

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5715992号
(P5715992)

(45) 発行日 平成27年5月13日(2015.5.13)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(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	9/04	(2006.01)	G 2 1 F	9/12	5 0 1 B	
G 2 1 F	9/28	(2006.01)	G 2 1 F	9/04	Z	
G 2 1 F	9/06	(2006.01)	G 2 1 F	9/28	Z	
			G 2 1 F	9/28	5 2 1 A	
						請求項の数 6 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-156858 (P2012-156858)
 (22) 出願日 平成24年7月12日(2012.7.12)
 (65) 公開番号 特開2014-20806 (P2014-20806A)
 (43) 公開日 平成26年2月3日(2014.2.3)
 審査請求日 平成26年4月2日(2014.4.2)

早期審査対象出願

前置審査

(73) 特許権者 000192590
 株式会社神鋼環境ソリューション
 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号
 (74) 代理人 100074332
 弁理士 藤本 昇
 (74) 代理人 100114432
 弁理士 中谷 寛昭
 (72) 発明者 谷田 克義
 兵庫県神戸市西区室谷1丁目1-4 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】 放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水の処理方法であって、
 1 mm以上2 mm以下の粒子径になるように、且つ、固めた前後で組成を変化させないように粒状に固めた紺青を含む吸着塔に前記放射性セシウム含有水を供給して、前記放射性セシウム含有水に含有される放射性セシウムを前記紺青に吸着する工程と、
 前記吸着する工程後に、前記吸着塔から漏出する紺青を捕獲する工程とを備え、
 前記捕獲する工程では、2 μm以上10 μm以下の孔径を有するフィルターを用い、前記吸着塔から漏出する紺青を捕獲する、放射性セシウム含有水の処理方法。

【請求項2】

放射性セシウムを含有する飛灰と水とを混合して、スラリーを形成する工程と、
 前記スラリーを固液分離して、分離水を形成する工程と、
 前記分離水を逆浸透膜装置に供給して、逆浸透膜処理により透過水及び濃縮水を生成する工程と、

前記濃縮水を放射性セシウム含有水として、請求項1に記載の放射性セシウム含有水の処理方法により前記濃縮水を処理する工程とを備えた、飛灰の処理方法。

【請求項3】

前記分離水を形成する工程では、フィルタープレスまたはベルトプレスを用いて固液分離し、

前記透過水を前記フィルタープレスまたはベルトプレスに供給する、請求項2に記載の

飛灰の処理方法。

【請求項 4】

放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水の処理装置であって、

前記放射性セシウム含有水に含有される放射性セシウムを吸着する 1 mm 以上 2 mm 以下の粒子径になるように、且つ、固めた前後で組成を変化させないように粒状に固めた紺青を含む吸着塔と、

前記吸着塔の出口側に配置され、前記吸着塔から漏出する紺青を捕獲するための捕獲部とを備え、

前記捕獲部は、2 μm 以上 10 μm 以下の孔径を有するフィルタを含む、放射性セシウム含有水の処理装置。

10

【請求項 5】

放射性セシウムを含有する飛灰と水とを混合してスラリーを形成する混合槽と、

前記スラリーを固液分離して分離水を形成する固液分離装置と、

前記分離水が供給され、逆浸透膜処理により透過水及び濃縮水を生成する逆浸透膜装置と、

請求項 4 に記載の放射性セシウム含有水の処理装置とを備え、

前記放射性セシウム含有水の処理装置は、前記濃縮水を前記放射性セシウム含有水として用いるように構成されている、飛灰の処理装置。

【請求項 6】

前記固液分離装置は、フィルタープレスまたはベルトプレスを含み、

前記フィルタープレスまたはベルトプレスは、前記透過水が供給されるように構成されている、請求項 5 に記載の飛灰の処理装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置に関し、より特定的には、放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、污泥、ごみなどを焼却して生成される飛灰中に放射性セシウムが含有されている場合があり、このような飛灰を処理する必要が生じている。放射性セシウムを含有する飛灰を処理する方法として、例えば、非特許文献 1 に開示の以下の技術がある。

【0003】

具体的には、非特許文献 1 には、灰洗浄方式として、飛灰と水とが溶解槽に供給され、洗浄装置で洗浄され、フィルタープレスで脱水ケーキと分離水が生成され、分離水は逆浸透（RO）膜装置に供給され、濃縮水は吸着装置に供給され、放射性セシウムが吸着された非溶出性吸着材は埋立て処理される技術が開示されている。

【先行技術文献】

40

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】（独）国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター、“8,000 Bq / kg 超のばいじんの洗浄技術について”、[online]平成 24 年 3 月 17 日、環境省、[平成 24 年 6 月 8 日検索]、インターネット<URL: http://www.env.go.jp/jishin/attach/haikihyouka_kentokai/12-mat_5.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記非特許文献 1 に開示された技術では、吸着装置に収容される吸着材が紺青の場合に

50

、放射性セシウムを含有する濃縮水を十分に処理できないという問題があることを本発明者は鋭意研究の結果見出した。

【0006】

本発明は、吸着材として紺青を用いた場合に、放射性セシウム含有水及び飛灰を効果的に処理することができる、放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者が鋭意研究した結果、吸着材として紺青を用いた時に、放射性セシウム含有水中の放射性セシウムを十分に処理できないという問題は、紺青は微粉であるため、紺青が吸着塔から漏出する（リークする）ことに起因することを見出した。吸着材としての紺青は放射性セシウム含有水中の放射性セシウムを吸着しているので、紺青が吸着塔から漏出すると、放射性セシウムを十分に処理することができない。そこで、本発明者は、上記問題を解決するべく鋭意研究した結果、本発明を完成させた。

