

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5559391号  
(P5559391)

(45) 発行日 平成26年7月23日 (2014. 7. 23)

(24) 登録日 平成26年6月13日 (2014. 6. 13)

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| (51) Int. Cl.                  | F 1                  |
| <b>G 2 1 F 9/12 (2006.01)</b>  | G 2 1 F 9/12 5 0 1 Z |
| <b>G 0 1 T 1/167 (2006.01)</b> | G 2 1 F 9/12 5 0 1 B |
|                                | G 2 1 F 9/12 5 0 1 F |
|                                | G 2 1 F 9/12 5 1 2 B |
|                                | G 0 1 T 1/167 C      |

請求項の数 3 (全 11 頁)

|           |                              |           |  |
|-----------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2013-100722 (P2013-100722) | (73) 特許権者 | 000192590                                |
| (22) 出願日  | 平成25年5月10日 (2013. 5. 10)     |           | 株式会社神鋼環境ソリューション                          |
| 審査請求日     | 平成26年3月18日 (2014. 3. 18)     |           | 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目4番78号                     |
| 早期審査対象出願  |                              | (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】 放射性物質の吸着量の推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射性物質を含有する液体を吸着塔に供給し、前記吸着塔に収容された吸着材に放射性物質を吸着させる工程と、

前記吸着塔の2以上の位置で前記吸着塔から放射される放射線量率を測定して、平均放射線量率を求める工程と、

前記吸着材に供給された放射性物質の全量を、前記吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求める工程と、

前記平均吸着量を、前記平均放射線量率で除することにより、係数を求める工程と、

前記平均放射線量率を求める工程において測定した位置での放射線量率と、前記係数とを乗ずることにより、前記位置での前記吸着材の吸着量を推定する工程とを備えた、放射性物質の吸着量の推定方法。

10

【請求項 2】

前記平均放射線量率を求める工程では、放射線量率を測定する検出器の前記吸着塔側以外を、放射線を遮蔽する材料からなる遮蔽部材で遮蔽した状態で、前記位置で放射線量率を測定する、請求項 1 に記載の放射性物質の吸着量の推定方法。

【請求項 3】

前記平均吸着量を求める工程では、前記液体の供給量と前記液体に含有される放射性物質の濃度とを乗ずることにより、前記吸着材に供給された放射性物質の全量を求める、請

20

求項 1 または 2 に記載の放射性物質の吸着量の推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性物質の吸着量の推定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

放射性物質を含有する液体を処理する方法として、例えば特開 2004 - 45371 号公報（特許文献 1）が挙げられる。この特許文献 1 には、原子力発電プラント内で発生する放射性核種を含有する液体中の放射性核種を吸着し得る 1 種以上の吸着材に通水処理する方法が開示されている。

10

【0003】

特許文献 1 のように吸着材に放射性物質を吸着する方法においては、吸着材において放射性物質を吸着させた濃度に応じて、吸着材の最終処分の方法が異なる等の理由から、吸着材に吸着した放射性物質の吸着量を把握する必要がある。

【0004】

吸着材に吸着した放射性物質の吸着量を把握する方法としては、吸着材の一部を取り出して放射線測定器によって測定することにより、吸着材に含まれる放射性物質量を把握する方法等が知られている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 45371 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記の吸着材の放射性物質量を把握する方法においては、吸着材の少なくとも一部を取り出さなければ、放射性物質の吸着量を把握することができないため、煩雑であるという問題がある。また、放射性物質の吸着量を測定する度に装置を停止する必要があり、更には測定タイミングによっては吸着材自体が高濃度に放射性物質を吸着しており、簡易な施設ではその取り扱いすら困難となるおそれがある。

30

【0007】

本発明は、上記問題点に鑑み、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を、吸着材を取り出すことなしに容易に推定する、放射性物質の吸着量の推定方法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】

【0008】

本発明の放射性物質の吸着量の推定方法は、放射性物質を含有する液体を吸着塔に供給し、該吸着塔に収容された吸着材に放射性物質を吸着させる工程と、該吸着塔の 2 以上の位置で吸着塔から放射される放射線量率を測定して、平均放射線量率を求める工程と、該吸着材に供給された放射性物質の全量を、該吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求める工程と、該平均吸着量を、該平均放射線量率で除することにより、係数を求める工程と、該平均放射線量率を求める工程において測定した位置での放射線量率と、該係数とを乗ずることにより、該位置での吸着材の吸着量を推定する工程とを備えている。

