

[会社名] ㈱神戸製鋼所

[概 要]

本研究は、溶融処理時に発生する溶融飛灰を対象として、高濃度に含有する鉛亜鉛等の有用金属類を化学的処理により濃縮／分離回収するとともに、回収試料を非鉄金属製錬メーカーが保有するプロセスの原料として評価をし、山元還元による資源化を図る上での基礎的調査・検討を実施した。

[研究内容]

本プロセスは溶融飛灰を塩酸溶液に溶解させ、回収対象とする個々の重金属に応じたpHにおいて硫化薬剤を添加することにより、不溶性の重金属硫化物として分別回収し、山元還元可能な回収物を得ることを特徴とする。重金属同様、溶融飛灰中に多量に含まれる塩類も再利用可能物として回収する。なお、溶融飛灰中には本来スラグ中へ移行する成分（Si、Al等）が含まれており、これらは、酸溶解残渣ならびに重金属回収系の排水スラッジとして回収し、再度溶融炉に投入する。本方式の特徴を以下のとおりである。

- ① 有価物として山元還元可能な性状の重金属類を高効率で分離・回収する。
- ② 再処分が必要な廃棄物を発生させない。
- ③ 排水規制値をクリアする。
- ④ 経済性、維持管理性の妥当なシステムである。

[結 果]

溶融飛灰から有用重金属類を山元還元可能な品位で分離回収し、且つ埋立処分が必要な廃棄物を発生しないプロセスを確立した。

[課 題]

今後さらに研究開発を推進し、性状変動にも対応し、塩類の回収、排水の循環使用を実現する処理プロセスの実証に取り組んでいく所存である。

[研究レベル]

60kg / バッチスケールテスト実施

[備 考]

第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集（1996）

[会社名] (株)タクマ

[概 要]

熔融飛灰を無害化すると同時に含まれる鉛、亜鉛等の有用金属を選択的に高純度で回収できるシステムの開発を目的とした。基礎実験は終了し、現在、飛灰処理能力30kg/hのパイロット装置による実用化研究を実施中。

[研究内容]

金属イオンを認識・識別し選択的に吸脱着できる環状の有機物(クラウン化合物)を高分子樹脂やシリカゲルの表面に固定した物質(Super Lig)を用いて溶液中の金属イオンを選択的に分離回収する技術を利用し飛灰から溶解抽出した金属を効率よく選択的に回収する。具体的には、熔融飛灰を適当な溶媒に溶解し目的の金属を溶解抽出する。残渣を取り除いた後、目的の金属イオンに対応したSuper Ligを充填したカラムに流し込み吸着させる。その後Super Ligを洗浄、溶離液を流し目的の金属を溶出する。次に溶出液にアルカリや硫化剤を添加し金属を水酸化物や硫化物の形で回収する。Super Ligは各種金属イオンに対しそれぞれ用意されており、これらを組み合わせることにより種々の金属の回収が可能である。また金属を溶出したSuper Ligは繰り返し使用が可能である。

[結 果]

特定の金属イオンを選択的に分離・濃縮できるSuper Ligを用いて、熔融飛灰中の鉛と亜鉛の回収を試みた。その結果、鉛、亜鉛を選択的に高回収率、高純度で回収できることを確認した。

[課 題]

飛灰処理能力30kg/hのパイロット装置を用い、ランニングコストの低減化を検討している。

[研究レベル]

基礎試験済、30kg / バッチスケールテスト

[備 考]

第18回全国都市清掃研究発表会講演論文集(1997)

第19回全国都市清掃研究発表会講演論文集(1998)

[会社名] 同和鉱業㈱

[概 要]

重金属を永遠に人の管理下におくという点で、リサイクルが資源の有効利用の点ばかりでなく環境保全の観点からも理想的であると考えられ、このような立場から溶融飛灰に含有される重金属のリサイクルと無害化の研究に取り組んできた。実験室での試験を繰り返した後、小規模の実験プラントを製作して実際に近い形での連続試験を行い、実用化の見通しを得たので報告する。

[研究内容]

実験装置は前処理工程、浸出工程、中和工程、硫化工程および排水処理工程から成り、反応槽、ポンプ、フィルタープレス、各種計装設備等が装備され、1kg/Hの処理能力を持っている。前処理工程で水と混合しスラリーとした溶融飛灰をポンプで浸出工程に連続的に送り、亜鉛、銅、カドミ等の金属を塩酸酸性で浸出したのち固液分離し、鉛を主体とした重金属を鉛産物として回収した。濾液は中和工程に送って苛性ソーダで中和し、溶解した重金属を水酸化物として析出させ、次いで硫化工程で水酸化ソーダを添加して液中に微量残存する亜鉛、カドミ、水銀等を硫化物として析出させたのち固液分離し、亜鉛産物として重金属類をほぼ完全に回収した。濾液は塩酸でpH調整をしCODをチェックしたのち排水とした酸およびアルカリの添加量はpHを検出しながら、水酸化ソーダの添加量は酸化還元電位を検出しながらPIDにより自動制御した。72～90時間の連続試験を実施して成績を求めた。

[結 果]

都市ゴミの焼却飛灰を1350℃で溶融し、このとき発生した溶融飛灰を浸出・中和・硫化工程で処理して、鉛・亜鉛・銅・カドミ・砒素・水銀等の重金属をほぼ100%回収することができた。

[課 題]

回収した重金属類は鉛製錬および亜鉛製錬の原料とすることができるものであり、基準を大きく下まわった排水のほか新たな廃棄物の発生しないことが本法の大きな特徴である。実用化に向けてさらに努力を重ねてゆきたい。

[研究レベル]

