

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5105251号
(P5105251)

(45) 発行日 平成24年12月26日(2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月12日(2012.10.12)

(51) Int.Cl.	F I
CO2F 3/10 (2006.01)	CO2F 3/10 A
CO2F 3/34 (2006.01)	CO2F 3/10 Z
	CO2F 3/34 1O1D
	CO2F 3/34 1O1A
	CO2F 3/34 1O1B

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-244407 (P2008-244407)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成20年9月24日 (2008.9.24)		株式会社日立プラントテクノロジー
(62) 分割の表示	特願2006-81369 (P2006-81369)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
	の分割	(74) 代理人	100083116
原出願日	平成18年3月23日 (2006.3.23)		弁理士 松浦 憲三
(65) 公開番号	特開2009-50850 (P2009-50850A)	(72) 発明者	安部 直樹
(43) 公開日	平成21年3月12日 (2009.3.12)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
審査請求日	平成21年3月9日 (2009.3.9)		会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	青山 光太郎
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内
		(72) 発明者	角野 立夫
			東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式
			会社日立プラントテクノロジー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 包括固定化担体及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

微生物を包括固定化する包括固定化担体であって、
前記包括固定化担体が硝化細菌を含有する汚泥を包括固定化したものであり、
前記汚泥が活性汚泥に浄水汚泥や無機凝集剤、無機物を添加したもので、
前記汚泥のVSS／SSが0.1～0.3の範囲であって、
前記包括固定化担体中の前記汚泥のSS濃度が2質量％～6質量％の範囲、
前記汚泥の平均粒子径が、10μm～30μmの範囲、
前記包括固定化担体中の前記汚泥のVSS濃度が0.2質量％～2質量％の範囲である
ことを特徴とする包括固定化担体。

【請求項2】

硝化細菌を含有し且つVSS／SSが0.1～0.3の範囲である活性汚泥に浄水汚泥
や無機凝集剤、無機物を添加した汚泥を、
包括固定化担体中の前記汚泥のSS濃度が2質量％～6質量％の範囲、
前記包括固定化担体中の前記汚泥の平均粒子径が、10μm～30μmの範囲、
前記包括固定化担体中の前記汚泥のVSS濃度が0.2質量％～2質量％の範囲となる
ように固定化材料と混合してゲル化させて前記汚泥を包括固定化することを特徴とする包
括固定化担体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、包括固定化担体及びその製造方法に係り、特に、アンモニアを含有する廃水から生物学的にアンモニアを脱窒する包括固定化担体及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

廃水処理に用いられる活性汚泥中に含まれる硝化細菌は、一般の細菌に比べて増殖速度が遅く、特に、冬場の低水温時期においては、硝化細菌の細菌数が少なくなり、硝化活性が著しく低下する。このことは、硝化細菌と同様の性質を有する微生物においても、同様の傾向がある。

【0003】

10

このことから、硝化細菌を含む活性汚泥をけい砂、活性炭、プラスチック等の付着材の表面に固定化して硝化細菌を高濃度化し、これにより、廃水の硝化性能を改善することが行われている（参考文献：微生物固定化法による水処理 担体固定化法・包括固定化法・生物活性炭法 （株）エヌ・ティー・エス 2000年発行）。

【0004】

しかし、微生物を付着材に付着する付着固定化型の場合、付着した微生物の剥離や目的の微生物である硝化細菌と異なる微生物の付着により、硝化細菌を十分に高濃度化することができなかった。このことから、硝化細菌等の有用微生物を固定化剤内に包括固定化させる包括固定化担体を製造し、この包括固定化担体を反応槽に充填して硝化細菌の濃度を高めることによって、硝化活性を高め、廃水を高速処理することが行われている。

20

【0005】

ところで、包括固定化担体内の初期の硝化細菌の菌数が多いほど、硝化活性が高く早期に担体性能を発揮できると考えられている。このため、初期の硝化細菌数を高めるべく、従来は硝化細菌を含む活性汚泥を濃縮して包括固定化していた（参考文献：環境微生物工学研究法、p123、技報堂出版、1993年発行）。ここで、活性汚泥とは、下水などの有機性廃水に空気を吹き込み繁殖した微生物がフロック状となったものであり、微生物には細菌、菌類、原生動物、微小後生動物等が含まれている。廃水中の有機物は細菌に吸着され、体内に摂取・同化されて細菌が繁殖する。この細菌を原生動物、微小後生動物などで食物連鎖を通して、生態系が安定している。（出典：技術 세미나テキスト、活性汚泥法における各種トラブル対策の実際 （株）技術情報センター 2000年7月）このように、活性汚泥は一般的に有機物を多く含んでいる。

30

【0006】

また、包括固定化担体とは別に、有用微生物を担持させる表面積の高い担体の製造方法について提案されている（例えば、特許文献1）。この担体は、主に無機成分からなる浄水汚泥を造粒した後、乾燥及び焼成して得られるものであり、多孔質で比面積が極めて高い微生物担体が得られるとされている。また、汚泥の中に有用微生物を混合させたり、微生物担体に有用微生物を担持させたりすることが提案されている。

【特許文献1】特許第3131678号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

しかしながら、従来の活性汚泥を用いた包括固定化担体では、硝化細菌を安定に増殖させることができず、硝化活性の立ち上がりが遅く不安定であり、本来の担体性能を十分に発揮できないという問題があった。この主な原因は、以下の通りである。

