

# 都市ごみ熱分解・溶融システム

原田 裕昭\*・村田 勝英\*\*

都市ごみを対象とした廃棄物処理システムである、リサイクリング 21 について紹介する。

リサイクリング 21 は、三井造船が 1991 年、ドイツ・シーメンス社から技術導入した、都市ごみの熱分解・溶融・有価物回収システムである。ドイツでは、シーメンス社が 1987 年に、処理量約 10 t/day のパイロットプラントの運転を開始し、シュレツダグストを始めとする各種廃棄物の処理テストを現在も行っている。一方、国内では三井造船が 1994 年 8 月、横浜市に処理能力 20 t/day の実証プラントを完成し、現在、国内のごみを使った実証運転を行っている。

## 1. システムの説明

リサイクリング 21 の代表的なフローを図 1 に示す。リサイクリング 21 は都市ごみの熱分解・溶融・有価物回収システムで、熱分解工程と燃焼・溶融工程を結びつけた点に特長がある。

都市ごみを約 450°C、不活性雰囲気下で熱分解し、発

生する熱分解ガスと熱分解カーボンとを燃焼・溶融炉で燃焼させると約 1,300°C の高温になり、ごみ中の灰分が溶融スラグとなって取り出される。プロセスは以下の 6 工程からなる。

- ・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

### (a) 前処理工程

搬入された都市ごみは受入れピットに投入される。受入れピットのごみは、クレーンで破砕機に運ばれ、破砕された後、破砕ごみピットに貯留される。破砕ごみはここから投入ホッパへ投入され、スクリュコンベアを経て熱分解ドラムへ送られる。

