

## 5 ごみ処理技術の概要



## 5 ごみ処理技術の概要

### 1) 循環型社会形成推進交付金制度における交付金対象事業

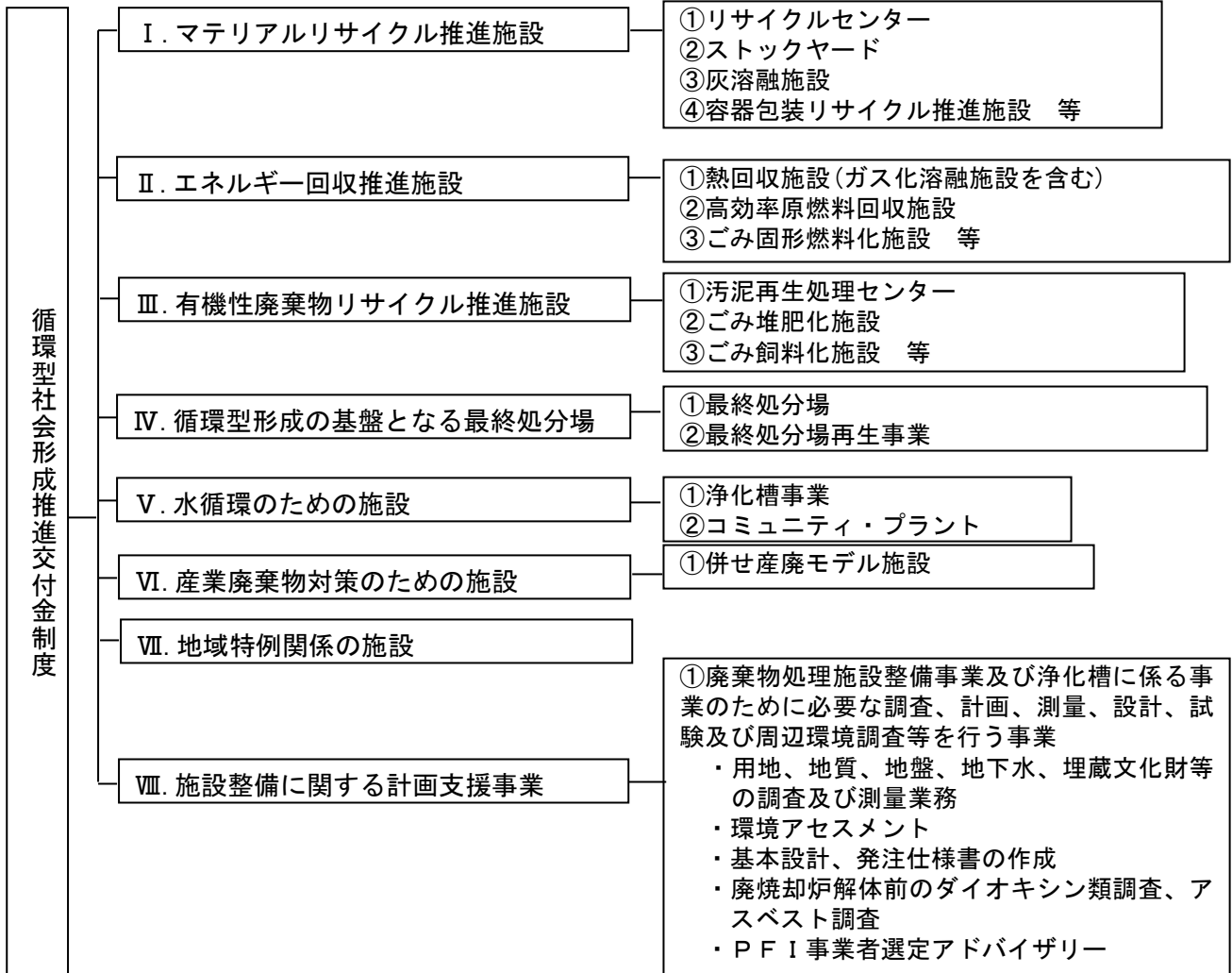


図5-1 循環型社会形成推進交付金制度における交付対象事業

## 2) 交付金制度におけるごみ処理方式

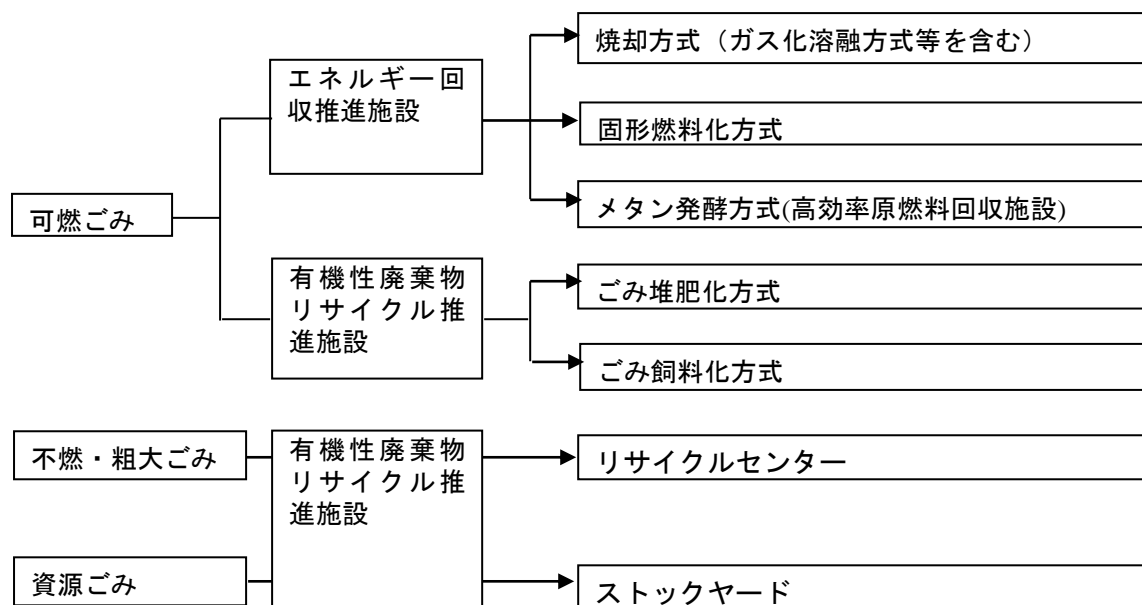


図5-2 ごみの処理方式

3) エネルギー回収推進施設

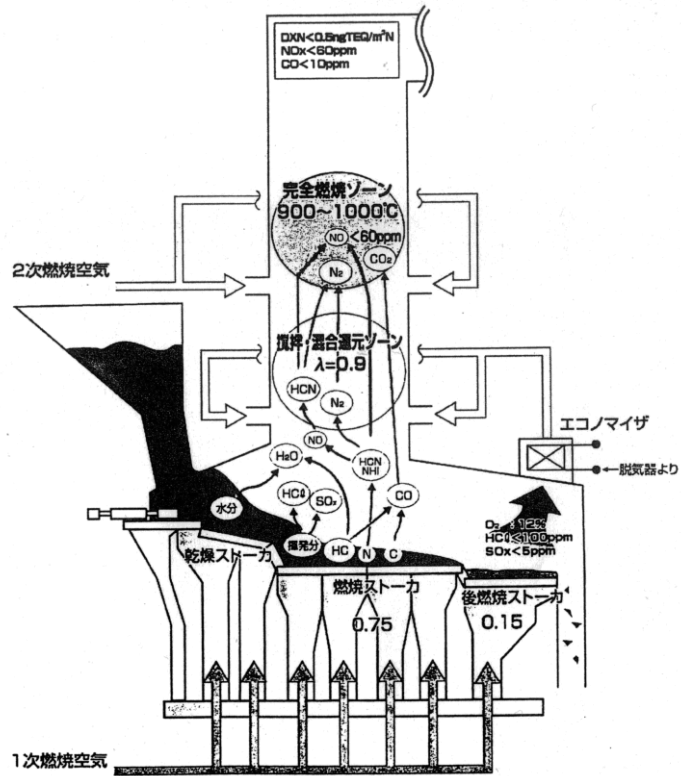
(1) 焼却処理方式

① 焼却+灰溶融

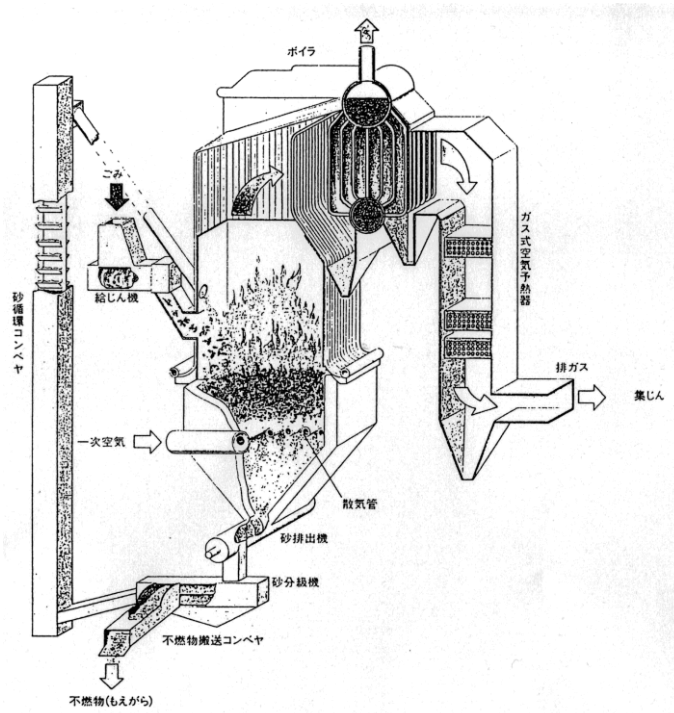
<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の焼却処理方式に灰溶融施設を付加したものである。灰溶融処理に使用する熱源としては電気、燃料（灯油、コークス等）があり、ごみ発電を行う場合は、発電電力を使用した電気溶融方式が一般的である。</li> <li>・ガス化溶融方式と比較すると実績及び技術的な蓄積は多い</li> </ul> <p>&lt;ストーカ式焼却炉の概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・可動する火格子上で焼却物を移動させながら、火格子下部より空気を送入し燃焼させる。