【0008】

1) 活性汚泥を濃縮して包括固定化担体を製造する場合、濃縮により活性汚泥に含まれる硝化細菌以外の従属栄養細菌数も増加し、濃縮条件によっては目的外の従属栄養細菌が優占種になることがある。ここで、従属栄養細菌とは、有機栄養物を比較的低濃度に含む培地を用いて長時間（20～28℃、5～7日間）培養したときに培地に集落を形成する全ての細菌である（上水試験方法2001年版、日本水道協会、2001年発行）。

50

【0009】

2) 一般的に、活性汚泥は有機物を多く含み、VSS/SSは0.7~0.9と高い。このような活性汚泥を用いた包括固定化担体は有機物を多く含み、従属栄養細菌が有機物を基質として溶存酸素を消費しながら増殖しやすく、これにより硝化反応に必要な溶存酸素が不足しやすくなる。

【0010】

3) また、活性汚泥は、ズーグレアという細菌群を中心に各種微生物が集まったフロックを形成しており、このフロックは水中の有機物を吸着しやすい性質がある(参考文献: 水処理工学 p 204、技報堂出版、1976年発行)。このため、従属栄養細菌がフロックに吸着された有機物を基質として溶存酸素を消費しながら増殖しやすく、これにより硝化反応に必要な溶存酸素が不足しやすくなる。

10

【0011】

4) 製造した包括固定化担体は、処理槽で使用されるまで一定期間容器内で保管される。この保管期間が長くなると、包括固定化担体内の従属栄養細菌により溶存酸素が消費されて包括固定化担体内部が嫌気状態になりやすく、メタン醗酵が生じやすくなる。このように嫌気状態が進行すると、硝化反応に必要な溶存酸素が不足しやすくなる。このような状態に至った包括固定化担体を好気槽で使用しても、硝化活性の立ち上がりが遅い。

【0012】

また、包括固定化担体内でメタン醗酵が生じた場合、担体内部にガスが溜まり等の問題も生じやすく、包括固定化担体の保管時に担体の強度や寿命が低下するという問題もあった。

20

【0013】

また、特許文献1のように担体に有用微生物を担持させる方法では、担体に微生物を安定に固定化しにくく、担体から脱落すること等が懸念される。

【0014】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、硝化活性の立ち上がりが早く、安定した担体強度を有する包括固定化担体及びその製造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】

【0015】

本発明の請求項1は前記目的を達成するために、微生物を包括固定化する包括固定化担体であって、前記包括固定化担体が硝化細菌を含有する汚泥を包括固定化したものであり、前記汚泥が活性汚泥に浄水汚泥や無機凝集剤、無機物を添加したもので、前記汚泥のVSS/SSが0.1~0.3の範囲であって、前記包括固定化担体中の前記汚泥のSS濃度が2質量%~6質量%の範囲、前記汚泥の平均粒子径が、10 μ m~30 μ mの範囲、前記包括固定化担体中の前記汚泥のVSS濃度が0.2質量%~2質量%の範囲であることを特徴とする包括固定化担体を提供する。

30

【0016】

請求項1によれば、包括固定化担体が硝化細菌を含有する汚泥を包括固定化すると共に、汚泥のVSS/SSを0.1~0.3の範囲とする。これにより、硝化活性の立ち上がりが早く、安定した担体強度を得ることが可能となった。

40

【0017】

請求項1において、汚泥とは、上記の組成を満たす汚泥であれば浄水汚泥以外のいずれでもよく、例えば、培養汚泥、湖沼底泥等であってもよい。また、上記汚泥としては、活性汚泥に浄水汚泥や無機凝集剤、無機物等を投入してVSS/SSを上記範囲に調製したものも使用できる。

【0018】

そして、浄水汚泥とは、主に河川水や地下水、ダム湖水を浄水処理する際に得られる汚泥であり、例えば、浄水場の凝集沈殿処理から採取される汚泥が挙げられる。

【0019】

また、VSS/SSとは、VSS (Volatile Suspended Soli

50

de、JISK0102法)とSS(Suspended Solid、JISK0102法)の比($VSS \div SS$)であり、汚泥中の有機物の含有率を表す指標の一つである。

【0021】

請求項1によれば、包括固定化担体に固定化する汚泥の平均粒子径を $10 \mu m \sim 30 \mu m$ の範囲とすることにより、担体強度を向上させることができる。したがって、硝化活性の立ち上がりが早く、安定した強度を有する担体を得ることができる。

【0022】

ここで、本発明に係る汚泥が上記平均粒子径の範囲を満たしている場合、そのまま包括固定化担体を使用してもよいし、上記平均粒子径の範囲を満たさない場合であっても、凝集剤や破碎手段等を用いて上記の範囲に調整した後、包括固定化担体を使用してもよい。

10

【0027】

また、本発明の請求項2は前記目的を達成するために、硝化細菌を含有し且つ VSS/SS が $0.1 \sim 0.3$ の範囲である活性汚泥に浄水汚泥や無機凝集剤、無機物を添加した汚泥を、包括固定化担体中の前記汚泥のSS濃度が2質量%～6質量%の範囲、前記包括固定化担体中の前記汚泥の平均粒子径が、 $10 \mu m \sim 30 \mu m$ の範囲、前記包括固定化担体中の前記汚泥のVSS濃度が 0.2 質量%～ 2 質量%の範囲となるように固定化材料と混合してゲル化させて前記汚泥を包括固定化することを特徴とする包括固定化担体の製造方法を提供する。