40

【0009】

本発明者は、吸着量と放射線量率との間に比例関係があることに着目し、平均吸着量を平均放射線量率で除することにより得られる係数を用いることによって、吸着塔における放射線量率を測定した位置での吸着量を推定することを見出した。本発明の放射性物質の吸着量の推定方法によれば、2 以上の位置での放射線量率と、吸着材に供給された放射性物質の全量とを測定することにより、放射線量率を測定した位置における吸着材の吸着量

50

を推定することができる。このように、本発明は、吸着塔の吸着材の一部を取り出さなくても、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定することができる。

【0010】

上記放射性物質の吸着量の推定方法において好ましくは、上記平均放射線量率を求める工程では、放射線量率を測定する検出器の前記吸着塔側以外を、放射線を遮蔽する材料からなる遮蔽部材で遮蔽した状態で、上記位置で放射線量率を測定する。

【0011】

これにより、放射線量率の測定の精度を向上できるので、放射性物質の吸着量の推定の精度を向上することができる。

【0012】

上記放射性物質の吸着量の推定方法において好ましくは、上記平均吸着量を求める工程では、上記液体の供給量と上記液体に含有される放射性物質の濃度とを乗ずることにより、上記吸着材に供給された放射性物質の全量を求める。

【0013】

放射性物質は吸着塔内の吸着材にほとんど吸着されることに本発明者は着目し、上記のように放射性物質の全量を求めることを見出した。これにより、液体の供給量と液体の放射性物質濃度とを測定することで放射性物質の全量を求めることができるので、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定することができる。

【発明の効果】

【0014】

以上のように、本発明は、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定する、放射性物質の吸着量の推定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施の形態における吸着塔の吸着材に放射性物質を吸着させる工程を示す模式図である。

【図2】実施例における吸着塔の所定位置での放射線量率を示す図である。

【図3】実施例における吸着塔の所定位置での放射性物質の吸着量を示す図である。

【図4】実施例における吸着塔の所定位置での放射性物質の吸着量の推定量と実測量とを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面に基づいて本発明の一実施の形態を説明する。

図1を参照して、本発明の一実施の形態における放射性物質の吸着量の推定方法を説明する。本実施の形態では、図1に示すように、直列に接続された6つの吸着塔11～16を用いる。なお、図1は本発明の実施の形態を説明するための一例であり、吸着塔の本数や直列、並列などの配置は本実施の形態の限りではない。

【0017】

まず、図1に示すように、放射性物質を含有する液体を吸着塔11～16に供給し、吸着塔11～16に収容された吸着材に放射性物質を吸着させる。この工程により、液体中の放射性物質は吸着塔11～16内の吸着材に吸着され、放射性物質が低減された液体が処理水として吸着塔16から排出される。

【0018】

吸着材は、放射性物質を吸着する材料であれば特に限定されないが、例えば、紺青、ゼオライト、陽イオンを吸着するイオン交換樹脂などを用いることができる。吸着塔11～16内に収容される各々の吸着材は同じであってよく、異なってもよく、複数の種類の吸着材が混合されていてもよい。また、吸着塔11～16内には、放射性物質を吸着する材料の吸着材と、放射性物質を吸着しない充填物とが混合されていてもよい。

【0019】

液体は放射性物質を含んでいれば特に限定されない。放射性物質は、線を放出するも

10

20

30

40

50

のであれば、特に限定されず、例えば、セシウム134 ( $^{134}\text{Cs}$ )、セシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ )などの放射性セシウム、ストロンチウム90 ( $^{90}\text{Sr}$ )、ストロンチウム89 ( $^{89}\text{Sr}$ )などの放射性ストロンチウム、ヨウ素131 ( $^{131}\text{I}$ )などの放射性ヨウ素等が挙げられる。

