

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6616145号  
(P6616145)

(45) 発行日 令和1年12月4日(2019.12.4)

(24) 登録日 令和1年11月15日(2019.11.15)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>C O 4 B</b>	<b>18/14</b>	<b>(2006.01)</b>	C O 4 B	18/14	B
<b>G O 1 N</b>	<b>33/24</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 1 N	33/24	Z A B A
<b>B O 9 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B O 9 B	3/00	3 O 3 L

請求項の数 8 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-190996 (P2015-190996)</p> <p>(22) 出願日 平成27年9月29日 (2015.9.29)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-67522 (P2017-67522A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年4月6日 (2017.4.6)</p> <p>審査請求日 平成30年6月15日 (2018.6.15)</p> <p>特許法第30条第2項適用 電気通信回線を通じて発表 2015年8月10日 <a href="https://www.stage.jst.go.jp/article/jismcwm/26/0/26_49/_article-char/ja/">https://www.stage.jst.go.jp/article/jismcwm/26/0/26_49/_article-char/ja/</a> 廃棄物資源循環学会論文誌Vol. 26 (2015) p. 49-60 「廃棄物溶融スラグからの鉛溶出挙動に及ぼすスラグ組成の影響」</p>	<p>(73) 特許権者 000001052 株式会社クボタ 大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号</p> <p>(74) 代理人 100107478 弁理士 橋本 薫</p> <p>(72) 発明者 釜田 陽介 兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ 本社阪神事務所</p> <p>審査官 三木 隆</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラグの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

廃棄物である酸化物非晶質体原料を溶融して急激に冷却した酸化物非晶質体であるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法であって、

前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と、前記光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式と、に基づいて前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の前記酸性溶液中での推定溶出量を算出する溶出量算出工程と、から構成される溶出量推定方法を用いて推定されたスラグに含まれる溶出管理対象物の推定溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、前記所定の溶出量関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出工程と、

スラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が前記目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程と、

前記光学的塩基度調整工程で光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融する溶融工程と、を備え、

前記目標光学的塩基度算出工程で算出される目標光学的塩基度は、前記スラグに含まれる夫々の溶出管理対象物の推定溶出量と基準溶出量との偏差に基づいて異なる値に設定さ

れるスラグの製造方法。

【請求項 2】

廃棄物である酸化物非晶質体原料を溶融して急激に冷却した酸化物非晶質体であるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法であって、

前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料に含まれる溶出管理対象物の含有量を分析する含有量分析工程と、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と、前記光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出率と当該溶出率と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出率関係式と、に基づいて、前記酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の推定溶出率を推定する溶出率推定工程と、前記含有量分析工程で得られた溶出管理対象物の含有量と、前記溶出率推定工程で推定された推定溶出率とから前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の前記酸性溶液中での推定溶出量を算出する工程と、から構成される溶出量推定方法を用いて推定されたスラグに含まれる溶出管理対象物の推定溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、前記所定の溶出率関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出工程と、

スラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が前記目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程と、

前記光学的塩基度調整工程で光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融する溶融工程と、

を備え、

前記目標光学的塩基度算出工程で算出される目標光学的塩基度は、前記スラグに含まれる夫々の溶出管理対象物の推定溶出量と基準溶出量との偏差に基づいて異なる値に設定されるスラグの製造方法。

【請求項 3】

溶出管理対象物は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、重金属類及びそれらの化合物の何れかである請求項 1 または 2 記載のスラグの製造方法。

【請求項 4】

スラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量が、公定法で規定されるプロセスに従って求まる溶出量である請求項 1 から 3 の何れかに記載のスラグの製造方法。

【請求項 5】

スラグに含まれる溶出管理対象物が鉛であり、鉛の推定溶出量が基準溶出量の 1 ~ 3 倍の範囲である場合に目標光学的塩基度を 0.62 から 0.60 の範囲に設定し、基準溶出量の 3 倍以上である場合に目標光学的塩基度を 0.60 以下に設定する請求項 1 から 4 の何れかに記載のスラグの製造方法。

【請求項 6】

前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の紫外光吸収ピークの変化の計測値に基づいて求められる値である請求項 1 から 5 の何れかに記載のスラグの製造方法。

【請求項 7】

前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の組成とそれらを構成するカチオンの電気陰性度とから以下の数式に基づいて導き出される指標である 1 から 5 の何れかに記載のスラグの製造方法。

$$\text{光学的塩基度} = 1 - \left( z_i \cdot r_i / 2 \right) \cdot \left( 1 - 1 / i \right)$$

$$\text{但し、} \quad i = 1.36 \left( i - 0.26 \right)$$

$z_i$  ;  $i$  種カチオンの原子価、 $r_i$  ; 酸素 1 個あたりで表現したときの  $i$  種カチオンの数、 $i$  ;  $i$  種カチオンの電気陰性度。

【請求項 8】

前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料に対する重量濃度が 0.5 重量% 以上となる組成を対象に算出される値である請求項

10

20

30

40

50

## 7 記載のスラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を推定する溶出量推定方法を用いて、制御対象となるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

都市ごみ焼却灰や下水汚泥を含む一般廃棄物や産業廃棄物を溶融炉で溶融処理して得られるスラグを資源として、例えば、コンクリート骨材やアスファルト合材などに再利用する試みがなされている。しかし、再利用されたスラグから有害物質が溶出すると環境汚染を招く虞があるため、環境省によって有害物質、例えば鉛などの重金属類等に対する溶出量の基準値が定められている。

【0003】

特許文献1には、少なくとも鉛を含有するスラグの溶出試験方法であって、濃度既知の鉛を含有する複数のスラグを標準試料とし、所定の方法により該標準試料から該鉛を含む金属を溶出させて得られた標準溶出液の光透過率と該標準溶出液中の鉛濃度との関係を示す検量線を予め作成する検量線作成工程と、試験対象となる濃度未知の鉛を含有するスラグから、上記所定の方法により該鉛を含む金属を溶出させて試験対象溶出液を得る溶出液生成工程と、上記試験対象溶出液の光透過率を測定する光透過率測定工程と、上記検量線作成工程にて作成した検量線を用いて、上記光透過率測定工程にて測定した光透過率から上記試験対象溶出液中の鉛の溶出量を算出する溶出量算出工程と、上記鉛の溶出量が所定の基準値以下であるか否かを判定する判定工程とを有することを特徴とするスラグの溶出試験方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2014-25848号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1に開示されたスラグの溶出試験方法は、公定法に基づいて得られたスラグ溶出液中の鉛濃度とその溶出液の濁りとの間に相関関係があるとの知見に基づくものであり、当該溶出試験方法を鉛以外の溶出管理対象物に適用できるか否か保障の限りではない。しかも、環境省が規定する塩酸溶液中での溶出試験等に対して、特許文献1に開示されたような常温水での溶出試験は対応できないという問題もあった。

【0006】

また、一般的に廃棄物を溶融処理すれば、廃棄物中の重金属の大部分は揮散するが、それでもスラグ中に微量に重金属等の有害物質が残存する。

【0007】

さらに、都市ごみ焼却灰等を溶融したスラグはCaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO等の多成分系の酸化物非晶質体であるため、一般的に使われるCaO/SiO<sub>2</sub>の二成分塩基度を調整しても、有害物質の溶出量を適切にコントロールするのは困難であった。これらの問題はスラグに限らず広く再生資源化される酸化物非晶質体に共通する問題であった。

