

(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2015-85206
(P2015-85206A)

(43) 公開日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 65/02 (2006.01)	B O 1 D 65/02 5 2 O	4 D 0 0 6
C O 2 F 1/28 (2006.01)	C O 2 F 1/28 D	4 D 0 1 5
C O 2 F 1/52 (2006.01)	C O 2 F 1/28 E	4 D 6 2 4
B O 1 J 20/20 (2006.01)	C O 2 F 1/28 A	4 G 0 6 6
B O 1 J 20/14 (2006.01)	C O 2 F 1/52 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-31559 (P2012-31559)	(71) 出願人	000003159
(22) 出願日	平成24年2月16日 (2012.2.16)		東レ株式会社
			東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
		(74) 代理人	110001368
			清流国際特許業務法人
		(74) 代理人	100129252
			弁理士 昼間 孝良
		(74) 代理人	100066865
			弁理士 小川 信一
		(74) 代理人	100066854
			弁理士 野口 賢照
		(74) 代理人	100117938
			弁理士 佐藤 謙二
		(74) 代理人	100138287
			弁理士 平井 功
		最終頁に続く	

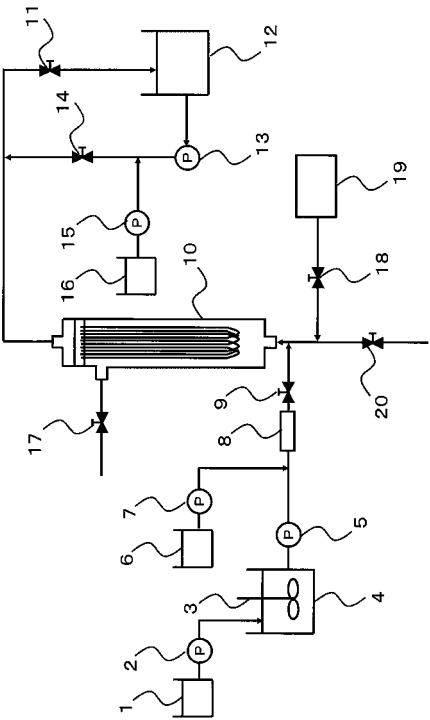
(54) 【発明の名称】 分離膜モジュールの洗浄方法

(57) 【要約】

【課題】吸着剤と凝集剤が結合した凝集フロックが膜表面から剥離されやすく、分離膜モジュール系外に排出することが可能な洗浄方法を提供する。

【解決手段】粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した後の分離膜モジュールの洗浄方法において、ろ過開始時に粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過し、続いて粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過して、ろ過工程を終了した後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出し、次いで、逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出し、次いで分離膜モジュール内の膜一次側を水で満たして空気洗浄を行う工程（a）または分離膜モジュール内の膜一次側に水を給水しながら空気洗浄を行う工程（b）を実施し、その後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した後の分離膜モジュールの洗浄方法において、ろ過開始時に粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過する吸着剤濃縮層形成工程を行い、続いて粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過して、ろ過工程を終了した後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出し、次いで、逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出し、次いで、以下のいずれかの工程を実施し、その後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出する、分離膜モジュールの洗浄方法。

(a) 分離膜モジュール内の膜一次側を水で満たして空気洗浄を行う工程

10

(b) 分離膜モジュール内の膜一次側に水を給水しながら空気洗浄を行う工程

【請求項 2】

前記吸着剤濃縮層形成工程において、原水の吸着剤添加濃度を $A \text{ (g/m}^3\text{)}$ 、粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水の膜ろ過流速を $B \text{ (m}^3\text{/(m}^2 \cdot \text{d))}$ 、粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過する時間を $C \text{ (min)}$ とした場合、単位膜面積あたりの吸着剤付着量 $A \times B \times C / 1440 \text{ (g/m}^2\text{)}$ が $0.1 \text{ (g/m}^2\text{)}$ 以上 $10 \text{ (g/m}^2\text{)}$ 以下である、請求項 1 に記載の膜ろ過方法。

【請求項 3】

前記 (a) の工程では、逆圧洗浄水および / または原水で膜一次側を満たして空気洗浄を行う、請求項 1 または 2 に記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

20

【請求項 4】

前記 (b) の工程では、逆圧洗浄水および / または原水を膜一次側に給水しながら空気洗浄を行う、請求項 1 または 2 に記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

【請求項 5】

ろ過終了後、分離膜モジュール内の膜一次側の水位が少なくとも分離膜長さの $1/3$ 以下になるまで分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出する、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

【請求項 6】

ろ過終了後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を全量系外に排出する、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

30

【請求項 7】

逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出しているときに、分離膜モジュール内の膜一次側の水位が少なくとも分離膜長さの $1/3$ 以下を維持するように、逆洗流量を制御する、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

【請求項 8】

前記 (a) または (b) の工程で使用する水に酸化剤を添加する、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

【請求項 9】

粉末形状の吸着剤が粉末活性炭、珪藻土、ベントナイト、カオリン、モンモリロナイト、ゼオライトの少なくとも 1 つを含んでいる、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原水を膜ろ過した、精密ろ過膜 (MF 膜) モジュールまたは限外ろ過膜 (UF 膜) モジュールの洗浄方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

