

廃棄物熱分解・溶融プロセス (リサイクリング21)

三井造船(株)環境プラント・機器事業部 技術士
原田 裕 昭

Pyrolysis and Melting Process for Waste

Yasuaki Harada

*Environmental Systems Division
Consulting Engineer*

Abstract

In the field of treatment of waste, the following key words; energy recycle, material recycle, environmental protection, scarcity of landfill-area; are intensely focused recently. One of environmental problems is heavy metal in ash. Melting Process is one of four methods of tis stabilization. This pyrolysis and melting process for waste ;Recycling 21; can melt ash by its own energy of waste and has another features corresponding to above key words.

1. はじめに

廃棄物処理分野において最近エネルギー回収、有価物回収、環境保護、埋立地ひっ迫というキーワードに代表される様々な動きがある。

環境保護問題の1つに廃棄物から出る灰に含まれる重金属がある。溶融法は厚生省が示す4つの処理方法の1つである。

この廃棄物熱分解溶融プロセス(リサイクリング21)は廃棄物自身のもつエネルギーで灰を溶融できる。さらに上記キーワードに対応した特長を持っているのでここに紹介する。

2. 経緯

1991年8月三井造船はドイツ・シーメンス社より熱分解溶融プロセスを導入した。このプロセスのドイツにおける開発経緯、日本における

導入後の経緯を次に示す。

開発経緯

- 1973年 熱分解ガスをガスエンジン燃料とするプロセス開発スタート
- 1977年 6t/日のテストプラント建設スタート
- 1979年 72t/日の実証プラント建設スタート
- 1984年 シーメンス社が6t/日プラント買収
- 1988年 プロセス改良し6t/日プラント運転開始
- 1991年 三井造船(株)、シーメンス社より技術導入
- 1994年 横浜市と共同で実証プラント運転開始
- 1996年 廃棄物研究財団から評価書受領

日本における実証プラントは1994年9月に運転を開始して1996年6月末まで6850tの都市ごみを処理し運転時間は延べ7100hとなる。

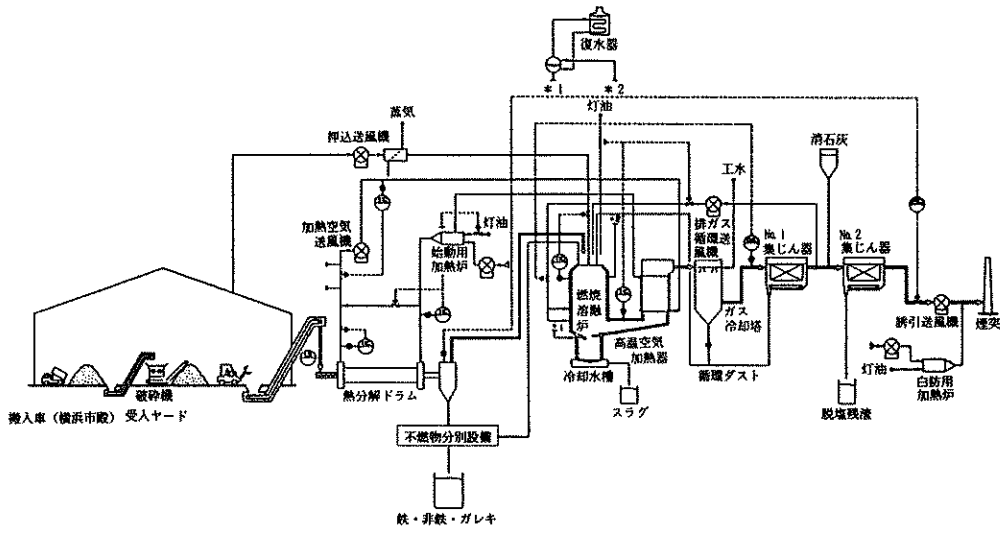


図-1 フローシート

ここで実証プラントの設備仕様を次に示し、フローシートを図-1に示す。

- | | |
|---------|---------|
| 前処理工程 | 熱分解工程 |
| 燃焼溶融工程 | 不燃物分別工程 |
| 排ガス処理工程 | 発電工程 |

実証プラントの設備仕様

- 炉形式：熱分解・燃焼溶融方式
- 炉数：1基
- 処理能力：24t/日
- 給じん方式：オープンバンク・コンベヤ方式
- 燃焼ガス冷却方式：水噴射方式
- 集じん方式：バグフィルタ
- 排ガス処理方式
 - SO_x：乾式脱硫
 - HCl：乾式脱塩
 - NO_x：炉内燃焼制御
 - ばいじん：バグフィルタ
 - 白煙防止：助燃方式