【0008】

すなわち、本発明の放射性セシウム含有水の処理方法は、放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水の処理方法であって、紺青を含む吸着塔に該放射性セシウム含有水を供給して、該放射性セシウム含有水に含有される放射性セシウムを該紺青に吸着する工程と、該吸着する工程後に、該吸着塔から漏出する紺青を捕獲する工程とを備えている。

【0009】

本発明の放射性セシウム含有水の処理装置は、放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水の処理装置であって、該放射性セシウム含有水に含有される放射性セシウムを吸着する紺青を含む吸着塔と、該吸着塔の出口側に配置され、該吸着塔から漏出する紺青を捕獲するための捕獲部とを備えている。

【0010】

本発明の放射性セシウム含有水の処理方法及び処理装置によれば、放射性セシウムを含有する放射性セシウム含有水中の放射性セシウムを吸着塔で紺青に吸着でき、微粉の紺青が吸着塔から漏出した場合であっても、吸着塔の出口側に配置された捕獲部において、漏出した紺青を捕獲することができる。このように、本発明の放射性セシウム含有水の処理方法及び処理装置は、放射性セシウム含有水中の放射性セシウムを吸着塔内の紺青に吸着させると共に、吸着塔から紺青が漏出した場合であっても、放射性セシウムが吸着した紺青を捕獲部で捕獲できる。したがって、吸着材として紺青を用いた場合に、放射性セシウム含有水を効果的に処理することができる。

【0011】

なお、本明細書において、紺青とは、フェロシアン化鉄（ $C_{18}Fe_7N_{18}$ ）やプルシアンプルーとも呼ばれ、紺青の担持物、紺青の造粒物などの紺青に由来した物を含む。

【0012】

上記放射性セシウム含有水の処理方法において好ましくは、上記捕獲する工程では、限外ろ過（UF）膜装置及び精密ろ過（MF）膜装置の少なくとも一方を用いて上記吸着塔から漏出する紺青を捕獲する。

【0013】

上記放射性セシウム含有水の処理装置において好ましくは、上記捕獲部は、限外ろ過膜（UF）装置及び精密ろ過（MF）膜装置の少なくとも一方である。

【0014】

UF膜及びMF膜は、吸着塔から漏出する紺青をより効果的に捕獲することができるので、吸着材として紺青を用いた場合に、放射性セシウム含有水をより効果的に処理することができる。

【0015】

上記放射性セシウム含有水の処理方法において好ましくは、上記捕獲する工程では、0.01 μm 以上10 μm 以下の孔径を有するフィルタを用いて上記吸着塔から漏出する紺

10

20

30

40

50

靑を捕獲する。

【0016】

上記放射性セシウム含有水の処理方法において好ましくは、上記捕獲部は、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の孔径を有するフィルタを含む。

【0017】

本発明者が鋭意研究した結果、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の孔径を有するフィルタを用いることにより、吸着塔から漏出する紺靑の約90%以上を捕獲できることを見出した。したがって、 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の孔径を有するフィルタを用いることにより、吸着塔から漏出する紺靑をより効果的に捕獲することができる。

【0018】

上記放射性セシウム含有水の処理装置及び上記放射性セシウム含有水の処理方法において好ましくは、上記フィルタは、UF膜及びMF膜の少なくとも一方である。

【0019】

粒径が $0.01\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の紺靑を捕獲するフィルタとしてUF膜及びMF膜の少なくとも一方を用いることにより、吸着塔から漏出する紺靑をより効果的に捕獲する処理装置及び処理方法を実現できる。

【0020】

本発明の飛灰の処理方法は、放射性セシウムを含有する飛灰と水とを混合して、スラリーを形成する工程と、該スラリーを固液分離して、分離水を形成する工程と、該分離水を逆浸透(RO)膜装置に供給して、RO膜処理により透過水及び濃縮水を生成する工程と、該濃縮水を放射性セシウム含有水として、上記のいずれかの放射性セシウム含有水の処理方法により濃縮水を処理する工程とを備えている。

【0021】

本発明の飛灰の処理装置は、放射性セシウムを含有する飛灰と水とを混合してスラリーを形成する混合槽と、該スラリーを固液分離して分離水を形成する固液分離装置と、該分離水が供給され、RO膜処理により透過水及び濃縮水を生成する逆浸透(RO)膜装置と、上記いずれかの放射性セシウム含有水の処理装置とを備え、該放射性セシウム含有水の処理装置は、該濃縮水を放射性セシウム含有水として用いるように構成されている。

【0022】

本発明の飛灰の処理方法及び処理装置によれば、混合槽において飛灰中の放射性セシウムを水に溶解した状態のスラリーを形成し、このスラリーを固液分離装置で放射性セシウムが除去された飛灰と、放射性セシウムを含有する分離水とに分離できる。この分離水中の放射性セシウムをRO膜装置でRO膜処理することで、放射性セシウムを含有する濃縮水を生成でき、この濃縮水中の放射性セシウムを吸着塔で紺靑に吸着することができる。紺靑が吸着塔から漏出した場合であっても、上述したように、吸着塔の出口側に配置された捕獲部で紺靑を捕獲することができる。したがって、吸着材として紺靑を用いた場合に、放射性セシウムを含有する飛灰を効果的に処理することができる。