</li> </ul> <p>&lt;流動床式焼却炉の概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流動媒体となる砂を炉体の底部に充填し。底部に設けられた散気装置から加圧した空気を供給して沸騰しているような状態の流動層を形成させ、その中でごみを燃焼させる。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー使用量ならびにコストが高くなる。</li> <li>・焼却処理と灰溶融処理それぞれに処理施設が必要であるので、施設全体のコンパクト化が課題である。</li> <li>・焼却時の発生排ガス量が多い(理論的に必要な空気量の2倍を供給するため)。ただし、次世代型ストーカでは低空気比燃焼により排ガス量を20~30%削減することが目標。</li> <li>・灰溶融処理に他のエネルギー源(発電電気等)が必要で、その分ごみ焼却熱のプラント外への有効利用が制限される。</li> <li>・灰溶融前処理時に選別される酸化金属の再利用が難しい。</li> <li>・他方式と比較してダイオキシンの発生濃度がやや高くなる傾向にあるので、次世代ストーカや高度化ストーカの技術開発による発生抑制技術の確立を目指している。(規制値への対応は十分可能である)</li> </ul>

②焼却＋セメント原料化

<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 焼却処理方式により、焼却処理を行った後の残渣を民間のセメント原料化施設へ移送し、セメント原料化する方式である。</li> <li>・ 古くから採用されている方式であり、実績及び技術的な蓄積は最も多い</li> </ul> <p>&lt;ストーカ式焼却炉の概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 可動する火格子上で焼却物を移動させながら、火格子下部より空気を送入し燃焼させる。</li> </ul> <p>&lt;流動床式焼却炉の概要&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流動媒体となる砂を炉体の底部に充填し。底部に設けられた散気装置から加圧した空気を供給して沸騰しているような状態の流動層を形成させ、その中でごみを燃焼させる。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 焼却残渣の再資源化に委託費が必要となる。</li> <li>・ 焼却時の発生排ガス量が多い(理論的に必要な空気量の2倍を供給するため)。ただし、次世代型ストーカでは低空気比燃焼により排ガス量を20～30%削減することを目標としている。</li> <li>・ 焼却後に選別される酸化金属の再利用が難しい。</li> <li>・ 他方式と比較してダイオキシンの発生濃度がやや高くなる傾向にあるので、次世代ストーカや高度化ストーカの技術開発による発生抑制技術の確立を目指している。(規制値への対応は十分可能である)</li> </ul>