#### 【0020】

次に、吸着塔11～16の2以上の位置で放射線量率を測定して、平均放射線量率を求める。本実施の形態では、2以上の位置として、吸着塔11～16のそれぞれにおける入口側及び出口側の各2点(図1における位置11-1、11-2、12-1、12-2、13-1、13-2、14-1、14-2、15-1、15-2、16-1、16-2)としている。本実施の形態では、各々の位置11-1、11-2、12-1、12-2、13-1、13-2、14-1、14-2、15-1、15-2、16-1、16-2での放射線量率を測定し、その平均値を平均放射線量率とする。

10

#### 【0021】

測定する対象が放射性物質であるので、この工程において、放射線量率は、吸着塔11～16の表面から測定される。

#### 【0022】

具体的には、各々の位置11-1、11-2、12-1、12-2、13-1、13-2、14-1、14-2、15-1、15-2、16-1、16-2での吸着塔11～16から放出される放射線量率を測定し、それぞれの放射線量率が $_{11-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{11-2}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{12-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{12-2}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{13-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{13-2}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{14-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{14-2}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{15-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{15-2}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{16-1}[\mu\text{Sv/h}]$ 、 $_{16-2}[\mu\text{Sv/h}]$ である場合、平均放射線量率 $\text{ave}[\mu\text{Sv/h}]$ は、 $(_{11-1} + _{11-2} + _{12-1} + _{12-2} + _{13-1} + _{13-2} + _{14-1} + _{14-2} + _{15-1} + _{15-2} + _{16-1} + _{16-2}) / 12$ である。なお、平均放射線量率の算出方法はこの限りではなく、例えば、測定された放射線量率を横軸を吸着塔の長さとしてプロットして放射線量率を表す近似式を求め、近似式を吸着塔の入口から出口までの距離で積分して面積を求め、その面積を距離で除することにより平均放射線量率を求める方法などがある。

20

#### 【0023】

この工程では、吸着塔11～16における位置11-1、11-2、12-1、12-2、13-1、13-2、14-1、14-2、15-1、15-2、16-1、16-2を、放射線量率を測定する検出器(センサー)の周囲を鉄や鉛などの放射線を遮蔽できる材料からなる遮蔽部材で遮蔽した状態で、位置11-1、11-2、12-1、12-2、13-1、13-2、14-1、14-2、15-1、15-2、16-1、16-2での放射線量率を測定することが好ましい。これにより、測定する部分以外から放出される放射線の影響を受けないようにする。

30

このような装置としては、例えば、吸着塔の外周を鉄や鉛などの放射線を遮蔽する効果のある材質で製作され、所定の厚みを有する円筒状の遮蔽物で遮蔽し、測定する位置のみ当該遮蔽物に放射線量率をセンサーを設置するための孔を設け、当該孔から測定される放射線量率を測定するようにする方法やセンサー自身を遮蔽材で覆う方法が挙げられる。なお、このような方法に限定されず、可能な限り周囲からの放射線の影響を遮蔽することが出来ればよい。

40

#### 【0024】

この工程において、放射線量率を測定する方法は特に限定されないが、例えば、ガイガーミュラー計数管(GM管)、シンチレータを有するNaI(Tl)シンチレーション検出器、ゲルマニウム半導体検出器、電離箱検出器などを用いて測定してもよい。

#### 【0025】

放射線量率を測定する位置は、吸着材において放射性物質の吸着量を推定する位置になることを考慮して、液体の入口側と出口側の2つを含むことが好ましい。また、複数の吸着塔11～16のそれぞれにおいて、2以上の位置で放射線量率を測定することが好まし

50

いが、本発明は、吸着塔 1 1 ~ 1 6 全体において、2 以上の位置で放射線量率を測定することができる。

【 0 0 2 6 】

次に、吸着材に供給された放射性物質の全量を、吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求める。吸着材に供給された放射性物質の全量とは、全ての吸着塔 1 1 ~ 1 6 の吸着材に吸着された放射性物質量の合計である。この工程では、吸着塔 1 6 から排出される処理水中の放射性物質濃度は供給される液体中の放射性物質濃度よりも十分に低い  
ため、液体の供給量と液体に含有される放射性物質の濃度とを乗ずることにより、吸着材  
に供給された放射性物質の全量を求めてもよい。