【0028】

請求項2は本発明に係る包括固定化担体の製造方法を示したものである。

20

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、硝化活性の立ち上がりが早く、安定した担体強度を有する包括固定化担体を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、添付図面に従って、本発明に係る包括固定化担体及びその製造方法、並びにそれを用いた廃水処理方法及び装置の好ましい実施の形態について説明する。

【0031】

図1は、本発明に係る包括固定化担体の製造方法の一例を示した図である。図1に示されるように、まず、微生物を含む浄水汚泥と、固定化材料とを混合し、原料液を調製する。次いで、この原料液に過硫酸カリウム等の重合開始剤を添加して、重合温度は、 $15 \sim 40^\circ C$ 、好ましくは $20 \sim 30^\circ C$ で、重合時間は、 $1 \sim 60$ 分、好ましくは $1.5 \sim 60$ 分で重合(ゲル化)させる。その後、ゲル化させた担体シートを、約 $3 mm$ 角の角型形状に切断してペレット化する。これにより、本発明に係る包括固定化担体が製造される。

30

【0032】

浄水汚泥としては、主に河川水や地下水、ダム湖水を浄水処理する際に得られる汚泥であり、例えば、浄水場から採取される汚泥が挙げられる。なお、浄水場の水源は、上記の河川、地下水、ダム湖等に特に限定されない。

【0033】

40

浄水汚泥の組成は、天然の砂粒分に凝集剤の添加によりアルミニウム等が追加されたものであり、主として無機成分を多く含み、それ以外にも自然浄化を行う細菌(硝化細菌等)を含む。上記凝集剤としては、アルミ系の硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウム(PAC)、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄等、一般的に使用される凝集剤が使用でき、特に限定されない。

【0034】

浄水汚泥の VSS/SS は、 $0.1 \sim 0.3$ の範囲であることが好ましく、 $0.15 \sim 0.25$ の範囲であることがより好ましい。ここで、浄水汚泥が上記の VSS/SS 範囲を満たさない場合は、浄水汚泥に無機物や活性汚泥、有機物を添加したり、浄水汚泥を一部焼いたり、希釈したり等によって調整することができる。

50

【0035】

本実施形態において使用される汚泥としては、上記の浄水汚泥に限定されず、VSS/SSが0.1～0.3の範囲を満たす汚泥であれば、その他の汚泥（培養汚泥、湖沼底泥等）であってもよい。また、活性汚泥のVSS/SSは通常、0.7～0.9であるが、活性汚泥に浄水汚泥や無機凝集剤、無機物等を添加してVSS/SSを上記範囲に調製したのも使用できる。

【0036】

浄水汚泥、又はVSS/SSが0.1～0.3の範囲を満たす汚泥（以下、これらを総称して「浄水汚泥等」という）には、自然浄化を行う微生物、特に、硝化細菌群、脱窒細菌群、嫌気性アンモニア酸化細菌群等の複合微生物が含まれることが好ましい。

10

【0037】

上記浄水汚泥等の平均粒子径が、10 μ m～30 μ mであることが好ましく、10 μ m～20 μ mであることがより好ましい。これにより、汚泥自身がフィラーとして包括固定化担体内に均一に分散するので、担体の強度を向上させることができる。また、上記浄水汚泥等は、固定化材料との親和性も高いので、固定化材料と均一に混合することができる。

【0038】

ここで、上記浄水汚泥等が上記平均粒子径の範囲を満たしている場合は、そのまま包括固定化担体にも使用してもよいし、上記浄水汚泥等が上記平均粒子径の範囲を満たさない場合であっても、凝集剤や破碎手段（例えば、ホモジナイザ等）を用いて上記の平均粒子径の範囲に調整した後、包括固定化担体にも使用してもよい。上記凝集剤としては、既述したのと同様に、アルミ系の硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウム（PAC）、塩化第二鉄、ポリ硫酸第二鉄等、一般的に使用される凝集剤を使用できる。

20

【0039】

また、上記浄水汚泥等の粘度は活性汚泥よりも低く、例えば、SS濃度10000mg/Lである浄水汚泥であれば、5mPa $\cdot$ s～30mPa $\cdot$ s（20 $^{\circ}$ C）であることが好ましく、5mPa $\cdot$ s～15mPa $\cdot$ s（20 $^{\circ}$ C）であることがより好ましい。浄水汚泥等の粘度は、水等の溶媒や粘度の低い汚泥と混合して希釈したり、増粘剤を添加したり、濃縮したりすることによって、調整することができる。

【0040】

30

包括固定化担体中の上記浄水汚泥等のSS濃度は、2質量%以上であることが好ましく、2質量%～10質量%であることがより好ましい。包括固定化担体中の上記浄水汚泥等のSS濃度は、既述したように浄水汚泥に無機物を添加したり、希釈又は濃縮したりすることで調整することができる。

【0041】

包括固定化担体中の上記浄水汚泥等のVSS濃度を0.2質量%～2質量%の範囲とすることが好ましく、0.5質量%～1質量%の範囲とすることがより好ましい。包括固定化担体中の上記浄水汚泥等のVSS濃度は、既述したように浄水汚泥に有機物を添加したり、希釈又は濃縮したりすることで調整することができる。

