

明 細 書

発明の名称： 接続構造および膜濾過装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば下水処理や産業排水処理等の各種設備に適用可能な膜エレメントと集水管との接続構造および膜濾過装置に係るものである。

背景技術

[0002] 例えば下水処理や産業排水処理等の各種設備に適用可能な固液分離手段の一例としては、膜分離技術を利用した膜濾過装置が知られている。この膜濾過装置は、例えば生物処理槽内や凝集処理槽内の液相に浸漬しておくことにより、当該槽内で処理された処理水を固形物質と水成分とに固液分離できるようにになっている。

[0003] 処理水の固液分離には、例えば、膜分離に供される濾過本体部、当該膜分離による処理水（濾過された処理水）を当該濾過本体部の端部から集水する集水部、当該集水部から処理水を導出する処理水導出部、を有した膜エレメントが適用されている。この膜エレメントの処理水導出部に集水管を接続しておくことにより、当該膜エレメントにより固液分離された処理水を、当該集水管に集水してから外部（例えば膜濾過装置の後段の処理工程の場所）に取り出すことができる。

[0004] 特許文献1では、膜エレメントと集水管との両者を、チューブ状の合流管（特許文献1では符号10）を介して接続した接続構造が開示されている。また、特許文献2では、特許文献1のような合流管等を適用せずに、膜エレメントと集水管との両者を直接的に接続した接続構造が開示されている。

[0005] 以上のような膜濾過装置を液相に浸漬しておく、例えば稼動状況等に応じて種々の付着物が膜エレメント等に付着してしまう。このため、膜エレメント等については、例えば散気装置等を用いて当該膜エレメント等の表面をエア洗浄したり、膜エレメント内や集水管内の処理水を一時的に逆流させて逆圧洗浄する等により、洗浄工程が適宜行われている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許6319510号公報

特許文献2：特開2019-051463号公報

発明の概要

[0007] 膜エレメントと集水管との両者の接続構造には、稼動状況等に応じて種々の応力が加わる。

[0008] 例えば、前記エア洗浄の場合には、散気装置からの気泡が膜エレメント表面に接触する際のせん断力により、前記応力が発生することが考えられる。

[0009] また、前記逆圧洗浄の場合には、処理水を逆流させている間において集水管内は減圧状態となり、当該集水管を縮径する方向の力等により、前記応力が発生することが考えられる。

[0010] このため、前記接続構造においては、例えば液密性や耐久性等を高めて、所望の接続信頼性を確保できるようにすることが望ましい。その一例としては、前記接続構造において補強部材を設けることが挙げられるが、当該接続構造の大型化等を招いてしまうおそれがある。

[0011] 本発明は、前述のような技術的課題に鑑みてなされたものであって、大型化を抑制しながら接続信頼性の向上に貢献可能な技術を提供することにある。

[0012] この発明に係る接続構造および膜濾過装置は、前記の課題の解決に貢献できるものであり、当該接続構造の一態様は、膜分離に供される濾過本体部、当該膜分離による処理水を当該濾過本体部の端部から集水する集水部、当該集水部から処理水を導出する処理水導出部、を有した膜エレメントと、処理水導出部が接続された管状周壁を有し、前記導出された処理水を集水する集水管と、を備え、管状周壁は、管状周壁径方向に肉厚な肉厚部と、前記肉厚部において管状周壁内外方向に貫通した接続孔と、が設けられており、処理水導出部は、前記接続孔に接続されて管状周壁内側と連通していることを特徴とする。

