

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-145294

(P2017-145294A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)		
C09K	3/00	(2006.01)	C09K	3/00	Z A B S	4 D O O 4
B09B	3/00	(2006.01)	B09B	3/00	3 O 4 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-26750 (P2016-26750)	(71) 出願人	501173461
(22) 出願日	平成28年2月16日 (2016.2.16)		太平洋マテリアル株式会社
			東京都北区田端六丁目1番1号
		(74) 代理人	110000084
			特許業務法人アルガ特許事務所
		(74) 代理人	100077562
			弁理士 高野 登志雄
		(74) 代理人	100096736
			弁理士 中嶋 俊夫
		(74) 代理人	100117156
			弁理士 村田 正樹
		(74) 代理人	100111028
			弁理士 山本 博人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有害物質の溶出防止剤および溶出防止方法

(57) 【要約】

【課題】廃棄物に含まれる有害物質であるほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの溶出量を土壌環境基準以下に低減できる経済的かつ効率的な処理技術を提供すること。

【解決手段】(A)カルシウムアルミネート、(B)硫酸アルミニウム、(C)アルカリ金属リン酸塩、(D)還元剤、(E)消石灰、並びに(F)生石灰及びセメントから選ばれる1種又は2種を含有する、廃棄物からのほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの溶出防止剤。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(A) カルシウムアルミネート、(B) 硫酸アルミニウム、(C) アルカリ金属リン酸塩、(D) 還元剤、(E) 消石灰、並びに(F) 生石灰及びセメントから選ばれる 1 種又は 2 種を含有する、廃棄物からのほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムの溶出防止剤。

【請求項 2】

廃棄物 100 質量部に対して溶出防止剤を 3 ~ 30 質量部使用する請求項 1 記載の溶出防止剤。

【請求項 3】

成分(A)、(B)、(C)、(D)及び(E)の合計 100 質量部に対して成分(F)を 50 ~ 1500 質量部使用する請求項 1 又は 2 記載の溶出防止剤。

【請求項 4】

(A) カルシウムアルミネートが、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.9 \sim 1.4$ の結晶質カルシウムアルミネートと、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.6 \sim 2.6$ の非晶質カルシウムアルミネートとを含むものである請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の溶出防止剤。

【請求項 5】

(A) カルシウムアルミネートが、前記結晶質カルシウムアルミネートと、前記非晶質カルシウムアルミネートとを 100 : 10 ~ 100 : 300 の質量比で含むものである請求項 4 に記載の溶出防止剤。

【請求項 6】

(A) カルシウムアルミネートが、非晶質の $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ である請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の溶出防止剤。

【請求項 7】

廃棄物が、石灰成分を含む廃棄物である請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載の溶出防止剤。

【請求項 8】

ほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムから選ばれる 1 種以上の溶出量が土壤環境基準を超える廃棄物に、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の溶出防止剤を添加、混合することを特徴とする、該廃棄物からのほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムの溶出防止方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、廃棄物からの有害物質の溶出を効果的に防止できる溶出防止剤およびそれを用いた溶出防止方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、廃棄物の有効利用に関する様々な取り組みが行われているが、その実績は十分とはいえない。例えば、石炭火力発電所または石炭ボイラーなどで石炭の燃焼にともない発生する石炭灰は年間約 1 千万 t 発生しており、一部はセメント原料あるいは土工材料として埋め戻し土、路盤材、コンクリート製品用混和材などに利用されているものの、その多くは産業廃棄物として地中又は海面に埋立て処分されている。同様に、ペーパースラッジ灰は製紙工場から排出されるペーパースラッジを焼却・減容化することで発生する焼却灰で、年間数百万 t 発生しているが、有効利用されている量はごく僅かであり、大半は廃棄物として処分されている。今後、廃棄物処分場の逼迫や環境負荷低減という社会情勢に対応するためには、このような廃棄物を土工材料等に有効利用する取り組みを進めていく必要がある。しかし、これらの廃棄物には重金属類や有害物質の溶出という環境安全面の課題があり、具体的には、主にほう素、ふっ素、砒素、セレンの溶出量が土壤環境基準（環境

10

20

30

40

50

庁告示第４６号)を超える恐れがあることが土工材料等に有効利用する上での課題となっている。また、廃棄物によっては６価クロムの溶出が問題になる場合もある。表１に土壤環境基準（環境庁告示第４６号）に規定されているほう素、ふっ素、砒素、セレンおよび６価クロムの溶出量を示す。

【０００３】

【表１】

項目	土壤環境基準（溶出量）
ほう素	検液１Ｌにつき１ｍｇ以下であること
ふっ素	検液１Ｌにつき０．８ｍｇ以下であること
砒素	検液１Ｌにつき０．０１ｍｇ以下であること
セレン	検液１Ｌにつき０．０１ｍｇ以下であること
６価クロム	検液１Ｌにつき０．０５ｍｇ以下であること

10

【０００４】

前記５種の有害物質のうち、ふっ素および６価クロムについては、廃棄物のｐＨが高いと溶出量が増加する傾向があり、ほう素、砒素、セレンとは異なる溶出挙動を示すことが知られている。一方、石炭火力発電所等から発生する廃棄物である石炭灰は、近年の石炭需給の悪化による低品位炭の使用量増加により、石灰成分（酸化カルシウム）の含有量が多くなっている。またペーパースラッジの焼却には石炭が使用されるケースがあり、石炭灰と同様にペーパースラッジ灰中の石灰成分の含有量が多くなることがある。このように石灰成分を多く含む廃棄物はｐＨが高い傾向にあるため、ふっ素および６価クロムの溶出量を土壤環境基準以下に抑制することが困難であり、特に、ふっ素と６価クロムの溶出量が共に高く、ほう素、砒素、セレンという溶出挙動が異なる有害物質が廃棄物に含まれる場合は、それら複数の有害物質の溶出を同時に抑制することは極めて困難であった。