【0042】

40

なお、上記浄水汚泥等は、単独で使用されてもよいし、その他の汚泥や微生物等と任意に組み合わせて使用されてもよい。

【0043】

上記固定化材料としては、高分子モノマー、プレポリマー、オリゴマー等が挙げられるが、特に限定されるものではなく、例えば、ポリエチレングリコール系のポリマー、ポリビニルアルコール系のポリマー等を好ましく使用することができる。具体的には、エチレンオキシドとプロピレンオキシドとの含有比が、7：3のもので、末端基がジアクリレートである分子量4000のプレポリマーを、好ましく使用することができる。

【0044】

その他、上記固定化材料としては、ポリエチレングリコールアクリレート、ポリエチレ

50

ングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールメタアクリレート等、を使用することができる。その他、以下のプレポリマーを使用することもできる。

【0045】

(モノメタクリレート類) ポリエチレングリコールモノメタクリレート、ポリブレングリコールモノメタクリレート、ポリプロピレングリコールモノメタクリレート、メトキシジエチレングリコールメタクリレート、メトキシポリエチレングリコールメタクリレート、メタクリロイルオキシエチルハイドロジェンフタレート、メタクリロイルオキシエチルハイドロジェンサクシネート、3クロロ2ヒドロキシプロピルメタクリレート、ステアシルメタクリレート、2ヒドロキシメタクリレート、エチルメタクリレート等。

【0046】

(モノアクリレート類) 2ヒドロキシエチルアクリレート、2ヒドロキシプロピルアクリレート、イソブチルアクリレート、tブチルアクリレート、イソオクチルアクリレート、ラウリルアクリレート、ステアシルアクリレート、イソボルニルアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、メトキシトリエチレングリコールアクリレート、2エトキシエチルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、ノニルフェノキシポリエチレングリコールアクリレート、ノニルフェノキシポリプロピレングリコールアクリレート、シリコン変性アクリレート、ポリプロピレングリコールモノアクリレート、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシジエチレングリコールアクリレート、フェノキシポリエチレングリコールアクリレート、メトキシポリエチレングリコールアクリレート、アクリロイルアキシエチルハイドロジェンサクシネート、ラウリルアクリレート等。

【0047】

(ジメタクリレート類) 1, 3ブチレングリコールジメタクリレート、1, 4ブタンジオールジメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、ポリエチレングリコールジメタクリレート、ブチレングリコールジメタクリレート、ヘキサンジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、ポリブレングリコールジメタクリレート、2ヒドロキシ1, 3ジメタクリロキシプロパン、2, 2ビス4メタクリロキシエトキシフェニルプロパン、3, 2ビス4メタクリロキシジエトキシフェニルプロパン、2, 2ビス4メタクリロキシポリエトキシフェニルプロパン等。

【0048】

(ジアクリレート類) エトキシ化ネオペンチルグリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、1, 6ヘキサンジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、トリプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、2, 2ビス4アクリロキシヒエトキシフェニルプロパン、2ヒドロキシ1アクリロキシ3メタクリロキシプロパン等。

【0049】

(トリメタクリレート類) トリメチロールプロパントリメタクリレート等。

【0050】

(トリアクリレート類) トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリトールトリアクリレート、トリメチロールプロパンEO付加トリアクリレート、グリセリンPO付加トリアクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート等。

【0051】

(テトラアクリレート類) ペンタエリスリトールテトラアクリレート、エトキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート、プロポキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジトリメチロールプロパントテトラアクリレート等。

【0052】

(ウレタンアクリレート類) ウレタンアクリレート、ウレタンジメチルアクリレート、ウレタントリメチルアクリレート等。

【0053】

(その他) アクリルアミド、アクリル酸、ジメチルアクリルアミド等。

【0054】

なお、上記の固定化材料は一種類のみを使用してもよいし、二種類以上を組み合わせて使用してもよい。

【0055】

本実施形態において、包括固定化担体の重合は、過硫酸カリウムを用いたラジカル重合が最適であるが、紫外線や電子線を用いた重合やレドックス重合であってもよい。過硫酸カリウムを用いたラジカル重合においては、過硫酸カリウムの添加量は、0.001質量%～0.25質量%であることが好ましく、アミン系の重合促進剤の添加量は、0.001質量%～0.5質量%であることが好ましく、その種類は、βジメチルアミノプロピオニトリル、NNN'N'テトラメチルエチレンジアミン等であることが好ましい。また、亜硫酸ソーダ等も好ましく使用できる。これらの重合開始剤や重合促進剤は、単独で使用してもよいし、二種類以上を組み合わせて使用してもよい。

10

【0056】

また、本実施形態において、包括固定化担体の成形方法としては、シート成形法を例示したが、これに限定されることはなく、チューブ成形法、滴下造粒法、ブロック成形法等、を採用することもできる。

【0057】

上記の如く製造した包括固定化担体を、廃水処理の本運転前に活性化（馴養）させることが好ましい。包括固定化担体の活性化方法としては、アンモニアと亜硝酸とを含む実廃水又は合成廃水を包括固定化担体に接触させる方法が好ましい。

20

【0058】

次に、上記の包括固定化担体を、窒素除去を目的とした廃水処理に適用する例について説明する。図2は、本発明に係る包括固定化担体を用いた廃水処理装置10の一例を説明する図である。