膜分離法は、省エネルギー・省スペース、およびろ過水質向上等の特長を有するため、

50

様々な分野での使用が拡大している。例えば、精密ろ過膜や限外ろ過膜の、河川水や地下水や下水処理水から工業用水や水道水を製造する浄水プロセスへの適用や、海水淡水化逆浸透膜処理工程における前処理への適用があげられる。

【0003】

原水に色度成分や臭気物質等の溶解性物質あるいは油分が多量に含有している場合、原水に粉末活性炭や珪藻土等の吸着剤および硫酸アルミニウムやポリ塩化アルミニウム等の凝集剤を添加、混合した後に膜分離することで良好な水質のろ過水を得ることができる（たとえば特許文献1、2参照）。

【0004】

ろ過を継続することで、膜表面に凝集フロックの付着量が増大していき、ろ過流量の低下あるいは膜ろ過差圧の上昇が起こるので、膜一次側（原水側）に気泡を導入し、膜を揺動させ、膜同士を触れ合わせるにより膜表面の付着物質を掻き落とす空気洗浄や、膜二次側（ろ過水側）から膜一次側へ膜のろ過方法とは逆方向に膜ろ過水あるいは清澄水を圧力で押し込み、膜表面や膜細孔内に付着していた汚染物質を排除する逆圧洗浄等の物理洗浄が実用化されている（例えば特許文献3、4、5参照）。

10

【0005】

また、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出した後に、逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出し、次いで、分離膜モジュール内の膜一次側を水で満たして空気洗浄を行う物理洗浄方法が提案されている（例えば特許文献6参照）。

20

【0006】

この物理洗浄方法は一旦、膜一次側の水を系外に排出して（好ましくは分離膜モジュール内の膜一次側の水位が分離膜の下端よりも下となるように膜一次側の水を系外に排出して）、膜1次側周囲が気体となった状態で逆圧洗浄を実施する。そのため、逆圧洗浄において、膜1次側に水圧がかかる膜1次側周囲が液体の状態よりも粉末形状の吸着剤が膜表面から剥離されやすく、また、剥離した吸着剤がそのまま系外に排出されやすい。そして、その後に従来よりも短時間の空気洗浄を実施することによって、膜表面から剥離しきれなかった残りの吸着剤がほぼ完全に排出される。そのため、空気洗浄による吸着剤由来の膜擦過を大幅に低減することが可能である。また、引き続くろ過工程に供される際には、膜表面の吸着剤由来のケーキろ過抵抗を抑制し、長期間にわたる低い膜ろ過差圧での安定

30

【0007】

ところが、吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した場合、前記洗浄方法の逆圧洗浄を実施しても吸着剤と凝集剤が結合した凝集フロックが粘着質であるため、膜表面から剥離されにくく、その後に実施する空気洗浄においても分離膜モジュールの系外に排出されにくかったことから、膜表面の凝集フロック由来のケーキろ過抵抗が増大していき、安定運転が困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

40

【特許文献1】特開2002-336616号公報

【特許文献2】特開2007-319792号公報

【特許文献3】特開平11-342320号公報

【特許文献4】特開2000-140585号公報

【特許文献5】特開2007-289940号公報

【特許文献6】WO2011/122289号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した後の分離膜

50

モジュールの洗浄方法において、吸着剤と凝集剤が結合した凝集フロックが膜表面から剥離されやすく、分離膜モジュール系外に排出することが可能な洗浄方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明の分離膜モジュールの洗浄方法は、次の特徴を有するものである。

(1) 粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した後の分離膜モジュールの洗浄方法において、ろ過開始時に粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過する吸着剤濃縮層形成工程を行い、続いて粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過して、ろ過工程を終了した後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出し、次いで、逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出し、次いで、以下のいずれかの工程を実施し、その後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出する、分離膜モジュールの洗浄方法。

(a) 分離膜モジュール内の膜一次側を水で満たして空気洗浄を行う工程

(b) 分離膜モジュール内の膜一次側に水を給水しながら空気洗浄を行う工程

(2) 前記吸着剤濃縮層形成工程において、原水の吸着剤添加濃度を $A \text{ (g/m}^3\text{)}$ 、粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水の膜ろ過流速を $B \text{ (m}^3\text{/(m}^2 \cdot \text{d))}$ 、粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過する時間を $C \text{ (min)}$ とした場合、単位膜面積あたりの吸着剤付着量 $A \times B \times C / 1440 \text{ (g/m}^2\text{)}$ が $0.1 \text{ (g/m}^2\text{)}$ 以上 $10 \text{ (g/m}^2\text{)}$ 以下である、(1)に記載の膜ろ過方法。

(3) 前記(a)の工程では、逆圧洗浄水および/または原水で膜一次側を満たして空気洗浄を行う、(1)または(2)に記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(4) 前記(b)の工程では、逆圧洗浄水および/または原水を膜一次側に給水しながら空気洗浄を行う、(1)または(2)に記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(5) ろ過終了後、分離膜モジュール内の膜一次側の水位が少なくとも分離膜長さの $1/3$ 以下になるまで分離膜モジュール内の膜一次側の水を系外に排出する、(1)~(4)のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(6) ろ過終了後、分離膜モジュール内の膜一次側の水を全量系外に排出する、(1)~(4)のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(7) 逆圧洗浄を実施しながら分離膜モジュール内の逆圧洗浄排水を排出しているときに、分離膜モジュール内の膜一次側の水位が少なくとも分離膜長さの $1/3$ 以下を維持するように、逆洗流量を制御する、(1)~(6)のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(8) 前記(a)または(b)の工程で使用する水に酸化剤を添加する、(1)~(7)のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