小規模連続試験装置

[備 考]

第16回全国都市清掃研究発表会講演論文集（1995）

なお、エコセメント製造時のセメントキルンから発生する飛灰についても、上記と同じプロセスによる処理・試験を実施しており、上記と同様な結果を得ている。

（試験設備実機1/10規模連続設備）

「飛灰対策」エヌ・ティー・エス（1998）

[会社名] 日本鋼管(株)

[概 要]

NKK電気抵抗式溶融プロセスの溶融飛灰は、灰分の含有が少なく、酸化亜鉛、酸化鉛あるいは塩化鉛)と可溶成分である塩化ナトリウム、塩化カリウムを主体に構成されており、浸出処理による金属濃縮が有利である。電気抵抗式溶融プロセスの溶融飛灰の性状および溶融飛灰の亜鉛、鉛回収プロセスについて報告する。

[研究内容]

電気抵抗式溶融の溶融飛灰は灰分が少なく、亜鉛、鉛が水にほとんど溶出しない特性から、水洗処理により亜鉛／鉛濃縮物を回収できる。回収物の亜鉛含有率は52%、鉛含有率は16%であった。この回収物は鉛亜鉛同時製錬 (ISPプロセス) 中間物として利用の可能性がある。また、亜鉛濃縮物と鉛濃縮物を分離して回収するには、溶融飛灰の水洗回収物 (亜鉛／鉛濃縮物) を硫酸浸出して、カリウム塩を複合しない硫酸鉛を主体とする鉛濃縮物を回収し、つぎに溶出液の硫化処理により硫化亜鉛を主体とする亜鉛濃縮物を回収する。

[結 果]

- ① NKK電気抵抗式溶融プロセスの溶融飛灰は、灰分元素 (Si、Ca、Al) の含有が少なく、亜鉛、鉛の含有が多く、NaCl、KCl、ZnO、PbO (あるいはPbCl₂) を主体に構成される。
- ② 溶融飛灰の亜鉛、鉛が水洗によりほとんど溶解しない特性から、水洗処理を含む浸出プロセスを構築した。
- ③ 溶融飛灰から可溶性のNaCl、KClを水洗除去して亜鉛／鉛濃縮物を得ることができる。この濃縮物は亜鉛鉛同時製錬 (ISPプロセス) 中間物として利用の可能性がある。
- ④ さらに、亜鉛／鉛濃縮物を硫酸液で浸出処理することにより鉛濃縮物を回収できる。つぎに溶出液を硫化処理することにより亜鉛濃縮物 (硫化亜鉛) を回収できる。鉛濃縮物と亜鉛濃縮物はそれぞれの製錬中間物として利用の可能性がある。

[課 題]

回収物が製錬中間物として利用されるには、製錬の障害となる不純元素の含有量が制約される。制約の元素と含有率は製錬メーカー個別にあるため、今後は具体的な回収ルート の確定を進める。また、溶融飛灰の金属回収プロセスの性状に関わる金属元素の化合物形態を溶融プロセスから制御することにより、簡易なプロセスによる溶融飛灰の資源化を達成したいと考える。

[研究レベル]

基礎試験

[備 考]

第18回全国都市清掃研究発表会講演論文集 (1997)

[会社名] ユニチカ(株)

[概 要]

パイロットスケールにて飛灰10kgを用いて、重金属(Zn、Pb)、塩類、スラグ等を回収し、資源循環型飛灰処理プロセスの確立を目指して実験、検討を行った。

[研究内容]

本研究に用いた飛灰は、湿式排ガス処理方式の全連ストーカ炉で電気集塵器で捕集された焼却飛灰(中性飛灰)について、Zn、Pb、塩類、スラグ等の回収処理実験を行った。本プロセスは

- ① 飛灰からの H_2SO_4 によるZn抽出およびNaHSによるZnS回収工程、
- ② ZnS回収ろ液からの不純物除去および濃縮による塩類回収工程、
- ③ ①の H_2SO_4 抽出残渣からの CH_3COONa によるPb抽出およびNaHSによるPbS回収工程、
- ④ ③の CH_3COONa 抽出残渣からの熔融によるスラグ回収工程、
- ⑤ ③のPbS回収ろ液からの不純物除去による CH_3COONa 回収工程

の5工程から成る資源循環型飛灰処理プロセスである。

[結 果]

焼却飛灰(中性飛灰)から、Zn、Pb、塩類、スラグ等の回収処理実験を行った結果、概ね、Zn、Pbは回収率80%以上、純度50%以上、塩類、スラグ等は回収率40~70%等のものを得、資源循環型飛灰処理が可能であることを確認できた。

[課 題]

今後は、実用化に向けて、プロセス等の簡素化、各種飛灰への適用、回収物の再利用会社による評価等について検討していく予定である。

[研究レベル]

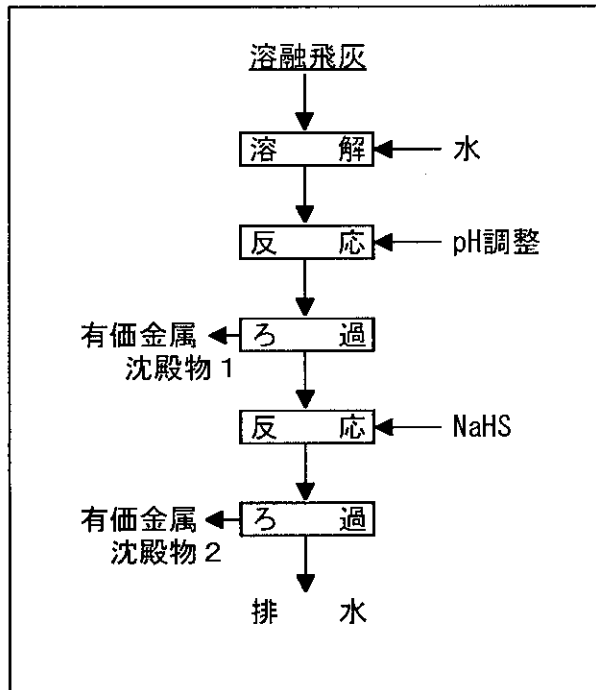
実機

[備 考]