- [0013] また、管状周壁の肉厚部が、管状周壁径方向のうち上方向側に位置する上方向周壁部において、当該管状周壁径方向のうち水平方向に設けられていることを特徴としても良い。
- [0014] また、管状周壁の肉厚部が、管状周壁径方向のうち下方向側に位置する下方向周壁部において、当該管状周壁径方向のうち水平方向に設けられていることを特徴としても良い。
- [0015] また、管状周壁を有した集水管が、集水管の軸方向に分割することなしに長尺な非分割構造物であることを特徴としても良い。
- [0016] また、複数の膜エレメントが所定間隔を隔てて管状周壁軸方向に並んで配列されている膜モジュールが、管状周壁を挟んで一対配置され、管状周壁は、前記一対の膜モジュールの各膜エレメントの処理水導出部に対向する位置に、前記接続孔がそれぞれ形成されていることを特徴としても良い。
- [0017] また、処理水導出部は、前記接続孔に対して液密に挿入される液密部と、前記接続孔に対して嵌め込まれる嵌め込み部と、が設けられていることを特徴としても良い。
- [0018] 膜濾過装置の一態様は、前記接続構造の何れかを有したものであって、複数のフレーム枠が筐体状に組み付けられたラックを備え、複数の膜エレメントが所定間隔を隔てて管状周壁軸方向に並んで配列されている膜モジュールが、前記ラック内に收容されて支持されていることを特徴とする。
- [0019] 以上示したように本発明によれば、大型化を抑制しながら接続信頼性の向上に貢献可能となる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本実施形態による膜濾過装置 10 の一例を説明するための概略構成図（膜エレメント 3 による膜モジュールを省略し、主としてラック 1，集水管 2 を描写した概略斜視図）。
- [図2]集水管 2 の一例を説明するための概略構成図。
- [図3]膜エレメント 3 の一例を説明するための概略構成図。
- [図4]本実施形態による集水管 2 と膜エレメント 3 との両者の接続構造の一例

を説明するための概略構成図（図1の集水管2を矢印X1 X2方向に断面した要部断面図に相当し、集水管2と膜エレメント3とが接続されていない状態を示す図）。

[図5]本実施形態による集水管2と膜エレメント3との両者の接続構造の他例を説明するための概略構成図（図1の集水管2を矢印X1 X2方向に断面した要部断面図に相当し、集水管2と膜エレメント3とが接続されていない状態を示す図）。

[図6]管状周壁における上方向周壁部～下方向周壁部の管状周壁径方向の肉厚 t_1 と水平方向の肉厚 t_2 を説明するための概略断面図（管状周壁径方向に断面した断面図）。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明の実施形態の接続構造および膜濾過装置は、当該接続構造において単に補強部材を設けたもの（以下、単に従来接続構造と適宜称する）とは全く異なるものである。

[0022] すなわち、本実施形態では、膜分離に供される濾過本体部、当該膜分離による処理水を当該濾過本体部の端部から集水する集水部、当該集水部から処理水を導出する処理水導出部、を有した膜エレメントを、適用する。また、前記処理水導出部が接続された管状周壁を有し、前記導出された処理水を集水する集水管を、適用する。

[0023] そして、集水管の管状周壁は、管状周壁径方向に肉厚な肉厚部と、当該肉厚部において管状周壁内外方向に貫通した接続孔と、が設けられているものとする。また、膜エレメントの処理水導出部は、前記接続孔に接続されて管状周壁内側と連通していることを特徴とする。

[0024] 本実施形態とは異なる構造、例えば特許文献2の場合、図6（特許文献2では図1（b）に相当）に示すような集水管6が適用されている。この集水管6は、管状周壁60において、管状周壁径方向の肉厚が t_1 であり、垂直方向（後述の図1では矢印Z1 Z2方向）のうち中段側に位置する中段側周壁部（すなわち、上方向周壁部64と下方向周壁部65との間）62から単

に外周側に突出した形状の接続孔 6 3 が形成されている。このような集水管 6 の場合、中段側周壁部 6 2 において大型化を招いてしまうおそれがある。

[0025] 一方、本実施形態のような接続構造は、管状周壁径方向に肉厚な肉厚部（すなわち、管状周壁内側方向に肉厚形成することも可能な肉厚部）において管状周壁内外方向に貫通するように接続孔を設けているため、特許文献 2 と比較すると、接続構造の大型化を抑制できる。

[0026] また、前記肉厚部の接続孔に膜エレメントの処理水導出部を接続することにより、接続構造に加わる可能性のある種々の応力による影響を抑制し、膜エレメントと集水管との両者の接続構造において所望の液密性や耐久性等が得られ易い。

[0027] 肉厚部および接続孔の両者は、管状周壁において、管状周壁径方向のうち膜エレメントの処理水導出部と対向する位置に適宜設けることにより、当該両者を接続することが可能である。