20

【０００５】

従来、ふっ素の不溶化技術としては、消石灰などのカルシウム塩を使用して難溶性のふっ化カルシウムを生成させる方法、硫酸アルミニウムなどのアルミニウム塩を使用して水酸化アルミニウムが生成される過程でふっ素を吸着・不溶化する方法、硫酸マグネシウムなどのマグネシウム塩を使用して水酸化マグネシウムが生成される過程でふっ素を吸着・不溶化する方法などが知られている。また、ほう素の不溶化技術としては、硫酸アルミニウムなどのアルミニウム塩の使用、あるいは、硫酸アルミニウムと消石灰を併用することで、ほう素を吸着・不溶化する方法が知られている。また、砒素の不溶化技術としては、硫酸アルミニウムなどのアルミニウム塩を使用して水酸化アルミニウムが生成される過程で砒素を吸着・不溶化する方法、塩化第二鉄などの鉄塩を使用して水酸化鉄が生成される過程で砒素を吸着・不溶化する方法などが知られている。また、セレンの不溶化技術としては、鉄塩などを使用した吸着・不溶化方法が知られている。

30

【０００６】

しかし、これらの不溶化技術は不溶化の効果が低いため、廃棄物からの前記有害物質の溶出量を土壤環境基準以下に抑制することは困難であった。このような状況において、廃棄物における有害物質の溶出抑制方法が提案されている。すなわち、砒素や６価クロムをキレート剤であるジチオカルバミン酸塩あるいはジチオカルバミン酸誘導体で捕捉・不溶化する技術（特許文献１、２）、汚染土壌や焼却灰にチオ硫酸化合物を添加するとともに焼却灰を加熱することで、焼却灰などに含まれる砒素やセレンなどの重金属類を不溶化する装置に関する技術（特許文献３）、土壌または焼却灰に水硬性結合材であるセメントまたは石灰を添加することで、土壌や焼却灰に含まれるふっ素やほう素の溶出を抑制する技術（特許文献４）、製鋼スラグなどの産業廃棄物にカルシウムアルミネートなどの粉末を添加することで、産業廃棄物からのふっ素の溶出を抑制する技術（特許文献５）、石炭や製紙スラッジなどを燃焼して発生するほう素含有燃焼灰に酸化カルシウム類及び/または水酸化カルシウム類、硫酸カルシウム類、アルミナセメント、水を加えて混合処理するこ

40

50

とにより、その燃焼灰からのほう素の溶出を抑制する技術（特許文献 6）、カルシウムアルミネートとケイ酸カルシウムとを含有する不溶化剤を用いたふっ素及び／又はほう素の不溶化方法であり、ふっ素及び／又はほう素を含む固形物と該不溶化剤と水を混合してから所要期間養生することでふっ素及び／又はほう素を不溶化する技術（特許文献 7）、汚染土壌や焼却灰に対し、硫酸アルミニウムとチオ硫酸ナトリウムおよび鉄粉を必須成分として含む汚染物質の溶出防止剤を添加・混合することで、砒素やセレンなどの重金属類およびほう素やふっ素の溶出を抑制する技術（特許文献 8）、下水汚泥焼却灰にポルトランドセメントのような固化材および水を添加混合し、転動造粒法又は圧縮造粒法により造粒した後、該造粒物の表面にアスファルト・水エマルジョンを用いてアスファルト皮膜を形成させることで、砒素などの重金属類の溶出を物理的に抑制する技術（特許文献 9）、鉄粉、酸化カルシウム、酸化アルミニウムを必須成分として含む有害元素の溶出抑制剤を用いることで、フライアッシュからのふっ素、ほう素および砒素やセレンなどの重金属類の溶出を抑制する技術（特許文献 10）が報告されている。

10

【0007】

また廃棄物からの有害物質の溶出防止とは異なるが、ふっ素の溶出抑制技術として、リン酸水素カルシウム二水和物を用いてふっ素汚染土壌中のふっ素を不溶化する技術（特許文献 11）、ふっ素汚染土壌に酸性物質を添加して汚染土壌の pH を 5.5 以上 6.5 以下とした後にリン酸カルシウム化合物をさらに添加し、汚染土壌中のふっ素を不溶化する技術（特許文献 12）が報告されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 1998 - 192870 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 121133 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 000746 号公報

【特許文献 4】特開 2004 - 089816 号公報

【特許文献 5】特開 2001 - 259570 号公報

【特許文献 6】特開 2005 - 329343 号公報

【特許文献 7】特開 2006 - 224025 号公報

【特許文献 8】特開 2002 - 239522 号公報

30

【特許文献 9】特開 1995 - 060222 号公報

【特許文献 10】特開 2005 - 279413 号公報

【特許文献 11】特開 2007 - 216156 号公報

【特許文献 12】特開 2012 - 081380 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、これら従来の有害物質の溶出防止技術は、高価な成分を使用する、大がかりな装置を使用する、さらに一部の有害物質だけの溶出抑制ができる手段にすぎず前記 5 種の有害物質の溶出を同時に抑制できるものではない等の課題があった。

40

【0010】

また、これらの有害物質の溶出防止技術を用いて石灰成分を含み pH が高い廃棄物からのふっ素の溶出を抑制するには、廃棄物の pH を狭い範囲に調整する必要があり不溶化処理が煩雑となる、酸性物質の添加量が多く不経済であるなどの課題があり、さらに、ふっ素以外の有害物質には効果がなく、前記 5 種の有害物質の溶出を同時に抑制することができないという課題があった。

従って本発明の課題は、廃棄物に含まれる有害物質であるほう素、ふっ素、砒素、セレン及び 6 価クロムの濃度を土壌環境基準未満に低減できる経済的かつ効率的な処理技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 1 】

そこで本発明者は、検討を重ねた結果、有害物質としてほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムから選ばれる１種以上を含む廃棄物を処理するに際し、カルシウムアルミネートと、硫酸アルミニウムと、アルカリ金属リン酸塩と、還元剤と、消石灰と、生石灰及び／またはセメントとを組み合わせた組成物を使用することで、当該廃棄物が処理後のpHが高アルカリ性となる場合であっても溶出挙動の異なる前記５種の有害物質の溶出量を同時に土壤環境基準以下に低減できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【 0 0 1 2 】

すなわち、本発明は、次の〔１〕～〔８〕を提供するものである。

【 0 0 1 3 】

〔１〕（Ａ）カルシウムアルミネート、（Ｂ）硫酸アルミニウム、（Ｃ）アルカリ金属リン酸塩、（Ｄ）還元剤、（Ｅ）消石灰、並びに（Ｆ）生石灰及びセメントから選ばれる１種又は２種を含有する、廃棄物からのほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムの溶出防止剤。

〔２〕廃棄物１００質量部に対して溶出防止剤を３～３０質量部使用する〔１〕記載の溶出防止剤。

〔３〕成分（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）、（Ｄ）及び（Ｅ）の合計１００質量部に対して成分（Ｆ）を５０～１５００質量部使用する〔１〕又は〔２〕記載の溶出防止剤。