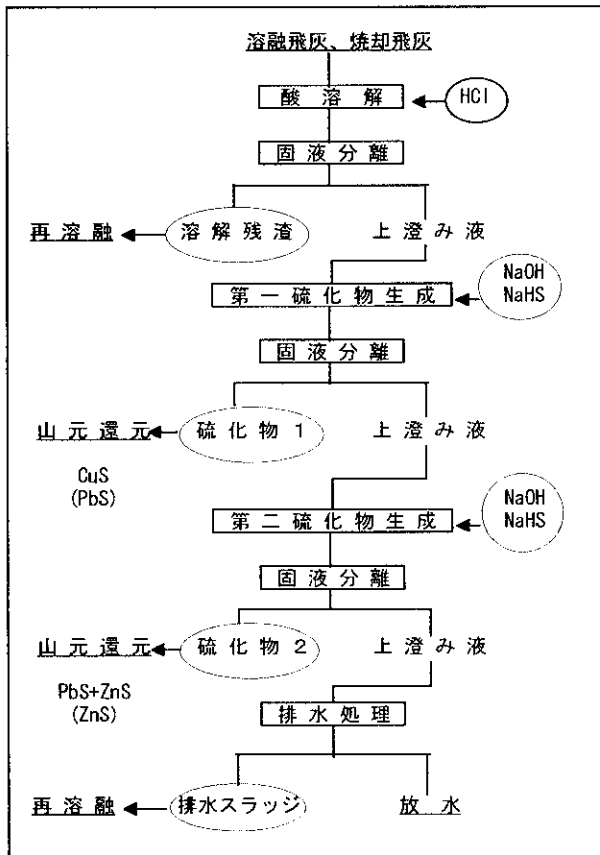
第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集(1998)

