

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5732511号
(P5732511)

(45) 発行日 平成27年6月10日 (2015. 6. 10)

(24) 登録日 平成27年4月17日 (2015. 4. 17)

(51) Int. Cl. F 1
G 2 1 F 9/12 (2006.01)
 G 2 1 F 9/12 5 0 1 J
 G 2 1 F 9/12 5 0 1 K

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-221146 (P2013-221146)	(73) 特許権者	000192590
(22) 出願日	平成25年10月24日 (2013.10.24)		株式会社神鋼環境ソリューション
(62) 分割の表示	特願2011-236384 (P2011-236384) の分割		兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号
原出願日	平成23年10月27日 (2011.10.27)	(74) 代理人	100074332
(65) 公開番号	特開2014-44210 (P2014-44210A)		弁理士 藤本 昇
(43) 公開日	平成26年3月13日 (2014.3.13)	(74) 代理人	100114432
審査請求日	平成25年10月24日 (2013.10.24)		弁理士 中谷 寛昭
		(72) 発明者	坂田 和昭
			兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水処理方法及び水処理設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性物質を吸着可能な吸着材に放射性物質を含有する被処理水を接触させて該被処理水の放射性物質の濃度を低下させる水処理方法であって、

吸着材を堆積させてなる吸着材層を備えた吸着処理部において前記被処理水を前記吸着材に接触させて放射性物質の濃度を低下させる第一の吸着処理を実施した後に、該第一の吸着処理がされた被処理水を別の吸着材に接触させて前記濃度をさらに低下させる第二の吸着処理を実施し、該第二の吸着処理に用いた吸着材の放射能濃度が10,000 Bq/kgを超える前に該吸着材を新たな吸着材に取替える吸着材取替工程を実施し、取替えられた前記吸着材を前記吸着材層の吸着材に加えて当該吸着材取替工程以降の前記第一の吸着処理に利用することを特徴とする水処理方法。

10

【請求項2】

前記吸着材取替工程を、前記吸着材の放射能濃度が8,000 Bq/kg以下で実施する請求項1に記載の水処理方法。

【請求項3】

処理する前記被処理水には、放射性物質又は放射性物質により汚染された廃棄物が埋設処理された埋立処分場から浸出する浸出水が含有されている請求項1又は2に記載の水処理方法。

【請求項4】

放射性物質を吸着可能な吸着材が収容され、放射性物質を含有する被処理水が導入され

20

て前記放射性物質が前記吸着材に吸着されて前記被処理水の放射性物質の濃度が低下される吸着処理部が少なくとも2つ備えられている水処理設備であって、

前記吸着処理部の内の第一の吸着処理部が、堆積された吸着材によって形成された吸着材層を備え、該第一の吸着処理部において前記吸着材に放射性物質を吸着させる吸着処理が行われた前記被処理水を第二の吸着処理部に導入させてさらなる吸着処理を実施させるべく用いられ、且つ、前記第二の吸着処理部の吸着材の放射能濃度が10,000 Bq/kgを超える前に該吸着材が新たな吸着材に取替えられて用いられ、該取替えられた前記吸着材を前記第一の吸着処理部の吸着材に加えて該第一の吸着処理部での吸着処理に利用し得るように、前記第一の吸着処理部には、さらに吸着材を収容させるためのスペースが前記吸着材層の上方に設けられていることを特徴とする水処理設備。

10

【請求項5】

前記第二の吸着処理部の吸着材が、前記放射能濃度が8,000 Bq/kg以下で新たな吸着材に取替えられて用いられる請求項4に記載の水処理設備。

【請求項6】

放射性物質又は放射性物質により汚染された廃棄物が埋設処理された埋立処分場から浸出する浸出水を含んだ前記被処理水の処理に用いられる請求項4又は5に記載の水処理設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性物質を含有する被処理水を処理する水処理方法と水処理設備とに関し、より詳しくは、放射性物質を吸着可能な吸着材が用いられた水処理方法と水処理設備とに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、放射能の平和利用が盛んに行われており、平和利用によって生じた放射性廃棄物はガラス化されて埋設処理されたりしている。

このような放射能を利用する施設や、放射性物質により汚染された廃棄物の貯蔵施設や埋立処分場（最終処分場）においては、予期せぬ形で放射性物質を漏洩させてしまうことがあり、地下水及び周辺土壌等を放射能汚染させるおそれを有する。

30

そして、このような放射性物質に汚染された廃棄物の埋立処分場では降雨などが生じると放射性物質を含有する浸出水が生じ、該浸出水に適切な処理がされない場合には汚染領域をさらに拡大させてしまうおそれを有する。