【0008】

本発明の目的は、上述した問題点に鑑み、酸性溶液中で酸化物非晶質体から溶出する複数の溶出管理対象物に適用可能な汎用性を持った溶出量推定方法を用いることにより、溶

10

20

30

40

50

出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下に抑制可能なスラグの製造方法を提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によるスラグの製造方法の第一の特徴構成は、廃棄物である酸化物非晶質体原料を溶融して急激に冷却した酸化物非晶質体であるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法であって、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と、前記光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式と、に基づいて前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の前記酸性溶液中での推定溶出量を算出する溶出量算出工程と、から構成される溶出量推定方法を用いて推定されたスラグに含まれる溶出管理対象物の推定溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、前記所定の溶出量関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出工程と、スラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が前記目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程と、前記光学的塩基度調整工程で光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融する溶融工程と、を備え、前記目標光学的塩基度算出工程で算出される目標光学的塩基度は、前記スラグに含まれる夫々の溶出管理対象物の推定溶出量と基準溶出量との偏差に基づいて異なる値に設定される点にある。

10

【0010】

本願発明者らは、酸化物非晶質体に含まれる複数の溶出管理対象物に関しDuffyとIngramによって見出された指標である光学的塩基度と酸性溶液中での溶出量とに着目して鋭意研究を重ねた結果、それらに相関関係があるとの新知見を得た。

20

【0011】

任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式を予め求めておけば、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体の原料である酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を、上述の所定の溶出量関係式に適用することで、酸化物非晶質体からの溶出管理対象物の溶出量が適切に推定可能になる。溶出量関係式とは、例えば試験サンプルの溶出管理対象物の光学的塩基度と、当該試験サンプルの溶出量との計測の結果得られる検量線を特定する関係式や表、グラフ等である。

30

【0012】

所定の溶出量関係式に基づいて、溶出管理対象物の溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を求め、スラグの溶融前の被溶融物が当該目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加することによって、溶融工程を経て得られたスラグの溶出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下に調整することができる。そして、目標光学的塩基度を設定することにより、安定的に含有量基準を満足できるスラグを排出することができるようになるので、少ロット単位での溶出試験や再溶融処理等に費やすコストを削減することができるようになる。

【0013】

同第二の特徴構成は、廃棄物である酸化物非晶質体原料を溶融して急激に冷却した酸化物非晶質体であるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法であって、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料に含まれる溶出管理対象物の含有量を分析する含有量分析工程と、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と、前記光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出率と当該溶出率と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出率関係式と、に基づいて、前記酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の推定溶出率を推定する溶出率推定工程と、前記含有量分析工程で得られた溶出管理対象物の含有量と、前記溶出率推定工程で推定された推定溶出率とから前記酸化物非晶質体または前記酸化

40

50

物非晶質体原料の前記酸性溶液中での推定溶出量を算出する工程と、から構成される溶出量推定方法を用いて推定されたスラグに含まれる溶出管理対象物の推定溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、前記所定の溶出率関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出工程と、スラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が前記目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程と、前記光学的塩基度調整工程で光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融する溶融工程と、を備え、前記目標光学的塩基度算出工程で算出される目標光学的塩基度は、前記スラグに含まれる夫々の溶出管理対象物の推定溶出量と基準溶出量との偏差に基づいて異なる値に設定される点にある。

【0014】

10

第一の特徴構成と同様に、所定の溶出率関係式に基づいて、溶出管理対象物の溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を求め、スラグの溶融前の被溶融物が当該目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加することによって、溶融工程を経て得られたスラグの溶出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下に調整することができる。そして、目標光学的塩基度を設定することにより、安定的に含有量基準を満足できるスラグを排出することができるようになるので、少ロット単位での溶出試験や再溶融処理等に費やすコストを削減することができるようになる。

【0015】

同第三の特徴構成は、上述した第一または第二の特徴構成に加えて、溶出管理対象物は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、重金属類及びそれらの化合物の何れかである点にある。

20

【0016】

管理対象物質のアルカリ金属として例えばカリウム、セシウム等、アルカリ土類金属として例えばストロンチウム、ラジウム等が挙げられる。重金属類とは比重が4以上の金属の総称であり、例えばカドミウム、水銀、鉛、六価クロム、ヒ素があげられる。また、管理対象物質にはアルカリ金属、アルカリ土類金属、重金属類及びそれらの化合物やシアン化合物も挙げられる。何れの溶出管理対象物であっても本発明が好適に用いられる。

【0017】

同第四の特徴構成は、上述した第一から第三の何れかの特徴構成に加えて、スラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量が、公定法で規定されるプロセスに従って求まる溶出量である点にある。

30

【0018】

公定法とは例えば平成15年3月6日環境省告示第19号によって定められた産業廃棄物に係る溶出試験のような試験であり、溶出管理対象物について定められた基準に適合するか否かを判定するために公に定められた試験である。

【0019】

同第五の特徴構成は、上述した第一から第四の何れかの特徴構成に加えて、スラグに含まれる溶出管理対象物が鉛であり、鉛の推定溶出量が基準溶出量の1～3倍の範囲である場合に目標光学的塩基度を0.62から0.60の範囲に設定し、基準溶出量の3倍以上である場合に目標光学的塩基度を0.60以下に設定する点にある。

40

【0020】

溶出管理対象物が鉛である場合に、鉛の推定溶出量が基準溶出量の1～3倍の小さな範囲であれば目標光学的塩基度を0.62から0.60の範囲に設定することが好ましく、基準溶出量の3倍以上である場合に目標光学的塩基度を0.60以下に設定することが好ましく、このような設定により、何れの場合にも適切に鉛の溶出量を基準溶出量以下に調整することができるようになる。

【0021】

同第六の特徴構成は、上述した第一から第五の何れかの特徴構成に加えて、前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の紫外光吸収ピークの変化の計測値に基づいて求められる値である点にある。

50

## 【0022】

酸化物非晶質体の光学的塩基度は、紫外光吸収ピークの変化を計測することにより直接求めることができる。

## 【0023】

同第七の特徴構成は、上述した第一から第五の何れかの特徴構成に加えて、前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料の組成とそれらを構成するカチオンの電気陰性度とから以下の数式に基づいて導き出される指標である点にある。

$$\text{光学的塩基度} = 1 - \frac{(z_i \cdot r_i / 2) \cdot (1 - 1/i)}{i}$$

$$\text{但し、} i = 1.36 (i - 0.26)$$

$z_i$  ;  $i$ 種カチオンの原子価、 $r_i$  ; 酸素1個あたりで表現したときの $i$ 種カチオンの数、 $i$  ;  $i$ 種カチオンの電気陰性度。

10

## 【0024】

酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料を組成分析してその組成を求めることにより、上式に基づいて間接的に光学的塩基度を求めることができる。

## 【0025】

同第八の特徴構成は、上述した第七の特徴構成に加えて、前記酸化物非晶質体の光学的塩基度は、前記酸化物非晶質体または前記酸化物非晶質体原料に対する重量濃度が0.5重量%以上となる組成を対象に算出される値である点にある。