〔４〕（Ａ）カルシウムアルミネートが、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.9 \sim 1.4$ の結晶質カルシウムアルミネートと、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.6 \sim 2.6$ の非晶質カルシウムアルミネートとを含むものである〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の溶出防止剤。

〔５〕（Ａ）カルシウムアルミネートが、前記結晶質カルシウムアルミネートと、前記非晶質カルシウムアルミネートとを１００：１０～１００：３００の質量比で含むものである〔４〕に記載の溶出防止剤。

〔６〕（Ａ）カルシウムアルミネートが、非晶質の $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ である〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の溶出防止剤。

〔７〕廃棄物が、石灰成分を含む廃棄物である〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の溶出防止剤。

〔８〕ほう素、ふっ素、砒素、セレン及び六価クロムから選ばれる１種以上の溶出量が土壤環境基準を超える廃棄物に、〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の溶出防止剤を添加、混合することの特徴とする、該廃棄物からのふっ素、ほう素、砒素、セレン及び六価クロムの溶出防止方法。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明の溶出防止剤で処理した廃棄物は、経済的かつ効率的な処方で廃棄物中に含まれる有害物質であるふっ素、ほう素及び重金属類（砒素、セレン、六価クロム）の溶出量を土壤環境基準以下に低減できるため、溶出防止処理後の廃棄物を埋め戻し材等の土工材料として使用した際に環境安全性を確保することができる。また、本処理方法ではpH依存性があり、溶出挙動の異なる複数の有害物質を含む廃棄物をpHの高いアルカリ性でも土壤環境基準値以下に低減できる。よって、本発明は有害物質で汚染された石灰を含む廃棄物の有効利用の促進に極めて有用な技術である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

本発明の溶出防止剤は、（Ａ）カルシウムアルミネートと、（Ｂ）硫酸アルミニウムと、（Ｃ）アルカリ金属リン酸塩と、（Ｄ）還元剤と、（Ｅ）消石灰と、（Ｆ）生石灰及びセメントから選ばれる１種又は２種とを含有する

【 0 0 1 6 】

本発明の溶出防止剤に用いる（Ａ）カルシウムアルミネートは、基本的には CaO 原料と Al_2O_3 原料を熱処理することにより得られる物質である。カルシウムアルミネートは

、化学成分としてCaOとAl₂O₃からなる結晶質やガラス化が進んだ構造の水和活性物質であれば良く、CaOとAl₂O₃に加えて他の化学成分が加わった化合物、固溶体、ガラス質物質又はこれらの混合物等でもよい。前者としては、例えば12CaO・7Al₂O₃、CaO・Al₂O₃、3CaO・Al₂O₃、CaO・2Al₂O₃、CaO・6Al₂O₃等が挙げられ、後者としては、例えば、4CaO・3Al₂O₃・SO₃、11CaO・7Al₂O₃・CaF₂、Na₂O・8CaO・3Al₂O₃等が挙げられる。

【0017】

さらに、本発明で用いるカルシウムアルミネートとしては、結晶質カルシウムアルミネートと非晶質カルシウムアルミネートとを含むものが好ましく、十分な溶出防止効果を得る点から、CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=0.9~1.4の結晶質カルシウムアルミネートと、CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=1.6~2.6の非晶質カルシウムアルミネートとを含むものがより好ましい。また、結晶質カルシウムアルミネートのみを用いる場合は、CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=1.0であるCaO・Al₂O₃、を主成分とするものが好ましい。一方、非晶質カルシウムアルミネートのみを用いる場合は、CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=1.7である12CaO・7Al₂O₃を主成分とするものが好ましい。

10

【0018】

CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=0.9~1.4の結晶質カルシウムアルミネートは、前記のようなCaO源とAl₂O₃源をそれぞれCaO換算及びAl₂O₃換算して当該モル比の範囲になるように混合したものを、例えば1600で加熱し、これを徐冷すれば得られる。また、徐冷は、加熱装置内での自然放冷が一般的に採用できるが、加熱装置の構造上急激な温度低下が起こる場合は、概ね10/分以下の降温速度になるよう加熱調整するのが好ましい。CaO源は特に限定されないが、例えば石灰石粉、消石灰や生石灰粉を好適に挙げることができ、Al₂O₃源は、例えばボーキサイト粉、水酸化アルミニウム、炭酸アルミニウム、アルミ残灰、アルミナ粉末等を好適に挙げることができる。該結晶質カルシウムアルミネートのブレン比表面積は、3000~10000cm²/gが好ましく、これと共に使用する非結晶質カルシウムアルミネートのブレン比表面積と概ね同じものとするのが好ましい。

20

【0019】

CaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=1.6~2.6の非晶質カルシウムアルミネートは、CaO源とAl₂O₃源をそれぞれCaO換算及びAl₂O₃換算して当該モル比の範囲に混合したものを、例えば1400~1900で加熱溶融し、これを急冷することによって得られる。急冷は、例えば溶融物の該加熱温度からの炉外取り出し、水中急冷、冷却ガスの吹き付け等の公知の急冷手法で行うことができる。また前記非晶質カルシウムアルミネートは、粉碎・分級・篩い分け等を適宜行うことによって粒度を調整し、ブレン比表面積で3000~10000cm²/gにしたものを用いるのが好ましい。なお、CaO源及びAl₂O₃源は、前記結晶質カルシウムアルミネートの場合と同じものが使用できる。

30

【0020】

本発明で用いるカルシウムアルミネートは、前記のCaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=0.9~1.4の結晶質カルシウムアルミネートと、前記のCaOとAl₂O₃の含有モル比がCaO/Al₂O₃=1.6~2.6の非晶質カルシウムアルミネートを、100:10~100:300の質量比で含むものが好ましく、100:50~100:200の質量比で含むものがより好ましい。この質量比のカルシウムアルミネート混合物を用いることで、有害物質を含む廃棄物に対する溶出防止効果を特に良好に発揮することができる。また、本発明で用いるカルシウムアルミネートとしては、CaO・Al₂O₃を主成分とする結晶質カルシウムアルミネート、または12CaO・7Al₂O₃を主成分とする非晶質カルシウムアルミネートをそれぞれ単独で使用することも好ましく、特に(D)還元剤、(E)消石灰、(F)生石灰またはセメントと併用することで優れた溶出防止効果を得ることができる。