【0059】

図2に示されるように、廃水処理装置10は、主に、原水を処理する処理槽12と、処理槽12にアンモニアを含有する原水を流入する流入配管14と、処理槽12内に投入された本発明に係る包括固定化担体16と、処理槽12内から処理水を流出させる流出配管18と、を備えている。

30

【0060】

処理槽12は、その内部に包括固定化担体16を備え、流入配管14から流入したアンモニアを含有する原水を処理してアンモニアを除去する装置である。処理槽12には、包括固定化担体16の流出を抑制するためのスクリーン22が、処理槽12の流出口付近に設けられている。また、処理槽12内には、硝化反応に必要なエアをバブリングするための散気管24が設けられている。

【0061】

処理槽12内の包括固定化担体16の充填率は、容積%として、5%～40%であることが好ましく、8%～20%であることがより好ましい。また、付着担体であれば、充填率は容積%で40%～90%が好ましく、50%～80%がより好ましい。

40

【0062】

このような構成により、アンモニアを含有する原水は、流入配管14より処理槽12へ流入され、本発明に係る包括固定化担体16内の微生物（硝化細菌等）によって硝化反応が行われ、原水中のアンモニアが亜硝酸や硝酸に酸化される。なお、硝化反応に必要なエアは、散気管24より供給される。そして、処理水は、スクリーン22を介して流出配管18から流出される。

【0063】

このように、本発明に係る包括固定化担体16を処理槽12内に充填することにより、安定して廃水処理できる。また、活性の立ち上がりが早く、処理時間を大幅に短縮できる。

50

【0064】

以上に説明した本発明に係る包括固定化担体及びその製造方法、並びにそれを用いた廃水処理方法及び装置によれば、硝化活性の立ち上がりが早く、安定した担体強度を有する包括固定化担体を得ることができる。

【0065】

以上、本発明に係る包括固定化担体及びその製造方法、並びにそれを用いた廃水処理方法及び装置の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、各種の態様が採り得る。

【0066】

例えば、本実施形態では、硝化細菌を含む包括固定化担体について説明したが、硝化細菌以外の増殖しにくい微生物を含む包括固定化担体にも適用することができる。

10

【0067】

また、包括固定化担体だけでなく、その他の微生物担持体（付着固定化担体、接触ろ材、生物膜を形成させた担体等）において使用する微生物や汚泥にも、本発明に係る汚泥（浄水汚泥等）を使用することができる。

【実施例】

【0068】

次に、実施例について詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0069】

20

1) 汚泥の種類

先ず、汚泥の種類を変えて包括固定化担体を作製し、硝化性能を比較した。

【0070】

（包括固定化担体の材料）

- ・汚泥の種類：浄水汚泥（VSS／SS＝0.198）（試験1）
湖沼底泥（試験2）、活性汚泥（試験3）、嫌気汚泥（試験4）
- ・担体あたりの汚泥濃度：2質量％－担体
- ・固定化材料：ポリエチレングリコールジアクリレート 5質量％
- ・重合促進剤：NNN'N'テトラメチルエチレンジアミン 0.0500質量％
- ・重合開始剤：過硫酸カリウム 0.0025質量％

30

上記4種類の各汚泥について、上記固定化材料、重合開始剤及び重合促進剤等を混合して重合温度20℃下で30分間ラジカル重合させた後、約3mmの角形状に成形し、4種類の包括固定化担体を製造した。なお、嫌気汚泥としては、メタン醗酵槽内の汚泥を使用した。

【0071】

（廃水処理条件）

使用廃水：無機合成廃水（アンモニア性窒素40mg／L含有）

処理槽12の容積：2L

包括固定化担体16の充填率：10％

散気量：2L／（L・分）

40

滞留時間：3時間

処理温度：20℃

上記4種類の包括固定化担体について、上記の処理条件でそれぞれ廃水処理（馴養）した。担体あたりの硝化速度は、流入廃水と処理水のアンモニア性窒素を測定し、その減少量により算出した。このときの結果を、図3に示す。

【0072】

図3に示されるように、担体あたりの硝化速度が100mg－N／L－担体・hに到達するまでに要した日数は、浄水汚泥を用いた担体（試験1）が最も短く、13日であった。

【0073】

50

一方、活性汚泥を用いた担体（試験３）では１９日であり、湖沼底泥を用いた担体（試験２）では２４日であり、嫌気汚泥を用いた担体（試験４）では２８．５日であり、いずれも浄水汚泥を用いた担体（試験１）よりも長かった。これより、浄水汚泥を用いた包括固定化担体が最も硝化活性の立ち上がり早いことが解った。

【００７４】

次に、上記の結果が硝化細菌数によるものかどうかを調べるため、各包括固定化担体に含まれる硝化細菌数をＭＰＮ法（Most Probable Number）により測定した。

【００７５】

また、各包括固定化担体の担体強度を測定した。包括固定化担体の担体強度は、レオメータを使用し、ペレット面に徐々に圧力をかけてペレットが破損した圧力（ｋｇ）を測定し、ペレットの断面積（ｃｍ^２）で割り担体強度（ＭＰａ／ｃｍ^２）を算出した。この結果を表１に示す。

