
質捕捉部 24 の間や濁質捕捉部 24 に設けられたスリット 25 の間を通り、
その際被処理水に含まれる濁質等が紐状の濁質捕捉部 24 やスリット 25 に
トラップされ、濁質が除去された被処理水が濾過槽 21 から排出される。そ
して、通水時の濾過部の空隙率が 50～95% になるように濾過体 22 が充
填されているため、通水が妨げられず且つ濁質等のトラップも良好である。
特に、本発明においては、濾過装置 20 に導入される被処理水は、濁質等と
凝集剤とで形成され粗大化されたフロックの破壊が防止されているため、濾
過装置 20 で良好に濁質等をトラップすることができる。

[0038] このように、通水時の濾過部の空隙率が 50～95% になるように濾過体
22 を充填することにより、通水が妨げられず且つ濁質等のトラップが良好
になるため、濾過装置 20 の閉塞が抑制でき、清澄な処理水が得られるとい
う効果を奏する。空隙率が 95% よりも高いと通水が良好になり高速で濾過
し易くなるが処理水の濁度が顕著に高くなってしまい、また、50% よりも
低いと濁質のトラップは良好であるが通水が不十分で濾過装置や必要に応じ
て後段に設ける膜分離処理手段に閉塞が生じ、差圧上昇速度が顕著に高くな
ってしまう。特に、例えば 100m/h 以上の高速で濾過運転をしたり、濁
度が高い（例えば 20 度以上）被処理水を処理すると、得られる処理水の濁
度が高くなるという問題や、装置が閉塞してしまうという問題が生じやすい
が、空隙率が 50～95% になるように濾過体 22 を充填した濾過装置 20

とすることによって、高速運転や濁度の高い被処理水であっても、閉塞が抑制できまた清澄な処理水が得られる。勿論、低速で処理したり、濁度が低い被処理水を処理する場合であっても、閉塞が抑制できまた清澄な処理水が得られる。なお、空隙率は均一であることが好ましいため、濁質捕捉部 24 が濾過槽 21 の通水方向両端の近傍まで充填されていることが好ましく、また、濁質捕捉部 24 が濾過槽 21 の内壁面の近傍まで充填されていることが好ましい。また、濾過部の体積は、被処理水の通水時と、後述する逆洗時や濾過停止時などのその他の状態とで、体積変動しないことが好ましく、濾過部の体積変動率は 30%以下、好ましくは 10%以下であることが好ましい。このような範囲とすることで、濾過装置をコンパクトにすることができる。

[0039] そして、図 8 の濾過装置においては、濾過槽 21 の大きさは、例えば筒状であれば、直径 100～1000mm、高さ 200～1000mmとすることができる。なお、濾過槽 21 の大きさが濾過体 22 に比べて大きい場合は、複数の濾過体 22 を濾過槽 21 に充填したり、濾過体 22 の濁質捕捉部 24 を大きくする等して、通水時の濾過部の空隙率が 50～95%になるようにすればよい。

[0040] また、芯材 23 や濁質捕捉部 24 の材質としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ナイロンなどの合成樹脂が挙げられる。ここで、芯材 23 は、ポリプロピレン、ポリエステル、ナイロンなどの合成繊維を製造過程で編み上げることで強度を持たせてもよい。また、ねじりブラシの様に腐食されない SUS や樹脂で被覆された金属による針金を芯材 23 とし、濁質捕捉部 24 を均等に並べた後、金属を振ることで、放射状に広げた濾過体 22 としてもよい。このように芯材 23 の強度を向上させることで、芯材 23 が屈曲することがなくなると共に、濾過体 22 端部の固定が容易となるので、濾過体 22 の交換作業が容易になる。

[0041] 芯材 23 や濁質捕捉部 24 の大きさに特に限定はないが、例えば、厚さ 0.05～2mm、幅 1～50mm、長さ（被処理水を通水した際の芯材からの距離）10～500mm程度、好ましくは、厚さ 0.3～2mm、幅 1～