前処理工程では汚泥、粗大ごみなどを混合処理することも可能である。

### (b) 熱分解工程

ごみの熱分解は図 2 に示すロータリキルン型の熱分解ドラム (間接加熱) で行われる。温度約 450°C、酸素を遮断した雰囲気下で熱分解されると、ごみは熱分解ガ

\* Hiroaki HARADA; 三井造船(株) 第 2 事業本部

\*\* Katsuhide MURATA; 同上 技術本部

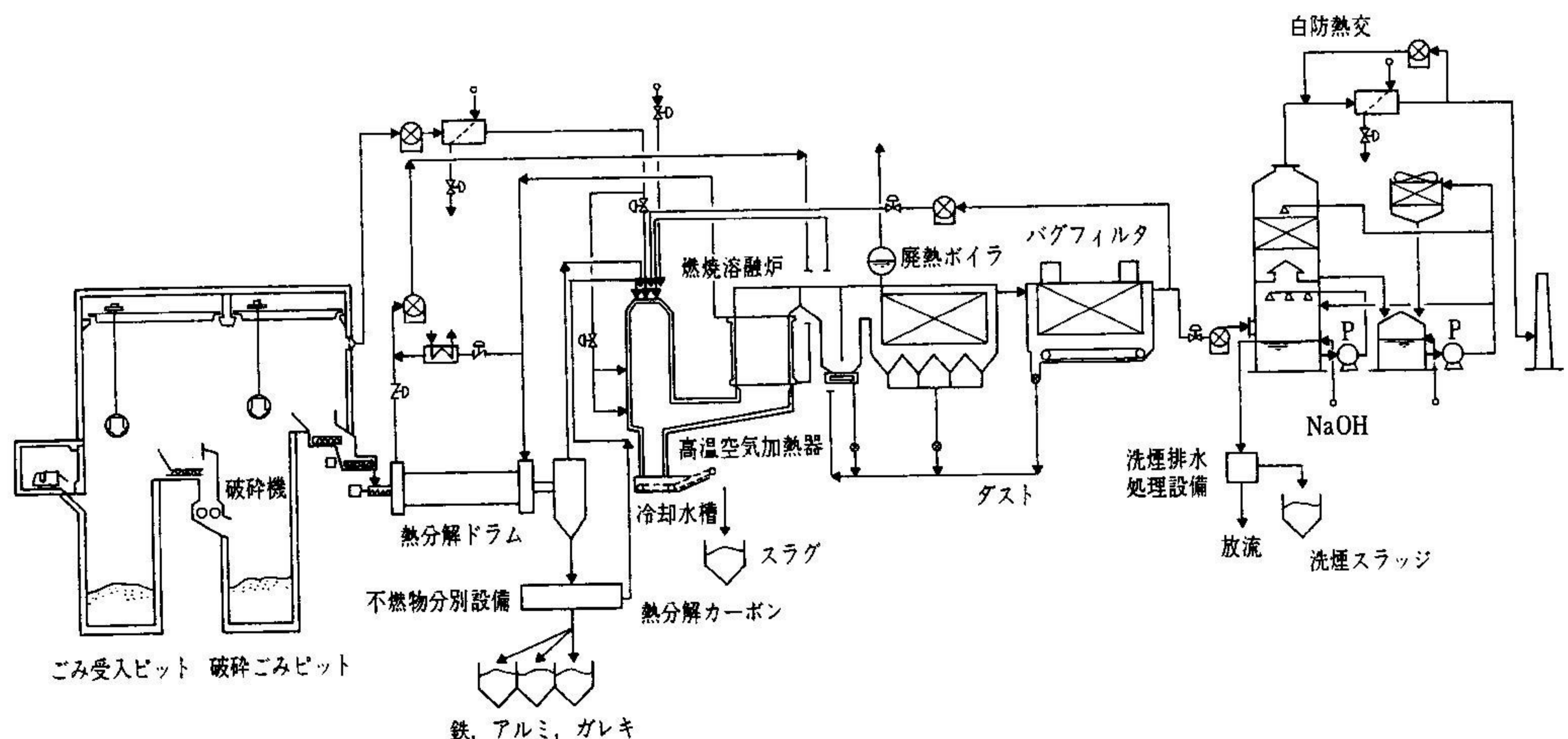


図 1 リサイクリング 21 の代表的なフロー

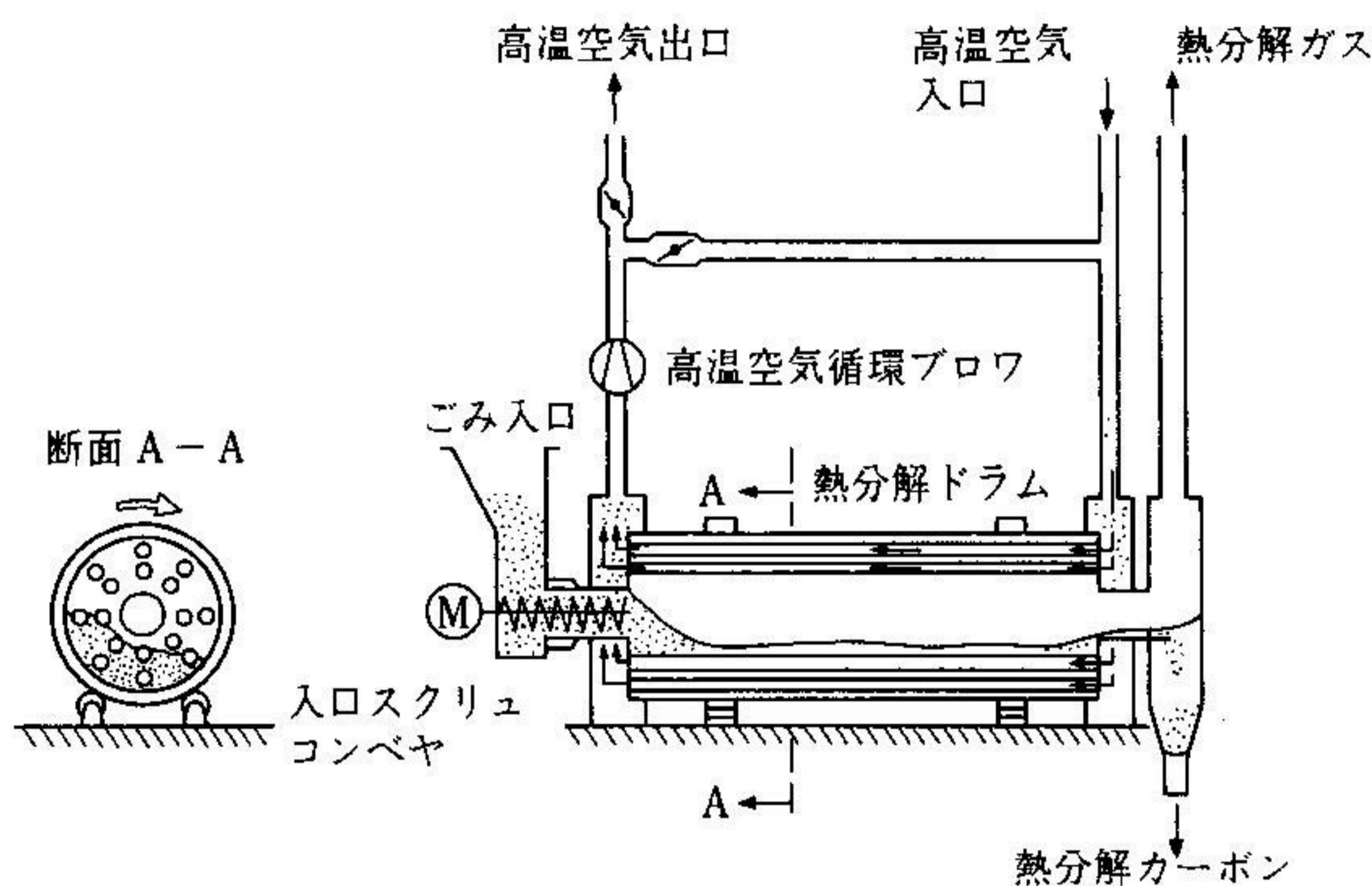


図2 熱分解ドラム

スと熱分解カーボンに変化する。

熱分解ドラム内には多数の加熱管が配置されており、その加熱管内部を高温空気が流れている。加熱管は、熱分解に必要な熱エネルギーを効率良くごみに与えるとともに、熱分解過程を均質化するのに役立っている。

熱分解ガスは直接、燃焼・溶融工程に送られるが、不燃物、灰分を含む熱分解カーボンは、不燃物の分別工程を経てから燃焼・溶融工程へ送られる。