【００７６】

【表１】

	汚泥の種類	硝化細菌数 (個／ｍＬ－担体)	担体強度 (ＭＰａ／ｃｍ ^２)
試験１	浄水汚泥	6×10^3	０．７２
試験２	湖沼底泥	2×10^2	０．３２
試験３	活性汚泥	2×10^5	０．５１
試験４	嫌気汚泥	8×10^2	０．３５

【００７７】

表１に示されるように、包括固定化担体に含まれる硝化細菌数は、活性汚泥＞浄水汚泥＞湖沼底泥＞嫌気汚泥の順に多く、上記（図３）の硝化活性の立ち上がりに要する時間は、硝化細菌数とは必ずしも比例関係にないことを確認した。このように、浄水汚泥の硝化細菌の増殖が速いのは、活性汚泥のようなフロックを形成しないため吸着有機物が少なく、担体中の有機物濃度も低いので、従属栄養細菌が増殖しにくい環境となり、硝化細菌が増殖しやすくなったことが考えられる。

【００７８】

また、包括固定化担体の担体強度は、浄水汚泥を用いた担体（試験１）が最も高く、通常の活性汚泥の約１．４倍であった。

【００７９】

２）浄水汚泥の組成（ＶＳＳ／ＳＳ）

次に、浄水汚泥の組成と窒素除去性能との関係について調べた。本例では、表２に示される組成を有する浄水汚泥２種類と、比較用として活性汚泥とを用いた。

【００８０】

（汚泥の組成）

【００８１】

【表２】

汚泥の種類	浄水汚泥 P	浄水汚泥 Q	活性汚泥
ＳＳ（ｍｇ／Ｌ）※ ^１	８１０００	３６０００	２９０００
ＶＳＳ（ｍｇ／Ｌ）※ ^２	１６０００	６４００	２３０００
ＶＳＳ／ＳＳ（％）	１９．８	１７．８	７９．３
Ａｌ含有率（％－対ＳＳ）	９．５	９．４	１．１
Ｆｅ含有率（％－対ＳＳ）	７．７	３．２	０．４

【００８２】

※1 SS：浮遊物質又は懸濁物質。無機物、有機物を含む。

※2 VSS：SSのうち、加熱することにより揮発する物質で、主には有機物。

【0083】

表2に示されるように、浄水汚泥P、Qは、活性汚泥よりも汚泥中の有機物の含有率VSS/SSが極めて低かった。これとは逆に、汚泥中の無機物（Al、Fe）の含有率は、浄水汚泥P、Qの方が多かった。

【0084】

表2に示される各汚泥を用いて、上記1）と同様にして表3に示される包括固定化担体を製造した。

【0085】

【表3】

	汚泥の種類	担体あたりの汚泥のSS濃度 (mg/L)
試験1	浄水汚泥P	54000
試験2	浄水汚泥Q	20000
試験3	活性汚泥	20000

【0086】

表3に示されるそれぞれの包括固定化担体について、上記1）と同様の条件で廃水処理試験を行い、経過日数に対する処理水中のアンモニア性窒素の濃度を測定した。この結果を、図4に示す。

【0087】

図4（a）に示されるように、浄水汚泥Pを用いた試験1では、処理水中のアンモニア性窒素は15日経過後にはほぼ完全に除去された。これと同様に、浄水汚泥Qを用いた試験2も、図4（b）に示されるように、処理水中のアンモニア性窒素は20日経過後にはほぼ完全に除去された。

【0088】

これに対して、従来の活性汚泥を用いた試験3では、処理水中のアンモニア性窒素がほぼ完全に除去されるまで、28日間を要した。

【0089】

このように、従来の活性汚泥を用いた場合、本発明に係る浄水汚泥を用いた試験1及び2よりも処理水中のアンモニア性窒素を除去するのに大幅に長い時間を要することが解った。これより、上記の浄水汚泥を用いた包括固定化担体では、窒素除去性能の立ち上がりを大幅に短縮できることが解った。

【0090】

3）浄水汚泥の平均粒子径

次に、浄水汚泥を用いた包括固定化担体において、浄水汚泥の平均粒子径と包括固定化担体の担体強度との関係について調べた。

【0091】

本例において浄水汚泥としては、上記1）の浄水汚泥を使用した。浄水汚泥の平均粒子径は、凝集剤の添加やホモジナイザを用いて調整した。その他は、上記1）と同様の条件で包括固定化担体を作製した。

【0092】

包括固定化担体の担体強度は、前述と同様に、レオメータを使用し、ペレット面に徐々に圧力をかけてペレットが破損した圧力（kg）を測定し、ペレットの断面積（cm²）で割り担体強度（MPa/cm²）を算出した。この結果を図5に示す。

【0093】

図5に示されるように、浄水汚泥の平均粒子径が30μm以下であれば、担体強度はほぼ一定で高かった。しかし、平均粒子径が30μmを超えると、徐々に担体強度が低下す

10

20

30

40

50

ることが解った。これは、浄水汚泥自身がフィルターとして作用するためであることが一因と考えられ、従来の活性汚泥の約1.4倍も高い強度を得られることが解った。

【0094】

また、浄水汚泥の平均粒子径が10 μm 未満のサイズになるように調整するのは困難であった。これより、浄水汚泥の平均粒子径が10 μm ～30 μm の範囲であることが好ましいことが解った。