【0023】

上記飛灰の処理方法において好ましくは、上記分離水を形成する工程では、フィルタープレスまたはベルトプレスを用いて固液分離し、上記透過水を該フィルタープレスまたはベルトプレスに供給する。

【0024】

上記飛灰の処理方法において好ましくは、上記固液分離装置は、フィルタープレスまたはベルトプレスを含み、該フィルタープレスまたはベルトプレスは、上記透過水が供給されるように構成されている。

【0025】

これにより、RO膜装置を用いたる過により得られる透過水を、フィルタープレスまたはベルトプレスでの洗浄水として用いることができるので、飛灰を効果的に洗浄できるとともに、飛灰の処理方法及び処理装置内に供給される水を低減することができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

以上説明したように、本発明によれば、吸着材として紺青を用いた場合に、放射性セシウム含有水及び飛灰を効果的に処理することができる、放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】本発明の実施の形態における放射性セシウム含有水の処理方法、飛灰の処理方法、放射性セシウム含有水の処理装置及び飛灰の処理装置を示す模式図である。

【 図 2 】本発明の実施の形態における放射性セシウム含有水の処理方法及び処理装置を示す別の模式図である。

【 図 3 】実施例において、紺青の粒径と頻度分布を示す図である。

【 図 4 】実施例において、紺青の粒径と積算分布を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 8 】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

まず、図 1 を参照して、本発明の一実施の形態における放射性セシウム含有水の処理装置 1 及び飛灰の処理装置 10 について説明する。本実施の形態では、放射性セシウム含有水として、飛灰を洗浄した後得られる洗浄排水を用いている。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、本実施の形態における放射性セシウム含有水の処理装置 1 は、吸着塔 16 と、捕獲部 17 と、遮蔽部 18 とを備えている。本実施の形態における飛灰の処理装置 10 は、混合槽 2 と、固液分離装置 3 と、調整槽 11 と、沈殿槽 12 と、除濁装置 13 と、加圧部 14 と、逆浸透 (RO) 膜装置 15 と、吸着塔 16 と、捕獲部 17 と、遮蔽部 18 と、処理水槽 19 と、固化装置 20 とを備えている。

【 0 0 3 0 】

混合槽 2 は、放射性セシウムを含有する飛灰 A と、水 B とが供給され、飛灰 A と水 B とを混合してスラリーを形成する。混合槽 2 は、飛灰 A 中の放射性セシウムを水 B に溶解する。なお、水 B は、特に限定されないが、例えば、水道水、工水、純水、地下水、各種排水の再処理水などを利用できる。

【 0 0 3 1 】

混合槽 2 は、供給される飛灰 A と水 B とを混合及び攪拌するための攪拌部材を有していてもよい。また、混合槽 2 は、複数の槽を含んでいてもよい。

【 0 0 3 2 】

固液分離装置 3 は混合槽 2 と接続され、混合槽 2 で得られるスラリーを固液分離する。固液分離装置 3 は、スラリーを、洗浄された飛灰 (洗浄飛灰 C) と、放射性セシウムを含む分離水とに分離するように構成されている。固液分離装置 3 は、例えば、フィルタープレスまたはベルトプレスを含む。

【 0 0 3 3 】

混合槽 2 と固液分離装置 3 との間には、洗浄装置、分級装置などの機器が配置されている (図示せず)。

【 0 0 3 4 】

調整槽 11 は、固液分離装置 3 の分離水排出部と接続され、固液分離装置 3 で生成される放射性セシウムを含有する分離水を貯留する。調整槽 11 は、複数の槽を含んでいてもよい。

【 0 0 3 5 】

沈殿槽 12 は、調整槽 11 と接続され、分離水に固形物が混じっている場合に、分離水中の粗い固形物 (除濁装置 13 で分離するよりも粗い固形物) を凝集沈殿させる。沈殿槽 12 により、分離水中の粗い固形物が低減される。沈殿槽 12 は、複数の槽を含んでいてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

除濁装置 1 3 は、沈殿槽 1 2 と接続され、粗い固形物が低減された分離水をろ過するためのものであり、RO 膜よりも粗いろ過、即ち、RO 膜で分離するよりも粗い不純物（例えば沈殿槽 1 2 で除去できなかった固形物等）を除去するためのものであり、RO 膜装置 1 5 の前処理装置である。除濁装置 1 3 は、例えば、砂ろ過である。

【 0 0 3 7 】

加圧部 1 4 は、除濁装置 1 3 と接続され、除濁装置 1 3 から排出される粗い不純物が除去された分離水を浸透圧以上に加圧する。加圧部 1 4 は、例えば高圧ポンプである。

【 0 0 3 8 】

RO 膜装置 1 5 は、加圧部 1 4 と接続され、加圧された分離水が供給され、RO 膜処理により透過水 D 及び濃縮水を生成する。透過水 D は、RO 膜を透過した水であり、濃縮水は、RO 膜を透過せず、放射性セシウムを含有する水である。この RO 膜装置 1 5 において、RO 膜によるろ過処理により、放射性セシウムが除去された透過水 D と、飛灰に含有されていた放射性セシウムが残留する濃縮水とが得られる。