40

50

【0021】

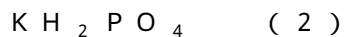
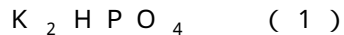
本発明に用いる（Ｂ）硫酸アルミニウムは、化学成分として $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ で表される水和物、あるいは $Al_2(SO_4)_3$ で表される無水塩の何れでも良い。好ましくは、有害物質の溶出防止効果に優れていることから n が14～18の水和物が良い。

【0022】

本発明に用いる（Ｃ）アルカリ金属リン酸塩としては、リン酸ナトリウムやリン酸カリウムなどの易水溶性の塩が挙げられる。本発明では、アルカリ金属リン酸塩を配合することにより、良好な溶出抑制効果が得られる。アルカリ金属リン酸塩としては、下記式（１）～（３）で表されるリン酸カリウムが好ましく、溶出防止効果に優れていることから下記式（２）で表されるリン酸二水素カリウムがより好ましい。

10

【0023】



【0024】

本発明に用いる（Ｄ）還元剤としては、硫酸第一鉄、塩化第一鉄、硫化ナトリウム、チオ硫酸ナトリウム、チオ硫酸カルシウム、亜硫酸ナトリウム、亜硫酸水素ナトリウム等の無機系還元剤や蟻酸、蔞酸等の有機系還元剤が挙げられる。還元効果や取り扱いの点からは無機系還元剤が好ましく、無機系還元剤の中でも、取り扱いが容易で、比較的安価なことから硫酸第一鉄がより好適に使用できる。硫酸第一鉄としては、結晶水を7つ持つ硫酸第一鉄七水和物と結晶水を1つ持つ硫酸第一鉄一水和物があるが、保存安定性が高い硫酸第一鉄一水和物を用いるのが好ましい。

20

【0025】

本発明に用いる（Ｅ）消石灰は、化学式 $Ca(OH)_2$ で表されるカルシウムの水酸化物を主成分とするものであれば好適に使用できる。溶出防止効果を良好に発揮させるためには、ふるい径600 μm を全通する消石灰が特に好ましい。

【0026】

本発明では、（Ｆ）生石灰及びセメントから選ばれる1種又は2種が用いられる。生石灰及びセメントは、それぞれ単独で使用してもよいし、これらを併用してもよい。

【0027】

30

本発明に用いる（Ｆ）生石灰は、化学式 CaO で表される酸化カルシウムを主成分とするものであれば好適に使用できる。溶出防止効果を良好に発揮させるためには5mm以下の粒状生石灰、さらに好ましくは1mm以下の粉末生石灰が特に好ましい。

【0028】

本発明に用いる（Ｆ）セメントは、ポルトランドセメント、混合セメント、特殊セメント、エコセメントが挙げられる。ポルトランドセメントとは、普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、超早強ポルトランドセメント、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント、耐硫酸塩ポルトランドセメント、白色ポルトランドセメントおよびそれらの低アルカリ型のポルトランドセメント等を言う。混合セメントとは、高炉セメント、フライアッシュセメント、シリカセメント等を言う。特殊セメントとは、セメント系固化材、超速硬セメント等を言う。エコセメントとは、都市ごみ焼却残渣などの廃棄物を主原料として製造されたセメントを言う。これらのうち、高炉セメントは普通ポルトランドセメントよりも6価クロムの溶出が少なく、白色セメントはセレンや6価クロムなどの有害な重金属類をほとんど含まないため、本発明の溶出防止剤に特に好適に使用できるが、コストや入手の容易さから、高炉セメントが好適である。

40

【0029】

本発明の溶出防止剤における成分（Ａ）、（Ｂ）、（Ｃ）、（Ｄ）及び（Ｅ）の含有割合は、（Ａ）カルシウムアルミネート100質量部に対して、（Ｂ）硫酸アルミニウム5～50質量部、（Ｃ）アルカリ金属リン酸塩0.5～10質量部、（Ｄ）還元剤20～200質量部、（Ｅ）消石灰100～1000質量部とするのが、溶出防止効果の点で好ま

50

しい。さらに、ふっ素溶出量の高い廃棄物を対象とする場合には、(F)生石灰及びセメントから選ばれる1種又は2種の含有が好適であり、成分(A)、(B)、(C)、(D)及び(E)の合計100質量部に対して50~1500質量部を含有するのが好ましく、より好ましい含有割合は100~1000質量部である。

【0030】

本発明の溶出防止剤が対象とする廃棄物としては、pHが高い廃棄物、特に石灰を含有する廃棄物が好ましく、具体的には石炭灰、ペーパースラッジ灰、下水汚泥焼却灰、木質系バイオマス灰、スラグ類、ゴミ焼却灰等の焼却灰類が挙げられる。前記のように、有害物質のうち、ふっ素および6価クロム、特にふっ素はpHが高いほど溶出してしまう傾向があり、従来の溶出防止剤では、溶出防止が困難であったが、本発明の溶出防止剤を用いれば、pHが高い廃棄物であっても、ふっ素及び6価クロムの溶出を十分に防止できる。ここでpHが高い廃棄物とは、pH10~12.5程度の廃棄物である。

10

さらに廃棄物としては、ふっ素、ほう素、砒素、セレン及び6価クロムから選ばれる1種以上の溶出量が土壤環境基準を超え、石灰成分として酸化カルシウムまたは水酸化カルシウムのいずれかを含有するものを対象とするのが好ましく、石灰成分を2質量%以上含むものがより好ましい。石炭灰は石炭火力発電所または石炭ボイラーなどで石炭の燃焼に伴い発生する焼却灰である。ペーパースラッジ灰は、製紙工場から排出されるペーパースラッジを焼却・減容化する際に発生する焼却灰である。下水汚泥焼却灰は、下水汚泥を脱水し、さらに減量化・安定化させるために焼却処理がなされたものである。木質系バイオマス灰は塗料や接着剤、防腐剤等の薬剤を含む廃木材等の燃焼によって生じた焼却灰である。スラグ類には、高炉で製造された銑鉄を転炉等で脱炭素して鋼に製錬する工程で発生する転炉系スラグや電気炉等で発生する電炉系スラグである。ゴミ焼却灰は、都市ごみなどを減量化・安定化させるために焼却処理がなされたものである。また、これらの廃棄物と本発明の溶出防止剤との混合を容易に行うためには、廃棄物の最大粒径は1.2mm以下が好ましい。

