

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5875721号
(P5875721)

(45) 発行日 平成28年3月2日(2016.3.2)

(24) 登録日 平成28年1月29日(2016.1.29)

(51) Int. Cl.		F 1			
G 2 1 F	9/30	(2006.01)	G 2 1 F	9/30	5 3 1 M
G 2 1 F	9/32	(2006.01)	G 2 1 F	9/32	Z
			G 2 1 F	9/30	5 8 1 C

請求項の数 4 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-36300 (P2015-36300)</p> <p>(22) 出願日 平成27年2月26日 (2015. 2. 26)</p> <p>審査請求日 平成27年7月1日 (2015. 7. 1)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(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</p> <p>(74) 代理人 100154726 弁理士 宮地 正浩</p> <p>(72) 発明者 藤原 大 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</p> <p>(72) 発明者 竹田 尚弘 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</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性セシウム除去方法及び放射性セシウム除去システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理とを実行する放射性セシウム除去方法であって、

前記添加処理の前に、焼却灰を粉砕する粉砕処理を実行し、

前記粉砕処理の前に、焼却灰を結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む細粒分と非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む粗粒分とに分級する分級処理を実行して、前記粉砕処理において、前記粗粒分の焼却灰を粉砕し、

前記分級処理で分級された細粒分の焼却灰を、前記粉砕処理を施すことなく、前記粉砕処理で粉砕された焼却灰に合流させ、当該合流後の焼却灰に対して前記加熱処理を実行する放射性セシウム除去方法。

【請求項 2】

前記粉砕処理において、粒子径が 1 2 μ m 以下となるように前記粗粒分の焼却灰を粉砕する請求項 1 に記載の放射性セシウム除去方法。

【請求項 3】

前記加熱処理の前で、前記添加処理の後に、前記粉砕処理で粉砕された焼却灰を造粒する造粒処理を実行する請求項 1 又は 2 に記載の放射性セシウム除去方法。

【請求項 4】

廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理を実行

10

20

する添加処理部と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理を実行する加熱処理部とを備えた放射性セシウム除去システムであって、

前記添加処理部による添加処理の前に、焼却灰を粉碎する粉碎処理を実行する粉碎処理部を備え、

前記粉碎処理の前に、焼却灰を結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む細粒分と非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む粗粒分とに分級する分級処理を実行する分級処理部を備えて、前記粗粒分の焼却灰を前記粉碎処理部に供給して粉碎し、

前記分級処理で分級された細粒分の焼却灰を、前記粉碎処理を施すことなく、前記粉碎処理で粉碎された焼却灰に合流させる合流部を備え、前記加熱処理部が当該合流後の焼却灰に対して前記加熱処理を実行する放射性セシウム除去システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理とを実行する放射性セシウム除去方法及び放射性セシウム除去システムに関する。

【背景技術】

【0002】

「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」（平成23年6月23日、環境省）では、放射性物質を含む災害廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰の取り扱いについて、放射性セシウム濃度（セシウム134とセシウム137の合計値。以下「放射能濃度」という。）が8,000Bq/kgの基準値を超える場合には中間貯蔵施設等での保管が必要であるが、上記基準値以下である場合には一般廃棄物最終処分場（管理型最終処分場）で埋め立て可能という方針が示されている。しかしながら、埋め立て処分を促進させるためには、このような焼却灰から放射性セシウムを除去して、焼却灰の放射能濃度を一層低減させることが求められる。

20

【0003】

また、廃棄物の焼却過程において、廃棄物中の放射性セシウムの多くは排ガスへ移行して飛灰に付着するため、主灰の放射能濃度は、飛灰と比べて小さくなり、上記基準値以下となることが多い。しかしながら、今後、除染特別地域などの高線量地域における除染廃棄物の焼却による減容化が進められるにあたり、上記基準値を超える主灰の量が増加する可能性がある。そこで、貯蔵容量に制限がある中間貯蔵施設等への主灰の搬入量を減らすためにも、このような主灰から放射性セシウムを除去して、主灰の放射能濃度を低減させることが求められる。

30

【0004】

焼却灰から放射性セシウムを除去する従来の放射性セシウム除去技術として、焼却灰を塩化化合物などのセシウム揮発促進剤を添加した上で高温且つ長時間加熱することで、焼却灰から放射性セシウムを揮発除去するものが知られている（例えば、特許文献1～3を参照。）。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-174090号公報

【特許文献2】特開2013-120146号公報

【特許文献3】特開2013-122440号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の放射性セシウム除去技術では、主灰を非常に高温（例えば1200超）に加熱する必要があったが、この場合、大量のエネルギーが必要となり、更には、焼却灰がスラグ

50

化して元の性状とは大きく変化して取り扱い難いものとなるという問題もあった。

【 0 0 0 7 】

この実情に鑑み、本発明の主たる課題は、焼却灰に対しセシウム揮発促進剤を添加した上で加熱することで、焼却灰から放射性セシウムを揮発除去する放射性セシウム除去技術において、エネルギー消費量の増加を抑制しながら、焼却灰から効率良く放射性セシウムを揮発除去することができる技術を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第1特徴構成は、廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理とを実行する放射性セシウム除去方法であって、