(9) 粉末形状の吸着剤が粉末活性炭、珪藻土、ベントナイト、カオリン、モンモリロナイト、ゼオライトの少なくとも1つを含んでいる、(1)~(8)のいずれかに記載の分離膜モジュールの洗浄方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明の分離膜モジュールの洗浄方法においては、ろ過開始時に粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過して、膜表面に粉末形状の吸着剤で形成された吸着剤濃縮層を形成し、続いて粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過して、吸着剤濃縮層の外側に粉末形状の吸着剤および凝集剤で形成された凝集フロック濃縮層を形成してろ過工程を実施する。ろ過工程を終了した後、膜1次側周囲が気体となった状態で逆圧洗浄を実施する。

【0012】

従来のろ過開始時から粉末形状の吸着剤および凝集剤を添加、混合した原水をろ過した後逆圧洗浄した場合、膜表面に直接粘着質の凝集フロック濃縮層を形成しているため、

10

20

30

40

50

膜表面から剥離されにくかった。これに対し本発明では、膜表面と凝集フロック濃縮層の間に剥離、分散されやすい吸着剤濃縮層があるため、凝集フロック濃縮層が剥離されやすくなり、分離膜モジュール系外に排出されやすい。そして、その後に従来よりも短時間の空気洗浄を実施することによって、膜表面から剥離しきれなかった残りの凝集フロック濃縮層がほぼ完全に排出される。そのため、引き続きろ過工程に供される際には、凝集フロック濃縮層由来のケーキろ過抵抗を抑制し、長期間にわたる低い膜ろ過差圧での安定運転が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明が適用される造水装置の一例を示す装置概略フロー図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面に示す実施態様に基づいて本発明をさらに詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施態様に限定されるものではない。

【0015】

本発明で対象となる造水装置は、例えば、図1に示すように、粉末活性炭スラリーを貯留する活性炭スラリー貯留槽1と、原水に粉末活性炭を供給するスラリー供給ポンプ2と、原水と粉末活性炭を混合攪拌する攪拌機3と、原水を貯留する原水貯留槽4と、原水を供給する原水供給ポンプ5と、凝集剤を貯留する凝集剤貯留槽6と、原水に凝集剤を供給する凝集剤供給ポンプ7と、原水と凝集剤を混合攪拌するスタティックミキサー8と、原水供給時に開となる原水弁9と、原水をろ過するMF/UF膜モジュール10と、膜ろ過時に開となるろ過水弁11と、MF/UF膜モジュール10によって得られた膜ろ過水を貯留するろ過水貯留槽12と、膜ろ過水をMF/UF膜モジュール10に供給して逆洗する逆洗ポンプ13と、逆洗する時に開となる逆洗弁14と、空気洗浄時に膜一次側を満たすことになる水（すなわち原水、あるいは逆圧洗浄水として使用される膜ろ過水）に酸化剤を供給する酸化剤供給ポンプ15と、酸化剤を貯留する酸化剤貯留槽16と、逆圧洗浄や空気洗浄する場合などに開となるエア抜き弁17と、空気をMF/UF膜モジュール10の下方に供給し空気洗浄する場合に開となる空洗弁18と、MF/UF膜モジュール10の空気洗浄の空気供給源であるエアブロー19と、MF/UF膜モジュール10の膜1次側の水を排出する場合に開となる排水弁20が設けられている。

20

30

【0016】

上述の膜ろ過造水装置において、ろ過工程開始時に吸着剤濃縮層形成工程を行う。吸着剤濃縮層形成工程では、活性炭スラリー貯留槽1に貯留している粉末活性炭スラリーをスラリー供給ポンプ2で原水貯留槽4に供給する。攪拌機3で粉末活性炭と混合攪拌した原水は、原水供給ポンプ5を稼働し原水弁9を開にすることで、MF/UF膜モジュール10内の膜1次側に供給される。さらにろ過水弁11を開にすることでMF/UF膜モジュール10の加圧ろ過を開始する。ろ過水は膜2次側からろ過水弁11を経てろ過水貯留槽12へと移送される。全量ろ過の場合、エア抜き弁17、逆洗弁14、空洗弁18、排水弁20はいずれも閉である。

【0017】

40

吸着剤濃縮層形成工程において、ろ過開始から粉末活性炭のみを添加、混合した原水をろ過していくと、次第に膜表面に粉末活性炭からなる吸着剤濃縮層が形成される。続いて凝集剤供給ポンプ7を稼働して、凝集剤貯留槽6に貯留している凝集剤を粉末活性炭と混合攪拌した原水に供給し、スタティックミキサー8で混合攪拌後、MF/UF膜モジュール10でろ過する。このろ過によって、膜表面に粉末活性炭で形成された吸着剤濃縮層のさらに外側に粉末活性炭および凝集剤で形成された凝集フロック濃縮層が形成され、ろ過工程を実施する。