## 【0026】

溶出量推定方法は光学的塩基度に影響しない微量なものを省くことにより速やかに光学的塩基度を算出することができるようになる。特に対象スラグまたはその被溶融物に対する重量濃度が0.5重量%以上である組成を対象に算出することが好ましい。

20

## 【発明の効果】

## 【0027】

以上説明した通り、本発明によれば、酸性溶液中で酸化物非晶質体から溶出する複数の溶出管理対象物に適用可能な汎用性を持った溶出量推定方法を用いることにより、溶出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下に抑制可能なスラグの製造方法を提供することができるようになった。

## 【図面の簡単な説明】

30

## 【0028】

【図1】(a)はスラグの溶出量推定方法のフロー図、(b)は溶出量関係式を作成するフロー図

【図2】溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法のフロー図

【図3】骨材の製造方法の説明図

【図4】実施例1に用いる試料の混合条件を示す図表

【図5】実施例1に用いる各試料の組成を示す図表

【図6】(a)は実施例1のスラグの光学的塩基度と全溶出率の特性図、(b)は実施例1のスラグの光学的塩基度とNa溶出率の特性図

【図7】(a)は実施例1のスラグの光学的塩基度とSi溶出率の特性図、(b)は実施例1のスラグの光学的塩基度とPb溶出率の特性図

40

【図8】未添加条件(低塩基度の条件)、K添加条件(中塩基度の条件)、Ca添加条件(高塩基度の条件)のそれぞれに対する各元素の溶出率の特性図

【図9】実施例2に用いる試料の組成を示す図表

【図10】実施例2のスラグA-1, A-5, A-6の組成を示す図表

【図11】(a)は実施例2のスラグの光学的塩基度と全溶出率の特性図、(b)は実施例2のスラグの光学的塩基度とNa溶出率の特性図

【図12】(a)は実施例2のスラグの光学的塩基度とSi溶出率の特性図、(b)は実施例2のスラグの光学的塩基度とPb溶出率の特性図

【図13】実施例2のスラグA-1, A-5, A-6の各元素の溶出率の特性図

50

【図14】土壤の光学的塩基度とCa溶出率との関係を示す図表

【図15】土壤C-4の酸溶出条件(19号試験)の試験前後の組成表

【図16】土壤C-4の酸溶出条件(19号試験)の試験前後のXRD分析結果を示す図表

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明によるスラグの製造方法を説明する。

図3には、都市ごみ焼却灰等の廃棄物を溶融処理してコンクリート骨材やアスファルト合材などに再利用可能なスラグを得るための溶融炉1が示されている。

【0030】

当該溶融炉1は、燃焼器2が配置された天井部3の周囲に立設された内筒4と、底部中央に出滓口5が形成された有底の外筒6とが共通軸心周りに配置され、外筒6を軸心周りに回転させる回転機構を備え、外筒6が内筒4に対して回転可能に構成された回転式表面溶融炉である。

【0031】

燃焼器2は、燃料タンクから供給される燃料とブロワから供給される空気を混合して燃焼させるバーナで構成され、燃料の供給量を調整することによって主燃焼室1A内の温度が1000 から1500 程度の範囲となるように調整される。

【0032】

ホッパーに投入された廃棄物である都市ごみ焼却灰が、内筒4と外筒6の間に形成された蓄積部7に供給され、内筒4と外筒6の相対回転により内筒4の下縁部から天井部3の下部空間の主燃焼室1Aにすり鉢状に切り出される。主燃焼室1A内に供給された都市ごみ焼却灰の露出面が燃焼器2の燃焼火炎により加熱され溶融して、出滓口5から溶融スラグとして落下排出される。出滓口5から落下した溶融スラグは、下方に配置された冷却機構8としての水槽で急冷されて酸化物非晶質体の一種である水砕スラグとなる。

【0033】

冷却機構8からコンベア機構9を介して排出されたスラグは、コンクリート骨材等に利用するために適切な粒度に整粒する整粒機構10によって整粒された後に骨材として出荷される。

【0034】

骨材として出荷されたスラグがコンクリート骨材やアスファルト合材などに再利用された後に、スラグから鉛等の環境有害物質が溶出すると環境汚染を招く虞があるため、鉛等の管理対象物のスラグからの溶出量が基準値を超えないように管理される必要がある。

【0035】

本発明による溶出量推定方法は、このようなスラグ等の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を推定するための溶出量推定方法である。

【0036】

酸化物非晶質体とは、各種元素の酸化物が三次元的に不規則に結合した網目構造を有する物質の総称である。都市ごみや下水汚泥などの廃棄物を溶融したスラグ以外に、鉄鋼製錬や非鉄製錬の過程で発生する鉄鋼スラグや市販されている一般的なガラス製品などがある。

【0037】

図1(a)に示すように、当該溶出量推定方法は、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体の原料である酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と(S1)、光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式と、に基づいて推定溶出量を算出する溶出量算出工程と(S2)、を備えて構成される。

【0038】

本願発明者らは、酸化物非晶質体に含まれる複数の溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量と光学的塩基度との関係に強い相関が見られるという新知見を得た。当該新知見に基

10

20

30

40

50

づけば、手間のかかる溶出試験を行なわなくても、酸化物非晶質体の光学的塩基度を求めることにより溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量が把握できるようになる。

【0039】

つまり、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式を予め求めておけば、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体の原料である酸化物非晶質体原料の光学的塩基度を、上述の所定の溶出量関係式に適用することで、酸化物非晶質体からの溶出管理対象物の溶出量が適切に推定可能になる。

【0040】

光学的塩基度とは、酸化物ガラスの塩基性（ガラス構成酸素の電子供与性）がガラスに含まれるプローブイオン（ $Pb^{2+}$ 、 $Tl^{+}$ 、 $Bi^{3+}$ ）の紫外光吸収ピークと相関することから、次式により定義された塩基度である。

$$\text{光学的塩基度} = (\text{free-glass}) / (\text{free-O}_2)$$

ここに、 $\text{glass}$  はガラス試料中での吸収ピーク、 $\text{free}$  は真空中（電子が供与されない条件）での吸収ピーク、 $\text{O}_2$  は  $CaO$  中（電子供与が最大の条件）での吸収ピークである。

【0041】

DuffyとIngramは、多元系酸化物ガラスの光学的塩基度について、ガラスを構成する各酸化物の加成性が成立することに着目し、ガラス組成から次式により、Paulingの電気陰性度に基づく光学的塩基度を計算で求める方法を提案した（An interpretation of glass chemistry in terms of the optical basicity concept, J. Non-Cryst. Solids, Vol.2 1, pp.373-410 (1976)）。

【0042】

$$\text{光学的塩基度} = 1 - (z_i \cdot r_i / 2) \cdot (1 - 1/i)$$

$$\text{但し、} i = 1.36 (i - 0.26)$$

ここに、 $z_i$  は  $i$  種カチオンの原子価であり、 $r_i$  は酸素1個あたりで表現したときの  $i$  種カチオンの数（ $M_mO_n$  の場合  $m/n$ ）であり、 $i$  は  $i$  種カチオンの電気陰性度である。