【0003】

この浸出水のような放射性物質を含有する水を処理するための水処理方法としては、吸着材を用いる方法が知られており、放射性物質を含有する水を被処理水とし、放射性物質を吸着可能な吸着材に前記被処理水を接触させて前記被処理水の放射性物質の濃度を低下させる水処理方法が従来知られている。

【0004】

このような水処理方法に関して、例えば、下記特許文献1には吸着処理を実施させるための吸着処理部を吸着材充填塔によって構成させた水処理設備を用いることが記載されており、放射性物質を含有する被処理水を吸着材充填塔において吸着材に接触させて該被処理水の放射性物質の濃度を低下させることが記載されている。

40

また、下記特許文献1には被処理水の吸着処理を実施するための吸着材充填塔以外に、該吸着材充填塔の吸着材を再生する際に発生する再生液に対して吸着処理を行うための吸着材充填塔を備えた水処理設備が記載されている。

なお、下記特許文献1にも記載されているように、従来、この種の水処理方法においては、吸着材の使用量を低減させることが要望されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2000-206291号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ところで、厚生労働省によって定められた「電離放射線障害防止規則」（以下「電離則」ともいう）においては、例えばセシウムでは放射能濃度が10,000 Bq/kgを超えるものに関しては放射性物質として特に厳しい管理が求められており、東京都において定められた放射線障害防止指針などにおいては8,000 Bq/kgを超える飛灰等に関して特別な管理が求められている。

10

【 0 0 0 7 】

従って、前記のような水処理設備においては、設備の管理を容易にさせ得る点において、用いられた吸着材を、前記のような放射能濃度以下の状態で処分することが好ましい。

一方で、このような放射能濃度以下の状態で埋め立て処分するなどして吸着材を使い捨てにしたのでは、いまだ放射性物質の吸着性能を十分に有している吸着材を大量消費させることになり、前記のような要望を満足させることが困難になるという問題を有する。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記のような問題を解決することを課題としており、放射性物質を含有する被処理水の水処理方法において、管理が容易で且つ吸着材の大量消費を抑制させることを課題としている。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するための水処理方法に係る本発明は、放射性物質を吸着可能な吸着材に放射性物質を含有する被処理水を接触させて該被処理水の放射性物質の濃度を低下させる水処理方法であって、

吸着材を堆積させてなる吸着材層を備えた吸着処理部において前記被処理水を前記吸着材に接触させて放射性物質の濃度を低下させる第一の吸着処理を実施した後に、該第一の吸着処理がされた被処理水を別の吸着材に接触させて前記濃度をさらに低下させる第二の吸着処理を実施し、該第二の吸着処理に用いた吸着材の放射能濃度が10,000 Bq/kgを超える前に該吸着材を新たな吸着材に取替える吸着材取替工程を実施し、取替えられた前記吸着材を前記吸着材層の吸着材に加えて当該吸着材取替工程以降の前記第一の吸着処理に利用することを特徴としている。

30

【 0 0 1 0 】

また、上記課題を解決するための水処理設備に係る本発明は、放射性物質を吸着可能な吸着材が收容され、放射性物質を含有する被処理水が導入されて前記放射性物質が前記吸着材に吸着されて前記被処理水の放射性物質の濃度が低下される吸着処理部が少なくとも2つ備えられている水処理設備であって、

前記吸着処理部の内の第一の吸着処理部が、堆積された吸着材によって形成された吸着材層を備え、該第一の吸着処理部において前記吸着材に放射性物質を吸着させる吸着処理が行われた前記被処理水を第二の吸着処理部に導入させてさらなる吸着処理を実施させるべく用いられ、且つ、前記第二の吸着処理部の吸着材の放射能濃度が10,000 Bq/kgを超える前に該吸着材が新たな吸着材に取替えられて用いられ、該取替えられた前記吸着材を前記第一の吸着処理部の吸着材に加えて該第一の吸着処理部での吸着処理に利用し得るように、前記第一の吸着処理部には、さらに吸着材を收容させるためのスペースが前記吸着材層の上方に設けられていることを特徴としている。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、処理後段側における第二の吸着処理に用いた吸着材を取り換える取り換え作業を吸着材の放射能濃度が10,000 Bq/kgを超える前に実施することから、この取り換え作業を電離則等に定められた厳しい管理をすることなく実施することがで

50

きる。

また、本発明によれば、この取り換えた吸着材を第一の吸着処理に利用し得ることからこの吸着材が有している吸着性能を十分に活用させ得る。

従って、吸着材が大量消費されることを抑制させ得る。

なお、取り換えた吸着材を第一の吸着処理の吸着材に加えて利用することで、この第一の吸着処理に用いる吸着材量を増大させることができるため、それまでに比べてこの第一の吸着処理を終えて第二の吸着処理へと流下する被処理水の放射性物質の含有量をそれまでに比べて低減させ得る。