【0018】

上記ろ過工程開始時の吸着剤濃縮層形成工程において、膜表面に粉末活性炭からなる吸着剤濃縮層を形成する条件としては、原水の吸着剤添加濃度をA (g/m³)、粉末形状

50

の吸着剤のみを添加、混合した原水の膜ろ過流束を $B \text{ (m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d}))$ 、粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過する時間を $C \text{ (min)}$ とした場合、吸着剤濃縮層に相当する単位膜面積あたりの吸着剤付着量 $A \times B \times C / 1440 \text{ (g / m}^2)$ が $0.1 \text{ (g / m}^2)$ 以上 $10 \text{ (g / m}^2)$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $0.5 \text{ (g / m}^2)$ 以上 $2 \text{ (g / m}^2)$ 以下であるとよい。単位膜面積あたりの吸着剤付着量がこの範囲内になれば、凝集剤供給ポンプ 7 を稼働して、粉末活性炭および凝集剤で形成された凝集フロック濃縮層を形成し始めればよい。単位膜面積あたりの吸着剤付着量を $0.1 \text{ (g / m}^2)$ 以上にすることにより、膜を洗浄するとき凝集フロック濃縮層を剥離させる作用を十分に得ることができる。また単位膜面積あたりの吸着剤付着量を $10 \text{ (g / m}^2)$ 以下にすることにより、ろ過工程における吸着剤濃縮層由来のケーキろ過抵抗の上昇を抑制することができる。

10

【0019】

ろ過工程終了後、膜の洗浄を例えば次のように実施する。

【0020】

まず、原水弁 9 とろ過水弁 11 を閉にして、スラリー供給ポンプ 2、原水供給ポンプ 5、凝集剤供給ポンプ 7 を停止して MF / UF 膜モジュール 10 のろ過工程を停止する。その後、膜表面に形成された吸着剤濃縮層および吸着剤濃縮層の外側に形成された凝集フロック濃縮層を系外に排出するため、MF / UF 膜モジュール 10 の洗浄を行う。このとき、まず、エア抜き弁 17 と排水弁 20 を開く。MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側の水が MF / UF 膜モジュール 10 下方の排水弁 20 から膜モジュール系外に排出されると、MF / UF 膜モジュール 10 の水位が下がっていき、膜 1 次側周囲が気体となった状態となる。ここで、膜 1 次側とはろ過対象となる原水を供給する側のことであり、膜 2 次側とは原水を膜でろ過することで得られたろ過水が存在する側のことをいう。MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側の水は残っていてもかまわないが、少なくとも膜の半分が水面より上となり、気体に触れるようにする。好ましくは、水位が分離膜の上下方向の長さの $1/3$ 以下になるまで、より好ましくは膜全体が水面よりも上となり、膜全体が気体に触れるように、水を排出する。

20

【0021】

その後、エア抜き弁 17 と排水弁 20 を開にしたまま逆洗弁 14 を開にして、逆洗ポンプ 13 を稼働させることで、ろ過水貯留槽 12 内の膜ろ過水を用いた逆圧洗浄を行う。このとき、MF / UF 膜モジュール 10 内の逆圧洗浄排水は MF / UF 膜モジュール 10 下方の排水弁 20 から排出される。従来はろ過工程開始時から粉末活性炭および凝集剤を添加、混合した原水をろ過していたため、粘着質である粉末活性炭と凝集剤が結合した凝集フロック濃縮層が膜表面に直接付着してしまうため、膜 1 次側に水圧がかからない状態で逆圧洗浄を実施したとしても、凝集フロックが膜表面から剥離しにくかった。これに対し、本発明では、ろ過開始時に粉末形状の吸着剤のみを添加、混合した原水をろ過し、続いて粉末活性炭および凝集剤を添加、混合した原水をろ過して、膜表面に粉末活性炭で形成された吸着剤濃縮層とこの吸着剤濃縮層の外側に粉末活性炭および凝集剤で形成された凝集フロック濃縮層を形成してろ過工程を終了することから、膜表面と凝集フロック濃縮層の間に剥離、分散されやすい吸着剤濃縮層があるため、吸着剤濃縮層が膜表面から剥離するに伴って、凝集フロック濃縮層も剥離し、膜表面をしたり落ちながら、MF / UF 膜モジュール 10 の下方から排水弁 20 を経由してそのまま系外に排出される。

30

40

【0022】

MF / UF 膜モジュール 10 内の逆圧洗浄排水を排出しながら逆圧洗浄を実施するとき、逆圧洗浄中に継続して膜 1 次側に水圧がかからないほうが、吸着剤濃縮層およびその外側に位置する凝集フロック濃縮層の剥離効果が上がることから、MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側の水位が少なくとも分離膜長さの $1/3$ 以下を維持するように、逆洗流量を制御することが好ましい。逆洗流量を高くするほど、吸着剤濃縮層およびその外側に位置する凝集フロック濃縮層の剥離効果が上がるものの、MF / UF 膜モジュール 10 の下方から自重で排出される排水流量は MF / UF 膜モジュール 10 の排水口の大きさによ

50

って限界があり、膜一次側の水位が上昇して膜一次側に水圧がかかってしまうことがある。よってMF/UF膜モジュール10の構造に応じて逆洗流量を適宜制御することが好ましい。