[0028] ここで、図 6 の集水管 6 を膜濾過装置に構成（例えば後述の図 1 のように構成）した場合に着目すると、管状周壁 6 0 は、管状周壁径方向のうち上方向側に位置する上方向周壁部 6 4 の外周側や、下方向側に位置する下方向周壁部 6 5 の外周側において、図 6 中点線で描写するようにデッドスペース 6 1 が形成され易いことが判る。

[0029] また、管状周壁 6 0 において、当該管状周壁径方向のうち上方向側に位置する上方向周壁部 6 4 や下方向側に位置する下方向周壁部 6 5 の場合、水平方向の肉厚（図 6 中では肉厚 t_2 ）は t_1 よりも厚くなり、中段側周壁部 6 2 と比較して、肉厚部を効率良く形成し易いことが判る。

[0030] 本実施形態のような接続構造の場合、例えば後述する膜濾過装置 1 0 のように、管状周壁径方向のうち上方向側に位置する上方向周壁部（または下方向側に位置する下方向周壁部）に肉厚部（当該管状周壁径方向のうち水平方向（後述の図 1 では矢印 X 1 X 2 方向）に肉厚な肉厚部）を設け、当該肉厚部において管状周壁内外方向に貫通するように接続孔を設けても良い。これにより、図 6 のような従来接続構造と比較して、接続孔を形成するための肉

厚部を効率良く形成することが可能となる。また、集水管と膜エレメントとの間の距離の短縮化に貢献することもできる。

[0031] 以上、本実施形態によれば、従来接続構造と比較して、大型化を抑制しながら接続信頼性の向上に貢献可能であることが判る。

[0032] 本実施形態の接続構造および膜濾過装置は、前述のように集水管の管状周壁において管状周壁径方向に肉厚な肉厚部が設けられ、その肉厚部において管状周壁内外方向に貫通するように接続孔が設けられ、膜エレメントの処理水導出部が前記接続孔に接続されて管状周壁内側と連通している構成であれば良く、種々の分野（例えば、各種設備で適用されている膜分離技術や配管技術の分野等）の技術常識を適宜適用し、必要に応じて先行技術文献等を適宜参照して設計変形することが可能である。

[0033] ≪本実施形態の一例である膜濾過装置 10≫

図 1～図 4 は、本実施形態による接続構造および当該接続構造を有した膜濾過装置 10 を説明するためのものである。なお、図 1～図 4 において矢印で示す方向のうち、矢印 Z 1 Z 2 方向は、膜濾過装置 10 の設置方向に相当するものであり、矢印 X 1 X 2 方向、矢印 Y 1 Y 2 方向は、それぞれ水平方向を示すものである。また、図 1～図 4 において同様のものには、それぞれ同一符号を引用する等により、詳細な説明を適宜省略する。

[0034] <膜濾過装置 10 の主な構成>

膜濾過装置 10 は、図 1 に示すように複数のフレーム枠（図 1 では後述のフレーム枠 1 a, 1 b, 1 c）が筐体状に組み付けられているラック 1 と、当該ラック 1 内の上段側空間部 1 A, 下段側空間部 1 B でそれぞれ矢印 Y 1 Y 2 方向に延在するように設けられた長尺条状の集水管 2 A, 2 B と、を有している。そして、ラック 1 内には、複数の膜エレメント 3（図 3 に基づいて後述する）が所定間隔を隔てて矢印 Y 1 Y 2 方向（管状周壁軸方向）に並んで配列されている膜モジュール（図 1 では後述の収容部 1 1 A, 1 2 A, 1 1 B, 1 2 B それぞれに収容される膜モジュール；図示省略）が、収容される。