従って、第二の吸着処理に用いる吸着材が取替えを要する放射能濃度に到達するまでの期間の延長を図ることもでき、このことから吸着材が大量消費されることを抑制させ得る。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態に係る水処理設備の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の他実施形態に係る水処理設備の概略構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の他実施形態に係る水処理設備において用いられる逆浸透膜分離装置の膜分離モジュールの概略構成を示す部分断面図である。

【図4】本発明の他実施形態に係る水処理設備の概略構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

20

以下に、本発明の水処理方法に係る第一の実施の形態について、放射性物質の埋設処理された埋立処分場（最終処分場）からの浸出水を被処理水とする場合を例にして、図を参照しつつ説明する。

（第一実施形態）

図1は、第一実施形態において用いる水処理設備の概略構成を示すブロック図であり図中の符号1は、被処理水を浸出させるおそれのある埋立処分場を表し、符号2は、当該埋立処分場1から排出された浸出水を貯留するための受け槽を表している。

そして、符号10、20がそれぞれ放射性物質を吸着可能な吸着材が収容された吸着処理部であり、10が水処理の前段側において被処理水を吸着処理するための第一の吸着処理部（以下「第一吸着処理部」ともいう）であり、20が水処理の後段側において前記第一吸着処理部で第一の吸着処理がなされた被処理水に対して第二の吸着処理を実施させるための第二の吸着処理部（以下「第二吸着処理部」ともいう）である。

30

さらに、破線Aは、本実施形態の水処理設備において放射能濃度及び数量に基づく管理を行う管理区域を表している。

この図にも示されているように、本実施形態においては、第一吸着処理部10が管理区域内に設置されており、第二吸着処理部20などのその他のものは管理区域外に設けられている。

【0014】

本実施形態の水処理設備には、図1に示すように、前記第一吸着処理部10から順に、一次処理水貯留部30、pH調整部40、硝化部50、脱窒部60、凝集沈殿部70、中和部80、砂濾過部90、及び、キレート処理部100が備えられており、該キレート処理部100の下流側に前記第二吸着処理部20が備えられている。

40

また、本実施形態の水処理設備には、該第二吸着処理部20の下流側に、順に、限外濾過部110、及び、消毒部120が備えられており、本実施形態の水処理設備は、該消毒部120における処理を終えた水を処理水として系外に放出しうるように構成されている。

【0015】

前記第二吸着処理部20は、吸着材を収容するための容器と、該容器に収容させた吸着材とを有する吸着塔によって構成されており、該吸着塔は、前記容器の一方から導入された被処理水を、該容器内部の吸着材に接触させながら容器の他方側に移動させて排出すべ

50

く構成されている。

また、前記吸着塔は、この被処理水と吸着材との接触によって被処理水に含有される放射性物質が前記吸着材に吸着されて該被処理水の放射性物質の濃度が低下されるように構成されている。

【 0 0 1 6 】

なお、この第二吸着処理部 2 0 においては、吸着させる放射性物質が、放射性セシウム、放射性ヨウ素、放射性ストロンチウムなどの場合には、前記容器に収容させるための吸着材としては、ゼオライトなどのアルミノケイ酸塩鉱物；雲母やセリサイトなどのフィロケイ酸塩鉱物；フェロシアン化カリウム、フェロシアン化コバルト、フェロシアン化鉄などのフェロシアン化合物などを好適に採用することができる。

10

なお、これらの物質は、吸着材として利用する際には、単独で用いても、複数混合して用いてもよい。

その場合には、これらを粉末や該粉末を焼結させた多孔質材の形態で利用することができる。

一方で、容器については、放射線によって大きな物性低下を生じないようなものであれば特にその材質が限定されるものではない。

【 0 0 1 7 】

このような吸着塔によって構成される第二吸着処理部 2 0 に対し、前記第一吸着処理部 1 0 は、前記第二吸着処理部 2 0 の吸着塔において吸着材を収容している容器の数倍から数十倍以上の容積を有するコンクリート製の槽（以下「コンクリート槽」ともいう）によって構成されている。

20

なお、第一吸着処理部 1 0 のコンクリート槽は、前記埋立処分場の一部に一定厚みを有するコンクリートによって周壁と底面壁とを形成させる形で設けられており、その内外が完全に隔離されるようにして設けられている。

また、第一吸着処理部 1 0 は、コンクリート槽中に一定の堆積厚みとなるように吸着材を収容させて内部に前記吸着材による吸着材層を形成させているとともに、地上部から前記吸着材層を通る形でコンクリート槽の槽底に向かって延びる吸引管を有している。