20

【0031】

前記有害物質が土壤環境基準を超える廃棄物を本発明の溶出防止剤で処理するには、廃棄物に溶出防止剤を添加し、混合すればよい。このとき、必要に応じて水を添加する。廃棄物に対する溶出防止剤の添加量は、有害物質の含有量によるが、溶出防止効果及び経済性の点から、廃棄物100質量部に対して3~30質量部とするのが好ましく、3~20質量部とするのがより好ましく、さらに好ましい添加量は5~15質量部である。

30

【0032】

本発明の溶出防止剤と廃棄物との混合方法は特に制限されず、パン型ミキサーや強制二軸ミキサーなどの一般的なミキサーを用いて本発明の溶出防止剤と廃棄物と水を混合して、有害物質の溶出防止処理を行うことができる。また、溶出防止処理を施した廃棄物は土工材料として有効利用することができ、具体的には埋戻し材、路盤材、盛土材、裏込め材、土壤改良材、道路資材等に使用することができる。

【実施例】

【0033】

次に実施例を挙げて本発明をさらに詳細に説明する。

40

【0034】

(溶出防止剤)

CaO源に石灰石(CaO含有量;56質量%)、 Al_2O_3 源にバン土頁岩(Al_2O_3 含有量;88質量%)のそれぞれ粗砕粒(粒径約1mm以下)を用い、以下のA1~A7で表すカルシウムアルミネートの粉末を作製した。その作製方法は、CaO源と Al_2O_3 源を所定のモル比に配合したものを、電気炉で1800(±50)に加熱し、60分間保持した後、加熱を停止して炉内で自然放冷して得た(A1~A4)。同様に1800(±50)に加熱し、60分間保持した後、温度1800の電気炉から加熱物を常温下に取り出し、取り出し後は直ちに加熱物表面に流量約100cc/秒で窒素ガスを吹き付けて急冷して得た(A5~A7)。得られた冷却物はボールミルで粉碎し、ブレーン

50

比表面積が $5000 \pm 500 \text{ cm}^2/\text{g}$ となるよう粉碎時間を変えて粉末度を調整した。

A 1 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 1 . 0 の結晶質カルシウムアルミネート

A 2 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 1 . 3 の結晶質カルシウムアルミネート

A 3 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 1 . 7 の結晶質カルシウムアルミネート

A 4 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 0 . 5 の結晶質カルシウムアルミネート

A 5 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 1 . 7 の非晶質カルシウムアルミネート (非晶質 $12 \text{ CaO} \cdot 7 \text{ Al}_2\text{O}_3$)

A 6 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 2 . 3 の非晶質カルシウムアルミネート

A 7 ; $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ = モル比 2 . 9 のガラス化率 10 % のカルシウムアルミネート

【 0 0 3 5 】

A 1 ~ A 7 のカルシウムアルミネートと次に示す B ~ E から選定される材料を用い、表 2 に示す割合で配合した組成物 X と、(F) 生石灰及び / または高炉セメンからなる組成物 Y を表 3 に示す配合割合でヘンシェル型ミキサーを用いて 3 分間乾式混合し、溶出防止剤を作製した。

B ; 硫酸アルミニウム 14 - 18 水和物 : 関東化学社製 粉末試薬

C ; リン酸二水素カリウム : 関東化学社製 粉末試薬

D ; 硫酸第一鉄一水和物 : 富士チタン工業社製

E ; 消石灰 : 関東化学社製 粉末試薬

F 1 ; 生石灰 : 関東化学社製 粉末試薬

F 2 ; 高炉セメント : 太平洋セメント社製

【 0 0 3 6 】

【 表 2 】

組成物X	配合割合(質量部)										備 考	
	カルシウムアルミネート(CA) : 100質量部							硫酸アルミニウム	リン酸二水素カリウム	硫酸第一鉄一水和物		消石灰
	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	B	C	D		E
組成物X1	91				9			10	2	100	1000	100:10
組成物X2	67				33			10	2	100	1000	100:50
組成物X3	50				50			10	2	100	1000	100:100
組成物X4	33				67			10	2	100	1000	100:200
組成物X5	25				75			20	3	100	800	100:300
組成物X6	50					50		30	5	150	500	100:100
組成物X7	50						50	30	5	150	500	100:100
組成物X8		91			9			10	2	100	1000	100:10
組成物X9		67			33			20	3	100	200	100:50
組成物X10		50			50			30	5	150	300	100:100
組成物X11		33			67			40	8	150	500	100:200
組成物X12		25			75			50	10	200	800	100:300
組成物X13		50				50		30	5	150	500	100:100
組成物X14		50					50	30	5	150	500	100:100
組成物X15	100							10	2	100	1000	100:0
組成物X16					100			10	2	100	1000	0:100
組成物X17			50		50			5	0.5	20	500	100:100
組成物X18				50	50			30	5	100	100	100:100
組成物X19	50				50			20			500	100:100
組成物X20	50				50				5			100:100
組成物X21	50				50				2	100		100:100
組成物X22	50				50			10		50	500	100:100
組成物X23								100				CAなし
組成物X24									100			CAなし
組成物X25										100		CAなし
組成物X26											100	CAなし

【 0 0 3 7 】

【表 3】

溶出防止剤	溶出防止剤			
	組成物X		組成物Y	
	種類	質量部	生石灰 F1	高炉セメント F2
No.1	組成物X1	100		150
No.2	組成物X1		150	
No.3	組成物X2			50
No.4	組成物X2			100
No.5	組成物X2			150
No.6	組成物X2			200
No.7	組成物X2			200
No.8	組成物X2			250
No.9	組成物X2			375
No.10	組成物X2			400
No.11	組成物X2			500
No.12	組成物X2		100	
No.13	組成物X2		125	
No.14	組成物X2		150	
No.15	組成物X2		250	
No.16	組成物X2		500	
No.17	組成物X2		25	75
No.18	組成物X2		50	50
No.19	組成物X2		75	25
No.20	組成物X3			100
No.21	組成物X4			100
No.22	組成物X5			100
No.23	組成物X6			250
No.24	組成物X7			200
No.25	組成物X8			125
No.26	組成物X9		500	
No.27	組成物X10			300
No.28	組成物X11			250
No.29	組成物X12			1500
No.30	組成物X13			250
No.31	組成物X14			200
No.32	組成物X15			700
No.33	組成物X15			250
No.34	組成物X15			150
No.35	組成物X15		250	
No.36	組成物X16			700
No.37	組成物X16			250
No.38	組成物X16			150
No.39	組成物X16		250	
No.40	組成物X17			250
No.41	組成物X18		333	
No.42	組成物X18		1500	
No.43	—	0		100
No.44	—		100	
No.45	組成物X2	100		30
No.46	組成物X2			100
No.47	組成物X19			100
No.48	組成物X20			100
No.49	組成物X20		100	
No.50	組成物X21			100
No.51	組成物X22			100
No.52	組成物X22		100	
No.53	組成物X23			100
No.54	組成物X24			100
No.55	組成物X25			100
No.56	組成物X26			100