【0043】

本研究では、この計算方法に基づく光学的塩基度をスラグ組成の評価指標とした。計算方法としては他にもあり、中村らは平均電子密度を基礎とした光学的塩基度を提案し、遷移金属酸化物、ハロゲン化合物への適用を報告している（光学的塩基度の新しい展開、日本金属学会誌, Vol.50, No.5, pp.456-461 (1986)）。

【0044】

所定の溶出量関係式とは、例えば試験サンプルの溶出管理対象物の光学的塩基度と、当該試験サンプルの酸性溶液中の管理対象物の溶出量との計測の結果得られる近似式、グラフや検量線で表わされる関係式をいう。

【0045】

例えば、図1(b)に示すように、様々な組成を有する酸化物非晶質体の試験サンプルの光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と(SA1)、当該試験サンプルの酸性溶液中での管理対象物の溶出量を計測する溶出量計測工程を実行し(SA2)、制御対象のスラグの光学的塩基度とその範囲に含まれていることを確認した上で(SA3)、その結果に基づいてサンプルに対する光学的塩基度と管理対象物の溶出量との相関関係を示す検量線を作成する工程(SA4)を実行することにより得られる。

【0046】

例えば、図7(b)のような溶出率と光学的塩基度との相関関係を示す検量線や、さらにサンプルに含まれる含有量から溶出量と光学的塩基度との相関を示す検量線として得られる。

【0047】

従って、例えば都市ごみ焼却灰の組成を予め分析して光学的塩基度を求め、その値を上

10

20

30

40

50



述の検量線に適用することにより、都市ごみ焼却灰の溶融後に得られるスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量が求まる。

【 0 0 4 8 】

上述した溶出管理対象物の溶出量に基づく検量線を溶出量関係式として採用する以外に、溶出管理対象物の溶出率に基づく溶出率関係式を採用することも可能である。尚、溶出量関係式や溶出率関係式とは、近似式等の計算式、表、グラフ等、光学的塩基度と溶出率または溶出量が関係付けられていれば、どのようなものであってもよい。

【 0 0 4 9 】

酸化物非晶質体または酸化物非晶質体の原料である酸化物非晶質体原料に含まれる溶出管理対象物の含有量を分析する含有量分析工程をさらに備え、上述した光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意の酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の溶出率と当該溶出率と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出率関係式とに基づいて、酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の推定溶出率を推定する溶出率推定工程と、含有量分析工程で得られた溶出管理対象物の含有量と溶出率推定工程で推定された推定溶出率とから推定溶出量を算出する工程とで溶出量算出工程を構成すればよい。

10

【 0 0 5 0 】

酸化物非晶質体に含まれる溶出管理対象物の溶出率と当該溶出率と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出率関係式が既知であれば、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体の原料である酸化物非晶質体原料に含まれる溶出管理対象物の含有量から溶出管理対象物の推定溶出率が得られ、推定溶出率から溶出量を算出することができるようになる。尚、溶出量と溶出率との関係は以下の式で表される。

20

$$\text{溶出量 (mg / kg)} = \text{溶出率 (重量\%)} \times \text{含有量 (mg / kg)}$$

【 0 0 5 1 】

尚、酸化物非晶質体の光学的塩基度を、上述したDuffyとIngramによって見出された数式に基づく指標を用いずに、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体原料の紫外光吸収ピークの変化を直接計測し、その計測値に基づいて求めてもよい。

【 0 0 5 2 】

上述したDuffyとIngramによって見出された数式に基づく指標を用いる場合、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体原料の組成の全てを反映させる必要が無く、殆ど影響を与えない成分を無視することも可能である。具体的には、酸化物非晶質体または酸化物非晶質体原料に対する重量濃度が0.5重量%以上好ましくは1.0重量%以上となる組成を対象に光学的塩基度を算出し、重量濃度が0.5重量%未満好ましくは1.0重量%未満となる組成を除去すればよい。このように、影響の少ない成分を無視することで、組成分析の手間や光学的塩基度の算出がより容易にできるようになる。

30

【 0 0 5 3 】

酸化物非晶質体が廃棄物を溶融したスラグである場合には、溶出管理対象物がアルカリ金属、アルカリ土類金属、重金属類及びそれらの化合物の何れかに対して本発明が効果的に活用できる。

【 0 0 5 4 】

管理対象物質のアルカリ金属として例えばカリウム、セシウム等、アルカリ土類金属として例えばストロンチウム、ラジウム等が対象となる。とくに放射性物質の溶出管理に有用である。

40

【 0 0 5 5 】

重金属類とは比重が4以上の金属の総称であり、例えばカドミウム、水銀、鉛、六価クロム、ヒ素等が対象となる。また、管理対象物質にはアルカリ金属、アルカリ土類金属、重金属類及びそれらの化合物やシアン化合物も対象となる。何れの溶出管理対象物であっても本発明が好適に用いられる。

【 0 0 5 6 】

スラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量とは、例えば公定法で規定されるプロセスに従って求まる溶出量である。公定法とは例えば平成15年3月6日環境省

50

告示第19号によって定められた産業廃棄物に係る溶出試験のような試験であり、溶出管理対象物について定められた基準に適合するか否かを判定するために公に定められた試験が含まれるが、環境省告示第19号試験に限るものではない。つまり、酸性溶液中に浸漬されたスラグからの溶出量を測定する方法であれば、どのようなものでもよい。

【0057】

以上、酸化物非晶質体原料が廃棄物である都市ごみ焼却灰、酸化物非晶質体が都市ごみ焼却灰を溶融し水槽で急激に冷却した水砕スラグである場合を説明したが、廃棄物として都市ごみ焼却灰以外に水処理設備から排出された余剰汚泥や汚泥焼却灰等であっても本発明を適用でき、スラグ以外にガラス等の酸化物非晶質体全般に本発明を適用することができる。

10

【0058】

上述した溶出量推定方法を活用することにより、廃棄物を溶融して酸化物非晶質体とすることで、環境汚染を招くことなく、廃棄物を資源として有効に利用することができるようになる。例えば、制御対象のスラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に抑制するスラグの製造方法や溶融装置を実現できるようになる。ここで、基準溶出量とは、第19号試験等の酸性溶液中での溶出試験により許容される溶出量のこと、例えば、第19号試験ではPbは150mg/kg以下となる。

【0059】

当該スラグの製造方法は、上述した溶出量推定方法を用いて推定されたスラグに含まれる溶出管理対象物の推定溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、上述した溶出量関係式または溶出率関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出工程と、制御対象のスラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が上述の目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程と、光学的塩基度調整工程で光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融する溶融工程とを備えて構成される。

20

【0060】

所定の溶出量関係式または溶出率関係式に基づいて、溶出管理対象物の溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を求め、制御対象のスラグの溶融前の被溶融物が当該目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加することによって、溶融工程を経て得られるスラグの溶出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下に調整することができる。

30

【0061】

図2に示すように、スラグまたはスラグの原料である焼却灰の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出工程と(SB1)、光学的塩基度算出工程で求めた光学的塩基度と、任意のスラグに含まれる溶出管理対象物の溶出量と当該溶出量と相関を示す光学的塩基度との所定の溶出量関係式とに基づいて推定溶出量を算出する溶出量算出工程と(SB2)を実行し、算出された溶出量が基準溶出量未満であれば(SB3, N)、そのままステップSB6の溶融工程を実行し、算出された溶出量が基準溶出量以上であれば(SB3, Y)、焼却灰の光学的塩基度を調整した後にステップSB6の溶融工程を実行するように構成すればよい。