前記添加処理の前に、焼却灰を粉砕する粉砕処理を実行し、

前記粉砕処理の前に、焼却灰を結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む細粒分と非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む粗粒分とに分級する分級処理を実行して、前記粉砕処理において、前記粗粒分の焼却灰を粉砕し、

前記分級処理で分級された細粒分の焼却灰を、前記粉砕処理を施すことなく、前記粉砕処理で粉砕された焼却灰に合流させ、当該合流後の焼却灰に対して前記加熱処理を実行する点にある。

【 0 0 0 9 】

本特徴構成によれば、エネルギー消費量の増加を抑制しながら、焼却灰から効率良く放射性セシウムを揮発除去できることが本発明者らの実験等により確認できた。焼却灰中の放射性セシウムの多くは焼却灰の非晶質中に取り込まれており、粉砕処理によりこの非晶質を粉砕することができ、それによりその内部に取り込まれている放射性セシウムが揮発除去し易い状態となったと考えられる。

【 0 0 1 0 】

即ち、セシウム揮発促進剤を添加する前の焼却灰を粉砕することで、当該焼却灰中の非晶質が好適に粉砕される。すると、その非晶質中に取り込まれている放射性セシウムの多くが露出した状態となり、更には、その放射性セシウムに対し後に添加されるセシウム揮発促進剤が良好に接触することになる。このことから、この焼却灰を比較的低温又は短時間で加熱してエネルギー消費量の増加を抑制した場合であっても、放射性セシウムを効率良く焼却灰から揮発除去することができたと考えられる。

更に、本特徴構成によれば、焼却灰の分級により粉砕対象の焼却灰を粗粒分に限定することで、粉砕処理負荷を軽減しながら、焼却灰から放射性セシウムを効率良く揮発除去することができる。即ち、焼却灰を細粒分と粗粒分とに分級するので、比較的粒子径が小さい焼却灰を細粒分として取り出すと共に、放射性セシウムが取り込まれた非晶質を含む比較的粒子径が大きい焼却灰を粗粒分として細粒分とは別に取り出すことができる。そして、分級された細粒分の焼却灰については、そのままセシウム揮発促進剤を添加し加熱することにより、当該焼却灰の結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを比較的容易に揮発除去することができる。一方、分級された粗粒分の焼却灰については、粉砕により放射性セシウムを露出させた上でセシウム揮発促進剤を添加し加熱することにより、当該焼却灰の非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを効率良く揮発除去することができる。

更に、本特徴構成によれば、分級処理で分級された細粒分の焼却灰を粉砕後の粗粒分の焼却灰に合流させることで、細粒分の焼却灰を粉砕後の粗粒分の焼却灰と共に、セシウム揮発促進剤を添加した上で加熱して、放射性セシウムを効率良く揮発除去することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の第2特徴構成は、上述の第1特徴構成を備えた放射性セシウム除去方法において、前記粉砕処理において、粒子径が12 μm以下となるように前記粗粒分の焼却灰を粉砕する点にある。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

本発明の第3特徴構成は、上述の第1～2の何れかの特徴構成を備えた放射性セシウム除去方法において、前記加熱処理の前で、前記添加処理の後に、前記粉碎処理で粉碎された焼却灰を造粒する造粒処理を実行する点にある。

【0016】

焼却灰を粉碎することで、例えば粒子径が10 μ m以下の微粉の含有割合が増加する。このように微粉の含有割合が増加すると、後の加熱処理時において微粉が揮発した放射性セシウムを含む排ガス中へ飛散してしまうことになる。すると、排ガスをろ過処理するバグフィルタのろ過負荷が増大化する上に、放射性セシウムで汚染された汚染焼却灰の減容化が十分に図れないという問題がある。

【0017】

そこで、本特徴構成によれば、粉碎され適宜セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を造粒することで、焼却灰中の微粉が凝集して比較的粒子径が大きなものとなるので、加熱対象となる焼却灰における微粉の含有割合が低下する。よって、加熱処理時における排ガス中への微粉の飛散量が減少するので、汚染焼却灰の減容化率を向上することができる。

【0018】

更に、焼却灰に対しセシウム揮発促進剤を添加した後に造粒処理を施せば、焼却灰に対しセシウム揮発促進剤が均一に分散供給され、焼却灰中の放射性セシウムに対しセシウム揮発促進剤が良好に接触した状態となり、後の加熱処理による放射性セシウムの揮発を一層促進させることができる。

【0019】

本発明の第4特徴構成は、廃棄物の焼却に伴って発生する焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理を実行する添加処理部と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理を実行する加熱処理部とを備えた放射性セシウム除去システムであって、