- [0035] 図1に示すラック1は、矢印X1 X2方向に延在する複数のフレーム枠1 aと、矢印Y1 Y2方向に延在する複数のフレーム枠1 bと、矢印Z1 Z2方向に延在する複数のフレーム枠1 cと、が筐体状に組み付けられた構成となっている。ラック1の構成材料においては、特に限定されるものではないが、例えば、ステンレス等の金属材料や、各種樹脂材料等が挙げられ、適宜適用することが可能である。
- [0036] ラック1内の矢印Z2方向側に位置する上段側空間部1 Aにおいては、矢印Z2方向側の位置かつ矢印X1 X2方向の中央側の位置において、集水管2 Aが矢印Y1 Y2方向に延在するように設けられている。そして、上段側空間部1 Aには、集水管2 Aを挟んで対向して位置するように、収容部1 1 A, 1 2 Aが構成されている。
- [0037] ラック1内の矢印Z1方向側に位置する下段側空間部1 Bにおいても、上段側空間部1 Aと同様であって、矢印Z2方向側の位置かつ矢印X1 X2方向の中央側の位置において、集水管2 Bが矢印Y1 Y2方向に延在するように設けられている。そして、下段側空間部1 Bには、集水管2 Bを挟んで対向して位置するように、収容部1 1 B, 1 2 Bが構成されている。
- [0038] 収容部1 1 A, 1 2 A, 1 1 B, 1 2 Bそれぞれは、矢印Z1方向側において、所定距離を隔てて矢印Y1 Y2方向に延在する一对の支持部1 5 a, 1 5 bが設けられており、収容した膜モジュールの各膜エレメント3を支持（例えば後述のフッター3 3を支持）できる構成となっている。
- [0039] 膜モジュールを収容した状態の収容部1 1 A, 1 2 A, 1 1 B, 1 2 Bの水平方向の各側部には、当該膜モジュール外周側を遮蔽するように、遮蔽パネル1 3, 1 4がそれぞれ設けられる。これら遮蔽パネル1 3, 1 4により、例えば後述の散気装置による気泡については、前記収容部1 1 A, 1 2 A, 1 1 B, 1 2 Bの水平方向の各側部から外側に出ないように抑制されることとなる。
- [0040] ラック1の矢印Z1方向側（図1では下段側空間部1 Bの矢印Z1方向側）においては、例えば複数個の空気噴出孔を有した散気装置（図示省略）が

設けられる。例えば、膜濾過装置 10 を液相に浸漬した状態で、当該散気装置の各空気噴出孔から空気を噴き出すことにより、ラック 1 内に気泡を発生させることができる。

[0041] この気泡が、例えば膜モジュールの各膜エレメント 3 の表面に沿って矢印 Z 2 方向に上昇（例えば隣接する膜エレメント 3 間を上昇）し、膜エレメント 3 表面に接触する際にせん断力を発生させることにより、当該膜エレメント 3 表面がエア洗浄（例えば付着物が除去）されることとなる。

[0042] <集水管 2 A, 2 B の構成>

集水管 2 A, 2 B は、図 2, 図 4 に示すように、径方向断面が略円状の内周面 2 1 a を有した長尺条状の管状周壁 2 1 と、管状周壁 2 1 の矢印 Z 2 方向側（管状周壁径方向のうち上方向側）に位置する上方向周壁部 2 2 において矢印 Y 1 Y 2 方向（管状周壁軸方向）に複数個並んで位置するように設けられた接続孔 2 3 と、を主として備えている。

[0043] 管状周壁 2 1 は、上方向周壁部 2 2 において矢印 X 1 X 2 方向（管状周壁径方向のうち水平方向）に肉厚な肉厚部 2 4 が形成され、径方向断面が略台形形状をなしている。

[0044] 接続孔 2 3 は、膜モジュールの各膜エレメント 3 の処理水導出部と対向する位置において、前記肉厚部 2 4 を管状周壁 2 1 の内外方向（X 1 X 2 方向）に貫通するように、設けられている。

[0045] 管状周壁 2 1 の外周面のうち、上方向周壁部 2 2 の接続孔 2 3 の矢印 Z 1 Z 2 方向側の外周縁面（図 2, 図 4 では矢印 Z 1 方向側の外周縁面）の位置には、矢印 Y 1 Y 2 方向に延在した形状の条状溝 2 6 が形成されている。そして、条状溝 2 6 には、当該条状溝 2 6 を溝埋めするように、衝撃緩衝材（例えばラバーシート等）2 6 a が設けられている。この衝撃緩衝材 2 6 a により、例えば管状周壁 2 1 と後述のヘッダー 3 2 とが互いに衝突したとしても、当該衝突により衝撃を緩衝することが可能となる。