2. 各プロセスフロー

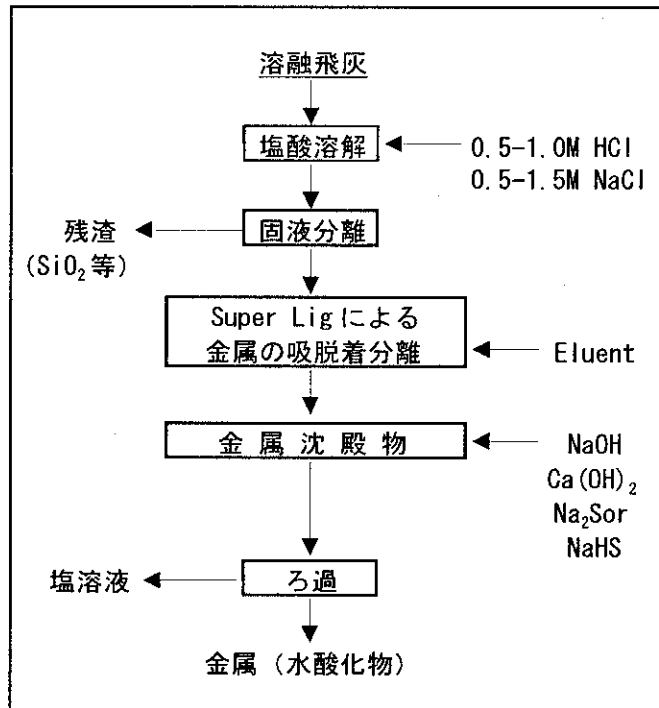
[会社名] (株)クボタ



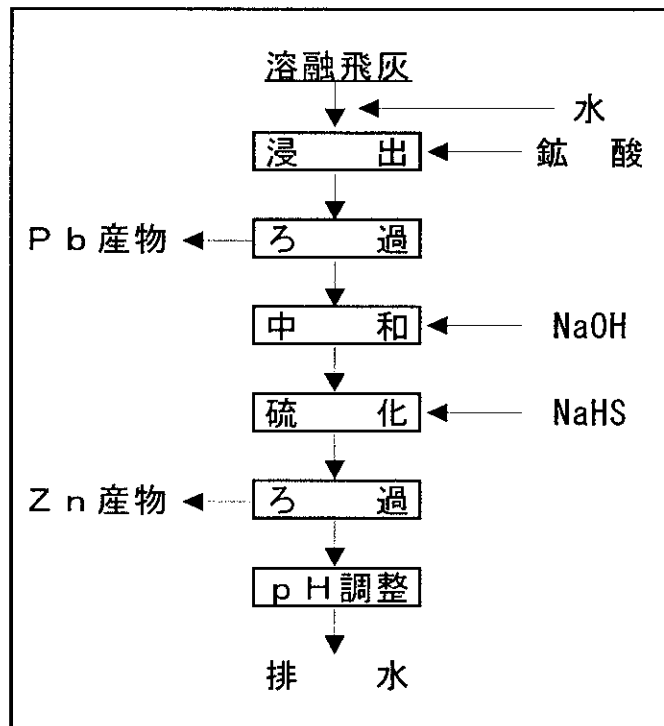
[会社名] (株)神戸製鋼所



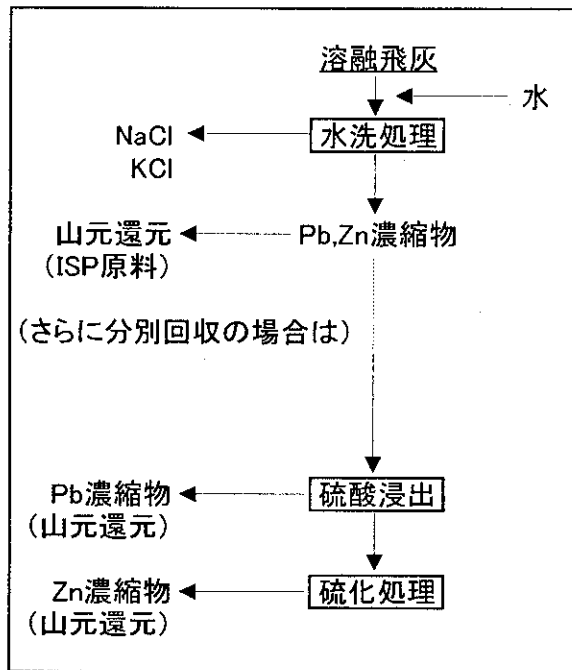
[会社名] ㈱タクマ



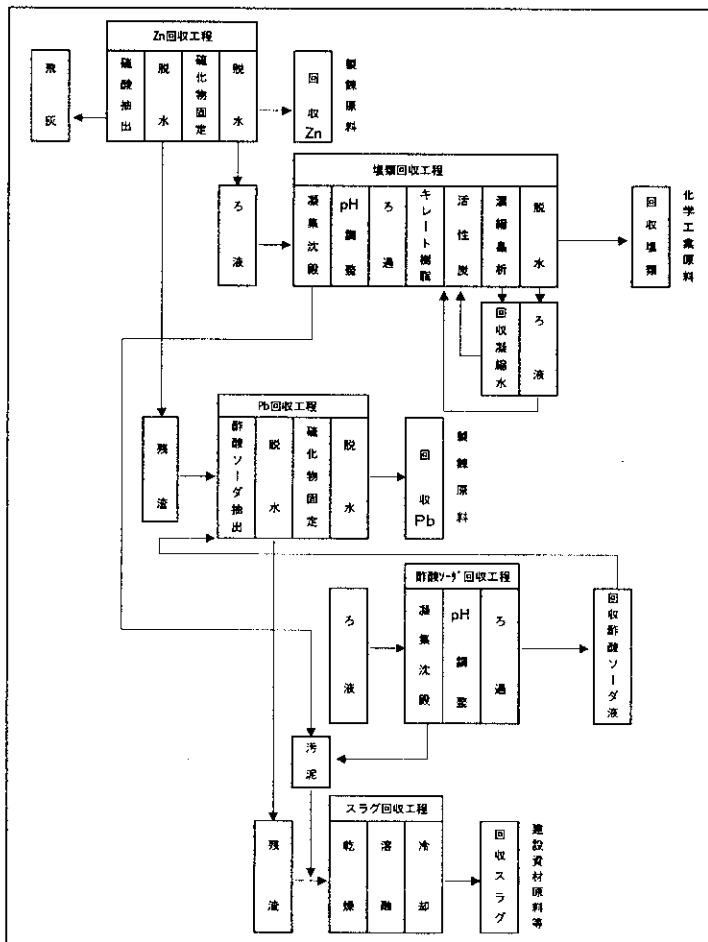
[会社名] 同和鉱業㈱



[会社名] 日本鋼管(株)



[会社名] ユニチカ



第6章 ダイオキシン類対策特別措置法への対応現状技術の検討

6.1 ダイオキシン類対策特別措置法の概要

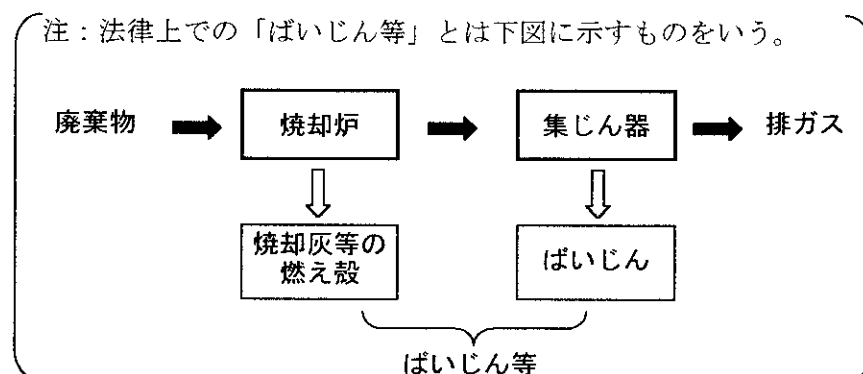
6.1.1 規制の内容

廃棄物焼却施設から排出されるダイオキシン類の削減を図るため、平成9年8月に廃棄物処理法施行令および施行規則が改正され、焼却施設に係る構造および維持管理基準を強化し、同年12月1日から施行された。既存の施設については、平成10年12月1日より排出濃度の基準 $80\text{ng-TEQ}/\text{m}^3\text{N}$ など、施設の簡易な改造等で対応可能な基準についてはすでに適用されているが、より厳しいダイオキシン類排出濃度の基準を含め、施設等の大幅な改造が必要となる基準が平成14年12月1日から適用される。

一方、ダイオキシン類対策特別措置法(以下「特措法」という)が、平成11年7月16日に公布され、平成12年1月15日から施行された。これにともない、廃棄物処理の分野においては、特措法および廃棄物処理法に基づき、後述する1.~4.に掲げる規制が適用されることとなった。