【0062】

即ち、算出された溶出量が基準溶出量以上であれば(SB3, Y)、上述した溶出量関係式または溶出率関係式に基づいて、溶出管理対象物の溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を求める目標光学的塩基度算出工程を実行し(SB4)、溶出量の制御対象となるスラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が当該目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整工程を実行すればよい(SB5)。光学的塩基度調整助剤として、 $SiO_2$ 、 $P_2O_5$ 、 $Al_2O_3$ 等の酸性酸化物を好適に用いることができる。これらの酸性酸化物を添加することにより溶融後のスラグの光学的塩基度を低下させることができる。

40

【0063】

光学的塩基度調整工程の後に、溶融工程(SB6)、冷却工程(SB7)、整粒工程(

50

S B 8 ) が実行されることにより、基準溶出量つまり環境基準を満たしたスラグが得られる。

【 0 0 6 4 】

光学的塩基度調整助剤の添加量は、溶出量関係式または溶出率関係式に基づいて溶出管理対象物の推定される溶出量が基準溶出量以下になる目標光学的塩基度に調整するために必要な添加量である。そのため、目標光学的塩基度と、スラグまたは被溶融物の光学的塩基度から、上述したDuffyとIngramによって見出された指標を用いて添加量を算出することができる。

【 0 0 6 5 】

この場合、目標光学的塩基度を、スラグに含まれる夫々の溶出管理対象物の推定溶出量と基準溶出量との偏差に基づいて異なる値に設定することが好ましい。

10

【 0 0 6 6 】

夫々の溶出管理対象物に設定された目標光学的塩基度のうち、スラグまたは非溶融物の光学的塩基度との差が一番大きな目標光学的塩基度を利用して光学的塩基度調整剤の添加量を算出すれば、夫々の溶出量を基準溶出量以下とすることができる。

【 0 0 6 7 】

制御対象となるスラグに含まれる溶出管理対象物の溶出量と基準溶出量との偏差が大きい場合には、溶出管理対象物の溶出量を基準溶出量以下にするために添加すべき光学的塩基度調整助剤の量のばらつきが大きいことが想定される。

【 0 0 6 8 】

20

そこで、溶出量の制御対象となるスラグに含まれる溶出管理対象物の溶出量と基準溶出量との偏差が大きいほど、光学的塩基度調整剤の添加量の補正の程度を大きくする。つまり光学的塩基度調整助剤の添加量を多くすることによって確実に目標となる光学的塩基度へ調整することができるようになる。

【 0 0 6 9 】

また、このように目標光学的塩基度を設定することにより、安定的に基準溶出量を満足できるスラグを排出することができるようになるので、少ロット単位での溶出試験や再溶融処理等に費やすコストを削減することができるようになる。

【 0 0 7 0 】

後述する実験例や図 1 2 に示されているように、制御対象スラグに含まれる溶出管理対象物が鉛である場合、ステップ S B 3 で算出された推定溶出量が基準溶出量の 1 ~ 3 倍の範囲であれば目標光学的塩基度を 0 . 6 2 から 0 . 6 0 の範囲に設定し、推定溶出量が基準溶出量の 3 倍以上であれば目標光学的塩基度を 0 . 6 0 以下に設定することが好ましい。このような設定により、何れの場合にも適切に鉛の溶出量を基準溶出量以下に調整することができるようになる。

30

【 0 0 7 1 】

スラグに含まれる溶出管理対象物の酸性溶液中での溶出量を基準溶出量以下に制御する溶融装置は、スラグの被溶融物の光学的塩基度を求める光学的塩基度算出器と、スラグに含まれる溶出管理対象物の溶出量が基準溶出量以下となる目標光学的塩基度を、所定の溶出量関係式または溶出率関係式に基づいて求める目標光学的塩基度算出器と、スラグの溶融前の被溶融物の光学的塩基度が目標光学的塩基度となるように光学的塩基度調整助剤を添加する光学的塩基度調整器と、を備え、光学的塩基度が調整された被溶融物を溶融するように構成されていけばよい。

40

【 0 0 7 2 】

そのような溶融装置は、上述した回転式表面溶融炉に限るものではなく、アーク式溶融炉やプラズマ式溶融炉等の電気溶融炉、コークスベッド炉、回転式表面溶融炉以外の燃料溶融炉等を適宜用いて構成することが可能である。

【 0 0 7 3 】

尚、スラグを酸化物非晶質体とする必要があるので、溶融後にスラグを急冷してガラス状にする必要がある。急冷の手段としては水槽に落下させるのが一般的であるが、冷却水

50

をスプレーする等、どのような方法でもよい。

【0074】

上述の溶融において、光学的塩基度に寄与する元素は、燃焼や揮散により溶融の前後で大きく変化することがない。そのため、スラグの光学的塩基度を被溶融物の組成と含有量から近似的に求めることができる。

【実施例】

【0075】

以下に、本発明による溶出量推定方法の根拠となる実施例を説明する。

[実施例1]

実施設から排出された廃棄物溶融スラグに、スラグの構成元素であるSi, Al, Ca, Fe, Na, Kの内の一種類の元素の化合物試薬を所定割合で添加し再溶融して異なる組成のスラグを作成して試料とした。

10

【0076】

図4には、溶出試験に用いるスラグの混合条件が示されている。Si, Al, Feについては酸化物の試薬を、Ca, Na, Kについては常温では酸化物が不安定であるため、炭酸塩の試薬を添加した。夫々の添加濃度はSi, Al, Caについて混合後の重量割合が20%、Fe, Na, Kについては10%とし、全条件共通でPbO試薬を1.1%添加した。

【0077】

再溶融方法としては、スラグと試薬の混合物を黒鉛るつぼ(80mm×H100mm)に厚み約8cmで充填し、空気自然対流下の電気マuffle炉に挿入して1400で2時間溶融した。取出して空气中で自然冷却した後、るつぼと分離して乳鉢で1-2mmに粗粉碎し、試料とした。

20

【0078】

図5には、試料の組成が示されている。Siの分析方法はJIS K 0101により実施した。

【0079】

試料を硝酸、過塩素酸で加熱分解しSiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以外を溶解した後、懸濁液をろ紙でろ過して固液分離を行った。得られた固体をろ紙ごと1000で1h燃焼した後、フッ化水素酸でSiO<sub>2</sub>のみを加熱揮散させ、その減少重量から濃度を算出した。Si以外の元素の分析方法は底質調査方法(H24環水大水発120725002号)により実施した。

30

【0080】

試料を硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸で加熱分解(Alのみ更にピロ硫酸ナトリウムで加熱融解)し、ICP発光分光分析計((株)リガク、CIROS-120)により定量した。

【0081】

添加した元素は概ね増加していた。Pb濃度は再溶融時に一部が揮散したため、150~2100mg/kgとなった。光学的塩基度は塩基性元素であるNa, K, Caを添加した試料が高い値となった。