10

【 0 0 3 9 】

RO 膜装置 1 5 は、例えば、RO 膜と、この RO 膜を収容する圧力容器とを有している。RO 膜は、放射性セシウムを透過させないように構成されている。

【 0 0 4 0 】

なお、処理装置 1 0 は、1 組の加圧部 1 4 及び RO 膜装置 1 5 を備えていてもよく、複数組の加圧部 1 4 及び RO 膜装置 1 5 を備えていてもよい。処理装置 1 0 が複数組の加圧部 1 4 及び RO 膜装置 1 5 を備えている場合には、並列に配置されていても直列に配置されていてもよいが、直列に配置されることが好ましい。

20

【 0 0 4 1 】

RO 膜装置 1 5 により得られる透過水 D の用途は特に限定されないが、固液分離装置 3 に供給されるように構成されることが好ましい。例えば、図 1 において透過水 D と固液分離装置 3 とを結ぶ点線で示されるように、RO 膜装置 1 5 の透過水排出部と固液分離装置 3 とを配管等で接続する。固液分離装置 3 がフィルタプレスまたはベルトプレスを含む場合、透過水 D は飛灰 A の洗浄に用いられる。また、透過水 D は、例えば飛灰 A を洗浄する水 B として用いてもよい。このように、処理装置 1 0 は、処理装置 1 0 で発生する水を処理装置 1 0 内で循環させるように構成されていることが好ましい。

30

【 0 0 4 2 】

吸着塔 1 6 は、RO 膜装置 1 5 の濃縮水排出部と接続され、濃縮水中の放射性セシウムを吸着する紺青を含む。吸着塔 1 6 により、濃縮水中の放射性セシウムは紺青に吸着されるので、処理水を生成する。

【 0 0 4 3 】

吸着塔 1 6 は、放射性セシウムを吸着可能な紺青を含む。吸着塔 1 6 に収容される吸着材は、紺青を含んでいれば特に限定されず、紺青のみを用いてもよく、紺青と併せて他の 1 種以上の吸着材を用いてもよい。

【 0 0 4 4 】

捕獲部 1 7 は、吸着塔 1 6 の出口側に配置され、吸着塔 1 6 から漏出される紺青を捕獲する。捕獲部 1 7 は、特に限定されないが、例えば、UF 膜装置、MF 膜装置などのフィルタを有する装置、沈殿装置などを用いることができ、捕獲性が高い観点から UF 膜装置及び MF 膜装置の少なくともいずれか一方を用いることが好ましい。UF 膜装置または MF 膜装置は、例えば、紺青を捕獲可能な UF 膜または MF 膜と、この UF 膜または MF 膜を収容する圧力容器とを有している。

40

【 0 0 4 5 】

捕獲部 1 7 がフィルタの場合、このフィルタは、0.01 μm 以上 10 μm 以下の孔径を有することが好ましく、2 μm 以上 10 μm 以下の孔径を有することが好ましい。これにより、吸着塔 1 6 から漏出する紺青の約 90% 以上を捕獲することができる。なお、捕獲部 1 7 が当該孔径を有するフィルタである場合、フィルタは、UF 膜または MF 膜に限

50

定されず、他の膜等をであってもよい。

【0046】

また、処理装置10は、捕獲部17において捕獲された非透過水を排出する排出部と、調整槽11とを接続する配管が配置されていることが好ましい。この配管により、捕獲部17により得られた非透過水を調整槽11へ返送することができるので、放射性セシウムを吸着した紺青を処理装置10の外部に流出することを防止できる。

【0047】

遮蔽部18は、吸着塔16及び捕獲部17を取り囲む。遮蔽部18は、例えばコンクリートであり、内部から外部へ放射性セシウムが漏れ出ないように構成されている。より具体的には、遮蔽部18により、放射性セシウムが濃縮された吸着塔16及び捕獲部17から放出される放射線を遮断するとともに、万が一、放射性セシウムを含有する濃縮水が流出した場合でも、処理装置10の外部に放射線が漏れ出ることを防止する。

10

【0048】

処理水槽19は、捕獲部17と接続され、捕獲部17で紺青が除去された処理水を収容する。処理水槽19に収容された処理水は、放射性セシウムが低減されているが、塩分を有している。

【0049】

固化装置20は、処理水槽19と接続され、塩分が低減された処理水Eと、塩分Fとに分離する。固化装置20は、例えば蒸発装置である。得られた処理水Eは、透過水Dと同様に、飛灰Aの洗浄として、固液分離装置3に供給してもよく、水Bとして利用してもよい。

20

【0050】

続いて、本実施の形態における飛灰の洗浄方法及び処理方法について説明する。本実施の形態における飛灰の洗浄方法及び処理方法は、図1に示す飛灰の処理装置10を用いて行う。

【0051】

まず、放射性セシウムを含有する飛灰Aと、水Bとを混合槽2に供給し、混合槽2において飛灰Aと水Bとを混合してスラリーを形成する。この工程では、飛灰A中の放射性セシウムを水Bに溶解する。

【0052】

次に、スラリーを固液分離して、分離水を形成する。この工程では、フィルタープレスまたはベルトプレスを用いて、スラリーを固液分離することが好ましい。この工程により、固形分としての洗浄された飛灰(洗浄飛灰C)と、液体分としての放射性セシウムを含む分離水とに分離される。