(1) 前処理工程

ごみはまず受入ピットに投入される。受入ピットからごみクレーンで破砕機に送られ破砕ピットに貯められる。破砕ごみは破砕ピットから再びごみクレーンで投入ホッパへ運ばれる。また、汚泥、粗大ごみを混合処理することも可能である。

(2) 熱分解工程

熱分解工程は、450℃という温度で空気を遮断した雰囲気で行われ熱分解ガスと熱分解カーボンが生成する。ごみは投入ホッパからスクリーコンベヤを経て、熱分解ドラムへ送られる。熱分解ドラムは多数の加熱管が配置されており内部を高温空気が流れている(図-2)。

熱分解ガスは直接燃焼溶融工程に送られるが、灰分を多く含む熱分解カーボンは、不燃物分別工程を経て燃焼溶融工程へ送られる。

(3) 燃焼溶融工程

熱分解ガスと熱分解カーボンは、炉頂の主バーナを経て高温燃焼溶融炉内において1300

3. プロセス

リサイクル21は、熱分解溶融システムで熱分解工程と燃焼溶融工程を結びつけた点に特徴がある。ごみを450℃で熱分解し、発生する熱分解ガスと熱分解カーボンを約1300℃で高温燃焼させ、灰分を直接利用可能なスラグとして取り出すことができる。プロセスは以下の工程からなっている。

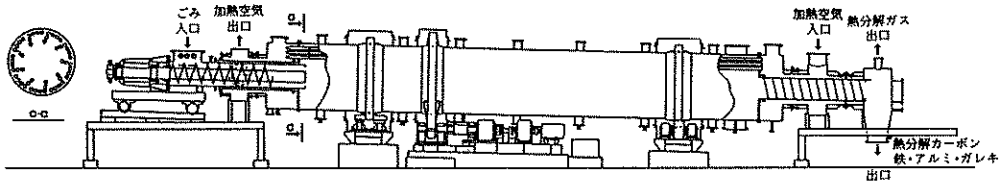


図-2 熱分解ドラム

℃で燃焼される。この温度は灰分の溶融温度に対して100～150℃高く設定され、安定した溶融状態を保つことができる。

また、高温雰囲気と十分な炉内滞留時間のため、排ガス中の有機分は従来の焼却炉と比べて格段低い濃度まで酸化分解される。高温燃焼溶融炉への空気供給は多段に行われるとともに、旋回流による混合促進効果により安定した炉内温度配置が得られるためにNO_x濃度を低く抑えることができる(図-3)。

高温燃焼溶融炉排ガスの熱エネルギーは、熱分解ドラムにおける熱分解熱源と廃熱ボイラでのスチーム発生に利用される。

高温燃焼溶融炉から出た排ガスは、先ず高温空気加熱器に入り熱分解用空気を加熱し、排ガスは、1300℃から900℃まで冷却されて

から、廃熱ボイラに送られる。

廃熱ボイラからの蒸気条件は400℃、40気圧で従来の焼却炉に比べて高いため、低空気比の燃焼条件と相まってプラント全体の発電効率を向上されることが出来る。溶融灰は炉底から冷却水槽に落ち込み急冷され、水砕スラグとして回収される。

(4) 不燃物分別工程

熱分解ドラムの下部からは不燃物(鉄、アルミ、ガレキ等)、灰分と熱分解カーボンの混ざった残渣が出てくる。これらの残渣は冷却コンベヤにより450℃から80℃まで冷却される。次に振動篩で粗い成分が分けられる。これら粗い成分はさらに鉄、アルミに分けられ、それぞれのホップに貯留される。

振動篩で分けられた細かい成分は灰分とガレキ分と熱分解カーボンから成っているが、最終的に1mm以下の粒径に粉碎して高温燃焼溶融炉へ送られる。

(5) 排ガス処理工程

廃熱ボイラを出た排ガスは、従来技術を組み合わせたプロセスで処理され有害物質の煙突出口条件を満たしてから排出される。処理プロセスは、例えば乾式法、半乾式法、湿式法などから選ばれる。

(6) 発電工程

このプロセスではごみの持つエネルギーの約25%は電力として回収できる。

発電量は、この設備で使う電力より多く余剰電力は売電できる。このプロセスは灰分を溶融状態で取出してさらに他のプロセスと同等以上の電力を回収できる。尚、実証プラントでは廃熱ボイラの代わりに水噴霧冷却塔を設置して