前記添加処理部による添加処理の前に、焼却灰を粉碎する粉碎処理を実行する粉碎処理部を備え、

前記粉碎処理の前に、焼却灰を結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む細粒分と非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む粗粒分とに分級する分級処理を実行する分級処理部を備えて、前記粗粒分の焼却灰を前記粉碎処理部に供給して粉碎し、

前記分級処理で分級された細粒分の焼却灰を、前記粉碎処理を施すことなく、前記粉碎処理で粉碎された焼却灰に合流させる合流部を備え、前記加熱処理部が当該合流後の焼却灰に対して前記加熱処理を実行する点にある。

【0020】

本特徴構成によれば、前述の第1特徴構成を有する放射性セシウム除去方法が有する各処理を実行するための各処理部を備えているので、当該放射性セシウム除去方法と同様の作用効果を奏し、エネルギー消費量の増加を抑制しながら、主灰の非晶質中に取り込まれた大部分の放射性セシウムであっても、焼却灰から効率良く揮発除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第1実施形態の処理システムの概略構成図

【図2】主灰1について粒子径分布と放射能濃度の関係を示すグラフ図

【図3】主灰2について粒子径分布と放射能濃度の関係を示すグラフ図

【図4】主灰1の(a)粗粒分及び(b)細粒分について粉碎時間と放射性セシウム除去率の関係を示すグラフ図

【図5】主灰2の(a)粗粒分及び(b)細粒分について粉碎時間と放射性セシウム除去率の関係を示すグラフ図

【図6】主灰1及び主灰2について粉碎後の粒子径と放射性セシウムの除去率の関係を示すグラフ図

【図7】第2実施形態の処理システムの概略構成図

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0022】

〔第1実施形態〕

本発明の第1実施形態について、図1に基づいて説明する。

図1に示す本実施形態の焼却灰の処理システム10（放射性セシウム除去システムの一例）は、放射性物質を含む廃棄物の焼却に伴って発生する主灰（焼却灰の一例）が焼却炉1aや主灰保管場1b等から供給され、当該主灰から放射性セシウムを除去するものとして構成されている。このため、この処理システム10には、主灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理を実行する添加処理部5と、当該セシウム揮発促進剤が添加された主灰を加熱する加熱処理を実行する加熱処理部6とが設けられている。

10

【0023】

ここで、「焼却灰」とは、都市ごみ、農林業系副産物（例えば、稲藁又は麦藁）、製材廃材、下水汚泥の脱水ケーキ、剪定枝、枯葉、草、紙類、プラスチック類、除染作業に用いられたタイベック又は衣類のような可燃性廃棄物、災害がれき等の災害廃棄物等の各種廃棄物の焼却によって生じる灰を意味する。

【0024】

セシウム揮発促進剤の種類や加熱条件等については、公知技術を採用できるが、例えば、主灰に無機カルシウム化合物又は有機カルシウム化合物と塩化化合物をセシウム揮発促進剤として添加すれば、加熱処理において比較的低温の900～1200且つ比較的短時間の120分以下、好ましくは10分以上60分以下の加熱により、主灰中の放射性セシウムを良好に揮発させることができる。

20

【0025】

具体的に、セシウム揮発促進剤として、酸化カルシウム、炭酸カルシウム、水酸化カルシウム、リン酸カルシウム、ケイ酸カルシウム、カルシウムシアナミド、硫酸カルシウム及び硝酸カルシウムからなる群より選択される少なくとも1種類の無機カルシウム化合物、又は500以上の酸化雰囲気下で酸化カルシウムを生成する有機カルシウム化合物と塩化ナトリウムを、焼却灰に添加する。

【0026】

無機化合物又は有機カルシウム化合物の添加量は、焼却灰と無機化合物又は有機カルシウム化合物との混合物中における無機化合物又は有機カルシウム化合物の割合が3質量%以上50質量%以下となるように調整される。次に、無機カルシウム化合物又は有機カルシウム化合物を添加した焼却灰に、放射性セシウム含有焼却灰と無機カルシウム化合物又は有機カルシウム化合物との混合物の合計量に対して0.5質量%を超え10質量%以下となるように塩化ナトリウムを添加する。

30

【0027】

塩化ナトリウム由来の塩化水素発生量を低減する観点から、塩化ナトリウムの添加量を放射性セシウム含有焼却灰と無機カルシウム化合物又は有機カルシウム化合物との混合物の合計量に対して10質量%以下とすることが好ましい。また、確実に放射性セシウムを焼却灰から揮発させる観点から、塩化ナトリウムの添加量を、放射性セシウム含有焼却灰と無機カルシウム化合物又は有機カルシウム化合物との混合物の合計量に対して1質量%以上とすることが好ましく、3質量%以上とすることがより好ましく、5質量%以上とすることがさらに好ましい。尚、塩化ナトリウムの代わりに、塩化カルシウムや塩化カリウムなども利用することができる。