排出ガスについては、従来の廃棄物処理法および大気汚染防止法に基づくダイオキシン類規制よりも対象施設の規模要件が広げられたこと、また、排水およびばいじん等に関しては今回初めて規制が設けられた。

なお、従来、廃棄物処理法施行規則においては、規制対象とするダイオキシン類はポリ塩化ジベンゾフランおよびポリ塩化ジベンゾーパラジオキシンとなっていたが、特措法においては、コプラナーポリ塩化ビフェニルをダイオキシン類に含めることとされたことから、廃棄物処理法施行規則も改正され、ダイオキシン類の定義を特措法におけるものと整合がとられた。



1. 特別措置法による廃棄物焼却炉の規制の概要

廃棄物処理に係る施設について、次のとおり大気および水質に係るダイオキシン類の排出基準が定められた。

1) 大気排出基準

○対象施設：廃棄物焼却炉(火床面積0.5m²以上又は焼却能力50kg/時以上、以下同じ)

表6-1-1 排ガス中のダイオキシン類排出基準値

(単位：ng-TEQ/m³N)

燃 焼 室 の 処 理 能 力	新設施設の 排出基準 (H. 12. 1. 15～)	既 設 施 設 の 排 出 基 準		
		～H. 13. 1. 14	H. 13. 1. 15～ H. 14. 11. 30	H. 14. 12. 1～
4 t / h 以上	0.1	規定の適用を 猶予（従前の 規制を適用）	80	1
2～4 t / h	1			5
2 t / h 未満	5			10

2) 水質排出基準

○対象施設：廃棄物焼却炉の廃ガス洗浄施設, 湿式集じん施設および灰の貯留施設(汚水又は廃液を排出するもの)

表6-1-2 排水中のダイオキシン類排出基準値

(単位：pg-TEQ/L)

新設施設の排出基準 (H. 12. 1. 15～)	既設施設の排出基準		
	～H. 13. 1. 14	H. 13. 1. 15～H. 15. 1. 14	H. 15. 1. 15～
10	基準の適用を猶予	50	10

2. ばいじん等の規制の概要

廃棄物焼却に係るばいじん等の廃棄物について、次のとおりダイオキシン類の含有量基準を定めるとともに、この基準を超える廃棄物を特別管理一般廃棄物又は特別管理産業廃棄物とし、焼却施設の設置者等に対し、廃棄物処理法に基づく規制(処理基準および保管基準の遵守等)を適用することになった。

○対象物：廃棄物焼却炉から排出されるばいじん、焼却灰その他の燃え殻、廃ガス洗浄施設汚泥およびこれらの廃棄物を処分するために処理したもの

表6-1-3 ばいじん等の処理基準（ダイオキシン類の含有量基準値）

（単位：ng-TEQ/g）

新設施設に係る基準 (H. 12. 1. 15～)	既設施設に係る基準	
	～H. 14. 11. 30	H. 14. 12. 1～
3	基準の適用を猶予	3 (注)

注：セメント固化、薬剤処理又は酸抽出処理を行っているものについては、基準を適用しない。

3. 廃棄物最終処分場における措置について

一般廃棄物最終処分場および産業廃棄物の管理型最終処分場に対し、周辺地下水中のダイオキシン類濃度の測定および地下汚染時の措置を義務付けるとともに、当該最終処分場からの放流水について、特措法に基づくダイオキシン類の排水基準と同様の基準を適用することになった。

表6-1-4 放流水のダイオキシン類排出基準値

（単位：pg-TEQ/L）

新設施設に係る基準 (H. 12. 1. 15～)	既設施設に係る基準	
	～H. 13. 1. 14	H. 13. 1. 15～
10	基準の適用を猶予	10

4. 焼成処理の扱いについて

近年、一般廃棄物のばいじん等をセメントキルン等において高温で焼成し、ばいじん等に含まれる重金属の溶出を抑えるとともにダイオキシン類等を分解し、セメント原料等として再生利用する方法が開発され、実証試験が行われている。

これを踏まえ、特措法の施行と併せて、「特別管理一般廃棄物および特別管理産業廃棄物の処分又は再生の方法として厚生大臣が定める方法」（平成4年厚生省告示第194号）を改正し、特別管理一般廃棄物であるばいじんの処分又は再生の方法として焼成処理を新たに位置付けるとともに、廃棄物処理法施行規則が改正され、焼成施設の技術上の基準が次のとおり定められた。

- ・ 不十分な焼成処理を禁止するため、焼成温度の下限(1,000度)を規定
- ・ 下限温度以上での焼成処理を確保するため、温度計の設置および温度測定を規定
- ・ 排出ガスの処理設備等の設置を規定