【 0 0 2 7 】

具体的には、この工程は例えば以下のように行う。吸着塔 1 1 ~ 1 6 に供給する液体の  
流量  $Q [ L ]$  を例えば電磁流量計や渦流式流量計などにより測定する。また、吸着塔 1 1  
~ 1 6 の吸着材に供給された放射性物質の濃度  $A [ B q / L ]$  を例えばシンチレータを有  
する  $NaI (TI)$  シンチレーション検出器、ゲルマニウム半導体検出器などにより測定  
する。濃度  $A$  は、液体中の放射性物質の濃度  $A 1$  - 処理水中の放射性物質の濃度  $A 2$  より  
求められる。液体中の放射性物質の濃度  $A 1$  は、処理水中の放射性物質の濃度  $A 2$  よりも  
非常に大きいので、濃度  $A$  を液体中の放射性物質の濃度  $A 1$  と近似してもよい。この場合  
、吸着塔 1 1 ~ 1 6 の吸着材に供給された放射性物質の全量  $B [ B q ]$  は、流量を  $Q [ L ]$   
] とすると、以下の式で求められる。なお、吸着塔に供給される液体中の放射性物質濃度  
は一定とは限らないため、濃度が変わる場合は、それぞれの濃度の液体について濃度と供  
給量との測定を行い、積算する必要がある。濃度を測定し直すタイミングは、放射性物質  
を含む液体はバッチで排出される場合はバッチ毎、連続で排出される場合は一定時間毎と  
することが望ましい。

$$B [ B q ] = Q [ L ] \times A 1 [ B q / L ]$$

【 0 0 2 8 】

吸着塔 1 1 ~ 1 6 に収容された吸着材の全量を  $C [ k g ]$  とすると、平均吸着量  $D [ B q / k g ]$  は、以下の式で求められる。

$$D [ B q / k g ] = B [ B q ] \div C [ k g ]$$

【 0 0 2 9 】

次に、平均吸着量を、平均放射線量率で除することにより、係数を求める。この工程で  
は、平均放射線量率を  $ave [ \mu S v / h ]$  とし、平均吸着量を  $D [ B q / k g ]$  とす  
ると、以下の式により係数  $E [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ]$  を求める。

$$E [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ] = D [ B q / k g ] \div ave [ \mu S v / h ]$$

【 0 0 3 0 】

次に、平均放射線量率を求める工程において測定した位置での放射線量率と、係数とを  
乗ずることにより、測定した位置の吸着材の吸着量を推定する。例えば、位置 1 1 - 1 の  
吸着材における放射性物質の吸着量  $X_{11} [ B q / k g ]$  を推定する場合には、吸着量  $X_{11}$   
[  $B q / k g$  ] は以下の式で求められる。

$$X_{11} [ B q / k g ] = ave_{11-1} [ \mu S v / h ] \times E [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ]$$

【 0 0 3 1 】

以上説明したように、本実施の形態における放射性物質の吸着量の推定方法は、放射性  
物質を含有する液体を吸着塔 1 1 ~ 1 6 に供給し、この吸着塔 1 1 ~ 1 6 に収容された吸  
着材に放射性物質を吸着させる工程と、この吸着塔 1 1 ~ 1 6 の 2 以上の位置 1 1 - 1 ~  
1 6 - 2 で放射線量率を測定して、平均放射線量率を求める工程と、吸着材に供給された  
放射性物質の全量を、吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求める工程と、  
平均吸着量を、平均放射線量率で除することにより、係数を求める工程と、平均放射線  
量率を求める工程において測定した位置 1 1 - 1 ~ 1 6 - 2 での放射線量率と、係数とを乗  
ずることにより、当該位置 1 1 - 1 ~ 1 6 - 2 での吸着材の吸着量を推定する工程とを備  
えている。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

本実施の形態における放射性物質の吸着量の推定方法によれば、2以上の位置での放射線量率と、吸着材に供給された放射性物質の全量とを測定することにより、放射線量率を測定した位置における吸着材の吸着量を推定することができる。吸着材の種類を変更した場合、吸着塔自体を交換した場合等であっても、本実施の形態によれば、係数を算出することで、放射性物質の吸着量を推定できる。このように、本実施の形態では、吸着塔11～16の吸着材の一部を取り出さなくても、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定することができる。したがって、吸着材の濃度管理が容易となる。