【0095】

4) 包括固定化担体中の浄水汚泥のSS濃度

次に、浄水汚泥を用いた包括固定化担体において、担体中の浄水汚泥のSS濃度と、硝化速度との関係について調べた。

【0096】

本例において、担体中の浄水汚泥のSS濃度が1質量%～6質量%となる範囲で、上記1)と同様の条件で包括固定化担体を作製した。

【0097】

(廃水処理条件)

使用廃水：無機合成廃水（アンモニア性窒素40 mg/L 含有）

処理槽12の容積：2 L

包括固定化担体16の充填率：10%

散気量：2 L / (L・分)

滞留時間：3時間

処理温度：20℃

上記の包括固定化担体について、上記の処理条件でそれぞれ廃水処理（馴養）した。そして、20℃、2週間経過後に、担体あたりの硝化速度を測定した。担体あたりの硝化速度は、無機合成廃水を用いた回分試験により測定した。このときの結果を、図6に示す。

【0098】

図6に示されるように、担体中の浄水汚泥のSS濃度の増加に伴い、硝化速度が増加し、担体中の浄水汚泥のSS濃度が2質量%以上になると、硝化速度は安定してほぼ一定値を示した。これより、担体中の浄水汚泥のSS濃度が2質量%以上であれば、硝化細菌の濃度も高く、硝化反応の立ち上がりが早いことが解った。

【0099】

5) 包括固定化担体中の浄水汚泥のVSS濃度

次に、浄水汚泥を用いた包括固定化担体において、担体中の浄水汚泥のVSS濃度と、硝化細菌の増加率との関係について調べた。

【0100】

本例において浄水汚泥としては、上記1)の浄水汚泥を使用した。担体中の浄水汚泥のVSS濃度は、滅菌した浄水汚泥に滅菌した活性汚泥を添加して調整した。硝化細菌は、培養した硝化細菌を使用し、担体あたりの硝化細菌数が40000個/mL－担体となるように包括固定化担体を作製した。その他は、上記と同様の条件で包括固定化担体を作製した。

【0101】

そして、20℃、2週間経過後に、担体あたりの硝化細菌の増加率を測定した。硝化細菌の増加率は、馴養後2週間後の硝化細菌数／馴養前の硝化細菌数とし、硝化細菌の数は、MPN法で測定した。この結果を図7に示す。

【0102】

図7に示されるように、担体中の浄水汚泥のVSS濃度が0.2質量%～2質量%の範囲であれば、硝化細菌は約500倍まで増加し、硝化細菌の増加率が高かった。さらに、担体中の浄水汚泥のVSS濃度が0.5質量%～1質量%の範囲であれば、硝化細菌は約1000倍まで増加しており、硝化細菌の増加率がより高かった。

【0103】

この一因としては、担体中の浄水汚泥のVSS濃度が0.2質量%未満であれば、担体

10

20

30

40

50

内において硝化細菌と共生する微生物が増殖しにくくなり、硝化細菌の増殖毒を低減する作用が充分には得られないことが考えられる。また、担体中の浄水汚泥のVSS濃度が2質量%を超えると、従属栄養細菌が有機物を酸化しやすく硝化反応に使用する溶存酸素が不足し、硝化細菌が増殖しにくくなるものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】本発明に係る包括固定化担体の製造方法の一例を示した図である。

【図2】本実施形態における廃水処理装置10の一例を示す説明図である。

【図3】本実施例におけるグラフである。

【図4】本実施例におけるグラフである。

【図5】本実施例におけるグラフである。

【図6】本実施例におけるグラフである。

【図7】本実施例におけるグラフである。

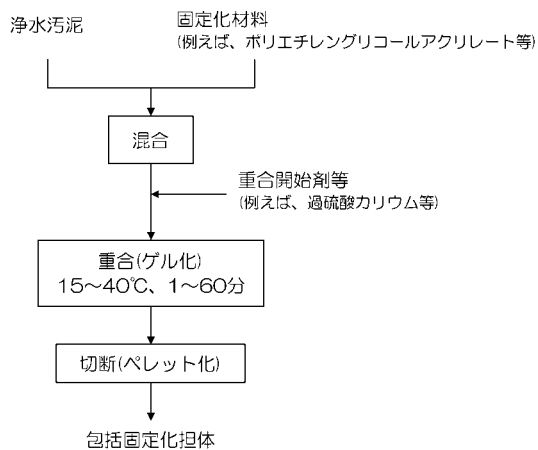
【符号の説明】

【0105】

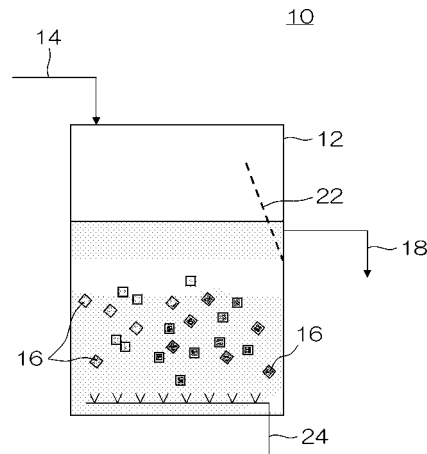
10…廃水処理装置、12…処理槽、14…流入配管、16…包括固定化担体、18…流出配管、22…スクリーン、24…散気管