なお、前記吸着材層を形成させるための吸着材としては、第二吸着処理部 2 0 に関して説明したものと同一ような材質のものを採用することができる。

ただし、第一吸着処理部 1 0 において用いる吸着材は、第二吸着処理部 2 0 において用いる吸着材と同じである必要はなく、形状や材質等を第二吸着処理部 2 0 において用いる吸着材と異ならせていてもよい。

30

また、逆に、第二吸着処理部 2 0 と用いる吸着材を共通させて、第二吸着処理部 2 0 と全く同じ吸着材で前記吸着材層を形成させてもよい。

【 0 0 1 8 】

そして、本実施形態においては、第一吸着処理部 1 0 は、前記埋立処分場から降雨等によって浸出した浸出水を被処理水とし、該被処理水を前記受け槽 2 を経由させて前記コンクリート槽の上部から導入させるとともに前記吸着材層を通過した被処理水を前記コンクリート槽の底部から前記吸引管を通じて地上に汲み上げて一次処理水として前記一次処理水貯留部 3 0 に流下させ得るように構成されている。

40

即ち、第一吸着処理部 1 0 は、前記吸着材層を通過する被処理水中の放射性物質を前記吸着材に吸着させて該被処理水の放射性物質の濃度を低下させ得るように構成されている。

【 0 0 1 9 】

また、当該第一吸着処理部 1 0 を構成しているコンクリート槽は、前記吸着材層の上側に十分な収容スペースを有しており、後述するように前記第二吸着処理部 2 0 の吸着材を新しいものに入れ替えた際にそれまで第二吸着処理部 2 0 で用いていた吸着材をこの吸着材層の上に新たに堆積させてこのコンクリート槽中での吸着処理に利用し得るようになっている。

【 0 0 2 0 】

50

なお、本実施形態においては、放射性物質を吸着材に吸着させた後の吸着処理水をコンクリート槽内に設けた吸引管を通じてコンクリート槽から汲み上げるような態様を第一吸着処理部 10 における第一の吸着処理の具体的な方法として例示しているが、前記コンクリート槽の底部に排出口を設けてコンクリート槽の底部から吸着処理された水を排出させてもよい。

ただし、当該第一吸着処理部は、最終的には完全に外界と遮断された閉鎖空間となるように構成されることが好ましい点において、底部に排出口などを設けない方が好ましく、前記のような上部側にのみ開口を有するコンクリート槽を採用することが好ましい。

【0021】

前記一次処理水貯留部 30 は、前記第一吸着処理部 10 で吸着処理された吸着処理水を次段以降の処理に供するのに際してその流量や水質を安定化させるための調整槽を備えている。

10

また、前記 pH 調整部 40 は、前記一次処理水貯留部 30 から導入される被処理水を一旦貯留するための pH 調整槽と、該 pH 調整槽中の被処理水を生物学的な硝化脱窒処理を実施するのに適した pH となるように調整するための pH 調整機構とを有している。

そして、前記硝化部 50 は、前記 pH 調整部 40 から導入される被処理水中に含まれている有機性窒素やアンモニア性窒素などを生物学的に酸化して硝酸性窒素や亜硝酸性窒素に変化させるための硝化槽を備えており、前記脱窒部 60 は、前記硝化部 50 から導入される被処理水中の硝酸性窒素や亜硝酸性窒素を還元して窒素ガスに変化させるための脱窒槽を備えている。

20

【0022】

前記凝集沈殿部 70 は、前記脱窒部 60 において生物学的な処理に用いた活性汚泥などの浮遊物を凝集沈殿させるための沈殿槽を備えている。

そして、前記中和部 80 は、前記凝集沈殿部 70 から導入された被処理水を中和処理するための処理水槽を備え、前記砂濾過部 90 は、前記中和部 80 から導入された被処理水の懸濁物質をさらに除去するために設けられている。

前記キレート処理部 100 は、前記第二吸着処理部 20 に導入させる被処理水に重金属イオン等が含有されている場合にこれをキレート剤で捕捉させるために前記第二吸着処理部 20 の前段側に設けられている。

【0023】

30

前記第二吸着処理部 20 の下流側に設けられた前記限外濾過部 110 は、仮に第二吸着処理部 20 から吸着材粒子が漏洩した場合でもこれを限外濾過膜によって捕捉し、被処理水の放射性物質濃度をより確実に基準値以下に抑制させるべく備えられている。

本実施形態に係る水処理設備は、この限外濾過部 110 の限外濾過膜を通過した透過水に前記消毒部 120 で消毒処理を行って消毒後の水を処理水として系外に放流し得るように構成されている。

【0024】

このような水処理設備を用い、前記浸出水を被処理水として処理することで、該被処理水を前記第一吸着処理部 10 から前記消毒部 120 まで順に流下させる間に前記第一吸着処理部 10 において前記吸着材層を形成している吸着材に接触させて放射性物質の濃度を低下させる第一の吸着処理を実施させることができ、該第一の吸着処理がされた被処理水を前記第二吸着処理部 20 の吸着塔において再び第一吸着処理部 10 とは別の吸着材に接触させて前記濃度をさらに低下させる第二の吸着処理を実施させることができる。