【0033】

吸着塔11～16に収容された吸着材には、放射性物質が濃縮されているが、本実施の形態の放射性物質の吸着量の推定方法では、吸着量を把握するために吸着材を取り出す必要がない。このため、本実施の形態によれば、吸着材を取り出す際の外部被爆を抑制でき、また、吸引等による内部被爆する可能性も抑制できる。

10

【0034】

また、本実施の形態における放射性物質の吸着量の推定方法によれば、放射性物質の吸着量を測定する度に装置を停止する必要がなくなる。測定のタイミングによっては吸着材自体が高濃度に放射性物質を吸着しているが、簡易な施設であっても、その取り扱いが困難となることを低減できる。

【0035】

吸着材において放射性セシウムを吸着させた濃度に応じて、吸着材の最終処分の方法が異なる。本実施の形態では、吸着材に吸着した放射性物質の吸着量を推定できるので、放射性物質を吸着させた吸着材の最終処分をする際に所望の吸着量に容易に制御することができる。

20

【0036】

本実施の形態における放射性物質の吸着量の推定方法において好ましくは、平均放射線量率を求める工程では、上記位置11-1～16-2で放射線量率を測定するセンサーの周囲を、放射線を遮蔽可能な材料からなる遮蔽部材で遮蔽した状態で、上記位置11-1～16-2で放射線量率を測定する。より具体的には、上記平均放射線量率を求める工程では、放射線量率を測定する検出器の放射線が放出されている対象物である吸着塔側以外を放射線を遮蔽する材料からなる遮蔽部材で遮蔽した状態で、上記位置11-1～16-2で放射線量率を測定する。なお、放射線を遮断可能な(する)材料とは、放射線を遮断できれば特に限定されないが、鉄及び鉛の少なくとも一方からなる材料であることが好ましい。

30

【0037】

これにより、バックグラウンドや複数の吸着塔が存在する場合にそれらの吸着塔から放出される放射線の影響を受けにくくなり、放射線量率の測定の精度を向上できるので、放射性物質の吸着量の推定の精度を向上することができる。

【0038】

本実施の形態の放射性物質の吸着量の推定方法において好ましくは、平均吸着量を求める工程では、液体の供給量と、液体に含有される放射性物質の濃度と吸着塔から排出される処理水中の放射性物質の濃度の差とを乗ずることにより、吸着材に供給された放射性物質の全量を求める。これにより、平均吸着量を容易に求めることができる。

40

【0039】

本実施の形態の放射性物質の吸着量の推定方法においてより好ましくは、平均吸着量を求める工程では、液体の供給量と液体に含有される放射性物質の濃度とを乗ずることにより、吸着材に供給された放射性物質の全量を求める。

吸着塔が破過していない場合、放射性物質は吸着塔内の吸着材にほとんど吸着されるので、処理水中の放射性物質の濃度A2は、液体中の放射性物質の濃度A1より非常に小さい。このため、処理水中の放射性物質の濃度A2を無視することができるので、液体の供給量と液体に含有される放射性物質の濃度とを乗ずることにより、放射性物質の全量を求めることができる。これにより、液体の供給量と液体の放射性物質濃度とを測定すること

50

で放射性物質の全量を求めることができるので、複雑な計算を行わずに、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定することができる。

【0040】

ここで、本実施の形態では、複数の吸着塔11～16に収容された吸着材に放射性物質を吸着させる方法を例に挙げて説明したが、本発明の放射性物質の吸着量の推定方法は、1つの吸着塔の場合にも適用できる。この場合、図1に示す直列に接続された複数の吸着塔11～16を1つの吸着塔と考えればよい。

【0041】

なお、上記実施形態においては、液体中の放射性物質の濃度を測定し、処理水中の放射性物質の濃度A2は非常に小さいため、吸着材に供給される前の液体中の放射性物質の濃度A1を吸着材に供給された放射性物質と近似させたが、このような方法に限定されず、被処理水中の放射性物質の濃度も測定し、吸着材に供給された放射性物質の全量を測定するようにしても良い。