【0023】

その後、排水弁20を閉にして、MF/UF膜モジュール10内の膜一次側に水を満たし、空洗弁18を開、エアブロー19を稼動することで、MF/UF膜モジュール10の下方から気体を供給し、空気洗浄を行う。

【0024】

MF/UF膜モジュール10内の膜一次側に水を満たす方法としては、原水弁9を開にして原水供給ポンプ5を稼動して原水を供給してもよいし、逆洗弁14を開にして逆洗ポンプ13を稼動して膜ろ過水を逆圧洗浄水として供給してもよい。この時供給する原水あるいは膜ろ過水（すなわち、空気洗浄時にMF/UF膜モジュール10内の膜一次側を満たすことになる水）には酸化剤供給ポンプ15を稼動して酸化剤を添加したほうが、膜表面や膜細孔内に蓄積していた有機物を分解除去する効果があるので好ましい。従来の物理洗浄では、MF/UF膜モジュール10内の凝集フロック濃縮層が膜表面から十分に剥離できなかったため、原水や膜ろ過水に添加された酸化剤は膜表面や膜細孔内に蓄積していた有機物を分解除去する前に粉末活性炭にほとんど消費されてしまったのに対し、本発明では酸化剤を最大限活用することが可能である。

【0025】

空気洗浄は、(a) 予めMF/UF膜モジュール10内の膜一次側が水で満たされた状態で開始しても、(b) MF/UF膜モジュール10内の膜一次側に水を供給しながら（すなわち空気洗浄中にMF/UF膜モジュール10内に原水を供給したり、逆圧洗浄を行ったりしながら）行ってもよい。ただし、水を供給しながら空気洗浄を行うほうが、洗浄効果が高まるので好ましい。

【0026】

その後、空洗弁18を閉にするとともにエアブロー19を停止して空気洗浄を終了する。なお、空気洗浄中にMF/UF膜モジュール10内に原水を供給したり、逆圧洗浄を継続している場合には、原水弁9、逆洗弁14も閉にし、原水供給ポンプ5、逆洗ポンプ13、酸化剤供給ポンプ15も停止して、原水供給や逆圧洗浄も終了したほうが好ましい。

【0027】

次いで、排水弁20を開にすることで、膜面や膜細孔内から剥離してMF/UF膜モジュール10内で浮遊している懸濁物質を系外に排出する。

【0028】

排水終了後には、排水弁20を閉、原水弁9を開とし、原水供給ポンプ5を稼動して給水を行い、MF/UF膜モジュール10の膜1次側を満水にする。その後、エア抜き弁17を閉、ろ過水弁11を開とすれば、MF/UF膜モジュール10はろ過工程に戻り、上記工程を吸着剤濃縮層形成工程から繰り返すことで造水を継続することができる。

本発明の洗浄方法はろ過工程終了後に毎回行っても構わないし、別の洗浄方法と組み合わせて時々行ってもかまわない。逆圧洗浄を実施する前にMF/UF膜モジュール10下方の排水弁20から排出された膜一次側の水や、逆圧洗浄を実施したときのMF/UF膜モジュール10下方の排水弁20から排出された逆圧洗浄排水や、空気洗浄の実施中あるいは実施後にMF/UF膜モジュール10の上部のエア抜き弁17やMF/UF膜モジュール10下方の排水弁20から排出された空気洗浄排水を沈殿分離して、その上澄水を原水として再使用するほうが、水回収率が高くなるので好ましい。沈殿分離の他に、凝集沈殿分離、加圧浮上分離、遠心分離、砂ろ過分離、精密ろ過膜/限外ろ過膜のろ過分離、ろ布のろ過分離、繊維状フィルターのろ過分離、カートリッジフィルターのろ過分離、ディスクフィルター分離、フィルタープレス、ベルトプレス、真空脱水、多重円板脱水などの手段が選択できるが、排水に含まれる懸濁物質は凝集フロックが主体であり、沈降性が高いことから沈殿分離が適している。また、設備コスト、処理コストなどの観点からも沈殿

10

20

30

40

50

分離が好ましい。

【 0 0 2 9 】

本発明における粉末形状の吸着剤とは、粉末活性炭、珪藻土、ベントナイト、カオリン、モンモリロナイト、ゼオライト、セリウム系吸着剤、二酸化マンガン、イオン交換樹脂等が挙げられるが、吸着能力の観点から原水に色度成分や臭気物質等を多く含有している場合には粉末活性炭が好ましく採用され、原水に油分を多く含有している場合には珪藻土、ベントナイト、カオリン、モンモリロナイト等の天然由来の粘土鉱物が好ましく採用され、原水にヒ素、ホウ素、フッ素を多く含有している場合には、セリウム系吸着剤、二酸化マンガン、イオン交換樹脂が好ましく採用される。

【 0 0 3 0 】

本発明における粉末形状の吸着剤の粒子径は、粉末活性炭の場合、J I S K 1 4 7 4 : 2 0 0 7 に記載されている通り、1 5 0 μ m未満のものを粉末形状と定義する。その他の粉末形状の吸着剤についても同様に1 5 0 μ m未満のものを粉末形状と定義する。また、粒子径は小さければ小さいほど比表面積が大きくなり、吸着能が高くなるので好ましい。但し、膜ろ過水に混入しないようM F / U F 膜モジュール1 0 の分離膜の孔径より大きくする必要がある。