40

【0028】

主灰に対しセシウム揮発促進剤を添加する添加処理部5は、特に限定されないが公知のブレンダーやスクリーフィーダ等で構成されている。そして、この添加処理部5は、主灰を加熱処理部6側へ搬送しながら、その主灰に対してセシウム揮発促進剤を散布する形態で、主灰に対してセシウム揮発促進剤を添加する。尚、主灰とセシウム揮発促進剤を混合機等で事前に混合することも可能である。また、セシウム揮発促進剤については、固体状（粉体）で添加してもよいが、液体状（溶液）で供給することもでき、液体状で供給し

50

た場合には、主灰中の微粉の飛散を抑制する効果を得ることができる。

【 0 0 2 9 】

主灰を加熱する加熱処理部 6 は、特に限定されないがロータリーキルンなどの公知の加熱炉で構成されている。そして、この加熱処理部 6 は、加熱処理により放射性セシウムが揮発除去された主灰を処理済主灰として排出すると共に、揮発した放射性セシウムを含む燃焼排ガスを排出する。

【 0 0 3 0 】

このように加熱処理部 6 から排出された処理済主灰は、放射線濃度が十分に低減されたものとなるため、放射性セシウムで汚染された汚染主灰の大幅な減容化が可能となると考えられる。

10

【 0 0 3 1 】

一方、加熱処理部 6 から排出された燃焼排ガスには、主灰から飛散した微粉が飛灰として含まれており、揮発した放射性セシウムがその飛灰に付着する。このように放射性セシウムが付着して放射性濃度が高い飛灰はバグフィルタ 7 により回収され、中間貯蔵施設などで保管されることになる。

【 0 0 3 2 】

以上が焼却灰の処理システム 10 の基本構成であるが、本実施形態の焼却灰の処理システム 10 及びそれにより実行される放射性セシウム除去方法は、エネルギー消費量の増加を抑制しながら、主灰の非晶質中に取り込まれた大部分の放射性セシウムであっても、焼却灰から効率良く揮発除去することができるものとして構成されており、その詳細構成について以下に説明を加える。

20

【 0 0 3 3 】

添加処理部 5 による添加処理の前に、主灰を粉砕する粉砕処理を実行する粉砕処理部 3 が設けられている。この粉砕処理部 3 は、特に限定されないが転動ボールミル粉砕装置、縦型ローラミル粉砕装置、ジェットミル粉砕装置、グライディング粉砕装置などの公知の乾式粉砕装置で構成されている。尚、この粉砕処理部 3 の運転条件等については、粉砕後の主灰の粒子径が所望の粒子径となるように適宜設定することができる。

【 0 0 3 4 】

更に、粉砕処理部 3 による粉砕処理の前に、主灰を細粒分と粗粒分とに分級する分級処理を実行する分級処理部 2 が設けられている。この分級処理部 2 は、特に限定されないが振動ふるい装置やサイクロン分級装置などの公知の乾式分級装置で構成されている。

30

【 0 0 3 5 】

このように分級処理部 2 及び粉砕処理部 3 が設けられていることで、分級後の粗粒分の主灰については粉砕処理部 3 に供給されて粉砕され、一方、分級後の細粒分の主灰については粉砕処理部 3 をバイパスして粉砕処理部 3 と添加処理部 5 との間に設けられた合流部 4 において粉砕後の粗粒分の主灰に合流される。

【 0 0 3 6 】

粉砕処理部 3 による粉砕処理が実行されることで、主灰中の非晶質が好適に粉砕され、その非晶質中に取り込まれている放射性セシウムの多くが露出した状態となる。更に、その粉砕後の主灰は添加処理部 5 に供給されてセシウム揮発促進剤が添加される。すると、添加されたセシウム揮発促進剤が露出した放射性セシウムに対し良好に接触した状態となる。そして、このように放射性セシウムに対しセシウム揮発促進剤が良好に接触した状態の主灰が加熱処理部 6 に供給されて加熱処理が施されるので、主灰を比較的低温又は短時間で加熱してエネルギー消費量の増加を抑制した場合であっても、放射性セシウムが効率良く主灰から揮発し除去されることになる。

40

【 0 0 3 7 】

更に、上記非晶質中に取り込まれた放射性セシウムは、主灰のうちの比較的粒子径が大きいものに多く含まれている。そこで、焼却炉 1 a や主灰保管場 1 b 等から供給された主灰に対し、分級処理部 2 による分級処理が施されて、非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む粗粒分の主灰と、結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを多く含む細

50

粒分の主灰とに分級される。そして、粗粒分の主灰のみを粉砕処理部 3 に供給する形態で、粉砕対象の主灰が、当該粉砕により放射性セシウムの揮発を促すことができる非晶質中に取り込まれた放射性セシウムを多く含んだ粗粒分の主灰に限定されている。このことで、全ての主灰を粉砕対象とする場合と比較して、放射性セシウムの除去率を同等としながら、粉砕処理部 3 の粉砕処理負荷が軽減されることになる。