40

【0082】

次に、酸中での各元素の溶出挙動をH15環境省告示第19号試験(以下、19号試験)により評価した。

【0083】

樹脂製容器に試料6gを量り取り、1N塩酸溶液を加えて密栓し振とうした。その後、ろ過し、得られた溶出液中のSi, Ca, Al, Na, Pb濃度をICP発光分光分析計((株)リガク、CIROS-120)により定量した。試験後の残さ重量及び溶出液中の各元素濃度から、全溶出率(試料重量の減少率)及び各元素の溶出率を算出し、それらを溶出性の指標として比較を行った。

【0084】

50

図6, 図7には、Si, Al, Ca, Fe, Na, K種元素の化合物試薬を添加し、再溶解したスラグの光学的塩基度と19号試験での全溶出率及びSi, Na, Pb各溶出率との関係が示されている。

【0085】

全溶出率及び主要構成元素であるSi、準構成元素であるNaの溶出率は光学的塩基度と相関係数0.8以上の高い正の相関を示し、光学的塩基度が0.59~0.63と低かったスラグは溶出率が20%以下と低く、光学的塩基度が0.65~0.68と高かったスラグは溶出率が60%以上と高かった。

【0086】

他の主要構成元素であるCa, Alについても図は示さなかったが、同様の傾向であった。Pb溶出率も、特に塩基度が高かった3条件のスラグにおいてバラつきは大きかったが、光学的塩基度と相関係数0.6程度の正の相関を示した。

10

【0087】

図8には、未添加条件(低塩基度の条件)、K添加条件(中塩基度の条件)、Ca添加条件(高塩基度の条件)における各元素の溶出率が示されている。どの塩基度条件のスラグについても、各元素の溶出率は同レベルであり、元素間の溶出挙動に大きな違いは見られなかったことから、スラグから特定元素のみが選択的に溶出したのではなく、スラグ骨格全体が崩壊し、各元素が溶出したことが理解される。

【0088】

[実施例2]

20

13施設の廃棄物溶融スラグを採取した。11施設の燃料式廃棄物溶融スラグ(以下、燃料式スラグ)、2施設の電気式廃棄物溶融スラグ(以下、電気式スラグ)及び比較対象として6種類の土壌を試料とした。

【0089】

試料は、2mm以上の粗大物は粉碎して2mm未満としたが、それ以外の前処理操作は行わずそのまま試験に供した。

【0090】

燃料式スラグの11施設は、全て回転表面式溶融炉を有する実施設である。電気式スラグの2施設は実証施設である。土壌は全て関西地方で採取したもので、3試料が水田土壌、2試料が河川脇土壌、1試料が山林土壌である。

30

【0091】

図9には、試料の組成が示されている。廃棄物溶融スラグは燃料式スラグ、電気式スラグ共に主要構成元素はSi, Al, Ca, Feであった。アルカリ金属(Na, K)の濃度は数%レベル、重金属(Zn, Pb)の濃度は数十~数千mg/kgレベルであった。

【0092】

土壌は主要構成元素がSi, Alであった。アルカリ金属の濃度は数%レベルで廃棄物溶融スラグと同程度、重金属の濃度は数十~数百mg/kgレベルで廃棄物溶融スラグよりも低かった。

【0093】

図10には、廃棄物溶融スラグの中で、光学的塩基度が最も低かったスラグA-1、中程度であったスラグA-5、最も高かったスラグA-6の組成が示されている。光学的塩基度が高かったスラグほど、塩基性の低いSiO<sub>2</sub>の濃度が低く、塩基性の高いアルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素の濃度が高い特徴が見られた。

40

【0094】

上記試料についても実施例1と同様に19号試験を行った。

図11, 図12には、13地域の実施設から排出された廃棄物溶融スラグの光学的塩基度と19号試験での全溶出率及びSi, Na, Pb溶出率との関係が示されている。尚、施設によっては、季節の異なる検体を採取し、図11, 図12にプロットをした。

【0095】

全溶出率及びSi, Na溶出率は相関係数0.4~0.6、Pb溶出率は0.1882で

50

あり、相関性は試薬添加試験よりも低下したものの、スラグの光学的塩基度と溶出率の間に正の相関は認められた。尚、Ca, Alについても図には示さなかったがSi, Na溶出率と同程度の相関が見られた。Pb溶出率は光学的塩基度が0.65前後と高いスラグはPb溶出率が20~98%とバラつきが見られた。

【0096】

図13には、スラグA-1(低塩基度の条件)、スラグA-5(中塩基度の条件)、スラグA-6(高塩基度の条件)における各元素の溶出率が示されている。各元素の溶出率が同程度でスラグ骨格全体が崩壊、溶出した点は試薬添加試験と同様であった。

【0097】

図14には、土壌とスラグの光学的塩基度とCa溶出率の結果が併せて示されている。土壌はCa, Pbの溶出率においてスラグと異なる溶出傾向が見られた。図には示さなかったが、PbもCaと同様の溶出傾向が見られた。土壌は光学的塩基度がどれも0.51前後と低かったにも関わらず、Caの溶出率は0~60%と試料により異なり、光学的塩基度との相関が見られなかった。土壌は、非晶質のスラグと異なり、多種類の結晶鉱物の集合体であるため、スラグとは溶出挙動が異なると考えられる。

【0098】

土壌C-4について、X線回折分析計(株)リガク、RINT2000)で結晶相の同定を行った。分析条件は、管球Cu、管球電圧40kV、管球電流200mA、測定角度5~90°、走査ステップ0.02°、走査速度4°/min、発散・散乱スリット0.5°、受光スリット0.3mmとした。

【0099】

図15には土壌C-4における19号試験前の土壌及び19号試験後の残さの組成分析が、図16にはそれらX線回折分析で同定された結晶相が示されている。

【0100】

図15の図表に示すように、組成については19号試験前後でSi, Al, Fe, Na, Kの濃度変化は見られなかったが、Ca, Zn, Pbの濃度に減少が見られた。

【0101】

図16の図表に示すように、結晶相については試験前の土壌ではCa含有結晶((Ca, Na)(Si, Al)<sub>4</sub>O<sub>8</sub>)が同定されたが、試験後の残さではそれが同定されなかった。この結果から19号試験において土壌からCa含有結晶が選択的に溶出したと推測される。

【0102】

Zn, Pbについては、Caとイオン半径が近く、同型置換しやすいことから、土壌中ではCa含有結晶の構成成分として存在し、19号試験においてCa含有結晶と共に溶出したと考えられる。従って、土壌のPb溶出挙動については、塩基度ではなく、結晶相とその内訳などを指標とした評価が必要であると考えられる。

【0103】

尚、上述の実施例では、酸性溶液中の溶出試験として第19号試験を例に説明したが、目的や周囲条件により溶出試験の方法や溶出量の基準は変わるので、第19号試験によらず、どのような酸性溶液中の溶出試験でも本発明の適用が可能である。さらに溶出量関係式や溶出率関係式は再移用する溶出試験に対応して作成すればよい。