10

また、複数の吸着塔を用いる場合、複数の吸着塔の間で液体中の放射性物質の濃度を測定することによって吸着材に吸着された放射性物質の量を求めるようにしても良い。

例えば図1において、吸着塔11に供給される液体中の放射性物質の濃度と、吸着塔13と吸着塔14との間の配管部分で当該配管を流れる液体中の放射性物質の濃度A2を測定することで、吸着塔11、吸着塔12、吸着塔13内の吸着材に吸着される放射性物質の全量は次式で求められる。すなわち、吸着塔11～13の吸着材に供給された放射性物質の全量B'[Bq]は、流量をQ[L]とすると、以下の式で求められる。

20

$$B' [Bq] = Q [L] \times (A1 [Bq/L] - A2 [Bq/L])$$

同様に吸着塔11～13に収容された吸着材の全量をC'[kg]、当該吸着塔における平均放射線量率 $\bar{a}_{ave}$  [ $\mu Sv/h$ ]から、平均吸着量D'[Bq/kg]、係数E'[(Bq/kg)/( $\mu Sv/h$ )]は、以下の式で求められる。

$$D' [Bq/kg] = B' [Bq] \div C' [kg]$$

$$E' [(Bq/kg) / (\mu Sv/h)] = D' [Bq/kg] \div \bar{a}_{ave} [\mu Sv/h]$$

【0042】

次に、平均放射線量率を求める工程において測定した位置での放射線量率と、係数とを乗ずることにより、測定した位置の吸着材の吸着量を推定する。例えば、位置11-1の吸着材における放射性物質の吸着量X<sub>11</sub>[Bq/kg]を推定する場合には、吸着量X<sub>11</sub>[Bq/kg]は以下の式で求められる。

30

$$X_{11} [Bq/kg] = \bar{a}_{11-1} [\mu Sv/h] \times E' [(Bq/kg) / (\mu Sv/h)]$$

】

【実施例】

【0043】

次に実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0044】

<放射性物質を吸着させる工程>

40

図1に示す6つの吸着塔11～16を準備した。吸着塔11～13には、吸着材であるゼオライトと非吸着材であるポリプロピレンの粒子との混合物を収容し、吸着塔14～16には吸着材としてゼオライトを収容した。吸着塔11～13に収容された吸着材の各々の充填量は6.6[kg]であり、吸着塔14～16に収容された吸着材の各々の充填量は7.0[kg]であり、吸着塔11～16に収容された吸着材の合計の充填量は、40.8[kg]であった。

【0045】

この吸着塔11～16に放射性物質を含有する液体としてセシウム134及びセシウム137を含む水を供給し、吸着塔11～16に収容された吸着材にセシウム134及びセシウム137を吸着させた。

50

## 【 0 0 4 6 】

< 平均放射線量率を求める工程 >

次に、吸着塔 1 1 ~ 1 6 の 2 以上の位置 1 1 - 1、1 1 - 2、1 2 - 1、1 2 - 2、1 3 - 1、1 3 - 2、1 4 - 1、1 4 - 2、1 5 - 1、1 5 - 2、1 6 - 1、1 6 - 2 で放射線量率を Na I ( T I ) シンチレーションカウンターにより測定した。なお、測定する位置 1 1 - 1、1 1 - 2、1 2 - 1、1 2 - 2、1 3 - 1、1 3 - 2、1 4 - 1、1 4 - 2、1 5 - 1、1 5 - 2、1 6 - 1、1 6 - 2 は、各吸着塔 1 1 ~ 1 6 の入口近傍と出口近傍であった。その結果を図 2 に示す。その平均値である平均放射線量率  $ave [ \mu S v / h ]$  は、 $2.245 [ \mu S v / h ]$  であった。

## 【 0 0 4 7 】

< 平均吸着量を求める工程 >

また、放射性物質を含有する液体を  $37 [ L / h ]$  の流量で、 $45 [ h ]$  の通水時間で供給したことから、放射性物質を含有する液体の吸着塔への供給量を  $37 [ L / h ] \times 45 [ h ] = 1665 [ L ]$  と求めた。また、液体に含有されたセシウム 1 3 4 及びセシウム 1 3 7 の濃度を Na I ( T I ) シンチレーションカウンターにより測定した。液体の供給量と液体に含有されたセシウム 1 3 4 及びセシウム 1 3 7 の濃度とを乗ずることにより、吸着材に供給されたセシウム 1 3 4 及びセシウム 1 3 7 の全量を求めた。その結果、吸着材に供給されたセシウム 1 3 4 及びセシウム 1 3 7 の全量は、 $1665 [ L ] \times 3270 [ B q / L ] = 5444550 [ B q ]$  であった。