30

【0053】

なお、スラリーを形成する工程と分離水を形成する工程との間に、分級工程、脱水工程などの他の工程を実施する。

【0054】

以上の工程を実施することにより、飛灰A中の放射性セシウムを低減することができるので、飛灰Aを洗浄することができる。

40

【0055】

次に、固液分離により得られた放射性セシウムを含有する分離水を、調整槽11に移送する。

【0056】

次に、調整槽11に貯留された分離水を沈殿槽12に移送して、分離水中に固形分が含まれている場合には、分離水中の固形物を凝集沈殿する。

【0057】

次に、沈殿槽12で沈殿処理された分離水を除濁装置13でろ過する。このろ過により、沈殿槽12で取り除かれなかった分離水中の固形物質等の粗い不純物を除去することができる。

50

【 0 0 5 8 】

なお、沈殿槽 1 2 及び除濁装置 1 3 は省略されてもよい。この場合には、固液分離装置 3 で得られた分離水をそのまま加圧部 1 4 を介して R O 膜装置 1 5 に供給する。

【 0 0 5 9 】

次に、除濁装置 1 3 で粗い不純物が除去された分離水を加圧部 1 4 で加圧する。分離水に加える圧力は特に限定されないが、R O 膜装置 1 5 で放射性セシウムを除去した透過水 D を得るために必要な圧力を加える。

【 0 0 6 0 】

次に、加圧部 1 4 で加圧した分離水を、R O 膜装置 1 5 に供給して、R O 膜を用いた R O 膜処理により透過水 D と濃縮水とに分離する。この工程により、放射性セシウムが除去された透過水 D と、飛灰 A に含有されていた放射性セシウムが残留する濃縮水とを生成する。

10

【 0 0 6 1 】

なお、加圧部 1 4 及び R O 膜装置 1 5 は、1 段であってもよく、複数段であってもよい。2 段の場合には、1 段目の加圧部 1 4 で加圧された分離水を 1 段目の R O 膜装置 1 5 でろ過処理し、得られる透過水を 2 段目の加圧部で加圧し、加圧された透過水を 2 段目の R O 膜装置でろ過処理し、2 段目の R O 膜装置を透過した水を透過水 D とすることが好ましい。

【 0 0 6 2 】

透過水 D は処理装置 1 0 の外部に放流してもよいが、処理装置 1 0 で発生する水を処理装置 1 0 内に循環させるクローズドシステムを採用することが好ましい。クローズドシステムでは、固液分離装置 3 がフィルタープレスまたはベルトプレスの場合、透過水 D を、洗浄液としてフィルタープレスまたはベルトプレスに供給してもよく、水 B として利用してもよい。

20

【 0 0 6 3 】

次に、固液分離装置 3 で形成された濃縮水を、紺青を含む吸着塔 1 6 に供給して、濃縮水中の放射性セシウムを紺青に吸着する。つまり、放射性セシウムを含有する濃縮水を吸着塔 1 6 に供給して、吸着塔 1 6 内に収容された紺青に放射性セシウムを吸着させる。なお、放射性セシウムを吸着させる吸着材は、紺青を含んでいれば特に限定されず、紺青のみに放射性セシウムを吸着させてもよく、紺青と、他の 1 種以上の吸着材とに放射性セシウムを吸着させてもよい。この工程により、飛灰 A に含有されていた放射性セシウムを吸着材に吸着させることができる。放射性セシウムが吸着された吸着材は、所定の廃棄物処理が行われる。

30

【 0 0 6 4 】

次に、吸着塔 1 6 から漏出した紺青を捕獲する。この工程では、紺青は粒子径が小さい微粉あるいは粒子となって吸着塔 1 6 から漏出する可能性があるが、放射性セシウムを吸着した紺青が吸着塔 1 6 から漏出された場合には、捕獲部 1 7 で紺青を捕獲する。なお、吸着塔 1 6 が紺青以外の他の吸着材を含んでいる場合であって、他の吸着材の粒径が小さいこと等によって吸着塔 1 6 から他の吸着材が漏出する場合には、捕獲部 1 7 で他の吸着材を捕獲することが好ましい。捕獲部 1 7 で捕獲された放射性セシウムを吸着した紺青は、所定の廃棄物処理が行われる。

40

【 0 0 6 5 】

この捕獲する工程では、捕獲部 1 7 として U F 膜装置及び M F 膜装置の少なくともいずれか一方を用いて紺青を捕獲することが好ましい。この場合、U F 膜及び M F 膜は、例えばクロスフロー方式で使用される。

【 0 0 6 6 】

また、この捕獲する工程では、好ましくは 0 . 0 1 μm 以上 1 0 μm 以下、より好ましくは 2 μm 以上 1 0 μm 以下の孔径を有するフィルタを用いて吸着塔 1 6 から漏出する紺青を捕獲する。このフィルタは、特に限定されないが、U F 膜及び M F 膜の少なくともいずれか一方であることが好ましい。

50

【 0 0 6 7 】

この工程において捕獲部 1 7 として U F 膜装置及び M F 膜装置の少なくともいずれか一方を用いる場合、U F 膜及び M F 膜は、耐圧付近まで使用し、使用後の U F 膜及び M F 膜は再生（洗浄）せずに、焼却処理、産業廃棄物処理、中間貯蔵施設への受入れ等によって処分をすることが好ましい。