【 0 0 3 8 】

尚、分級処理部 2 の分級粒度（ふるいの目開き）は適宜設定可能であるが、本実施形態では 2 mm に設定されている。これは、粒子径が 2 mm 以下の細粒分の主灰については、その多くが結晶構造中に取り込まれた放射性セシウムを含んでおり、加熱により比較的容易に放射性セシウムを揮発除去可能であるのに対し、2 mm 超の粗粒分の主灰については、その多くが非晶質であり、粉砕による放射性セシウムの揮発促進効果が十分に期待できるからである。

【 0 0 3 9 】**〔 実施例 〕**

以下、2 種類の主灰 1 , 2 を用いて、これまで説明してきた本実施形態の焼却灰の処理システム 1 0 及びそれにより実行される放射性セシウム除去方法における粉砕処理による放射性セシウムの除去率（以下「Cs 除去率」という。）の向上効果の検証実験結果について説明を加える。

【 0 0 4 0 】

尚、図 2 のグラフ図は、主灰 1 について粒子径分布と放射能濃度の関係を示し、図 3 のグラフ図は、主灰 2 について粒子径分布と放射能濃度の関係を示し、図 4 のグラフ図は、主灰 1 の（ a ）粗粒分及び（ b ）細粒分について粉砕時間と放射性セシウム除去率の関係を示し、図 5 のグラフ図は、主灰 2 の（ a ）粗粒分及び（ b ）細粒分について粉砕時間と放射性セシウム除去率の関係を示し、更に、図 6 のグラフ図は、主灰 1 及び主灰 2 について粉砕後の粒子径と放射性セシウムの除去率の関係を示す。

【 0 0 4 1 】

図 2 及び図 3 のグラフ図に示す関係から、何れの主灰 1 , 2 についても、粒子径が小さいものほど放射能濃度は高いものの、粒子径が大きいものでも無視できないレベルの放射能濃度を示すことが確認できる。そして、本検証実験では、これら主灰 1 , 2 の夫々について、2 mm の分級粒度で分級処理が施され、粒子径が 2 mm 超の粗粒分と粒子径が 2 mm 以下の細粒分との夫々について、粉砕処理及び加熱処理による Cs 除去率の向上効果について検証した。

【 0 0 4 2 】

先ず、主灰 1 の粗粒分（粒子径 2 mm 超）については、図 4（ a ）のグラフ図に示すように、粉砕無しの場合と比較して、転動ボールミル粉砕装置（粉砕処理部の一例）による粉砕処理時間（運転時間）が長くなるほど、加熱処理後の放射能濃度が低下し、Cs 除去率が向上していることが確認できた。特に、粉砕処理時間を 1 2 時間以上とすれば、良好な Cs 除去率の向上効果を得ることができた。尚、本実施例において、粉砕無しの粗粒分については、粗く砕いて 2 mm 以下にした場合でも同様の結果が得られる。

【 0 0 4 3 】

一方、主灰 1 の細粒分（粒子径 2 mm 以下）については、図 4（ b ）のグラフ図に示すように、粉砕無しの場合と比較して、転動ボールミル粉砕装置で粉砕した場合でも、加熱処理後の放射能濃度の低下幅は僅かであり、粉砕による Cs 除去率の向上効果が見込めないことが確認できた。

【 0 0 4 4 】

主灰 2 についても同様に、粗粒分については、図 5（ a ）のグラフ図に示すように、粉砕処理時間（運転時間）が長くなるほど Cs 除去率が向上することが確認でき、特に、粉砕処理時間を 9 時間以上とすれば、良好な Cs 除去率の向上効果を得ることができた。一方、細粒分については、図 5（ b ）のグラフ図に示すように、粉砕による Cs 除去率の向上効果は見込めないことが確認できた。

【 0 0 4 5 】

これらの結果から細粒分については、薬剤添加と加熱処理を施すことによって放射性セシウムが揮発しやすい形態、つまり結晶質中に放射性セシウムが取り込まれた構造になっていると考えられる。一方で粗粒分については、薬剤添加と加熱処理を施すことによって放射性セシウムが揮発しにくい形態、つまり非結晶質中に放射性セシウムが取り込まれた構造になっていると考えられる。尚、主灰に対するセシウム揮発促進剤の添加は、主灰：カルシウム化合物：塩化ナトリウムの質量割合が70：30：5となるように行った。

【 0 0 4 6 】

以上のことから、上述した焼却灰の処理システム10及びそれにより実行される放射性セシウム除去方法において、分級処理により得られる粗粒分については、粉碎処理を施してCs除去率の向上を図ると共に、分級処理により得られる細粒分については、粉碎処理によるCs除去率の向上効果が見込めないことから、粉碎処理を省略して粉碎処理負荷の軽減を図ることが好ましいといえる。