20mm、長さ50～200mm程度とすることができる。

[0042] なお、図8では、筒状の濾過槽21としたが、筒状でなくてもよく、通水できる形状、すなわち、中空であればよく、例えば角柱に空洞を設けた形状でもよい。また、上述した例では、プレート26に芯材23の両端を固定したが、これに限定されず、例えば芯材の一端のみを固定するようにしてもよい。さらに、プレート26は用いなくとも、芯材23の端部が固定できればよく、例えば濾過槽21の端面に棒状部材を配置し、芯材23の端部を固定するようにしてもよい。

[0043] また、図8では、ループ状の濁質捕捉部24を芯材23に突設するようにしたが、これに限定されず、例えば、図10に示すように、短冊状の複数の濁質捕捉部とし各濁質捕捉部の一端を芯材に固定するようにしてもよい。また、図8では、濁質捕捉部24の断面形状を四角形になるようにしたが、特に限定はなく、例えば円形状でもよい。なお、各濁質捕捉部の長さは同一でも異なってもよい。さらに、上述した例では、濁質捕捉部24の材質は一種類としたが、二種以上としてもよい。また、濁質捕捉部に設けるスリットは、複数でも単数でもよく、設けなくてもよい。そして、芯材23がなくてもよく、濁質捕捉部のみで構成される濾過体22としてもよいが、濾過体22は濾過槽21に略均一に存在していることが好ましいので、濁質捕捉部を濾過槽の所定位置に固定することが好ましい。

[0044] このような混合処理、凝集処理及び固液分離処理により、清澄な処理水が得られるが、イオン交換処理等の脱イオン処理をさらに有していてもよい。これにより、純水や超純水を得ることができる。また、脱炭酸処理や、活性炭処理等、被処理水の精製処理をさらに行ってもよい。

[0045] また、必要に応じて、pH調整剤、凝結剤、殺菌剤、消臭剤、消泡剤、防食剤などを添加してもよい。さらに、必要に応じて、紫外線照射、オゾン処理、生物処理などを併用してもよい。

実施例

[0046] 以下、実施例及び比較例に基づいてさらに詳述するが、本発明はこの実施

例により何ら限定されるものではない。

[0047] (実施例 1)

被処理水（原水）として、工業用水（濁度 5～7 度）を、図 5 に示す水処理装置で処理した。用いた水処理装置について具体的に詳述すると、ラインミキサーを 2 個連結した混合処理手段 3 A、図 2 に示す凝集処理手段 4 及び図 8 に示す濾過装置 20 を順に有し、送液手段として混合処理手段 3 A の前段のみにポンプ P 1 が設けられている水処理装置であって、混合処理手段 3 A 及び凝集処理手段 4 は被処理水が大気に開放されない状態で保持されるものであり、混合処理手段 3 A、凝集処理手段 4 及び濾過装置 20 は順に配管で繋がれており、混合処理手段 3 A から凝集処理手段 4 を経由して濾過装置 20 に至るまで、被処理水が大気に開放されない状態で通水されるものである。なお、以下に各処理手段の条件を記載する。

[0048] <混合処理手段>

ノリタケカンパニー製の型式 1 / 2 - N 5 0 - 1 7 1 - 1 のラインミキサーを 2 個直列に接続したものを混合処理手段とし、被処理水の通水方向の 1 番目のラインミキサーの前でポリ塩化アルミニウム（PAC：10 重量% a s Al_2O_3 ）を被処理水に対して 60 mg / L 添加しこの 1 番目のラインミキサー出口から 2 番目のラインミキサー入口までの滞留時間を 10 秒程度とし、また、2 番目のラインミキサー直前で両性高分子凝集剤（栗田工業株式会社製、クリベスト E 8 5 1）を被処理水に対して 4 mg / L 添加した。

[0049] <凝集処理手段>

凝集槽の大きさ：内径 100 mm × 高さ 510 mm

被処理水導入口の位置：通水方向断面の中心位置が凝集槽の底から上方に半径 + 20 mm

被処理水排出口の位置：通水方向断面の中心位置が凝集槽の天井部（上面）から下方に半径 + 20 mm

被処理水の通水量：初期流速（被処理水導入口流速）1.33 [m / s]