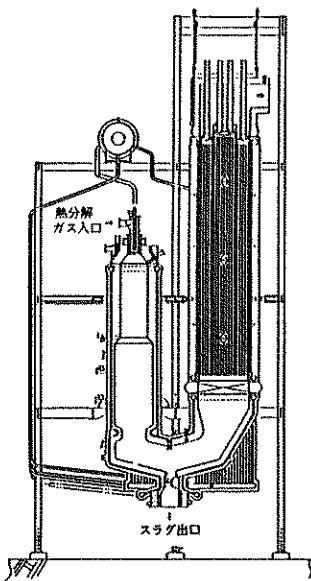


図-3 高温燃焼溶融炉

いる。

4. 特長と背景

このプロセスは次の7つの特長を有している。

リサイクリング21の特徴

1. 灰分をごみの持つエネルギーで溶融できる。
2. 鉄・アルミ・ガレキを焼却前に回収し有価物として再利用できる。
3. スラグ・ガレキを有効利用するとごみからの減容率が1/200となる。
4. 排ガスがクリーンで
 ダイオキシン : 0.5ng/Nm³-TEQ以下
 CO : 10ppm以下
 を保証できる。
5. 発電する場合 蒸気条件を400℃、40気圧を標準設計にしており従来プロセスに比べて発電効率が低い。
6. スラグに固定される重金属割合が従来の溶融炉に比べて高い。
7. 既設焼却炉の灰もこのリサイクリング21で溶融できる。