【符号の説明】

【0104】

- 1：回転式表面溶融炉
- 2：燃焼器
- 3：天井部
- 4：内筒
- 5：出滓口
- 6：外筒
- 8：冷却機構

10

20

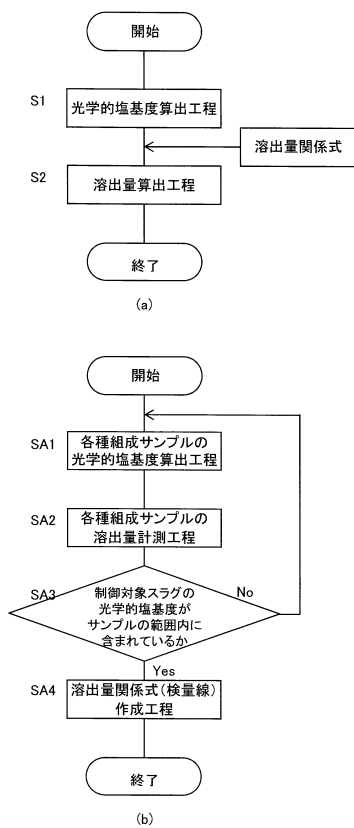
30

40

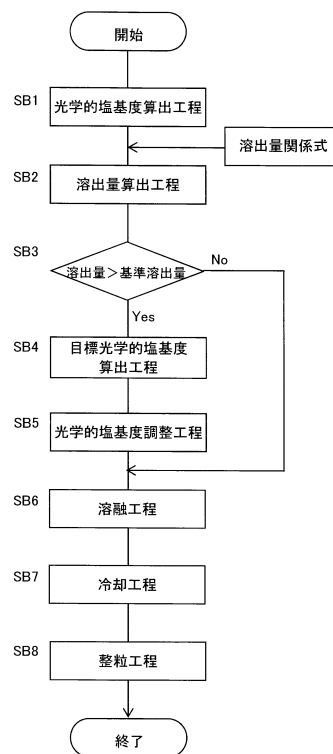
50

9 : コンベア機構  
10 : 整粒機構

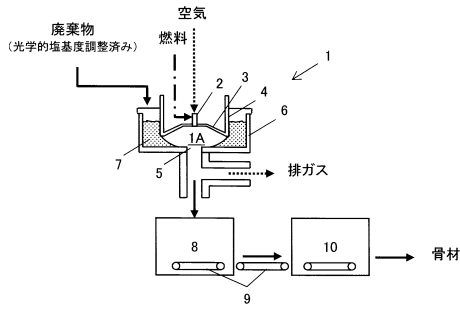
【図1】



【図2】



【図3】



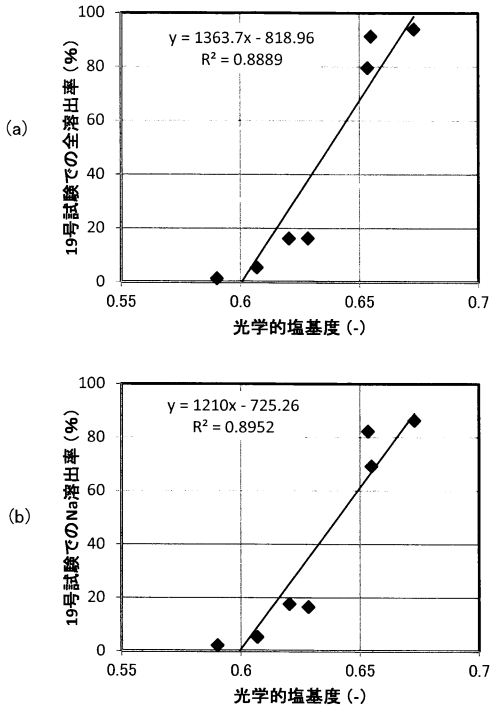
【図4】

No.	条件	混合重量割合			
		スラグ	添加元素		PbO
1	未添加	98.9%	-	0%	1.1%
2	Si添加	78.9%	SiO <sub>2</sub>	20.0%	1.1%
3	Al添加	78.9%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.0%	1.1%
4	Ca添加	78.9%	CaCO <sub>3</sub>	20.0%	1.1%
5	Fe添加	88.9%	FeO	10.0%	1.1%
6	Na添加	88.9%	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10.0%	1.1%
7	K添加	88.9%	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10.0%	1.1%

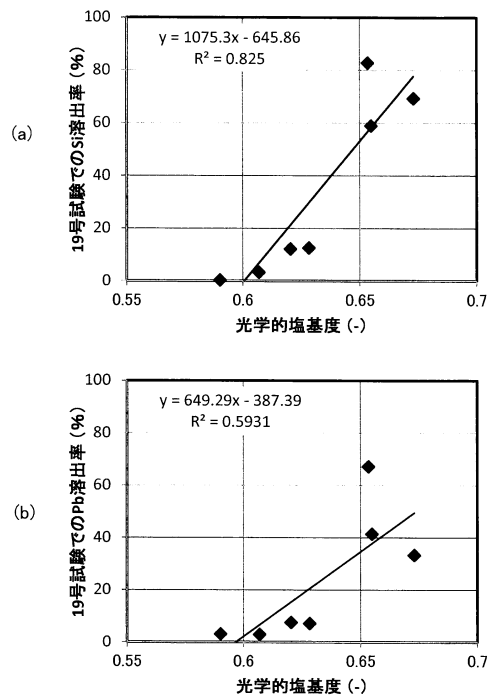
【図5】

No.	条件	SiO <sub>2</sub> %(dry)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %(dry)	CaO %(dry)	FeO %(dry)	Na %(dry)	K %(dry)	Mg %(dry)	Zn mg/kg(dry)	Pb mg/kg(dry)	光学的塩基度
											-
1	未添加	40.2	23.6	29.6	2.1	2.3	0.88	2.0	370	2,100	0.628
2	Si添加	54.0	19.5	23.1	1.8	1.9	0.76	1.6	290	1,500	0.590
3	Al添加	32.1	43.6	18.3	1.7	1.9	0.72	1.0	300	690	0.607
4	Ca添加	33.6	18.6	43.6	1.6	1.6	0.45	1.5	48	150	0.673
5	Fe添加	37.9	23.0	26.6	7.0	2.2	0.77	1.7	91	440	0.620
6	Na添加	37.0	21.7	26.1	1.7	9.0	0.94	1.7	210	580	0.655
7	K添加	36.6	21.1	25.9	2.0	2.3	8.24	1.7	240	670	0.653