10

20

30

40

【0038】

(廃棄物)

有害物質を含む廃棄物として最大粒径が1.2mm以下の石炭灰3種類(略号:FA-1、FA-2、FA-3)とペーパースラッジ灰1種類(略号:PS-1)を使用した。これらの石炭灰およびペーパースラッジ灰について、石灰成分(酸化カルシウム)の含有

50

量、環境庁告示第46号に準じた方法により、ほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロム(Cr^{6+})の溶出量を測定し、同法による溶出試験の検液のpHを測定した。測定結果を表4及び表5に示す。

【0039】

【表4】

石炭灰種類	酸化カルシウム含有量(%)	重金属類溶出量(mg/L)					pH
		ほう素	ふっ素	砒素	セレン	6価クロム	
FA-1	2.2	5.0	3.1	0.034	0.13	0.068	10.7
FA-2	9.1	6.7	6.3	0.055	0.10	0.055	12.1

【0040】

10

【表5】

灰種類	酸化カルシウム含有量(%)	重金属類溶出量(mg/L)					pH
		ほう素	ふっ素	砒素	セレン	6価クロム	
PS-1	11.8	2.4	3.8	0.019	0.022	0.092	12.3
FA-3	5.8	12	1.7	0.010	0.093	0.15	11.6

【0041】

(溶出量の測定1)

表4に示す石炭灰(FA-1、FA-2)に表3の溶出防止剤と水を表7に示す配合割合で加え、モルタルミキサーで3分間混合して混合物を作製した。当該混合物を20で28日間養生した後に、環境庁告示第46号に準じた方法で、ほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの溶出量と検液のpHを測定した。測定の結果を表7に示す。

20

【0042】

(溶出量の測定2)

表5に示すペーパースラッジ灰(PS-1)および石炭灰(FA-3)を表8及び表9に示す割合で混合し、表3の溶出防止剤と水を表8及び表9に示す配合割合で加え、モルタルミキサーで3分間混合して混合物を作製した。当該混合物を20で28日間養生した後に、環境庁告示第46号に準じた方法で、ほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの溶出量と検液のpHを測定した。測定の結果を表8及び表9に示す。

30

【0043】

[環境庁告示第46号に準じた溶出量測定方法]

(1) 28日間養生した試料を解砕し風乾処理を行う。風乾した後、粗砕を行い、2mmふるい通過分を採取混合する。

(2) 容積1000mLのポリエチレン製容器に試料50gを計り取り、溶媒(純水1Lに0.5mol塩酸を加えてpH6.1に調整したもの)500gを加え、振とう機(水平振とう回数200回/分)で6時間振とうする。

(3) 振とう終了後、ポリエチレン製容器を30分静置した後、試料液の上澄みを孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過して検液とし、pHを測定する。

(4) 採取した検液の有害成分を表6に示す方法で測定する。

40

【0044】

【表 6】

測定項目	測定方法
ほう素 (B)	JIS K 0102-2008 47.3 ICP発光分光分析法
ふっ素 (F)	昭和46年12月環境庁告示第59号付表6 イオンクロマトグラフ法
砒素 (As)	JIS K 0102-2008 61.4 ICP質量分析法
セレン (Se)	JIS K 0102-2008 67.4 ICP質量分析法
六価クロム (Cr ⁶⁺)	JIS K 0102-2008 65.2.1 ジフェニルカルバジド吸光光度法