10

【 0 0 4 7 】

次に、粉碎処理後の粒子径について説明すると、図6のグラフ図に示すように、粗粒分の主灰1及び主灰2については、何れの場合も、粉碎処理後の粒子径(50%粒子径)が大きい場合には、粉碎無しの場合と比較して、Cs除去率の向上効果が殆ど確認できない。しかしながら、粉碎処理後の粒子径が約30 μm 以下となると、Cs除去率が上昇し、約12 μm 以下であれば、Cs除去率が粉碎無しの場合よりも高い値を示すことが確認でき、更に、粉碎処理後の粒子径が小さくなるほど、Cs除去率が向上していることが確認できる。このことから、粉碎処理の条件(粉碎処理部3の運転条件)については、粉碎後の主灰の粒子径が12 μm 以下(好ましくは10 μm 以下、更に好ましくは5 μm 以下)になるように設定することが好適であるといえる。

20

【 0 0 4 8 】

〔第2実施形態〕

本発明の第2実施形態について、図7に基づいて説明する。

尚、この第2実施形態の放射性セシウム除去方法は、加熱処理の前に粉碎処理で粉碎された焼却灰を造粒する造粒処理を実行する点で上記第1実施形態と異なるが、他の点で上記第1実施形態と同様の構成を採用している。よって、以下では、その造粒処理に関連する構成について説明を加えるものとし、上記第1実施形態と同様の構成については説明を省略する場合がある。

30

【 0 0 4 9 】

図7に示す本実施形態の焼却灰の処理システム20(放射性セシウム除去システムの一例)には、主灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理を実行する添加処理部15と、当該セシウム揮発促進剤が添加された主灰を加熱する加熱処理を実行する加熱処理部17とが設けられており、これにより、主灰から放射性セシウムを除去することができる。そして、加熱処理部17からは、放射線濃度が十分に低減された処理済主灰と放射性濃度が高い飛灰を含む燃焼排ガスが排出され、この飛灰はバグフィルタ18により回収される。

【 0 0 5 0 】

更に、添加処理部15による添加処理の前に、主灰を粉碎する粉碎処理を実行する粉碎処理部13が設けられ、更に、粉碎処理部13による粉碎処理の前に、主灰を細粒分と粗粒分とに分級する分級処理を実行する分級処理部12が設けられている。そして、分級後の粗粒分の主灰が粉碎処理部13に供給されて粉碎され、一方、分級後の細粒分の主灰が合流部14において、粉碎後の粗粒分の主灰に合流される。これにより、エネルギー消費量の増加を抑制しながら、主灰の非晶質中に取り込まれた大部分の放射性セシウムであっても、焼却灰から効率良く揮発除去することができる。

40

【 0 0 5 1 】

このように、粉碎処理部13で主灰を粉碎すると、当該主灰における粒子径10 μm 以下の微粉の含有割合が増加する。このように微粉を多く含む主灰を、そのままロータリーキルンなどの加熱処理部17に供給して加熱すると、主灰中の微粉が燃焼排ガスの噴流に

50

より飛散し、当該燃焼排ガスと共にバグフィルタ18側に排出される。すると、バグフィルタ18のろ過負荷が増大化する上に、放射性セシウムで汚染された汚染主灰の減容化が十分に図れないという問題がある。

【0052】

そこで、本実施形態の処理システム20では、加熱処理部17による加熱処理の前に、粉碎処理部13による粉碎処理が施された主灰を造粒する造粒処理を実行する造粒処理部16が設けられている。この造粒処理部16は、特に限定されないが、回転ドラム式造粒装置や、パドル翼を内部に備えたパドルミキサー等の公知の造粒装置で構成されている。そして、造粒処理部16により、粉碎処理部13で粉碎された後に添加処理部15でセシウム揮発促進剤が添加された主灰が造粒されることで、主灰中の微粉が凝集して粒子径が拡大し、主灰における微粉の含有割合が低下する。よって、加熱処理部17における加熱処理時の燃焼排ガス中への微粉の飛散量が減少し、汚染主灰の減容化率が向上する。

10

【0053】

更に、造粒処理部16が添加処理部15の後側（主灰の搬送方向に沿って下流側）に配置され、主灰に対しセシウム揮発促進剤が添加された後に造粒処理が施される。このことで、主灰に対しセシウム揮発促進剤が均一に分散供給され、主灰中の放射性セシウムに対しセシウム揮発促進剤が良好に接触した状態となる。よって、放射性セシウムに対しセシウム揮発促進剤が良好に接触した状態の主灰が加熱処理部17に供給され加熱されるので、主灰を比較的低温又は短時間で加熱してエネルギー消費量の増加を抑制した場合であっても、放射性セシウムが一層効率良く主灰から揮発し除去されることになる。尚、本実施形態では、上記添加処理を行った後に上記造粒処理を行うが、これら処理を同時に行っても構わない。

20

【0054】

また、造粒処理部16の運転条件等については、造粒処理後の主灰の粒子径が所望の粒子径となるように適宜設定することができる。また、この造粒処理後の主灰の粒子径については、加熱処理部17での飛散を抑制する観点から、0.5mm～10mmの範囲内、より好ましくは1～2mmの範囲内とすることが好適である。即ち、造粒処理後の粒子径が小さすぎると、微粉の飛散防止効果を見込めなくなり、逆に、造粒処理後の粒子径が大きすぎると、加熱処理時による放射性セシウムの昇温及び揮発を阻害する要因となる虞がある。