#### (c) 燃焼・溶融工程

熱分解ガスと熱分解カーボンは、図3に示す燃焼・溶融炉の炉頂バーナから噴射され、燃焼する。ここでの燃焼温度はごみ中の灰分の溶融温度に対し、100~150°C高く設定されるので、溶融スラグは安定した流動状態を保つことができる。

燃焼による高温域と炉内滞留時間が十分長いいため、排ガス中の有機分は従来の焼却炉と比べても十分低い濃度まで酸化分解される。また燃焼・溶融炉への空気供給は多段で行われること、および排ガス再循環による混合促進効果により安定した炉内温度分布が得られるため、窒素酸化物濃度を低く抑えることができる。

燃焼・溶融炉から出る高温排ガスは、熱分解ドラムにおけるごみの熱分解用熱源として、また廃熱ボイラから発生するスチームとして利用される。

図1に示すように、燃焼・溶融炉から出た排ガスは、まず高温空気加熱器で熱分解用空気と熱交換され、1300°Cから900°Cまで冷却されてから廃熱ボイラに送られる。ここでは約160°Cまで冷却される。廃熱ボイラの蒸気条件が400°C、40気圧と従来の焼却炉に比べて高いため、低空気比燃焼との相乗効果もあってプラント全体の発電効率が高くなる。