40

しかも、本実施形態においては、被処理水を前記第一吸着処理部 10 から前記消毒部 120 まで順に流下させる間に前記浸出水に含有されている放射性物質とは別の重金属や有機性窒素等を除去させることができる。

【0025】

このような水処理方法においては、前記第二吸着処理部 20 の吸着材が、その放射能濃度が 10, 000 Bq/kg 以下、好ましくは 8, 000 Bq/kg 以下の状態で新たな吸着材に取替える吸着材取替工程を実施することが当該水処理方法を簡便なものとする上

50

において重要である。

即ち、上記のような放射能濃度を示す状態において第二吸着処理部 20 の吸着材を取り扱うことで、この吸着材の取り扱いに厳重な管理を行う必要性を低減させることができる。

なお、第二吸着処理部 20 の吸着材が過度に放射能濃度が低い状態で前記吸着材取替工程を実施すると当該吸着材取替工程を頻繁に実施しなければならなくなり、水処理を実施する上での効率面から好ましいものではない。

従って、前記吸着材取替工程は、第二吸着処理部 20 の吸着材の放射能濃度が $6,400 \text{ Bq/kg}$ 以上の状態で実施することが好ましい。

【0026】

なお、第二吸着処理部 20 の吸着材が、どの程度の放射能濃度となっているかについては、例えば、一次処理水貯留部 30 において調整槽に貯留されている吸着処理水の水質を定期的に分析して放射性物質の含有量をモニタリングするとともに、該調整槽から流下される水量をモニタリングして予測することができる。

即ち、第二吸着処理部 20 を通過する水には、殆ど放射性物質が含有されていない状態となるため、前記調整槽から流下する被処理水に含まれる放射性物質の略全量が第二吸着処理部の吸着材に吸着されることになる。

従って、この放射性物質の全量を前記吸着塔に収容されている吸着材の合計質量で割れば当該吸着材の放射能濃度を求めることができ、吸着材取替工程を実施するタイミングを把握することができる。

【0027】

ただし、通常、水質の測定には時間を要することから、別の方法として、第二吸着処理部近傍の空間線量を測定することで、予め準備した吸着量と空間線量の関係性のデータと比較することによって吸着塔内部の放射能濃度を推定する方法を採用することもできる。

この方法によれば、空間線量はすぐに測定することができるため、当該測定時点の吸着量を反映でき、交換のタイミングを正確に管理出来る。

なお、吸着量と空間線量の関係は吸着材毎に異なる場合があるため、それぞれの吸着材毎にデータを測定しておくことが好ましい。

【0028】

また、本実施形態の水処理方法においては、この吸着材取替工程において取替えられた第二吸着処理部 20 の前記吸着材を前記第一吸着処理部 10 での吸着処理に利用することが吸着材の消費量を抑制させる上において重要である。

即ち、第二の吸着処理に用いられた吸着材は、放射能濃度が $10,000 \text{ Bq/kg}$ 以下、場合によっては、 $8,000 \text{ Bq/kg}$ 以下で新たなものに取り換えられるが、通常、この程度の放射能濃度であれば、いまだに十分な吸着性能を有しているために、これを第一の吸着処理において有効に活用することが本実施形態の水処理方法において重要な要素となる。

【0029】

本実施形態においては、前記第一吸着処理部 10 における吸着材の収容スペースが、前記第二吸着処理部 20 における吸着材の収容スペースに比べて格段に大きいことから、数回、あるいは、数十回の吸着材取替工程を実施しても該吸着材取替工程前に吸着塔に収容されていた古い吸着材を第一吸着処理部 10 のコンクリート槽に収容させることができる。

ここで、第二吸着処理部 20 においてそれまで用いられていた吸着材を前記第一吸着処理部 10 の吸着材に加えて該第一吸着処理部の吸着材層の厚みを増大させることで、それまでに比べて第一吸着処理部 10 における放射性物質の吸着量を増大させることができ、同じような放射性物質の濃度の浸出水が発生していた場合でも、吸着材取替工程後（取り換えた吸着材の第一吸着処理部への収容後）において一次処理水貯留部 30 に向けて流下される被処理水の放射性物質の濃度を低減させることができる。

【0030】

即ち、第一吸着処理部 10 は吸着材取替工程後に吸着処理に利用される時間の経過とともに放射性物質の吸着性能が低下するが、その後、吸着材取替工程により吸着材が追加されるので第一吸着処理部全体としての吸着性能がこの吸着材取替工程時点で向上されることになる。