6.1.2 ばいじん等の処理に関する制度の概要

ダイオキシン類対策特別措置法の施行によるばいじん等の処理方法および最終処分場における措置についての制度上の処理のフローを以下に示す。

1. ばいじん等の処理方法

ばいじん等の処理方法として、制度上図6-1-1のような処理フローとなる。

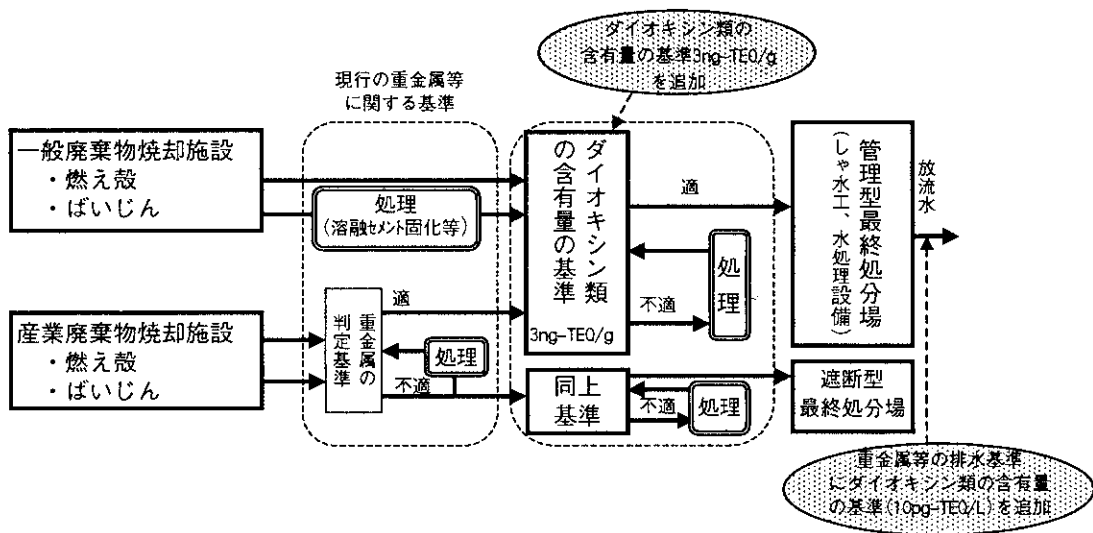


図6-1-1 ばいじん等の処理フロー図

上図は、ダイオキシン類による環境汚染を防止する観点から、ばいじん等について、ダイオキシン類の含有量の基準（3ng-TEQ/g）を新たに設定し、基準を超えるばいじん等についてダイオキシン類の低減化等の処理を義務付け、また、最終処分場の放流水についてのダイオキシン類の基準〔水質排出基準（10pg-TEQ/L）を準用〕を新たに設定することにより、最終処分場からのダイオキシン類の排出の削減、ダイオキシン類に係る最終処分場の長期的な安全性の確保をすることができることを示すものである。

2. 最終処分場における措置

最終処分場の維持管理等の措置を図6-1-2に示す。

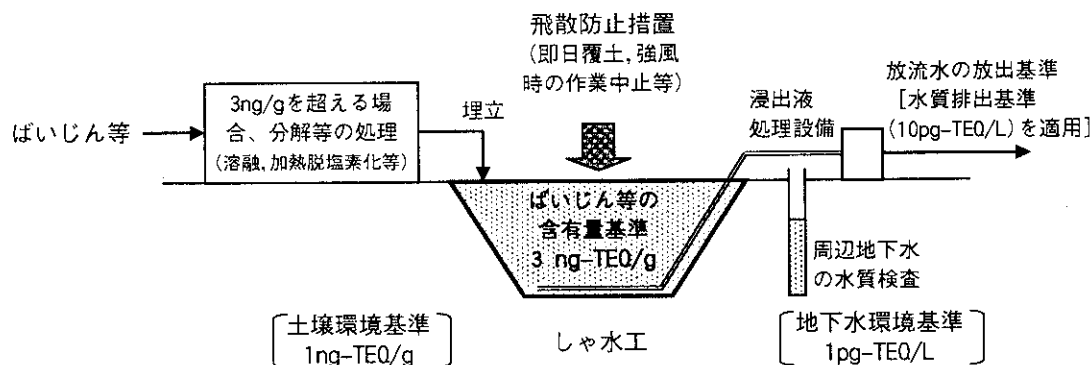


図6-1-2 最終処分場の制度上の措置図

上図は、ダイオキシン類の含有量が、3ng-TEQ/gを超えるばいじん等の場合は、溶融方式等のダイオキシン類低減化処理をしたばいじん等を埋立処分し、浸出液処理設備により、ダイオキシン類を10pg-TEQ/L以下に処理して放流することを示す。

6.2 法的規制への対応技術

6.2.1 対応技術の条件

一般廃棄物焼却施設において、残渣物の法的規制への対応をまとめると下記の項目に示すとおりとなる。

- ① 焼却灰等の燃え殻に含まれるダイオキシン類が3ng-TEQ/g未満の場合は、無処理のまま処分可能であるが、3ng-TEQ/g以上の場合、何らかの処理が必要となる。(本調査研究での「主灰(焼却灰)」, 汚泥の場合)
- ② ばいじんの場合も、ダイオキシン類の含有量が3ng-TEQ/g以上の場合、①と同様のダイオキシン類に対する措置が必要である。但し、既設施設において、セメント固化, 薬剤処理又は酸抽出処理を行っているものについては3ng-TEQ/gの基準は適用しないとされている。
- ③ 放流水については、水質排出基準10pg-TEQ/Lが適用基準となる。(本調査研究での「洗煙排水」の場合)

したがって、本調査研究での検討対象物である廃棄物の焼却施設で生成する残渣物(主灰(焼却灰), 飛灰, 洗煙排水, 排水処理汚泥)についての特措法を検討する場

合、図6-1-1、図6-1-2に示すような処理フローに適応できる技術であることが必要条件となる。

6.2.2 対応技術の選択

第4章, 第5章で記載されているとおり、廃棄物処理残渣物に含まれるダイオキシン類に対応する適用可能な技術には、ダイオキシン類の低減化技術, 分離技術, リサイクル技術など多くの技術が開発されてきた。しかし、それらの技術の中には、実機として実用化の段階にあるものもあるが、まだ研究開発途上の技術も多く、全て完成された技術とはいきれない。したがって、実機として自治体等で施設計画する際には、十分な評価検討が必要であろう。ここでは、法的規制への対応技術としては、廃棄物処理残渣物を処理対象とした実機として稼働実績があるか、比較的実用化の目処のたっている技術の主なものを紹介するに留めることとした。