これらの特長が何に由来しているか図-4に

整理した。

この図に示されるようにこのプロセスのポイントは低空気比燃焼である。

図-5は燃焼溶融炉出口の燃焼排ガスのCO、NOx濃度と空気比の関係を示したものである。

これまでの廃棄物焼却炉（ストーカー式、流動床式）の空気比は1.6~2.0程度であった。

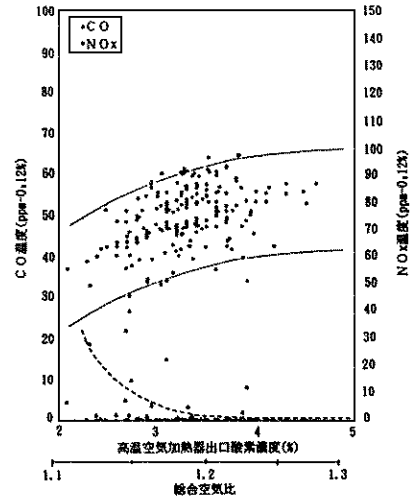


図-5 CO、NOx濃度と総合空気比

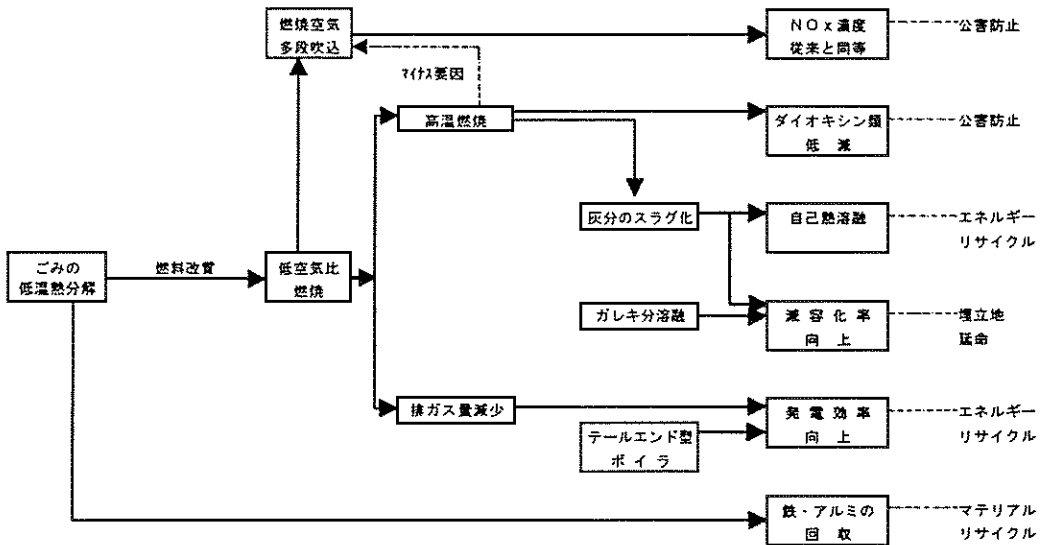


図-4 三井リサイクリング21機能分析

しかしこのプロセスでは廃棄物を1~2時間かけてゆっくり熱分解し熱分解ガスとカーボンに燃料改質することによって、低空気比燃焼(1.2~1.3)を可能にしている。

低空気比燃焼の結果、図-6のように燃焼温度が高温となった。

5. 溶融性能

一方都市ごみの灰分は溶流点が1140~1200℃であった。

従って1250~1300℃程度に炉内温度を保てば主として熱分解カーボンに含まれて炉内に入ってくる灰分が溶融できた。

ここで溶融性能の示標となる塩基度の経時変化を図-7に示す。このように変動の少ない0.2

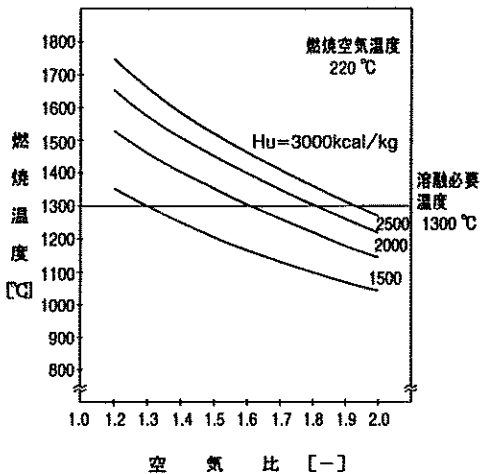


図-6 従来炉における空気比と燃焼温度

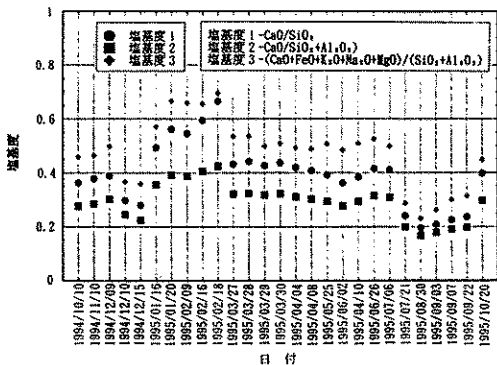


図-7 YDPスラグ塩基度の変化

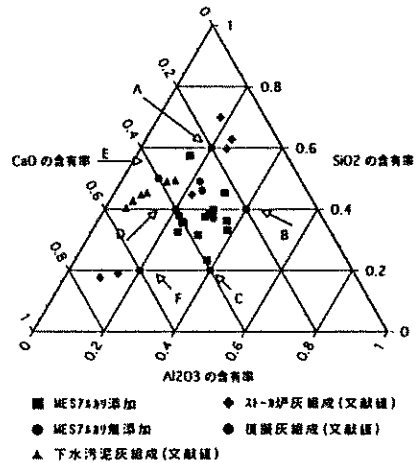


図-8 各種の灰の組成(文献値を含む)

~0.6程度の塩基度データが得られた。

このことは安定した溶融性能が得られることを示している。

尚、基礎データとして灰組成を調査し、このデータから模擬灰を作り融点、溶流点、添加物の影響、粘度などのデータを取得している(図-8参照)。

6. 重金属挙動

実証プラントの物質収支を図-9に、重金属収支を図-10に示す。

このスラグのPa、Cd、Znなど低沸点重金属類の移行率は他の溶融プロセスに比べて大きい。

さらにスラグからの重金属の溶出性能データを表-1に示す。

環告13号とは「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理布令」に対応した分析方法で陸上の管理型埋立地へ廃棄条件となっている。