【0031】

なお、この第一吸着処理部 10 のコンクリート槽に第二吸着処理部 20 から吸着材を持ち込めなくなった場合には、コンクリート槽内にコンクリートを導入し、吸着材とコンクリートとを混合して不溶化処理を施すとともにコンクリート槽の上部もコンクリートで蓋をして完全に外界と遮断された閉鎖空間とさせればよい。

そして、埋立処分場に、（例えば、閉鎖させた第一吸着処理部の隣の区画に）新たに第一吸着処理部を設けて水処理を継続させればよい。

このように、本実施形態においては、基本的に第一吸着処理部のみを管理区域として水処理を行うことができ、放射能濃度が 10, 000 Bq/kg を超える状態で第二吸着処理部の吸着材を取り換える場合に比べて管理を容易にすることができる。

【0032】

次いで、図 2 を参照しつつ、本発明の水処理方法に係る第二の実施の形態について説明する。

なお、第一実施形態と共通する構成等に関しては、ここでは説明を割愛する。

（第二実施形態）

この第二実施形態においては、前記第一吸着処理部 10 と、前記第二吸着処理部 20 との間に逆浸透膜分離装置を備えた膜分離部 200 と、該膜分離部 200 の前段側に設けられた保安フィルター部 130 とが備えられている点において第一実施形態とは用いる水処理設備を異ならせている。

また、この第二実施形態においては、水中に含まれる塩類や放射性物質が水を蒸発させることによって濃縮される蒸発濃縮部 160 と該蒸発濃縮部 160 で蒸発された水が凝縮された凝縮水を貯留する凝縮水貯留部 170 がさらに備えられている点において第一実施形態とは用いる水処理設備を異ならせている。

そして、本実施形態においては、前記第一吸着処理部 10 で吸着処理がされた吸着処理水を、前記放射性物質の濃度を向上させた濃縮水と、前記濃度を低下させた透過水とに逆浸透膜を用いて膜分離する膜分離工程を 2 段階に設けられた逆浸透膜分離装置で実施させうように前記膜分離部 200 が構成されている。

即ち、本実施形態においては、前記第一吸着処理部 10 で吸着処理がされた吸着処理水を濃縮水と透過水とに分離するための第一膜分離装置 140 と、該第一膜分離装置 140 の透過水を逆浸透膜を用いてさらに濃縮水と透過水とに膜分離するための第二膜分離装置 150 の 2 つの逆浸透膜分離装置を備えた膜分離部 200 が備えられている。

【0033】

そして、この第二実施形態においては、前記第二膜分離装置 150 の透過水を処理水として系外に放出させ得るように水処理設備が構成されており、該第二膜分離装置 150 の濃縮水は、前記第一膜分離装置 140 の濃縮水とともに前記第二吸着処理部 20 において吸着処理が行われるように前記水処理設備が構成されている。

なお、本実施形態の水処理設備は、第二吸着処理部 20 において吸着処理が行われた後の吸着処理水が、前記蒸発濃縮部 160 において塩類や放射性物質が除去された後に、前記凝縮水として系外に排出されるか、再び、第一吸着処理部 10 か、又は、その上流側に返送されるように構成されている。

【0034】

前記第一膜分離装置 140 は、平面膜型モジュールを有し、膜分離を行う被処理水によって平面状の逆浸透膜の表面に乱流が形成されるような逆浸透膜分離装置であることが好ましく、前記第二膜分離装置 150 は、スパイラル型逆浸透膜モジュール、中空糸型逆浸透膜モジュール又はプリーツ型逆浸透膜モジュールを有する逆浸透膜分離装置であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

この平面膜型モジュールを有する前記逆浸透膜分離装置としては、図 3 に例示されるような、複数のスペーサー 7 が配され、それぞれのスペーサー 7 間に逆浸透膜（平面膜 6）が介装された平面膜型モジュール 4 を備えたものが挙げられる。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示される平面膜型モジュール 4 は、ディスクタイプの平面膜と、ディンプルの付いたスペーサーとが、交互に積層された構造からなるものである。

具体的には、平面膜型モジュール 4 は、円筒状の逆浸透膜モジュール本体 5 内に、円板状の平面膜（逆浸透膜）6 が同じく円板状のスペーサー 7 の間に設けられた逆浸透膜部 8 が複数組積層されて構成されている。

10

前記逆浸透膜分離装置は、逆浸透膜モジュール本体 5 の内周面に被処理水を導入する被処理水流路 9 が設けられており、被処理水流路 9 から逆浸透膜の周囲に被処理水が導入され、該被処理水の導入によって平面膜 6 の表面において前記被処理水による乱流が形成されるように構成されている。