## 【 0 0 4 8 】

次いで、吸着材に供給されたセシウム 1 3 4 及びセシウム 1 3 7 の全量を、吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求めた。その結果、平均吸着量は、 $5444550 [ B q ] \div 40.8 [ k g ] = 133445 [ B q / k g ]$  であった。

## 【 0 0 4 9 】

< 係数を求める工程 >

次に、平均吸着量を、平均放射線量率で除することにより、係数を求めた。その結果、係数は、 $133445 [ B q / k g ] \div 2.245 [ \mu S v / h ] = 59441 [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ]$  であった。

## 【 0 0 5 0 】

< 所定位置での吸着量を推定する工程 >

次に、平均放射線量率を求める工程において測定した位置での放射線量率と、係数とを乗ずることにより、当該位置 1 1 - 1 ~ 1 6 - 2 での吸着材の吸着量を推定した。例えば、図 1 に示す吸着塔 1 1 の位置 1 1 - 1 の吸着量は、 $59441 [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ] \times 2.850 [ \mu S v / h ] = 169407 [ B q / k g ]$  であった。位置 1 1 - 2 の吸着量は、 $59441 [ ( B q / k g ) / ( \mu S v / h ) ] \times 1.905 [ \mu S v / h ] = 113235 [ B q / k g ]$  であった。このようにして、吸着塔 1 1 ~ 1 6 における位置 1 1 - 1 ~ 1 6 - 2 での吸着材の放射性物質の吸着量を推定した結果を図 3 に示す。

## 【 0 0 5 1 】

また、吸着塔 1 1 の位置 1 1 - 1 及び 1 1 - 2 の放射性物質の吸着量の推定値の平均値を、図 4 における推定量として示す。なお、吸着塔 1 4 において吸着量が大幅に増加しているのは、吸着塔 1 1 ~ 1 3 では吸着材として非吸着材とゼオライトの混合物を使用しているのに対して、吸着塔 1 4 においては吸着材としてゼオライトのみを利用しているためと考える。

## 【 0 0 5 2 】

上記平均吸着量を求める工程において、放射性物質を含有する液体の吸着塔への通水時間を種々変化させて、図 1 に示す吸着塔 1 1 の位置 1 1 - 1 及び 1 1 - 2 の吸着量を推定した。各通水時間における位置 1 1 - 1 及び 1 1 - 2 の放射性物質の吸着量の推定値の平均値を、推定量として図 4 に示す。

## 【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50



放射性物質を含有する液体の吸着塔への通水時間が約45時間のときに、吸着塔11の位置11-1及び11-2に位置する吸着材を取り出し、吸着材に吸着したセシウム134及びセシウム137の量をNaI(Tl)シンチレーションカウンターにより測定した。位置11-1及び11-2の放射性物質の吸着量の実測値の平均値を、図4に実測量として示す。

【0054】

図4に示すように、本発明の吸着量の推定方法により推定された吸着量と、実測量とは、ほぼ一致していた。このことから、本発明の吸着量の推定方法によれば、吸着塔の吸着材の一部を取り出さなくても、吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を、高い精度で、容易に推定することができることが確認できた。

10

【0055】

本実施例では、セシウム134及びセシウム137の吸着能力が比較的低い非吸着材と混合したゼオライトを吸着材として収容した吸着塔11での結果を示した。吸着能力が比較的低い吸着材であっても本発明の放射性物質の吸着量の推定方法の精度が高いため、セシウム134及びセシウム137の吸着能力がゼオライトの混合物よりも高い紺青などを吸着材として用いた場合には、精度がより高くなることは明らかである。

【符号の説明】

【0056】

11～16 吸着塔、11-1, 11-2, 12-1, 12-2, 13-1, 13-2, 14-1, 14-2, 15-1, 15-2, 16-1, 16-2 位置。