6.2.3 対応技術

1. 主灰(焼却灰)、飛灰および汚泥等のダイオキシン類対策技術

1) ダイオキシン類低減化等の技術

主灰、飛灰および汚泥等に含まれるダイオキシン類の分解低減化の技術としては、次の諸方式があげられる。

- ・ 溶融方式(表面溶融, コークスベッド, 旋回流, アーク, 電気抵抗, プラズマ等)
- ・ 還元性熱分解方式(無酸素還元)
- ・ 高温焼却方式(キルン)
- ・ 焼成方式(主に処理物を資源化する技術として)

2) 飛灰安定化技術

ダイオキシン類を含む飛灰の飛散防止対策としての技術としては、次の技術があげられる(特別管理一般廃棄物としての飛灰処理として告示されている溶融以外の3方法)。

- ・ セメント固化法
- ・ 酸抽出処理法
- ・ 薬剤処理法

2. 洗煙排水のダイオキシン類対策技術

1) ダイオキシン類低減化技術

洗煙排水処理水等のダイオキシン類の分解低減化に有効な技術として、次の技術があげられる。

- ・ 光分解方式(オゾン／UV法)

2) ダイオキシン類分離技術

洗煙排水処理におけるダイオキシン類の分離に有効な技術として、次の技術があげられる。

- ・ 凝集沈殿・砂ろ過法
- ・ 凝集沈殿・砂ろ過法・活性炭吸着法
- ・ 膜分離法

3. 焼却残渣物のリサイクル技術

飛灰および主灰等を、資源としてリサイクルする方法として次の技術が開発されている。

- ・ 熔融処理（熔融スラグの路盤材, アスファルト骨材への利用）
- ・ 焼成処理（透水性ブロックの骨材などを生産）
- ・ セメント化（エコセメントの生産）
- ・ 物理選別処理（コンクリートブロック骨材, 路盤材への利用）
- ・ 山元還元による重金属等の資源化（熔融飛灰などからの有価物の回収）

注：物理選別処理によるリサイクルを計画する場合は、焼却残渣物の常温での処理のため、焼却残渣物中のダイオキシン類濃度については、十分な配慮が必要である。

6.2.4 ダイオキシン類対策計画上の注意すべき事項

廃棄物処理残渣物のダイオキシン類対策技術を計画する場合、とくに以下の事項に留意することが必要である。

1. 他の技術との併用

実際の装置では、次の例に示すように他の技術との併用が必要なことが多く、適用にあたってはトータルの処理プロセスとして評価をすることが必要である。

- ・ 汚染水中にSS分が多い場合、処理効率低下を防止するための前処理としてのろ過装置の設置が必要となる場合がある。この場合、ろ過残渣は別方式の技術による処理が必要となる。
- ・ 排水や排ガス等は、低濃度になると処理効率の低下を招くことがあり、これを補完するため、後処理としての活性炭吸着装置等を付加設置することが必要となる場合がある。
- ・ 排ガス冷却段階でのダイオキシン類の再合成の可能性がある。

2. 副成物の適正な処理

装置を運転することによって、以下に示す例のような新たな副成物が発生することがあり、これらにも十分に対応している方式を採用することが必要である。

- ・ 熱処理(加熱, 溶融等)により排ガス, 蒸発・揮発物質が発生する。
- ・ ガス注入, 化学反応等に伴い排気が発生する。
- ・ 排ガス, 排水中のダイオキシン類を処理した活性炭, バグフィルタろ過, 触媒等の廃棄物が発生する。
- ・ 装置室に設置される換気装置のバグフィルタによる集じんダストが発生する。

3. 装置のスケールアップ

実証実験段階の装置規模(処理能力)から実機へ適用するために装置のスケールアップをする必要がある場合、次のような問題等への対応が必要である。

また、試運転を実施して併用技術の適応性を含め、処理性能を確認しなければならない。

- ・ 加熱炉等では熱の発生と放熱のバランス、ガスの流れ等の変化による壁面の局部過熱や腐食、灰類溶着等のトラブルを起こすことがある。
- ・ 加熱配管では、配管径や管圧変更に伴う流速の変化や、伝熱効率の変化等で、スケールの付着や過熱、腐食などが起こり、所定の性能や耐久性が達成できない可能性がある。
- ・ 抽出工程では、処理物に対する溶媒等の比や抽出時間等の適正值の変化等で、所定の性能がでないことがある。
- ・ 加熱工程では、供給・攪拌・混合等の不均一化等が起こり、所要の性能が達成できないことがある。
- ・ 排ガス冷却工程では、ガスの流れの変化に伴う温度分布のばらつき、堆積物発生等が起きることがある。
- ・ 光分解等の方式では、光の到達距離の関係で装置の大きさが制限されることがある。

4. 処理経費

装置での処理経費の算出にあたっては、分解処理装置の消費電力や燃料、薬剤等の用役費の他に、汚染物運搬費や処理物処分費なども考慮しておく必要がある。

第7章 まとめと今後の課題

7.1 実験結果について

7.1.1 残渣物の安定化・高度処理に関する研究

1. 排水処理汚泥の安定化処理に関する研究(本文2.1)

都市ごみ焼却炉から排出される排水(洗煙排水が主体)処理汚泥と、焼却残渣(主灰、飛灰)を混合したものを被溶融物として、回転式表面溶融炉により溶融実験を行い、下記の項目について調査した。