【 0 0 4 5 】

【表 7】

区分	配合割合(質量部)					重金属類溶出量(mg/L)【材齢28日】					pH
	石炭灰		溶出防止剤		水	ほう素	ふっ素	砒素	セレン	6価クロム	
	種類	質量部	種類	質量部	質量部						
実施例1	FA-1	100	No.1	12	40	ND	0.35	ND	0.001	ND	12.5
実施例2	FA-2	100	No.1	12	40	ND	0.43	ND	0.002	ND	12.6
実施例3	FA-1	100	No.2	8	40	ND	0.36	ND	0.001	ND	11.9
実施例4	FA-1	100	No.3	15	40	ND	0.32	ND	0.001	ND	12.6
実施例5	FA-1	100	No.4	10	40	ND	0.33	ND	0.001	ND	12.3
実施例6	FA-2	100	No.5	12	40	ND	0.42	ND	ND	ND	12.6
実施例7	FA-1	100	No.6	3	40	0.3	0.68	0.005	0.007	0.031	10.9
実施例8	FA-2	100	No.7	15	40	ND	0.21	ND	ND	ND	12.7
実施例9	FA-1	100	No.8	7	40	ND	0.37	ND	0.003	0.007	11.6
実施例10	FA-1	100	No.9	9	40	ND	0.31	ND	0.002	ND	12.1
実施例11	FA-1	100	No.10	5	40	0.1	0.39	0.001	0.004	0.009	11.2
実施例12	FA-2	100	No.11	12	40	ND	0.44	ND	0.001	ND	12.6
実施例13	FA-2	100	No.12	10	40	ND	0.41	ND	0.001	ND	12.5
実施例14	FA-1	100	No.16	6	40	ND	0.36	ND	0.002	0.006	11.7
実施例15	FA-1	100	No.18	10	40	ND	0.31	ND	0.001	ND	12.4
実施例16	FA-1	100	No.20	10	40	ND	0.31	ND	0.001	ND	12.3
実施例17	FA-1	100	No.21	10	40	ND	0.30	ND	ND	ND	12.4
実施例18	FA-1	100	No.22	10	40	ND	0.31	ND	0.001	ND	12.4
実施例19	FA-1	100	No.23	10	40	ND	0.29	ND	0.001	ND	12.3
実施例20	FA-2	100	No.24	15	40	ND	0.24	ND	ND	ND	12.7
実施例21	FA-2	100	No.26	18	40	ND	0.22	ND	ND	ND	12.8
実施例22	FA-2	100	No.27	20	40	ND	0.08	ND	ND	ND	12.9
実施例23	FA-1	100	No.28	10	40	ND	0.28	ND	ND	ND	12.3
実施例24	FA-1	100	No.29	16	40	ND	0.26	ND	0.001	ND	12.6
実施例25	FA-1	100	No.30	7	40	ND	0.32	ND	0.002	ND	11.8
実施例26	FA-2	100	No.31	15	40	ND	0.23	ND	ND	ND	12.7
実施例27	FA-2	100	No.32	8	40	ND	0.52	ND	0.002	ND	11.8
実施例28	FA-2	100	No.33	10	40	ND	0.46	ND	0.001	ND	12.3
実施例29	FA-2	100	No.34	12	40	ND	0.44	ND	ND	ND	12.5
実施例30	FA-1	100	No.35	10	40	ND	0.25	ND	ND	ND	12.4
実施例31	FA-1	100	No.36	8	40	ND	0.26	ND	0.001	ND	11.7
実施例32	FA-1	100	No.37	10	40	ND	0.23	ND	ND	ND	12.2
実施例33	FA-1	100	No.38	12	40	ND	0.18	ND	ND	ND	12.4
実施例34	FA-2	100	No.40	14	40	ND	0.27	ND	0.003	0.011	12.6
実施例35	FA-1	100	No.42	16	40	ND	0.25	ND	0.002	0.006	12.8
比較例1	FA-2	100	No.43	5	40	1.6	2.7	0.032	0.035	0.038	11.3
比較例2	FA-1	100	No.44	5	40	1.0	1.3	0.018	0.027	0.061	11.4
比較例3	FA-2	100	No.45	2	40	1.2	2.5	0.023	0.026	0.031	10.8
比較例4	FA-2	100	No.46	1	40	1.8	4.2	0.037	0.056	0.041	10.6
比較例5	FA-1	100	No.47	10	40	0.6	1.1	0.014	0.016	0.053	12.4
比較例6	FA-1	100	No.48	10	40	1.1	1.5	0.016	0.022	0.055	12.2
比較例7	FA-1	100	No.49	10	40	1.0	1.4	0.015	0.020	0.052	12.3
比較例8	FA-1	100	No.50	10	40	1.1	1.6	0.016	0.018	0.024	12.1
比較例9	FA-1	100	No.51	10	40	0.7	1.1	0.013	0.016	0.042	12.2
比較例10	FA-1	100	No.52	10	40	0.5	0.9	0.012	0.014	0.043	12.3
比較例11	FA-1	100	No.53	10	40	1.5	1.6	0.021	0.019	0.031	9.7
比較例12	FA-1	100	No.54	10	40	1.4	0.9	0.024	0.017	0.029	10.1
比較例13	FA-1	100	No.55	10	40	1.6	1.5	0.022	0.012	ND	10.2
比較例14	FA-1	100	No.56	10	40	0.2	1.3	0.012	0.009	0.027	12.3
土壌環境基準値						1.0	0.8	0.01	0.01	0.05	—

ND:不検出

【0046】

表7の結果より、本発明の溶出防止剤を混合した石炭灰は、いずれもほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの溶出量が土壤環境基準（環境庁告示第46号）の規定値以下に抑制されており、溶出防止効果が良好に発揮されていることが分かる。また、カルシウムアルミネートとして、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.9 \sim$

10

20

30

40

50

1.4の結晶質カルシウムアルミネートと、 CaO と Al_2O_3 の含有モル比が $\text{CaO} / \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.6 \sim 2.6$ の非晶質カルシウムアルミネートとを100:50～100:200の質量比で含むものを配合したNo.3～12、16、18、20～21、23、26～28、30、40、42の溶出防止剤を使用した実施例4～17、19、21～23、25、34～35では、前記5種の有害物質に対する溶出抑制効果が安定しており、溶出防止剤の添加量が少ない実施例7においても溶出抑制効果が発揮されていることがわかる。また、酸化カルシウム含有量が多い石炭灰（FA-2）を用いた実施例2、6、8、12～13、20～22、26～29および34においても溶出抑制効果が良好に発揮されており、本発明の溶出防止剤が石灰成分を含む石炭灰からの有害物質の溶出防止に有効であることが分かる。これに対し、本発明以外の溶出防止剤を用いた場合は、前記5種の有害物質のすべて、もしくは前記5種のうち、いずれかの有害物質の溶出量が土壤環境基準を超過しており、溶出防止効果は不十分であった。