【 0 0 3 1 】

粉末活性炭の原料としては、ヤシ殻やおが屑などの木質系や泥炭、亜炭、瀝青炭などの石炭系のいずれでも構わない。

【 0 0 3 2 】

本発明における凝集剤とは膜ろ過中の高分子有機物濃度を低減する効果がある。有機系凝集剤としては、ジメチルアミン系やポリアクリルアミド系のカチオン高分子凝集剤、などを使用することができる。一方、無機系凝集剤としては、ポリ塩化アルミニウムやポリ硫酸アルミニウム、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄、硫酸第二鉄、ポリシリカ鉄等を使用できる。

【 0 0 3 3 】

M F / U F 膜モジュール1 0 としては、外圧式でも内圧式であっても差し支えはないが、前処理の簡便さの観点から外圧式が好ましい。また膜ろ過方式としては全量ろ過型モジュールでもクロスフローろ過型モジュールであっても差し支えはないが、エネルギー消費量が少ないという点から全量ろ過型モジュールが好ましい。さらに加圧型モジュールであっても浸漬型モジュールであっても差し支えはないが、高流束が可能であるという点から加圧型モジュールが好ましい。

【 0 0 3 4 】

M F / U F 膜モジュール1 0 で使用される分離膜としては、多孔質であれば特に限定しないが、所望の処理水の水質や水量によって、M F 膜（精密ろ過膜）を用いたり、U F 膜（限外ろ過膜）を用いたり、あるいは両者を併用したりする。例えば、濁質成分、大腸菌、クリプトスポリジウム等を除去したい場合はM F 膜でもU F 膜のどちらを用いても構わないが、ウィルスや高分子有機物等も除去したい場合は、U F 膜を用いるのが好ましい。

【 0 0 3 5 】

分離膜の形状としては、中空糸膜、平膜、管状膜等があるが、いずれでも構わない。

【 0 0 3 6 】

分離膜の材質としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアクリロニトリル、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリテトラフルオロエチレン、ポリビニルフルオライド、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、およびクロロトリフルオロエチレン-エチレン共重合体、ポリフッ化ビニリデン、ポリスルホン、酢酸セルロース、ポリビニルアルコールおよびポリエーテルスルホン等からなる群から選ばれる少なくとも1種類を含んでいると好ましく、さらに膜強度や耐薬品性の点からはポリフッ化ビニリデン（P V D F）がより好ましく、親水性が高く耐汚れ性が高いという点からはポリアクリロニトリルがより好ましい。なお、上述した有機高分

10

20

30

40

50

子樹脂製の分離膜は、粉末活性炭、ベントナイト、カオリンなどの吸着剤よりも硬度が低い
ため、本発明の分離膜モジュールの洗浄方法において、好ましく使用することができる。

【0037】

ろ過運転の制御方法としては、定流量ろ過であっても定圧ろ過であってもよいが、一定
の処理水量が得られ、また、全体の制御が容易であるという点から定流量ろ過が好ましい。

【0038】

以上の本発明によれば、凝集フロック濃縮層由来のケーキろ過抵抗を抑制し、長期間に
わたる低い膜ろ過差圧での安定運転が可能である。ただし、凝集フロック濃縮層や粉末活
性炭で吸着しきれず、膜表面に付着した原水由来の有機物を完全に除去することは難しく、
酸化剤によって酸化された鉄やマンガン等が膜面に徐々に析出したりすることがある。
そのため、膜ろ過差圧がMF/UF膜モジュール10の耐圧限界近くまで到達した場合には、
高濃度の薬品洗浄を実施することが好ましい。

10

【0039】

該洗浄に用いる薬品としては、膜が劣化しない程度の濃度および保持時間を適宜設定し
た上で選択することができるが、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素、過酸化水素、オゾ
ン等を少なくとも1つ含有した方が、有機物に対して洗浄効果が高くなるので好ましい。
また、塩酸、硫酸、硝酸、クエン酸、シュウ酸等を少なくとも1つ含有した方が、アルミ
ニウム、鉄、マンガン等に対して洗浄効果が高くなるので好ましい。

20

【実施例】

【0040】

(実施例1)