- ・ 焼却残渣と排水処理汚泥の混合溶融における溶融処理性能
- ・ 溶融生成物ならびに溶融排ガスの性状
- ・ 重金属類とダイオキシン類の挙動

調査結果は以下のとおりである。

- ① 実験中の主燃焼室温度は約1340℃で推移し、安定した溶融処理運転が得られた。また、処理量は、変動も小さく、平均で245kg/hであった。
- ② 各成分の挙動は、溶融処理によって高沸点物質であるSi, Al, Ca, Feが溶融スラグへ移行し、低沸点重金属であるPbが溶融飛灰へ濃縮された。
- ③ 排ガス性状(HCl + Cl₂, HBr + Br₂など)について、データを得ることができた。
- ④ ダイオキシン類は、溶融処理により高い効率で分解され、溶融スラグでは0.00079ng-TEQ/g、溶融飛灰では0.022ng-TEQ/gという低い結果が得られた。

2. 洗煙排水処理の高度化に関する研究(本文2.2)

試験1として、湿式洗煙塔へ粉末活性炭を適用し、排ガス中ダイオキシン類の低減効果を確認する実験および洗煙塔への粉末活性炭を適用した際の洗煙排水を膜分離装置で処理することによるダイオキシン類や重金属類等の有害物質除去効果を確認する実験を実施した。その結果、粉末活性炭を湿式洗煙塔に適用することにより、排ガス中のダイオキシン類濃度を低減することができる効果を確認できた。

試験2として、粉末活性炭を湿式洗煙塔外の反応槽で適用した後、膜分離することによるダイオキシン類や重金属類等の有害物質除去効果を確認する実験を行った。その結果、粉末活性炭を湿式洗煙塔に添加している施設における処理試験、

および粉末活性炭を湿式洗煙塔外の反応槽で適用する処理試験のどちらの処理においてもダイオキシン類や重金属類等の有害物質を、高度に除去できるデータを取得することができた。

7.1.2 廃棄物の処理過程でのダイオキシン類の挙動に関する実験

1. 水系へのダイオキシン類溶存因子に関する研究(本文3.1)

水系へのダイオキシン類溶存因子に関するラボ実験をおこない、水に有機系物質が存在すると、1,2,3,4-T₄CDDの溶解性が増加し、特に2,4-ジクロロフェノールの場合は、この傾向が顕著であることが明らかになった。今後、これらのダイオキシン類の水への溶解度を高める有機性物質が、実際の洗煙排水での影響度合等を調査することが必要であろう。

2. 未燃炭素のダイオキシン類吸着挙動に関する研究(本文3.2)

未燃炭素のダイオキシン類吸着挙動に関するラボ実験を、木質系炭化物、活性炭などの試料を使って行った結果、1,2,3,4-T₄CDD 除去率は、BET表面積に依存することがわかった。今後、実際の焼却炉で排ガス中の未燃炭素がどのようにダイオキシン類の吸着除去に関っているかの究明が課題となる。

7.2 文献調査について

7.2.1 ダイオキシン類を含む残渣物の実態、低減化技術に関する文献調査

1. 残渣物の実態に関する調査(本文4.1)

残渣物の実態に関する調査は、既調査のデータベースに基づいておこない、大都市（政令指定都市）とそれ以外の都市でのダイオキシン類排出濃度の違い等についても解析した。

2. 残渣物のダイオキシン類低減化技術に関する調査(本文4.2)

残渣物のダイオキシン類低減化技術に関する最近の廃棄物学会と全国都市清掃会議の研究発表講演論文集を中心に文献調査した結果をまとめた。発表されている技術は、種々のものがあるが、研究開発の緒についた技術から、実証段階途上のもの、実用化されたものと研究開発レベルは種々であり、実機としての技術は

限られている。ただし、ダイオキシン類の分解率については、条件を整えば、どの技術も規制値を十分クリアできると考えられる。

文献リストで明らかなように、発表されている件数では、熔融方式に関する発表が圧倒的に多くの割合を占めており、実用化例も多いが、熔融方式についても以下の課題を抱えている。

① ダイオキシン対策の向上が必要

熔融炉は固形汚染物のダイオキシン類の対策としては、その分解には極めて有効で、容易に99%程度の分解率が得られるが、排ガス系では再合成が起きていることが明らかにされており、とくに、バグフィルターでのダイオキシン類の挙動は、焼却排ガス系のそれとは様子が異なるという報告もあり、それらの解明とガス冷却過程での生成抑制対策の研究が急がれる。

② スラグの性状の評価と再利用の推進

再利用促進の視点から、スラグ実用化の目処となるスラグ性状等の基準化が望まれるところである。

③ 熔融飛灰の資源化

熔融飛灰の処理を特別管理一般廃棄物に係る告示指定処理技術4方式のうちの「熔融」は、系内濃縮循環という矛盾が生じ、他の3方式では薬剤などの処理コストがかかることから、いわゆる山元還元を指向する以外に選択肢は無いのではないかと。山元還元としての資源化システム（流通システムも含めて）の確立が課題となろう。

なお、熔融方式以外のダイオキシン類対策技術についてもそれぞれ安定した実用運転が可能となるためには、多くの技術的な課題を抱えている。

3. 排ガス処理に伴う残渣物に関する調査(本文4.3)

排ガス処理に伴う残渣物に関する文献を調査した結果、次のようなことがわかった。

- ① 飛灰中のダイオキシン類濃度が3ng-TEQ/gを超えるかどうかの条件を推定する目的で、ダイオキシン類濃度データが揃っている最近の発表事例について検討を試みた。排ガス温度で比較すると、160℃未満の場合は入口排ガス中のダ