溶融灰は炉底から冷却水槽に落ち込み、急冷されて水砕スラグとして回収される。

#### (d) 不燃物の分別工程

熱分解ドラムの固形物出口からは不燃物（鉄、アル

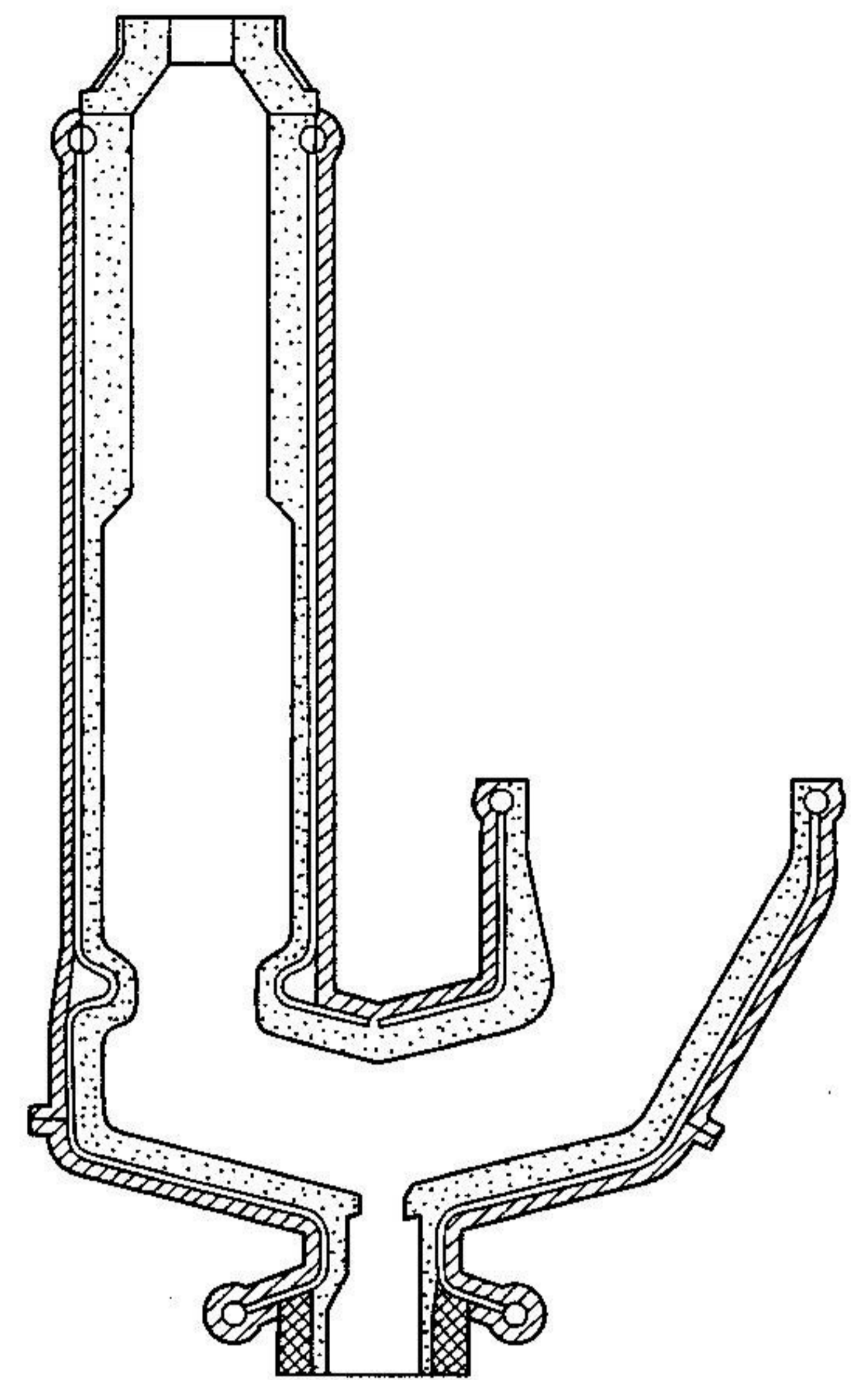


図3 高温燃焼溶融炉

ミ、ガレキなど)、灰分および熱分解カーボンの混ざったものが出てくる。これらの残渣は冷却コンベアにより450°Cから80°Cまで冷却されたのち、振動篩を使って粗粒成分が分離される。この粗粒成分はさらに鉄、アルミ、ガレキに分けられ、それぞれのホッパに貯留される。

振動篩で分けられた細かい方の成分は灰分と熱分解カーボンから成るが、最終的には粒径1mm以下まで粉碎されたのち、燃焼・溶融炉へ空気輸送される。

#### (e) 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に合わせてから排出される。排ガス処理プロセスは、例えば乾式法、半乾式法、湿式法などが使われる。

代表的なフローは、バグフィルタ→湿式洗浄塔→加熱熱交（白煙防止）である。排ガスは約160°Cでバグフィルタに入り、ここで捕集されたダストは廃熱ボイラ下部から排出されるダストと共に燃焼・溶融炉へ戻される。排ガスはつぎに湿式洗浄塔に入り、アルカリ水溶液などで塩化水素や硫酸化合物が除去される。湿式洗浄塔の排ガスは水分飽和状態で出てくるため、加熱熱交で加温されたのち排出される。