また、逆浸透膜部 8 の上部にはエンドプレート 3 が設けられ、浸透圧以上の圧力に耐えられるようになっている。

図 3 に示される平面膜型モジュール 4 において、透過水パイプ 1 1 は、逆浸透膜部 8 の中央部に貫通されている。

該平面膜型モジュール 4 は、前記透過水パイプ 1 1 により、逆浸透膜によって分離された透過水が排出され、濃縮水パイプ 1 2 により、各逆浸透膜によって濃縮された濃縮水がモジュール本体 5 外へ排出されるように構成されている。

20

【 0 0 3 7 】

二段構えとした膜分離装置の前段側にこのような平面膜型モジュールを有する前記逆浸透膜分離装置を設けるのが好ましいのは、後段側のスパイラル型逆浸透膜モジュール、中空系型逆浸透膜モジュール又はブリーツ型逆浸透膜モジュールを有する逆浸透膜分離装置に比べて膜面への付着物の形成が抑制されるためである。

一方で、後段側においては平面膜型モジュールを有する前記逆浸透膜分離装置の透過水が導入されるため、膜面に付着物が形成されるおそれが低く、装置の大きさに対して膜面積を広く確保することが容易なスパイラル型逆浸透膜モジュール、中空系型逆浸透膜モジュール又はブリーツ型逆浸透膜モジュールを有する逆浸透膜分離装置を用いることが好ましい。

30

【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態においては、膜分離により塩類及び放射性物質が濃縮水側に濃縮される。

そのため、本実施形態においては、系内の塩類循環を防止するために、前記蒸発濃縮部 1 6 0 において第二吸着処理部 2 0 通過後の水についての蒸発濃縮処理を行い、塩分を固化処理することで、系内の塩類循環を防止するようにしている。

ただし、ここで固化される成分に放射性物質が 1 0 , 0 0 0 B q / k g を超える濃度で含有されると、特別な管理が必要になるおそれがあることから、蒸発濃縮処理は得られる固体が 1 0 , 0 0 0 B q / k g 以下、より好ましくは 8 , 0 0 0 B q / k g 以下の放射能濃度となるように実施することが好ましい。

40

このような処理を実施する場合、蒸発した水分は前記凝縮水貯留部 1 7 0 を通じて排出しても良いし、前記第一吸着処理部 1 0、前記一次処理水貯留部 3 0 などのいずれか、又は、これらを含む複数個所に返送して循環させても良い。

また、第二吸着処理部 2 0 通過後の水は、一部をそのまま循環させて、残りの一部を蒸発濃縮処理しても良い。

【 0 0 3 9 】

第一実施形態においては、浸出水に含まれる有機性窒素等を生物学的に処理させていたために、余剰汚泥等が生じた際にその処理を必要とするが、本実施形態のごとく、逆浸透膜分離装置 1 4 0 , 1 5 0 を設けて十分に放射性物質の濃度が低下された透過水や凝縮水

50

のみを系外に放出させるようにすることで、余剰汚泥等の余分な処理対象物が生じることを抑制させ得る。

【0040】

(その他の実施形態)

本発明は、上記の第一実施形態や第二実施形態のみにその実施形態が限定されるものではない。

これらの実施形態に対して従来公知の技術事項を適宜付加したり、これらの実施形態において例示した各構成の内、本発明の本質的な部分ではないものについてはこれを適宜削除することもできる。

さらには、上記の第一実施形態や第二実施形態の構成を同種の機能を有するものに変更したり、処理の流れにおける各構成の順番を入れ替えたりすることも可能である。

例えば第一実施形態においてはキレート処理部を第二吸着処理部の前段に配置しているが、キレート剤が放射能物質を吸着して汚染する可能性が高く、またキレート剤が汚染されることが好ましくない場合は、前記キレート処理部を第二吸着処理部の後段に設置しても良い。

【0041】

また、例えば、第二実施形態においては、第二膜分離装置150の濃縮水を第一膜分離装置140の濃縮水とともに第二吸着処理部20に導入させているが、この第二膜分離装置150の濃縮水には、通常、放射性物質が極僅かにしか含有されないことからこの濃縮水を第二吸着処理部20に導入させることなく、一次処理水貯留部30の調整槽に返送したりしてもよい。

【0042】

さらに、第二実施形態において、逆浸透膜が放射性物質によって劣化して通常よりも過度に耐用期間が短くなるようなおそれがある場合には、図4に例示するように第二吸着処理部20を膜分離部200の前段側に設けるようにしてもよい。