【図6】

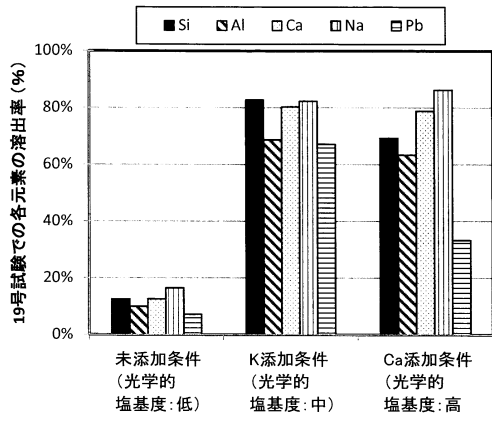


【図7】





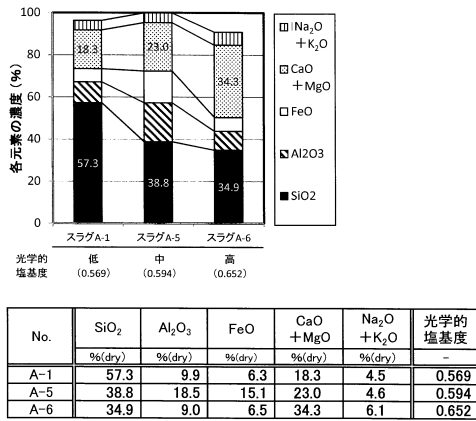
【 図 8 】



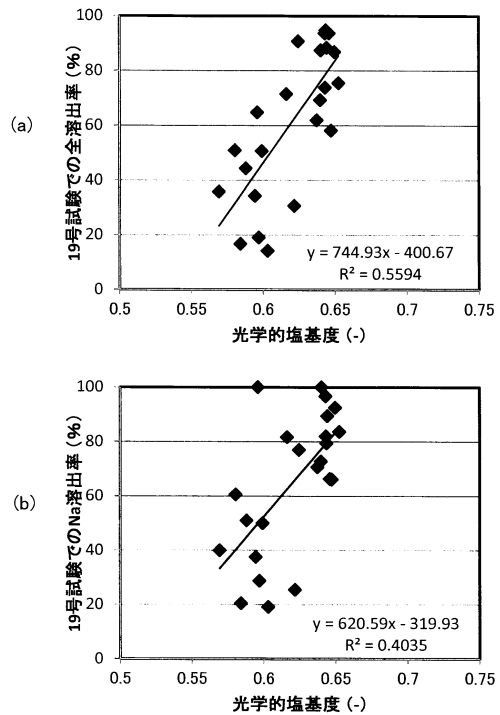
【 図 9 】

No.	区分	検体数	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	FeO	Na	K	Mg	Zn	Pb	光学的塩基度
			% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	mg/kg (dry)	mg/kg (dry)	-
A-1	廃棄物溶解スラッグ	4	57.3	9.9	17.6	6.3	1.7	1.9	0.5	1,500	310	0.569
A-2		3	39.1	15.7	21.4	5.2	2.3	1.3	2.2	2,300	39	0.629
A-3		3	35.0	13.6	31.6	3.7	3.3	0.7	1.6	1,800	36	0.643
A-4		2	35.4	16.2	25.6	6.6	2.5	1.0	1.7	4,000	68	0.616
A-5		2	38.8	18.5	20.0	16.5	2.3	1.3	1.8	2,900	300	0.584
A-6		1	34.9	9.0	32.0	6.5	3.8	0.8	1.4	5,100	162	0.652
A-7		1	34.7	21.9	25.5	8.6	2.4	0.7	2.3	3,500	160	0.622
A-8		1	32.8	22.0	35.4	6.0	1.5	0.4	2.6	3,200	70	0.650
A-9		1	34.1	18.9	28.2	2.7	3.8	0.9	1.7	3,000	330	0.643
A-10		1	35.1	15.7	30.1	3.6	3.0	1.1	1.7	2,300	130	0.644
A-11	1	46.6	17.2	21.4	2.5	1.6	1.7	1.5	3,000	180	0.586	
B-1	電気式	2	47.2	21.2	20.9	4.5	4.1	1.4	1.4	970	63	0.603
B-2		1	37.6	16.8	32.7	1.6	2.9	1.2	1.4	640	11	0.647
C-1	土壌	1	69.4	15.0	0.7	3.0	1.1	2.5	0.34	110	28	0.513
C-2		1	63.1	15.1	1.6	5.0	1.5	1.7	0.30	130	16	0.517
C-3		1	73.5	15.7	0.7	3.4	1.1	2.3	0.30	150	26	0.511
C-4		1	66.5	10.7	0.3	2.6	1.2	2.1	0.34	140	28	0.509
C-5		1	79.5	8.9	1.0	1.8	1.8	2.4	0.23	74	20	0.508
C-6	1	71.1	13.4	1.0	4.0	1.8	2.4	0.23	100	17	0.515	

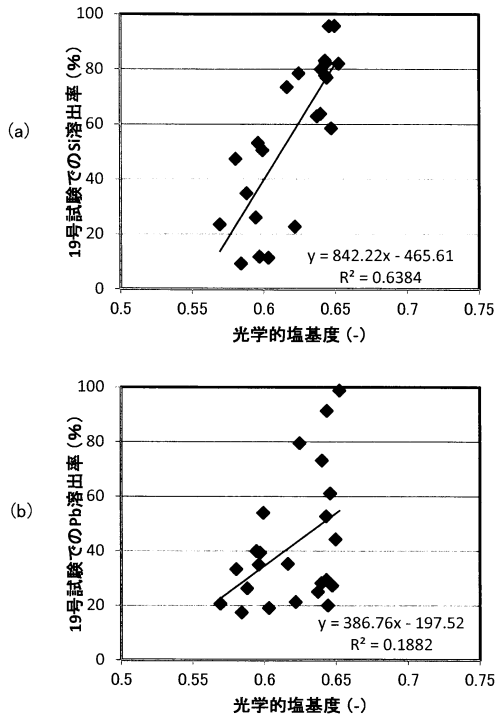
【 図 10 】



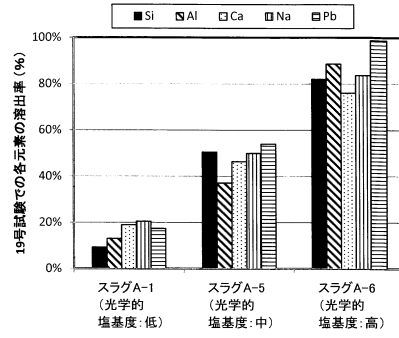
【 図 11 】



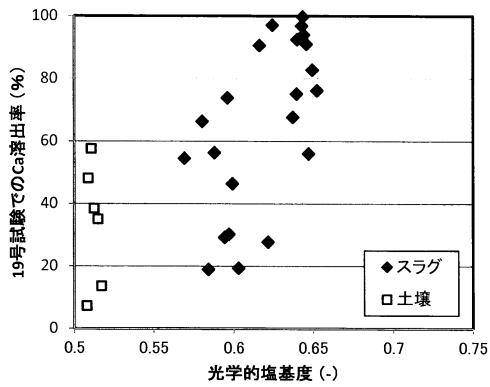
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

区分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	FeO	Na	K	Zn	Pb
	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	% (dry)	mg/kg (dry)	mg/kg (dry)
A	66.5	10.7	0.54	2.6	1.19	2.08	140	28
B	71.4	10.8	0.44	2.4	1.16	2.04	95	13
B/A	1.07	1.01	0.81	0.95	0.97	0.98	0.68	0.46

## 【 図 1 6 】

## (a)試験前の土壌

同定された鉱物	
$\text{SiO}_2$	石英
$(\text{Ca,Na})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$	灰長石
$(\text{K,Na})\text{Al}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	白雲母
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	曹長石

## (b)試験後の溶出残さ

同定された鉱物	
$\text{SiO}_2$	石英
$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	曹長石
$(\text{Na,K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$	曹微斜長石
$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	正長石
$\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH})_2$	白雲母

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-068789(JP,A)  
特開2012-232864(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0117864(US,A1)  
釜田陽介 ほか,スラグ中の微量成分が溶融処理性、スラグ安全性に及ぼす影響,廃棄物資源循環学会研究発表会講演集,2011年11月7日,第22回廃棄物資源循環学会研究発表会  
C3-4
- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
G01N 33/24  
C04B 5/00-5/06  
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)