図1に示す装置にて、MF/UF膜モジュール10には東レ(株)製の外圧式PVDF
限外中空糸膜モジュールHFU-2020(膜面積 72 m^2)を1本使用し、原水弁9と
ろ過水弁11を開にして、スラリー供給ポンプ2と原水供給ポンプ5を稼働して、原水貯
留槽4内で粉末活性炭の添加濃度を 30 g/m^3 に調整した河川水を用いて膜ろ過流束 1
 $.5\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ の定流量ろ過を開始した。定流量ろ過開始から5min後には凝集
剤供給ポンプ7を稼働して、ポリ塩化アルミニウムの添加濃度を 1 g-Al/m^3 と粉末
活性炭の添加濃度を 30 g/m^3 に調整した河川水を膜ろ過流束 $1.5\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
で25min定流量ろ過し、トータル30minの定流量ろ過を実施した。そのときの吸
着剤濃縮層に相当する単位膜面積あたりの粉末活性炭付着量は $30 \times 1.5 \times 5 / 144$
 $0 = 0.156\text{ g/m}^2$ であった。定流量ろ過開始から30min後に原水弁9とろ過水
弁11を閉にして、スラリー供給ポンプ2、原水供給ポンプ5、凝集剤供給ポンプ7を停
止してMF/UF膜モジュール10のろ過工程を停止した後、エア抜き弁17と排水弁2
0を開にして、MF/UF膜モジュール10内の膜1次側の水を全量排出した。その後、
エア抜き弁17と排水弁20を開にしたまま、逆洗弁14を開、逆洗ポンプ13を稼働し
、流束 $2\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ の逆圧洗浄を1min実施した。その後、逆洗弁14と排水弁
20を閉にして、逆洗ポンプ13を停止すると同時に原水弁9と空洗弁18を開にして、
原水供給ポンプ5とエアブロー19を稼働して、MF/UF膜モジュール10の膜1次
側に 75 L/min の原水を供給しながらエア流量 100 L/min の空気を供給する空
気洗浄を1min実施した。その後、原水弁9と空洗弁18を閉じ、原水供給ポンプ5と
エアブロー19を停止すると同時に、排水弁20を開け、MF/UF膜モジュール10
内の膜1次側の水を全量排出した。その後、排水弁20を閉じると同時に、原水弁9を開
き、スラリー供給ポンプ2と原水供給ポンプ5を稼働して、MF/UF膜モジュール10
内の膜1次側を、粉末活性炭を含有した原水で満たした後、ろ過水弁11を開にして、エ
ア抜き弁17を閉にして、ろ過工程に戻り、上記工程を繰り返していった。

30

40

【0041】

その結果、MF/UF膜モジュール10の膜ろ過差圧は運転開始直後 18 kPa に対し
、4ヶ月後も 43 kPa と安定運転を行うことができた。

50

【 0 0 4 2 】

(実施例 2)

図 1 に示す装置にて、MF / UF 膜モジュール 10 には東レ (株) 製の外圧式 P V D F 限外中空系膜モジュール H F U - 2 0 2 0 (膜面積 72 m^2) を 1 本使用し、原水弁 9 とろ過水弁 11 を開にして、スラリー供給ポンプ 2 と原水供給ポンプ 5 を稼働して、原水貯留槽 4 内でペントナイトの添加濃度を 30 g / m^3 に調整した工場排水を用いて膜ろ過流束 $1\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ の定流量ろ過を開始した。定流量ろ過開始から 5 min 後には凝集剤供給ポンプ 7 を稼働して、ポリ塩化アルミニウムの添加濃度を 2 g - Al / m^3 とペントナイトの添加濃度を 30 g / m^3 に調整した工場排水を膜ろ過流束 $1\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ で 25 min 定流量ろ過し、トータル 30 min の定流量ろ過を実施した。そのときの吸着剤濃縮層に相当する単位膜面積あたりのペントナイト付着量は $30 \times 1 \times 5 / 1440 = 0.104\text{ g / m}^2$ であった。定流量ろ過開始から 30 min 後に原水弁 9 とろ過水弁 11 を閉にして、スラリー供給ポンプ 2、原水供給ポンプ 5、凝集剤供給ポンプ 7 を停止して MF / UF 膜モジュール 10 のろ過工程を停止した後、エア抜き弁 17 と排水弁 20 を開にして、MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側の水を全量排出した。その後、エア抜き弁 17 と排水弁 20 を開にしたまま、逆洗弁 14 を開、逆洗ポンプ 13 を稼働し、流束 $1.5\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ の逆圧洗浄を 1 min 実施した。その後、逆洗弁 14 と排水弁 20 を閉にして、逆洗ポンプ 13 を停止すると同時に原水弁 9 と空洗弁 18 を開にして、原水供給ポンプ 5 とエアブロー 19 を稼働して、MF / UF 膜モジュール 10 の膜 1 次側に 50 L / min の原水を供給しながらエア流量 100 L / min の空気を供給する空気洗浄を 1 min 実施した。その後、原水弁 9 と空洗弁 18 を閉じ、原水供給ポンプ 5 とエアブロー 19 を停止すると同時に、排水弁 20 を開け、MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側の水を全量排出した。その後、排水弁 20 を閉じると同時に、原水弁 9 を開き、スラリー供給ポンプ 2 と原水供給ポンプ 5 を稼働して、MF / UF 膜モジュール 10 内の膜 1 次側を、粉末活性炭を含有した原水で満たした後、ろ過水弁 11 を開にして、エア抜き弁 17 を閉にして、ろ過工程に戻り、上記工程を繰り返していった。

【 0 0 4 3 】

その結果、MF / UF 膜モジュール 10 の膜ろ過差圧は運転開始直後 11 kPa に対し、4 ヶ月後も 29 kPa と安定運転を行うことができた。

【 0 0 4 4 】

(比較例 1)

図 1 に示す装置にて、MF / UF 膜モジュール 10 には東レ (株) 製の外圧式 P V D F 限外中空系膜モジュール H F U - 2 0 2 0 (膜面積 72 m^2) を 1 本使用し、原水弁 9 とろ過水弁 11 を開いて、スラリー供給ポンプ 2 と原水供給ポンプ 5 と凝集剤供給ポンプ 7 を稼働して、ポリ塩化アルミニウムの添加濃度を 1 g - Al / m^3 と粉末活性炭の添加濃度を 30 g / m^3 に調整した河川水を膜ろ過流束 $1.5\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ で 30 min 定流量ろ過し、吸着剤濃縮層を形成せず凝集フロック濃縮層のみを形成した以外は実施例 1 と全く同じにした。