【 0 0 6 8 】

捕獲部 1 7 で捕獲された非透過水は、調整槽 1 1 へ返送することが好ましい。これにより、放射性セシウムを吸着した紺青を処理装置 1 0 の外部に流出することを防止できる。

【 0 0 6 9 】

上記紺青に吸着する工程及び吸着材を捕獲する工程は、放射線を内部に遮蔽する遮蔽部 1 8 内で実施する。これにより、上記工程の実施中に、外部へ放射性セシウムが漏れることを抑制できる。

【 0 0 7 0 】

以上の工程を実施することにより、飛灰 A に含有されていた放射性セシウムを洗浄して得られる濃縮水（放射性セシウム含有水）を処理することができる。

【 0 0 7 1 】

次に、捕獲部 1 7 で吸着材が除去された処理水を処理水槽 1 9 に収容する。処理水槽 1 9 に収容された処理水は、放射性セシウムが低減されているが、塩分を有している。

【 0 0 7 2 】

次に、処理水中の塩分を蒸発装置などの固化装置 2 0 で分離する。これにより、塩分が低減された処理水 E と、塩分 F とを生成することができる。なお、処理水 E を、固液分離装置 3 に供給してもよく、水 B として利用してもよい。

【 0 0 7 3 】

以上説明したように、本実施の形態の飛灰の処理方法は、放射性セシウムを含有する飛灰 A と水 B とを混合して、スラリーを形成する工程と、スラリーを固液分離して、分離水を形成する工程と、分離水を R O 膜装置 1 5 に供給して、R O 膜処理により透過水 D 及び濃縮水を生成する工程と、濃縮水を紺青を含む吸着塔 1 6 に供給して、濃縮水中の放射性セシウムを紺青に吸着する工程と、吸着する工程後に、吸着塔 1 6 から漏出される紺青を捕獲する工程とを備えている。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態の飛灰の処理装置 1 0 は、放射性セシウムを含有する飛灰 A と水 B とを混合してスラリーを形成する混合槽 2 と、スラリーを固液分離して分離水を形成する固液分離装置 3 と、分離水が供給され、R O 膜処理により透過水 D 及び濃縮水を生成する R O 膜装置 1 5 と、濃縮水中の放射性セシウムを吸着する紺青を含む吸着塔 1 6 と、吸着塔 1 6 の出口側に配置され、吸着塔 1 6 から漏出される紺青を捕獲するための捕獲部 1 7 とを備えている。

【 0 0 7 5 】

本実施の形態の飛灰の処理方法及び処理装置 1 0 によれば、混合槽 2 において飛灰 A 中の放射性セシウムを水 B に溶解した状態のスラリーを形成し、固液分離装置 3 でスラリーを、放射性セシウムが除去された飛灰と、放射性セシウムを含有する分離水とに分離できる。R O 膜装置 1 5 での放射性セシウムを R O 膜処理することで、分離水から、放射性セシウムを含有する濃縮水を生成できる。紺青は放射性セシウムを効果的に吸着することができるので、本実施の形態では、吸着材として紺青を用いて、濃縮水中の放射性セシウムを紺青に吸着させる。しかし、紺青は微粒あるいは粒子であるため、吸着塔 1 6 から紺青が漏出する可能性がある。本実施の形態では、紺青自体、紺青の担持物、造粒物の微粉等の紺青に由来した紺青が処理水とともに吸着塔 1 6 から漏出した場合であっても、吸着塔 1 6 の出口側に配置された捕獲部 1 7 において、漏出した紺青を捕獲することができる。このように、本実施の形態の飛灰の処理方法及び処理装置 1 0 は、飛灰 A 中の放射性セシウムを吸着塔 1 6 内の吸着材としての紺青に吸着させると共に、吸着塔 1 6 から紺青が漏出した場合であっても、放射性セシウムを吸着した紺青を捕獲部 1 7 で捕獲することがで

10

20

30

40

50

きる。したがって、吸着材として紺青を用いた場合に、放射性セシウムを含有する飛灰 A を効果的に処理することができる。

【 0 0 7 6 】

このように、本実施の形態の処理装置 1、10 及び処理方法では、吸着材としての紺青が処理装置 10 の外部に漏出することを抑制できる。吸着塔 16 から紺青が漏出する場合には、漏出した紺青を含む処理水は固化装置 20 で蒸発固化されて、塩分 F 中に放射性セシウムが含有されることになる。この場合、塩分 F を埋め立てたところから、放射性セシウムを付着した微粉が大気中に飛散して、人体に取り込まれると、内部被爆を起こす危険性がある。しかし、本実施の形態の処理装置 10 及び処理方法によれば、このような危険性を回避することができる。

10

【 0 0 7 7 】

本実施の形態の飛灰の処理方法において好ましくは、上記捕獲する工程では、UF 膜装置及び MF 膜装置の少なくともいずれか一方を用いて吸着塔 16 から漏出される紺青を捕獲する。

【 0 0 7 8 】

本実施の形態の飛灰の処理装置において好ましくは、捕獲部 17 は、UF 膜装置及び MF 膜装置の少なくともいずれか一方である。

【 0 0 7 9 】

UF 膜及び MF 膜は、微粉の紺青をより効果的に捕獲することができるので、紺青を含む吸着材を用いて、放射性セシウムを含有する飛灰 A をより効果的に処理することができる。