10

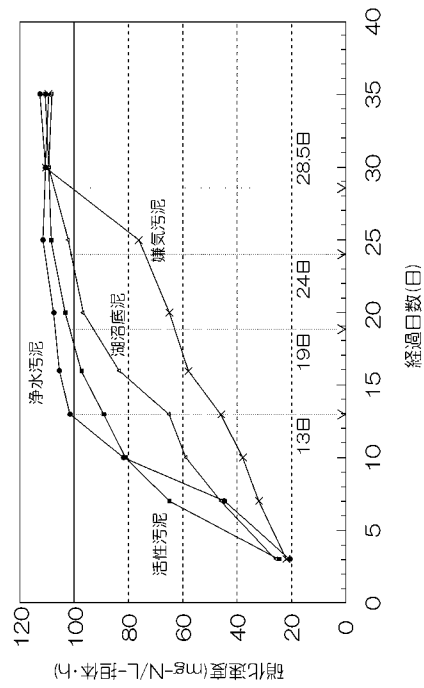
【図1】



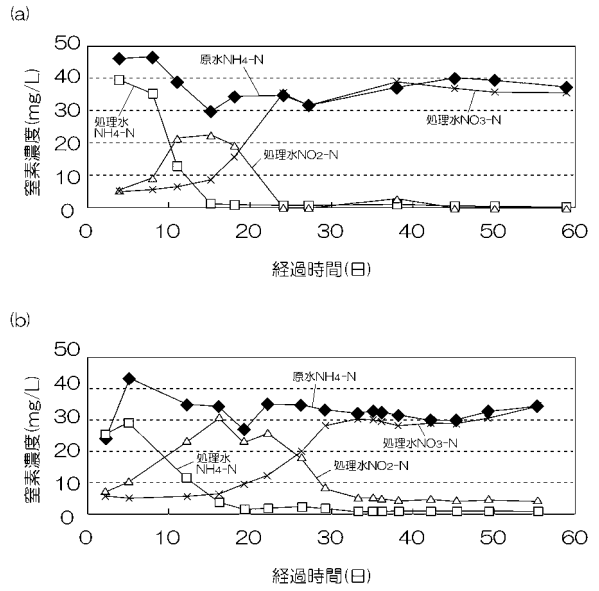
【図2】



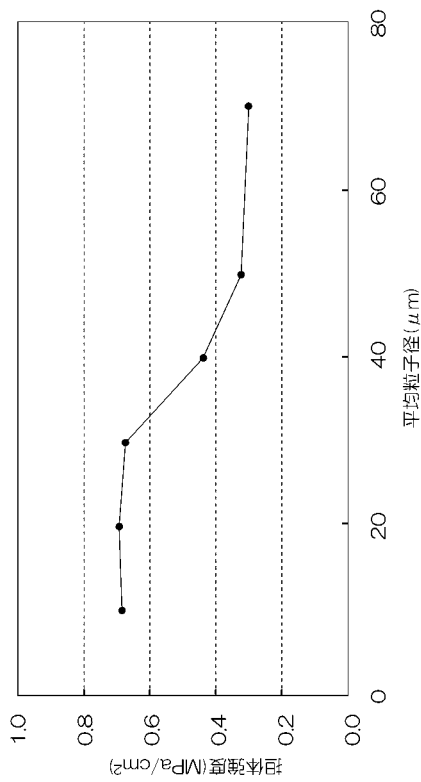
【図 3】



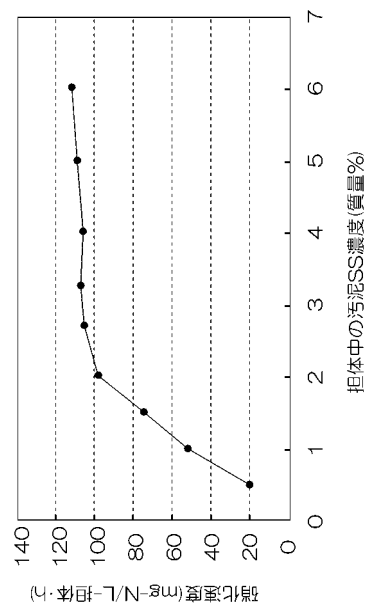
【図 4】



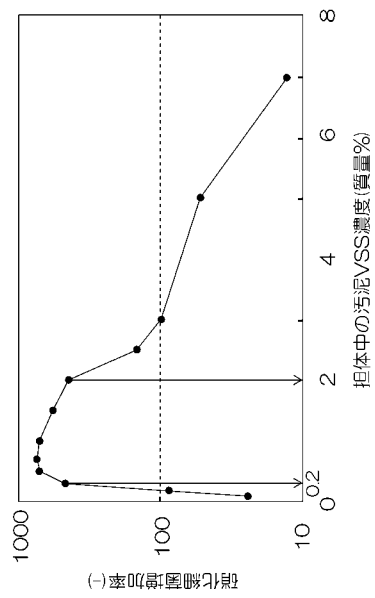
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 伊藤 紀史

- (56)参考文献 特開昭62-180794 (JP, A)
特開昭60-153998 (JP, A)
特開平09-131178 (JP, A)
特開2002-018471 (JP, A)
特開平11-033578 (JP, A)
特開昭61-068198 (JP, A)
特開昭54-051988 (JP, A)
特開2007-082485 (JP, A)
特開2007-020437 (JP, A)
特開平05-308957 (JP, A)
特開平10-174998 (JP, A)
特開平10-263575 (JP, A)
特開平11-033577 (JP, A)
特開2005-342705 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 3/10

C02F 3/34