被処理水の滞留時間：1 分

攪拌速度（旋回流の回転速度）：20～30rpm

凝集槽平均G値：121.07 [1/s]

[0050] ＜濾過装置＞

濾過槽の大きさ：直径200mm、高さ500mmの亚克力製の筒状コラム

濾過体：芯材23及び紐状の濁質捕捉部24からなる濾過体22。芯材は体積250mLで、各濁質捕捉部24の厚さは0.5mm、幅2mm、長さ（被処理水を通水した際の芯材からの距離）100mmとなるようループ状に編みこんだものであり、通水時の濾過部（濾過槽21内部の体積から芯材23の体積を引いたもの）の空隙率は60%である。そして、濾過体22の芯材23の両端が、上下に配置されたプレートによって固定されている。

$$LV = 250\text{m} / h$$

[0051] 凝集槽でのフロック径と、濾過装置入口及び出口の濁度を測定した。結果を表1に示す。（濾過装置入口濁度－濾過装置出口濁度）／濾過装置入口濁度×100として求めた濁度減少率、濾過装置に通水を開始してからの時間（「通水後経過時間」と記載。）も表1に示す。なお、濁度はホルマジン標準液を用いた透過散乱測定方式により求めた。

[0052] （比較例1）

凝集処理手段を、凝集槽と攪拌機を有し被処理水が大気へ開放された状態で保持されるものとし、凝集処理手段と濾過装置との間に、被処理水を送液するためのポンプを設けた以外は、実施例1と同様の操作を行った。なお、比較例1の凝集処理手段の滞留時間は10分、攪拌速度は30rpmである。

[0053] [表1]

	凝集槽 滞留時間	凝集槽 攪拌速度	凝集槽 フロック径	通水後 経過時間	濁度(NTU)		濁度 減少率
					濾過装置 入口	濾過装置 出口	
比較例1	10分	30rpm	2～3mm	1分後	5.81	5.16	11.2%
				15分後	5.51	4.24	23.0%
実施例1	1分	20～30rpm	0.5～3mm	1分後	6.48	1.55	76.1%
				15分後	6.38	1.70	73.4%

[0054] この結果、表 1 に示すように、実施例 1 と比較例 1 は凝集槽でのフロック径はほぼ同等であるが、濾過装置から排出される処理水は実施例 1 のほうが顕著に清澄であった。実施例 1 では、凝集槽でフロックが粗大化され、この粗大化されたフロックがポンプ等により破壊されることなく濾過装置に導入されたため、比較例 1 と比較して非常に清澄な水が得られたと推測される。一方、凝集槽と濾過装置との間に送液するためにポンプを設ける必要があった比較例 1 では、濾過装置に導入される被処理水はフロックが破壊され、微細なものとなり濾過装置で捕捉できなかったと推測される。

[0055] 以下に濾過装置 20 の効果を示す参考例を示す。

(濾過装置の空隙率と差圧上昇及び処理水濁度の関係)

被処理水（原水）として、濁度 20 度の工業用水を図 11 に示す水処理装置 30 を用いて、 $LV 200 m/h$ で 1 週間処理した。水処理装置 30 は、図 11 に示すように、被処理水（原水）が導入される反応槽 31 と、無機凝集剤が保持される無機凝集剤槽 32 から反応槽 31 に無機凝集剤を導入するポンプ等からなる無機凝集剤導入手段 33 と、高分子凝集剤が保持される薬品槽 34 から反応槽 31 に薬品を導入するポンプ等からなる薬品導入手段 35 と、反応槽 31 で攪拌機 36 で攪拌することにより凝集処理した被処理水が導入される図 8 の濾過装置 20 とを具備するものである。また、濾過装置 20 に用いた濾過体は、図 8 に示すように芯材 23 及び紐状の濁質捕捉部 24 からなり、濾過槽 21 の通水方向両端のプレート 26 にそれぞれ両端が固定されている。そして、芯材 23 は体積 $250 mL$ で、各濁質捕捉部 24 の厚さは、 $0.5 mm$ 、幅 $2 mm$ 、長さ（被処理水を通水した際の芯材からの距離） $100 mm$ となるようループ状に芯材に編みこんだものであり、濁質捕捉部 24 の編込み密度を変化させて、通水時の濾過部（濾過槽 21 内部の体積から芯材 23 の体積を引いたもの）の空隙率が、30、40、50、60、70、80、90、95、98% の濾過体を作製し、各濾過体を用いて水処理した。なお、芯材は両端で固定しているため、被処理水通水時とその他の時とでは濾過部の体積変化率はほぼ 0% であった。また、濾過槽 21 の