30

【0055】

更に、本実施形態の処理システム20では、主灰中の微粉の飛散を一層抑制する必要がある場合には、添加処理部15において、主灰に対し、セシウム揮発促進剤に加えて、水やポリビニルアルコールなどの水溶性バインダーなどの飛散防止剤を添加することができる。すると、造粒処理部16による微粉の造粒が促進されるので、加熱処理部17における加熱処理時の燃焼排ガス中への微粉の飛散量が一層減少する。

【0056】

このように飛散防止剤を主灰に添加する場合には、加熱処理部17において当該飛散防止剤を蒸発させて主灰を乾燥させるために要する熱エネルギーが余分に必要となる。そこで、図示は省略するが、加熱処理部17から排出された燃焼排ガスから回収した熱エネルギーを、加熱処理部17の前段部に供給するなどして、当該回収した熱エネルギーを主灰の乾燥に利用すれば、エネルギー消費量の増加を抑制することができる。また、加熱処理前に主灰を乾燥させるにあたり、乾燥後の水分率は15%以下、好ましくは10%以下とすることで、後の加熱処理を効率良く行うことができる。尚、燃焼排ガスから熱エネルギーを回収する場合には、冷却による放射性セシウムの析出を抑制するために、放射性セシウムが付着した飛灰がバグフィルタ18により分離除去された後の燃焼排ガスとの熱交換により熱エネルギーを回収することが望ましい。

40

【0057】

〔別実施形態〕

(1) 上記実施形態では、放射性セシウムの揮発除去処理の対象となる焼却灰を主灰（燃

50

え殻)とした例を説明したが、主灰以外の飛灰(煤塵)などの焼却灰を処理対象としても構わない。また、本願において、焼却灰の元となる廃棄物の種類(都市ごみ、農林業系副産物等)や当該焼却炉の種類(ストーカ炉、流動床炉、キルン炉等)については、特に限定されるものではない。

【0058】

(2)上記実施形態では、分級処理で分級された細粒分の主灰を、粉碎処理で粉碎された粗粒分の主灰に合流させて、粗粒分の主灰と共にセシウム揮発促進剤の添加と加熱処理とを施すように構成したが、その細粒分の主灰の合流位置については適宜変更可能であり、また、粗粒分の主灰に合流させることなく、別途処理を実行するように構成しても構わない。また、細粒分の主灰については、粉碎しないことから、造粒処理を施さずに加熱処理を行うことができる。そこで、細粒分の主灰については、粗粒分とは別にセシウム揮発促進剤を添加した上で、造粒後の粗粒分の主灰に合流させることができ、このことにより、造粒処理の負荷を軽減することができる。

10

【0059】

(3)上記実施形態では、主灰を分級した後に、分級された粗粒分の主灰に対してのみ粉碎処理を施すように構成したが、主灰を分級することなく、そのまま全主灰に対して粉碎処理を施すように構成しても構わない。

【0060】

(4)上記実施形態では、主灰中の微粉の飛散を抑制するために、粉碎処理部13による粉碎処理で粉碎された主灰を造粒する造粒処理を施したが、飛散防止剤の添加やその他別の方法で微粉の飛散を防止できる場合や該微粉の飛散が問題にならない場合には、この造粒処理を省略しても構わない。

20

【0061】

(5)上記実施形態では、主灰を湿潤させることなく乾式で処理した例を説明したが、例えば、焼却炉1aや主灰保管場1b等から供給された主灰に水を供給して湿潤状態とし、分級処理や粉碎処理などを湿式で行い、フィルタプレス又はベルトプレスのような公知の脱水装置で脱水処理を施した主灰に対し加熱処理を施すように構成しても構わない。この場合には、脱水後の主灰は、それに含まれている微粉と共にケーキ状となり、そのケーキ状の主灰に対し加熱処理が施されるので、加熱処理時の微粉の飛散は抑制されることになる。よって、微粉の飛散を抑制するための造粒処理や飛散防止剤の添加は省略することができる。

30

【符号の説明】

【0062】

2, 12	分級処理部	
3, 13	粉碎処理部	
4, 14	合流部	
5, 15	添加処理部	
16	造粒処理部	
6, 17	加熱処理部	
10, 20	焼却灰の処理システム(放射性セシウム除去システム)	40

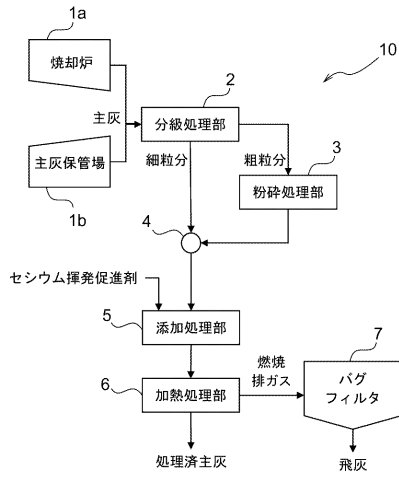
【要約】 (修正有)