【 0 0 4 5 】

その結果、MF / UF 膜モジュール 10 の膜ろ過差圧は運転開始直後 18 kPa に対し、83 日後には 120 kPa に急上昇した。

【 0 0 4 6 】

(比較例 2)

図 1 に示す装置にて、MF / UF 膜モジュール 10 には東レ (株) 製の外圧式 P V D F 限外中空系膜モジュール H F U - 2 0 2 0 (膜面積 72 m^2) を 1 本使用し、原水弁 9 とろ過水弁 11 を開いて、スラリー供給ポンプ 2 と原水供給ポンプ 5 と凝集剤供給ポンプ 7 を稼働して、ポリ塩化アルミニウムの添加濃度を 2 g - Al / m^3 とペントナイトの添加濃度を 30 g / m^3 に調整した工場排水を膜ろ過流束 $1\text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ で 30 min 定流量ろ過し、吸着剤濃縮層を形成せず凝集フロック濃縮層のみを形成した以外は実施例 1 と全く同じにした。

【 0 0 4 7 】

その結果、MF / UF 膜モジュール 10 の膜ろ過差圧は運転開始直後 11 kPa に対し、98 日後には 120 kPa に急上昇した。

【 符号の説明 】

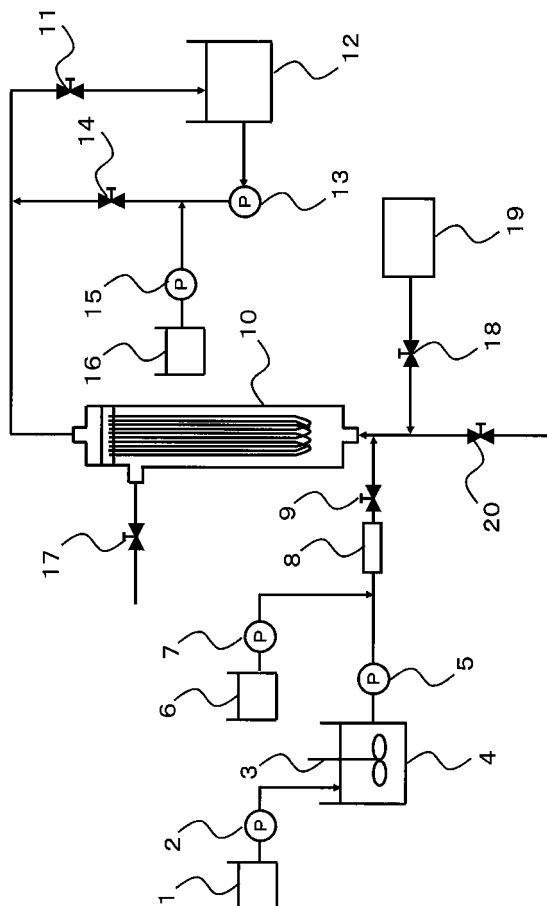
【 0 0 4 8 】

- 1 活性炭スラリー貯留槽
- 2 スラリー供給ポンプ
- 3 攪拌機
- 4 原水貯留槽
- 5 原水供給ポンプ
- 6 凝集剤貯留槽
- 7 凝集剤供給ポンプ
- 8 スタティックミキサー
- 9 原水弁
- 10 MF / UF 膜モジュール
- 11 ろ過水弁
- 12 ろ過水貯留槽
- 13 逆洗ポンプ
- 14 逆洗弁
- 15 酸化剤供給ポンプ
- 16 酸化剤貯留槽
- 17 エア抜き弁
- 18 空洗弁
- 19 エアブローワー
- 20 排水弁

10

20

【 図 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
B 0 1 J 20/12 (2006.01)	B 0 1 J	20/20		B
B 0 1 J 20/18 (2006.01)	B 0 1 J	20/14		
B 0 1 D 65/06 (2006.01)	B 0 1 J	20/12		A
	B 0 1 J	20/18		B
	B 0 1 J	20/20		D
	B 0 1 J	20/18		E
	B 0 1 J	20/12		B
	B 0 1 D	65/06		

(74)代理人 100155033
弁理士 境澤 正夫

(74)代理人 100068685
弁理士 斎下 和彦

(72)発明者 池田 啓一
滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レ株式会社滋賀事業場内

F ターム(参考) 4D006 GA06 GA07 HA01 HA21 HA41 HA95 KA01 KB12 KB13 KC03
KC12 KC14 KC16 KD01 KD11 KD12 KD15 KD16 KD21 KD22
KD24 KE30Q MA01 MA02 MA03 MC18 MC21 MC22 MC23 MC29
MC30 MC33 MC39 MC62 MC63 PA01 PB04 PB08
4D015 BA22 BB05 CA14 CA20 DA04 EA37 FA01 FA22
4D624 AA04 AA05 BA02 BA06 BA07 BA14 BA17 BB01 DB04 DB05
DB19 DB21
4G066 AA05B AA61B AA63B AA64B AA70B BA09 DA08