環告46号は土壤汚染に係わる環境基準である。いづれの基準も満足しているデータが得られた。

7. まとめ

我が国は狭い国土にも抱わず多量の焼却灰

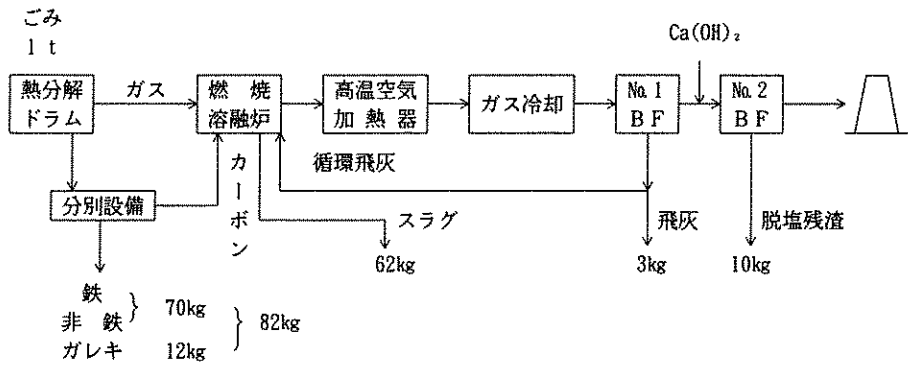


図-9 物質収支

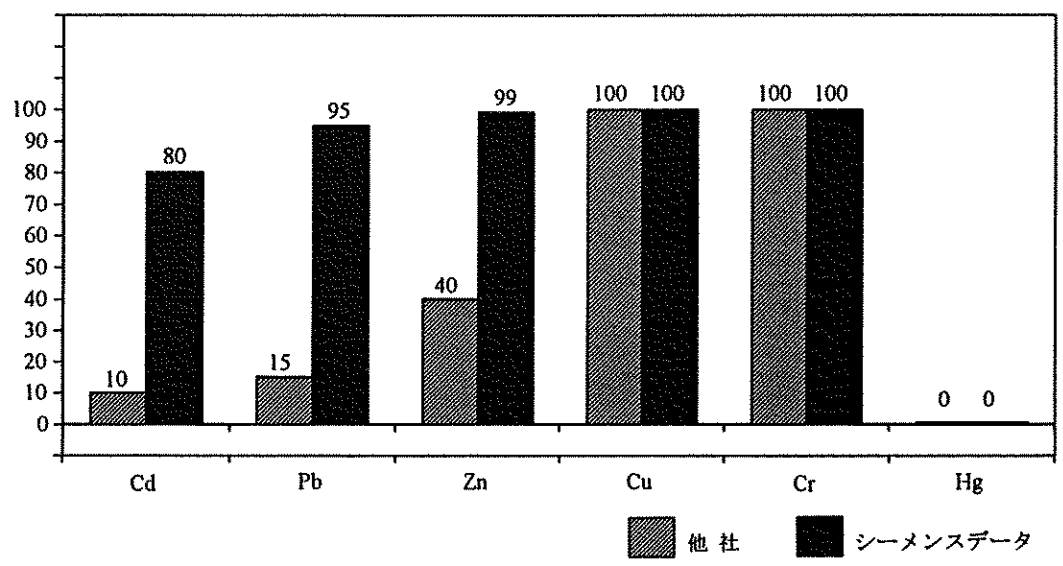


図-10 重金属のスラグへの固定化率

表-1 スラグ溶出試験結果

(mg/l)

	環告13号		環告46号	
	溶出試験結果	陸上埋立基準	溶出試験結果	土壤環境基準
アルキル水銀	<0.0005	不検出	<0.0005	不検出
総水銀	<0.0005	0.005	<0.0005	0.0005
カドミウム	<0.005	0.3	<0.005	0.01
鉛	<0.03	0.3	<0.005	0.01
六価クロム	<0.01	1.5	<0.01	0.05
ヒ素	<0.01	0.3	<0.001	0.01
セレン	<0.01	0.3	<0.002	0.01

および脱塩残渣が山間部などの埋立地に廃棄されている。その量をできるだけ少なくしまた安定なものにして埋立てる必要がある。現在リサイクルング21から得られるスラグを用いて有効利用用途を模索している。例えばアスファルトコンクリート用骨材、コンクリート用骨材、路盤材、透水性タイルの増量材などの土木建築材料である。

このプロセスから出るスラグは重金属の溶出

がなく、また他の溶融プロセスと違いスラグ中にメタル鉄がなく経時変化（錆の発生、膨潤）がないといった特長を有するため有効利用しやすいと言える。

エネルギーリサイクル、マテリアルリサイクル、環境保護といった他の重要な要素と合わせ、日本の廃棄物問題に貢献できることを期待している。

株式市場の評価額から見た

世界のガラス企業ビッグ10

Business Week July 8, 1996より引用 単位：US10億ドル

順位	企業名	評価額	順位	企業名	評価額
①	旭硝子	14.13	②	サングバン	10.65
③	PPG	9.78	④	住友電気工業	9.67
⑤	コーニング	8.80	⑥	ニコン	4.52
⑦	古河電気工業	3.86	⑧	HOYA	3.73
⑧	日立電線	3.20			

注) ピルキントン社はグループとしては上位にランクされるが、リビー・オーエンス社(米国)、フラッハガラス(ドイツ)などが別会社として計算されるため、この表には現れない。