【0047】

【表 8】

区分	配合割合(質量部)					重金属類溶出量(mg/L)【材齢28日】					pH
	PS-1:FA-3		溶出防止剤		水	ほう素	ふっ素	砒素	セレン	6価クロム	
	配合比率	質量部	種類	質量部	質量部						
実施例36	8:2	100	No.1	12	50	ND	0.32	ND	ND	ND	12.6
実施例37	8:2	100	No.2	12	50	ND	0.25	ND	ND	ND	12.8
実施例38	8:2	100	No.6	3	50	0.5	0.70	0.001	0.002	0.037	11.2
実施例39	8:2	100	No.12	10	50	ND	0.29	ND	ND	ND	12.5
実施例40	8:2	100	No.13	9	50	ND	0.31	ND	ND	ND	12.4
実施例41	8:2	100	No.14	8	50	ND	0.33	ND	ND	ND	12.3
実施例42	8:2	100	No.15	7	50	ND	0.36	ND	ND	0.007	12.2
実施例43	8:2	100	No.16	6	50	ND	0.39	ND	ND	0.009	12.1
実施例44	8:2	100	No.17	10	50	ND	0.34	ND	ND	ND	12.3
実施例45	8:2	100	No.18	10	50	ND	0.32	ND	ND	ND	12.3
実施例46	8:2	100	No.19	10	50	ND	0.30	ND	ND	ND	12.4
実施例47	8:2	100	No.25	9	50	ND	0.32	ND	ND	ND	12.4
実施例48	8:2	100	No.26	18	50	ND	0.14	ND	ND	ND	12.9
実施例49	8:2	100	No.35	10	50	ND	0.31	ND	ND	ND	12.6
実施例50	8:2	100	No.39	10	50	ND	0.30	ND	ND	ND	12.6
実施例51	8:2	100	No.41	13	50	ND	0.21	ND	ND	ND	12.7
実施例52	8:2	100	No.42	16	50	ND	0.17	ND	ND	0.006	12.8
実施例53	5:5	100	No.1	12	50	ND	0.27	ND	ND	ND	12.5
実施例54	5:5	100	No.2	12	50	ND	0.21	ND	ND	ND	12.7
実施例55	5:5	100	No.6	3	50	0.6	0.57	ND	0.005	0.039	11.2
実施例56	5:5	100	No.12	10	50	ND	0.24	ND	ND	ND	12.4
実施例57	5:5	100	No.13	9	50	ND	0.25	ND	ND	ND	12.4
実施例58	5:5	100	No.14	8	50	ND	0.27	ND	ND	ND	12.2
実施例59	5:5	100	No.15	7	50	ND	0.30	ND	0.001	0.009	12.2
実施例60	5:5	100	No.16	6	50	ND	0.32	ND	0.002	0.010	12.0
実施例61	5:5	100	No.17	10	50	ND	0.28	ND	ND	ND	12.2
実施例62	5:5	100	No.18	10	50	ND	0.26	ND	ND	ND	12.3
実施例63	5:5	100	No.19	10	50	ND	0.25	ND	ND	ND	12.4
実施例64	5:5	100	No.25	9	50	ND	0.26	ND	ND	ND	12.3
実施例65	5:5	100	No.26	18	50	ND	0.12	ND	ND	ND	12.9
実施例66	5:5	100	No.35	10	50	ND	0.25	ND	ND	ND	12.5
実施例67	5:5	100	No.39	10	50	ND	0.24	ND	ND	ND	12.6
実施例68	5:5	100	No.41	13	50	ND	0.17	ND	ND	ND	12.7
実施例69	5:5	100	No.42	16	50	ND	0.14	ND	ND	0.007	12.8
実施例70	2:8	100	No.1	12	50	ND	0.20	ND	ND	ND	12.5
実施例71	2:8	100	No.2	12	50	ND	0.16	ND	ND	ND	12.7
実施例72	2:8	100	No.6	3	50	0.8	0.43	ND	0.007	0.041	11.1
実施例73	2:8	100	No.12	10	50	ND	0.18	ND	ND	ND	12.4
実施例74	2:8	100	No.13	9	50	ND	0.19	ND	0.001	ND	12.3
実施例75	2:8	100	No.14	8	50	ND	0.20	ND	0.002	0.006	12.2
実施例76	2:8	100	No.15	7	50	ND	0.22	ND	0.003	0.011	12.1
実施例77	2:8	100	No.16	6	50	ND	0.24	ND	0.004	0.014	12.0
実施例78	2:8	100	No.17	10	50	ND	0.21	ND	ND	ND	12.2
実施例79	2:8	100	No.18	10	50	ND	0.20	ND	ND	ND	12.2
実施例80	2:8	100	No.19	10	50	ND	0.19	ND	ND	ND	12.3
実施例81	2:8	100	No.25	9	50	ND	0.20	ND	0.001	ND	12.3
実施例82	2:8	100	No.26	18	50	ND	0.09	ND	ND	ND	12.8
実施例83	2:8	100	No.35	10	50	ND	0.19	ND	ND	ND	12.5
実施例84	2:8	100	No.39	10	50	ND	0.19	ND	ND	ND	12.5
実施例85	2:8	100	No.41	13	50	ND	0.13	ND	ND	ND	12.6
実施例86	2:8	100	No.42	16	50	ND	0.11	ND	ND	0.008	12.7

ND:不検出

【表 9】

区分	配合割合(質量部)					重金属類溶出量(mg/L)【材齢28日】					pH
	PS-1:FA-3		溶出防止剤		水	ほう素	ふっ素	砒素	セレン	6価クロム	
	配合比率	質量部	種類	質量部	質量部						
比較例15	8:2	100	No.43	5	50	1.3	1.5	0.009	0.011	0.068	11.3
比較例16	8:2	100	No.44	5	50	0.9	1.4	0.007	0.009	0.085	11.8
比較例17	8:2	100	No.45	5	50	1.1	1.3	0.004	0.008	0.028	11.4
比較例18	8:2	100	No.46	2	50	1.2	2.6	0.010	0.011	0.044	10.9
比較例19	5:5	100	No.46	2	50	2.5	2.1	0.009	0.037	0.051	10.9
比較例20	2:8	100	No.46	2	50	3.6	1.6	0.008	0.048	0.059	10.8
比較例21	8:2	100	No.47	10	50	0.6	1.2	0.002	0.005	0.063	12.6
比較例22	5:5	100	No.48	10	50	1.4	1.2	0.007	0.018	0.072	12.4
比較例23	5:5	100	No.49	10	50	1.2	1.0	0.006	0.016	0.073	12.4
比較例24	2:8	100	No.50	10	50	2.4	1.2	0.005	0.017	0.045	12.3
比較例25	5:5	100	No.52	10	50	0.9	0.9	0.004	0.008	0.055	12.4
比較例26	8:2	100	No.53	10	50	1.4	1.7	0.011	0.010	0.059	10.7
比較例27	8:2	100	No.54	10	50	1.3	1.0	0.012	0.008	0.057	11.1
比較例28	8:2	100	No.55	10	50	1.5	1.6	0.011	0.006	ND	11.2
比較例29	8:2	100	No.56	10	50	0.2	1.4	0.006	0.004	0.054	12.4
土壤環境基準値						1.0	0.8	0.01	0.01	0.05	—

ND:不検出

【0049】

表8及び表9の結果より、廃棄物の種類の異なるペーパースラッジ灰(PS-1)と石炭灰(FA-3)の混合灰であっても、配合の比率にかかわらず、カルシウムアルミネートと、硫酸アルミニウムと、アルカリ金属リン酸塩と、硫酸第一鉄一水和物と、消石灰と、生石灰及び/またはセメントとを組み合わせた本発明の溶出防止剤を混合することによって、いずれもほう素、ふっ素、砒素、セレン及び6価クロムの全ての溶出量が土壤環境基準(環境庁告示第46号)の規定値以下に抑制されており、溶出防止効果が良好に発揮されていることが分かる。また生石灰と高炉セメントを併用した実施例44~46、61~63、78~80についても溶出防止効果が良好に発揮されていることが分かる。

フロントページの続き

(72)発明者 磯田 英典

千葉県佐倉市大作二丁目4番2 太平洋マテリアル株式会社開発研究所内

Fターム(参考) 4D004 AA36 AB03 AB05 AB08 BA02 CA34 CA45 CC03 CC11 CC13
CC20 DA03 DA10