また、第二実施形態において、第一膜分離装置140によって十分に放射性物質を除去しうる場合は、第二膜分離装置150を設けない構成としてもよい。

一方で、実際の使用において、安全のために膜分離部の後段においてセーフティネットとして第三の吸着処理部を設けて排出される透過水を処理するようにしてもよい。

即ち、逆浸透膜に予期せぬ破損等が生じて透過水側に放射性物質が漏洩した場合を想定して前記第三の吸着処理部によってセーフティネットを構成させてもよい。

さらに、図2や図4の実施形態のように逆浸透膜を利用する場合、濃縮水に対して蒸発濃縮処理を行う構成としているが、この構成は必須では無い。即ち、濃縮水中の塩濃度が問題とならない場合、蒸発濃縮処理を行わずに返送する構成としてもよい。

【0043】

また、第一吸着処理部10から流下した被処理水を調整槽に貯留させるのではなく、第一吸着処理部10の上流側に調整槽を設け、浸出水を予め当該調整槽に導入させて第一吸着処理部10へ流下させる被処理水の量や水質を調整させるようにしてもよい。

また、本実施形態においては、処理対象物を放射性物質の埋設処理された土壌からの浸出水としているが、本発明はこのような被処理水以外の水処理にも有用なものである。

なお、埋立処分地においては、上述した通り当該敷地の一角を管理区域として管理すると共に、当該区域に第一吸着処理部を設置することによって、管理を安全かつ容易に行えるという利点がある。

【0044】

さらには、ここではこれ以上の詳述を行わないが、上記例示以上の変更を加え得ることは説明するまでもなく当然の事柄である。

【符号の説明】

【0045】

4 平面膜型モジュール

6 平面膜

10

20

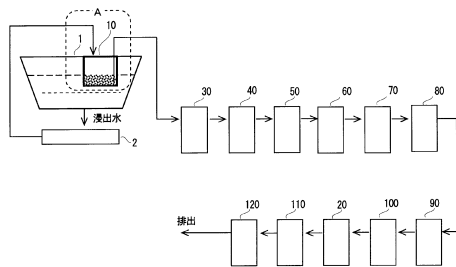
30

40

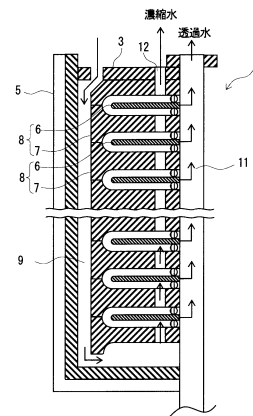
50

- 7 スペーサー
- 9 被処理水流路
- 10 第一吸着処理部
- 20 第二吸着処理部
- 30 一次処理水貯留部
- 40 pH調整部
- 50 硝化部
- 60 脱窒部
- 70 凝集沈殿部
- 80 中和部
- 90 砂濾過部
- 100 キレート処理部
- 110 限外濾過部
- 120 消毒部
- 140 第一膜分離装置
- 150 第二膜分離装置
- 200 膜分離部

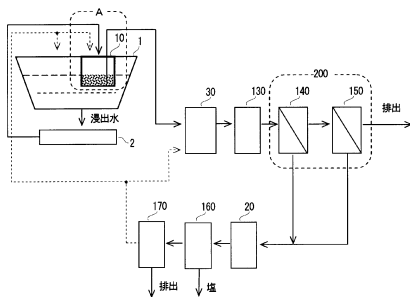
【図1】



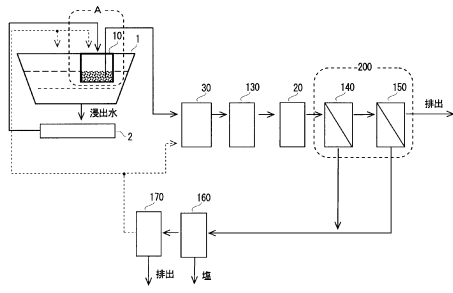
【図3】



【図2】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 谷田 克義
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内
- (72)発明者 前背戸 智晴
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1番4号 株式会社神鋼環境ソリューション 技術研究所内
- (72)発明者 野下 昌伸
兵庫県神戸市中央区脇浜町1-4-78 株式会社神鋼環境ソリューション 本社内
- (72)発明者 大迫 政浩
茨城県つくば市小野川16-2 独立行政法人国立環境研究所内
- (72)発明者 蛭江 美孝
茨城県つくば市小野川16-2 独立行政法人国立環境研究所内

審査官 山口 敦司

- (56)参考文献 特開平10-221491(JP,A)
特開昭62-047595(JP,A)
特開2001-321767(JP,A)
特開昭53-016464(JP,A)
特開2000-225390(JP,A)
特開2002-346548(JP,A)
特開昭63-224787(JP,A)
特開平11-216441(JP,A)
特開2005-319456(JP,A)
特開2002-126714(JP,A)
国際公開第03/022748(WO,A1)
特開平06-226255(JP,A)
特開2005-186047(JP,A)
実開昭57-076893(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21F 9/12
C02F 1/28