20

【要約】

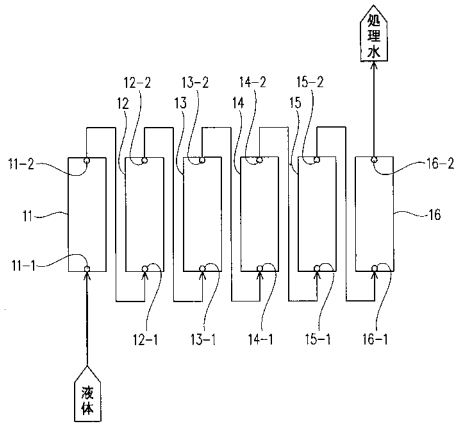
【課題】吸着材に吸着された放射性物質の吸着量を容易に推定する、放射性物質の吸着量の推定方法を提供する。

【解決手段】放射性物質を含有する液体を吸着塔11～16に供給し、吸着塔11～16に収容された吸着材に放射性物質を吸着させる工程と、吸着塔11～16の2以上の位置11-1～16-2で吸着塔11～16から放射される放射線量率を測定して、平均放射線量率を求める工程と、吸着材に供給された放射性物質の全量を、吸着材の充填量で除することにより、平均吸着量を求める工程と、平均吸着量を、平均放射線量率で除することにより、係数を求める工程と、平均放射線量率を求める工程において測定した位置11-1～16-2での放射線量率と、係数とを乗ずることにより、位置11-1～16-2での吸着材の吸着量を推定する工程とを備えている。

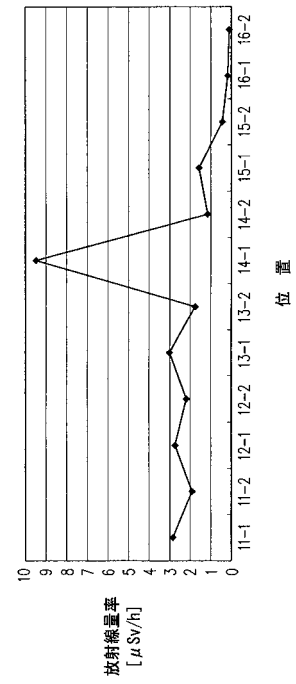
30

【選択図】図1

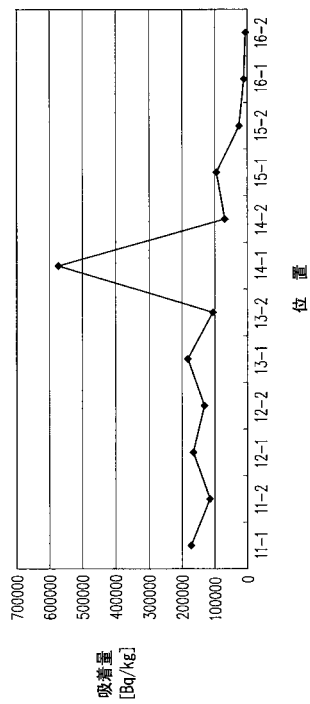
【 図 1 】



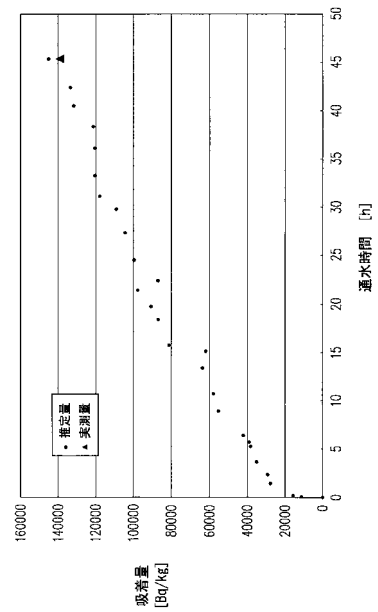
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 熊野 晋  
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 高 橋 円  
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 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2011-174812(JP,A)  
実開昭55-165255(JP,U)  
特開昭59-168365(JP,A)  
特開平01-153937(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21F 9/00 - 9/36  
G01T 1/167  
G01N 30/00