[0046] 管状周壁 2 1 は、例えば矢印 Y 1 方向側の端部を開口し、図 1 に示すように当該端部に配管 2 7 等を適宜設けることにより、管状周壁 2 1 内に集水さ

れている処理水を外部（例えば膜濾過装置 10 の後段の処理工程の場所側）に取り出せるように構成することが挙げられる。

[0047] 集水管 2 A, 2 B の形状（例えば管状周壁 21 の外径, 内径や矢印 Y1 Y2 方向の長さ）や接続孔 23 の形状（例えば孔径）や配置個数は、膜エレメント 3 が具備される膜濾過装置 10 の処理水量等に応じて適宜設定することが挙げられる。

[0048] 集水管 2 A, 2 B の構成材料においても、特に限定されるものではないが、例えば、ステンレス等の金属材料や、ポリエチレン, ポリプロピレン, ポリ塩化ビニル等の樹脂材料や、ポリ塩化ビニルと繊維強化プラスチックとの複合材料や、ポリエチレンと繊維強化プラスチックとの複合材料等が挙げられ、これら材料を適宜選択して適用することが可能である。

[0049] また、前記のような構成材料を用い、射出成型, 押出成型, 切削加工等の各種成形技術を適用することにより、図 2, 図 4 に示すような軸方向（矢印 Y1 Y2 方向）に分割することなしに長尺な非分割構造の集水管 2 A, 2 B を構成することが可能である。

[0050] なお、例えば特許文献 1, 2 のように、複数個の筒状体（特許文献 1 では符号 6 で示す筒部、特許文献 2 では符号 10 で示す単位集水部）を軸方向に連設して多段構造（すなわち、軸方向に分割されている構造）の集水管を構成することも可能であるが、各筒状体間にシール材を介在させたり、当該各筒状体を連結する工程が必要になる。また、各筒状体間のシール材が経年劣化した場合には、各筒状体を分離して当該シール材の交換等のメンテナンスが必要になる。

[0051] <膜エレメント 3 の構成>

膜エレメント 3 は、図 3, 図 4 に示すように、濾過本体部 31 と、ヘッダー 32 と、フッター 33 と、を主として備えている。

[0052] 濾過本体部 31 は、固液分離に供されるものであって、例えば平板状の濾過部材を用いて成る。この濾過部材の内部には固液分離により得られた濾過水を流通させる空間として流通路または流通間隙が形成されている。濾過部

材は、濾過機能を有しているものであれば特に限定されるものではなく、種々の態様を適用することが可能である。その一例としては、通水性の平板状の支持体の表面（濾過本体部 31 の矢印 Y1 Y2 方向側の平坦な主面等）に濾過膜が形成されたものが挙げられる。

[0053] ヘッダー 32, フッター 33 は、例えば接着、溶着若しくはモールド形態により、濾過本体部 31 の一端部、他端部に各々液密的に固定することが挙げられる。

[0054] ヘッダー 32 は、濾過本体部 31 の一端部から前記固液分離の処理水を集水する集水部として機能する。ヘッダー 32 の一端部（図 3 では矢印 X2 方向の端部）には、配管状の部材からなる処理水導出部 34 が具備されている。この処理水導出部 34 は、管状周壁 21 の接続孔 23 に嵌装して接続され、膜エレメント 3 で固液分離された処理水を管状周壁 21 内に導出できるように構成されている。

[0055] 図 4 に示す処理水導出部 34 の場合、管状周壁 21 の接続孔 23 に挿入される液密部 34a と、ヘッダー 32 の一端部に設けられ接続孔 23 に嵌め込まれる嵌め込み部 34b と、を有している。液密部 34a の外周面には、当該液密部 34a と接続孔 23 との間を液密に封止する止水部材 34c が装着されている。

[0056] ヘッダー 32 の他端部（図 3 では矢印 X1 方向の端部）は、例えばラック 1 の収容部 11A, 12A, 11B, 12B それぞれに設けられた（例えば矢印 Z2 方向側に設けられた）図外の支持部等によって、適宜支持することが挙げられる。