#### (f) 発電工程

本プロセスはごみのもつエネルギーの約25%を電力に転換する。このため、系内で発生する電力が設備内で使用する電力より多く、余剰電力が生じる。すなわち、このプロセスはごみ中の灰分を溶融状態に取り出し（スラグ化し）、かつ余剰の電力を外部に送電でき

るプロセスである。

## 2. システムの特長

以上述べたように、リサイクリング 21 は従来のごみ焼却炉設備にはみられない優れた特徴を有している。以下にリサイクリング 21 の特徴をまとめる。

### ① 有価物の回収

鉄、非鉄、ガレキ類が分別・回収され、有価物として利用できる。すなわち、従来設備では炉内で溶融し、灰分とともに揮散していたアルミ分の回収が可能であり、鉄分も未酸化のまま回収することができる。

### ② 灰分のスラグ化と減容化

鉄、アルミ、ガレキ類以外の不燃物（灰分）を、ごみ自身がつエネルギーを使って、溶融スラグ化できる。前述の鉄、アルミ分の回収とともにこのスラグ化により、元のごみに対して 1/200 という大きな減容比率を達成できる。

### ③ ダイオキシン排出量の低減

リサイクリング 21 は、燃焼・溶融炉から高温空気加熱器まで 1300°C 以上 2 sec, 900°C 以上 3 sec という十分長い滞留時間と高温域があるため、厚生省の新設炉における排ガス中のダイオキシン低減目標、0.5 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup> を特別な対策を施すことなく達成できる。また排ガス中の一酸化炭素濃度も 10 ppm 以下となる。

### ④ エネルギー回収効率が高い

廃熱ボイラ、発電設備を付設し、ごみのもつエネルギーをできるだけ回収するシステムとなっているため、従来設備に比べても高い理論発電効率（約 25%）を達成できる。従来プロセスの発電量との比較を表 1 に示す。

### ⑤ 重金属の固定化比率が高い

表 1 発電量の比較

	リサイクリング 21	従来プロセス
空気比	1.3	2.0
ボイラ出口排ガス量 [Nm <sup>3</sup> /hr]	4,740	6,910
ボイラ効率 [%]	84	78
蒸気回収量 [t/hr]	3.80	3.85
排ガス温度 [°C]	280	280
蒸気圧力 [ata]	40	26
蒸気温度 [°C]	400	300
給水温度 [°C]	150	150
タービン出口条件		
蒸気圧力 [ata]	0.25	0.25
蒸気温度 [°C]	65	65
湿度 [%]	12	12
発電量 [kWh]	790	565
理論総合発電効率	24.3	17.4

計算ベース：ごみ 1t 当たり,  $H_u=2,800$  kcal/kg

リサイクリング 21 では、燃焼・溶融炉の高温排ガスに含まれて出て行く飛灰を、集塵機で捕集した後、燃焼・溶融炉に戻すことができる。このためスラグ中に捕捉される重金属の固定化比率が従来炉より高い。

廃棄物処理分野では、地球温暖化防止、酸性雨対策、地球資源の節約など様々な社会ニーズを背景に、各種の技術開発がなされている。ここで述べたリサイクリング 21 は、これらの社会ニーズに対応できるごみ処理技術として世の中への貢献が期待されるシステムである。

はじめに述べたように、現在、国内のごみを使用してその経済性、安定操業性などを確認すべく、横浜市に建設された 20 t/d 実証プラントの運転が行われている。

## 工業調査会の新刊案内

### ◆ 全面改訂版

#### プラスチック入門

伊保内 賢・倉持智宏 共著

A 5・296 頁 定価 2,987 円 円 310

### ◆ CALS でめざす米国製造業躍進のシナリオ

根津 和雄著

四六・216 頁 定価 1,500 円 円 310

### ◆ マルチメディア技術のはなし

新田 恒治・長澤 雅浩 監修

A 5・286 頁 定価 2,678 円 円 310

### ◆ 表面と界面の不思議

丸井 智敬/村田 暎詮/井上 雅雄/

桜田 司 共著

B 6・288 頁 定価 2,266 円 円 310

お申込みは工業調査会・販売部 FAX(03)3817-4709