【課題】焼却灰に取り込まれた大部分の放射性セシウムを、エネルギー消費量の増加を抑制しながら効率良く揮発除去する方法を提供する。

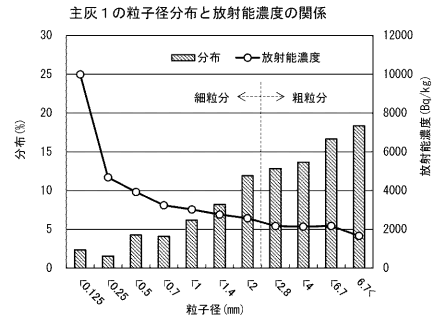
【解決手段】放射性セシウムを含有する焼却灰を粉碎処理3した後、焼却灰にセシウム揮発促進剤を添加する添加処理5と、当該セシウム揮発促進剤が添加された焼却灰を加熱する加熱処理6とを行う。

【選択図】図1

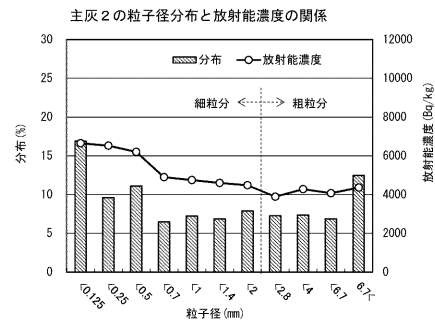
【図1】



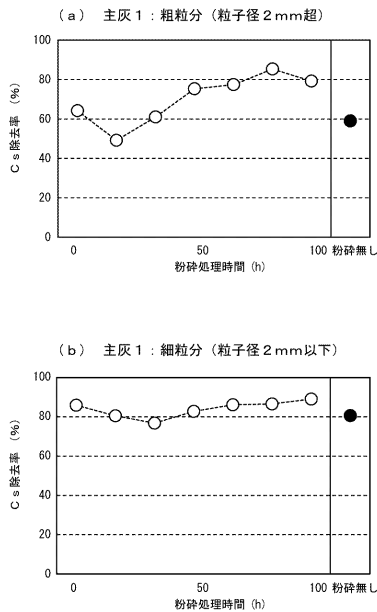
【図2】



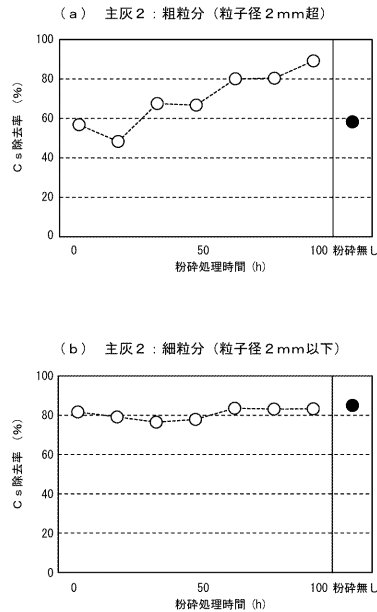
【図3】



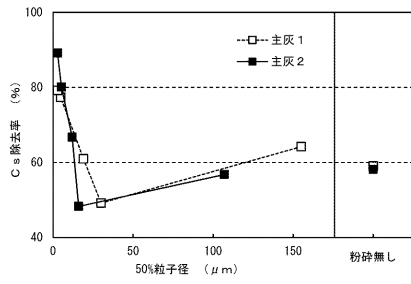
【図4】



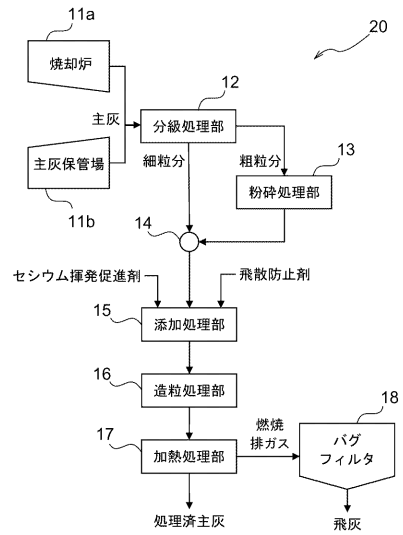
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 小倉 正裕
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 井出 昇明
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番地2号 独立行政法人国立環境研究所内
- (72)発明者 倉持 秀敏
茨城県つくば市小野川16番地2号 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 国際公開第2014/068800(WO, A1)
特開2013-036883(JP, A)
特開2014-142311(JP, A)
特開2014-174115(JP, A)
特開昭63-255699(JP, A)
特開2013-104824(JP, A)
特許第5677608(JP, B2)
特開平10-249325(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21F 9/30
G21F 9/32
G21F 9/28
B09C 1/02 - 1/08