20

【 0 0 8 0 】

なお、捕獲部 17 は、UF 膜装置または MF 膜装置に限定されず、紺青を捕獲できるものであればよい。紺青を効果的に捕獲する観点から、0.01 μm 以上 10 μm 以下の孔径を有するフィルタ (MF 膜、UF 膜など) を用いることが好ましい。吸着材として、300 μm 以上 (好ましくは 300 μm 以上 2 mm 以下、より好ましくは 1 mm 以上 2 mm 以下) の粒子径になるように紺青を固めたものを吸着塔 16 に収容した場合、0.01 μm 以上 300 μm 以下の粒子径を有する微粒あるいは粒子が漏出することを本発明者は見出し、さらに、0.01 μm 以上 10 μm 以下の孔径を有するフィルタを用いることにより、約 90% 以上の漏出した紺青を捕獲することができることを見出した。

30

【 0 0 8 1 】

本実施の形態の飛灰の処理方法において好ましくは、上記分離水を形成する工程では、フィルタープレスまたはベルトプレスを用いて固液分離し、上記透過水を該フィルタープレスまたはベルトプレスに供給する。

【 0 0 8 2 】

本実施の形態の飛灰の処理装置 10 において好ましくは、上記固液分離装置 3 は、フィルタープレスまたはベルトプレスを含み、該フィルタープレスまたはベルトプレスは、RO 膜装置 15 で得られる透過水 D が供給されるように構成されている。

【 0 0 8 3 】

これにより、RO 膜装置 15 を用いたる過により得られる透過水 D を、フィルタープレスまたはベルトプレスでの洗浄水として用いることができるので、飛灰 A を効果的に洗浄できるとともに、飛灰の処理方法及び処理装置 10 内に供給される水を低減することができる。

40

【 0 0 8 4 】

ここで、本実施の形態では、放射性セシウム含有水として、飛灰 A を洗浄した濃縮水を例に挙げて説明したが、本発明の放射性セシウム含有水の処理装置 1 及び処理方法は、飛灰 A の洗浄排水に特に限定されない。本発明の放射性セシウム含有水として、例えば、ごみ処理場、ごみ埋立地等から発生する放射性セシウムを含有する浸出水や、放射性セシウムを含有する土壌の処理によって得られる排水などを用いることができる。この場合、図 2 に示すように、調整槽 11 を受け槽として用い、調整槽 11 に浸出水が供給される。ま

50

た、透過水Dは、調整槽11に返送されてもよい。

【実施例】

【0085】

本実施例では、所定の孔径を有するフィルタを用いて吸着塔から漏出する紺青を捕獲することの効果について調べた。

【0086】

粒径が約1～2mmになるようにバインダーで粒状に固め、放射性セシウム及び非放射性セシウムを吸着させた紺青500mLを準備した。この紺青500mLと、純水500mLとを1Lの容器に入れて、振動を起こした。その後、純水500mL中に含まれる紺青の粒度分布をLA-500(HORIBA製)を用いて分析した。その結果を、図3及び図4の「振動発生」として示す。

10

【0087】

粒径が約1～2mmになるようにバインダーで粒状に固め、放射性セシウム及び非放射性セシウムを吸着させた紺青500mLを内部に収容する吸着塔カラム(直径25mm)を準備した。この吸着塔カラムに線速度LV=3m/h、空間速度SV=3/hで通水を開始して、20分間で得られた水量(約500mL)中に含まれる紺青の粒度分布をLA-500(HORIBA製)を用いて分析した。その結果を図3及び図4の「開始20分後」として示す。

【0088】

なお、図3において、横軸は紺青の粒子径(単位:µm)を示し、縦軸は紺青の粒子径の割合(単位:%)を示す。図3における分布を積算したものを図4に示す。図4において、横軸は紺青の粒子径(単位:µm)を示し、縦軸はその粒子径の積算分布(単位:%)を示す。

20

【0089】

図3に示すように、放射性セシウム及び非放射性セシウムを吸着した紺青は、2µm以上300µm以下であることがわかった。このことから、本実施例では、本来の存在形態である微粉状の紺青ではなく、これらをバインダーで粒状に1～2mmの粒径になるように固めたものを用いたところ、2µm以上300µm以下の粒径の紺青が存在することから、このような粒の紺青を吸着塔で用いると、これらの粒から剥離したり、粒に付着しきれなかった微粉(紺青自体、紺青の担持物、造粒物の微粉等の紺青に由来した物)が吸着塔から漏出することが考えられる。

30

【0090】

図4に示すように、放射性セシウム及び非放射性セシウムを吸着した紺青の90%以上を捕獲するためには、振動発生させた場合には36µm以上、開始20分後の場合には10µm以上の紺青の捕獲の必要があることがわかる。このことから、孔径が0.01µm以上10µm以下のフィルタを用いることにより、90%以上の紺青を捕獲することができる。

【0091】

また、図4に示すように、2µm以下の粒径の紺青はほとんど含まれないことがわかる。このことから、本来の紺青の粒子径よりも大きい2µm以上10µm以下の孔径のフィルタを用いても、90%以上の紺青を捕獲できることがわかる。

40

【0092】

以上より、本実施例によれば、0.01µm以上10µm以下の孔径を有するフィルタを用いることによって、吸着塔から漏出する紺青を高い割合で捕獲することができることが確認できた。また、2µm以上10µm以下の孔径を有するフィルタを用いることによって、吸着塔から漏出する紺青を高い割合で捕獲することができることが確認できた。