[0057] フッター 33 においては、当該フッター 33 の両端（矢印 X1 X2 方向の両端）が支持部 15a, 15b によって支持されることとなる。

[0058] 濾過本体部 31, ヘッダー 32, フッター 33 の構成材料においても、特に限定されるものではないが、例えば、固液分離技術に適用されている金属, セラミック等に例示される周知の無機材料または高分子樹脂等に例示される周知の有機材料が挙げられる。また、前記構成材料は、濾過本体部 31,

ヘッダー３２及びフッター３３が膜分離装置として組み込まれた際に、例えば濾過本体部３１の洗浄のための気液混合流によって破損しない程度の強度を有するように、適宜選択して適用することが挙げられる。

[0059] 処理水導出部３４の構成材料には、濾過本体部３１、ヘッダー３２、フッター３３と同様の構成材料を適用することが挙げられる。この処理水導出部３４としては、円筒状の態様が挙げられるが、横断面が円形以外の三角形、四角形に例示される多角形の態様を適用することも可能である。また、嵌め込み部３４ｂをテーパ形状にする等により、液密性の向上に貢献することも可能である。止水部材３４ｃは、例えば水処理技術に採用されているＯリング等に例示される周知の弾性部材を適用することが挙げられる。

[0060] 以上のような膜エレメント３を、収容部１１Ａ、１２Ａ、１１Ｂ、１２Ｂそれぞれに複数個収容する。収容部１１Ａ、１２Ａ、１１Ｂ、１２Ｂでは、各膜エレメント３が、当該各膜エレメント３の濾過本体部３１が対向して位置する姿勢（例えば図３に示すように矢印Ｚ１Ｚ２方向に立設する姿勢）で所定間隔を隔てて矢印Ｙ１Ｙ２方向（管状周壁軸方向）に並んで配列され、当該収容部１１Ａ、１２Ａ、１１Ｂ、１２Ｂそれぞれに膜モジュールが構成されることとなる。

[0061] <接続構造>

管状周壁２１の接続孔２３と膜エレメント３の処理水導出部３４との両者を接続するには、まず、例えば図４に示すように、当該両者が対向して近接した姿勢となるように、管状周壁２１と膜エレメント３を配置する。

[0062] そして、管状周壁２１と膜エレメント３との両者を更に近接する方向に移動させ、処理水導出部３４の液密部３４ａから接続孔２３内に嵌入させていくことにより、接続孔２３と処理水導出部３４との両者を液密に接続でき、当該処理水導出部３４を管状周壁２１内側と連通させることができる。

[0063] <変形例>

管状周壁２１の接続孔２３と膜エレメント３の処理水導出部３４との両者の接続構造においては、図４に示すような態様に限定されるものではなく、

例えば集水管 2 A, 2 B や膜エレメント 3 の構造に応じて適宜変更することが可能である。

[0064] 例えば、図 5 に示すように、管状周壁 2 1 の矢印 Z 1 方向側（管状周壁径方向のうち下方向側）に位置する下方向周壁部 2 5 において、矢印 X 1 X 2 方向（管状周壁径方向のうち水平方向）に肉厚な肉厚部 2 4 が形成され、その下方向周壁部 2 5 の肉厚部 2 4 に接続孔 2 3 が適宜設けられている構造であっても良い。

[0065] この図 5 に示すような接続構造の場合、図 4 に示した接続構造と比較して、管状周壁 2 1 の内周面 2 1 a の矢印 Z 1 方向側（底面側）と、接続孔 2 3 内の矢印 Z 1 方向側（底面側）と、の両者の矢印 Z 1 Z 2 方向の距離が短縮されることとなる。これにより、例えば管状周壁 2 1 内を移動する処理水等において、いわゆる死水域が発生しないように抑制することが可能となる。

[0066] 以上、本発明において、記載された具体例に対してのみ詳細に説明したが、本発明の技術思想の範囲で多彩な変更等が可能であることは、当業者にとって明白なことであり、このような変更等が特許請求の範囲に属することは当然のことである。