大きさは、直径200mm、高さ500mmである。また、凝集剤として、被処理水に対して30mg/Lのポリ塩化アルミニウム（PAC：10重量% as Al_2O_3 ）及び被処理水に対して0.7mg/Lの両性の高分子凝集剤クリベストE851（栗田工業製）を添加した。濾過装置から排出された処理水の濁度（処理水濁度）及び濾過装置の差圧上昇速度（差圧上昇速度）を測定した結果を表2に示す。なお、処理水の濁度はカオリン標準液を用いた透過光測定方法により求め、濾過装置の差圧上昇速度は入口と出口の圧力差で求めた。

[0056] この結果、濾過体を通水時の濾過部の空隙率が50～95%になるように充填した濾過装置では、50～95%の範囲外のものに比べて顕著に差圧上昇速度及び処理水濁度が低く、清澄な処理水が得られ、また閉塞が抑制できることが分かった。

[0057] [表2]

空隙率%	芯材及び紐状の濁質捕捉部からなる濾過体	
	差圧上昇速度 (kPa/D)	処理水濁度 (度)
98	0	1.6
95	0	3.7
90	0	3
80	0	2.2
70	0.1	1.1
60	0.1	1.1
50	2	0.9
40	1.9	0.8
30	5.0	0.4

符号の説明

[0058] 1 水処理装置、 2 原水槽、 3 混合処理手段、 4 凝集処理手段、 5 固液分離手段、 6 凝集剤導入手段、 7 pH調整剤導入手段、 11 凝集槽、 12 被処理水導入口、 13 被処理水排出口、 16 混合槽、 17 攪拌機、 20 濾過装置、 21 濾過槽、 22 濾過体、 23 芯材、 24 濁質捕捉部、 26 プレート

請求の範囲

- [請求項1] 被処理水に添加された凝集剤と被処理水とを混合してフロックを形成する混合槽を有する混合処理手段と、
- 前記混合処理手段から排出される被処理水が導入されると共に被処理水が大気に開放されない状態に保たれる円筒形状の凝集槽、旋回流が発生するように被処理水を前記凝集槽の下部から接線方向に前記凝集槽に導入する被処理水導入口、及び、前記凝集槽の上部に設けられ被処理水を前記凝集槽の上部から排出する被処理水排出口を有する凝集処理手段と、
- 前記凝集処理手段から排出される被処理水が大気に開放されない状態で前記凝集処理手段から導入され、被処理水を固液分離処理する固液分離処理手段と、を有することを特徴とする水処理装置。
- [請求項2] 前記被処理水排出口は、被処理水を前記凝集槽の上部から接線方向に排出するように設けられていることを特徴とする請求項1に記載の水処理装置。
- [請求項3] 前記固液分離処理手段が、紐状の濁質捕捉部を有する濾過体が通水時の濾過部の空隙率が50～95%になるように濾過槽に充填されている濾過処理手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の水処理装置。
- [請求項4] 前記混合処理手段は被処理水を大気に開放されない状態に保つものであり、被処理水が大気に開放されない状態で前記混合処理手段から前記凝集処理手段に導入され、被処理水を送液する送液手段が前記混合処理手段の前段に設けられていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の水処理装置。