【0093】

今回開示された実施の形態及び実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態及び実施例ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更

50

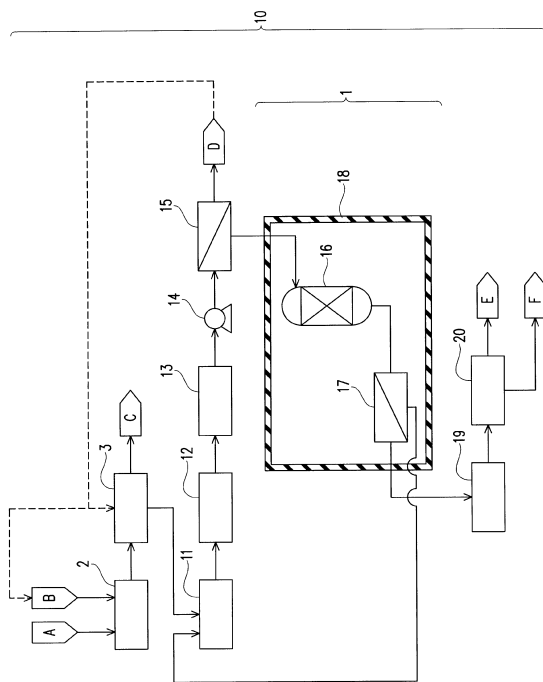
が含まれることが意図される。

【符号の説明】

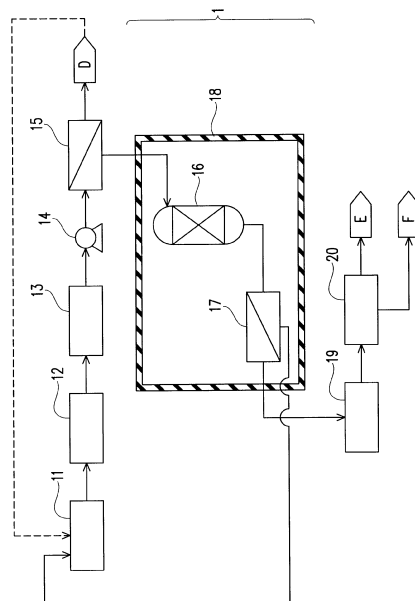
【0094】

1, 10 処理装置、2 混合槽、3 固液分離装置、11 調整槽、12 沈殿槽、13 除濁装置、14 加圧部、15 RO膜装置、16 吸着塔、17 捕獲部、18 遮蔽部、19 処理水槽、20 固化装置、A 飛灰、B 水、C 洗浄飛灰、D 透過水、E 処理水、F 塩分。

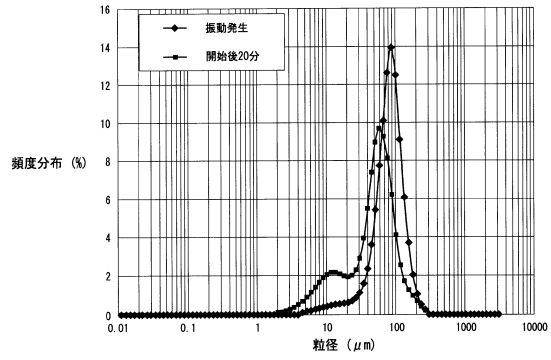
【図1】



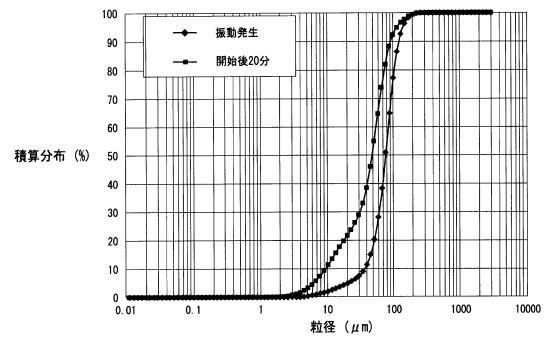
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 2 1 F 9/06 5 2 1 A

- (72)発明者 野下 昌伸
兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号 株式会社神鋼環境ソリューション 本社内
- (72)発明者 西尾 弘伸
兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号 株式会社神鋼環境ソリューション 本社内
- (72)発明者 上田 豊
兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号 株式会社神鋼環境ソリューション 本社内
- (72)発明者 斉藤 正男
兵庫県神戸市西区室谷1丁目1-4 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1-4 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 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 村川 雄一

- (56)参考文献 特開2001-321795(JP,A)
特開2011-183245(JP,A)
特表2000-512759(JP,A)
国際公開第2006/057249(WO,A1)
川本 徹 他4名,「A1.多様な形状のセシウム吸着材 A2.吸着材を用いた効率的除染システム」, nano tech 2011 発表資料 [online], 2012年 2月17日, [検索日:平成26年4月15日], インターネット, <URL: http://www.aist-renkeisensya.jp/innovation-online/pdf/press/120208_01.pdf>
(独)国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター, 「8,000Bq/kg超のばいじんの洗浄技術について」, [online], 環境省, インターネット, <URL: http://www.env.go.jp/jishin/attach/haikihyouka_kentokai/12-mat_5.pdf>

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 2 1 F 9 / 0 0 - 9 / 3 6
J S T P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)