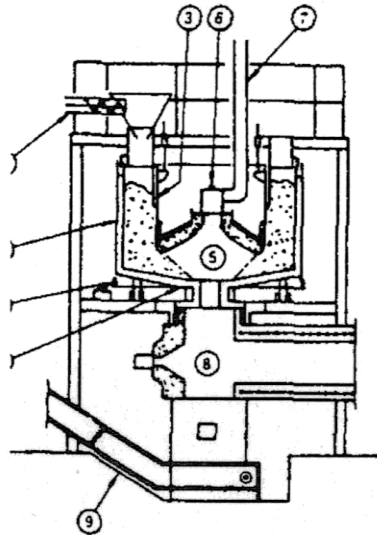


ストーカ式焼却炉

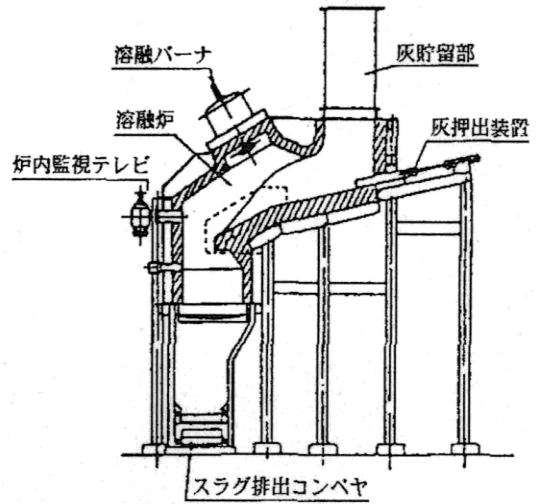


流動床式焼却炉

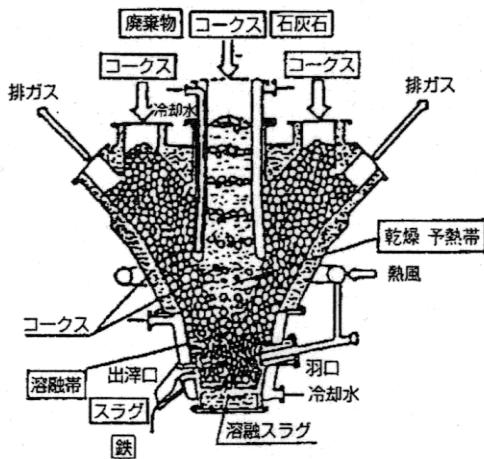
- ①供給フィーダ
- ②外筒
- ③内筒
- ④炉床
- ⑤主燃焼室
- ⑥助燃装置
- ⑦燃焼用空気ダクト
- ⑧2次燃焼室
- ⑨スラグ取出しコンベヤ
- ⑩炉回転装置



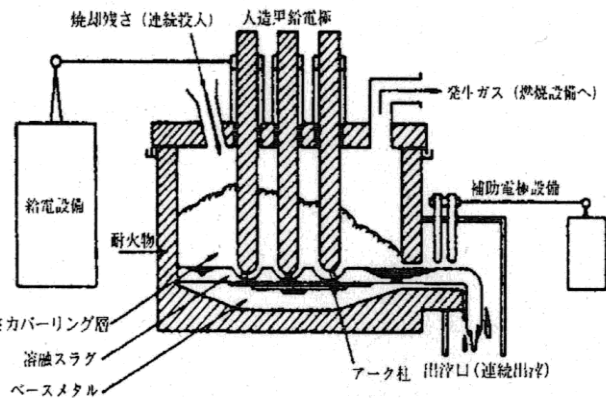
表面溶融炉（その1）の概念図



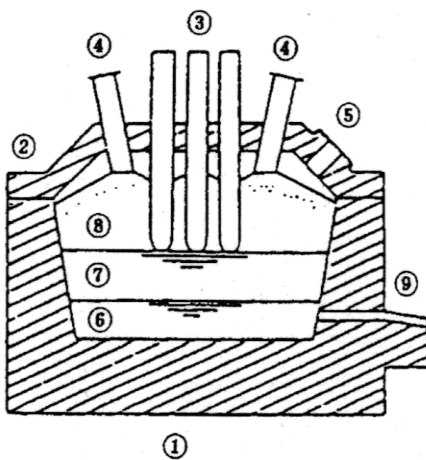
表面溶融炉（その2）の概念図



コークスベッド溶融炉炉内断面図

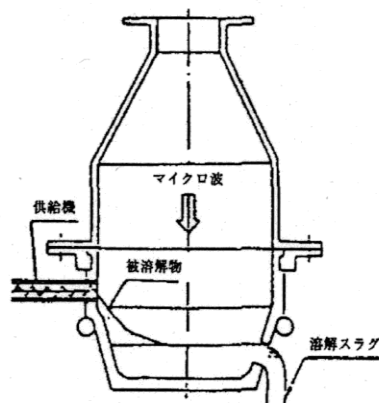


電気アーク溶融炉の概念図



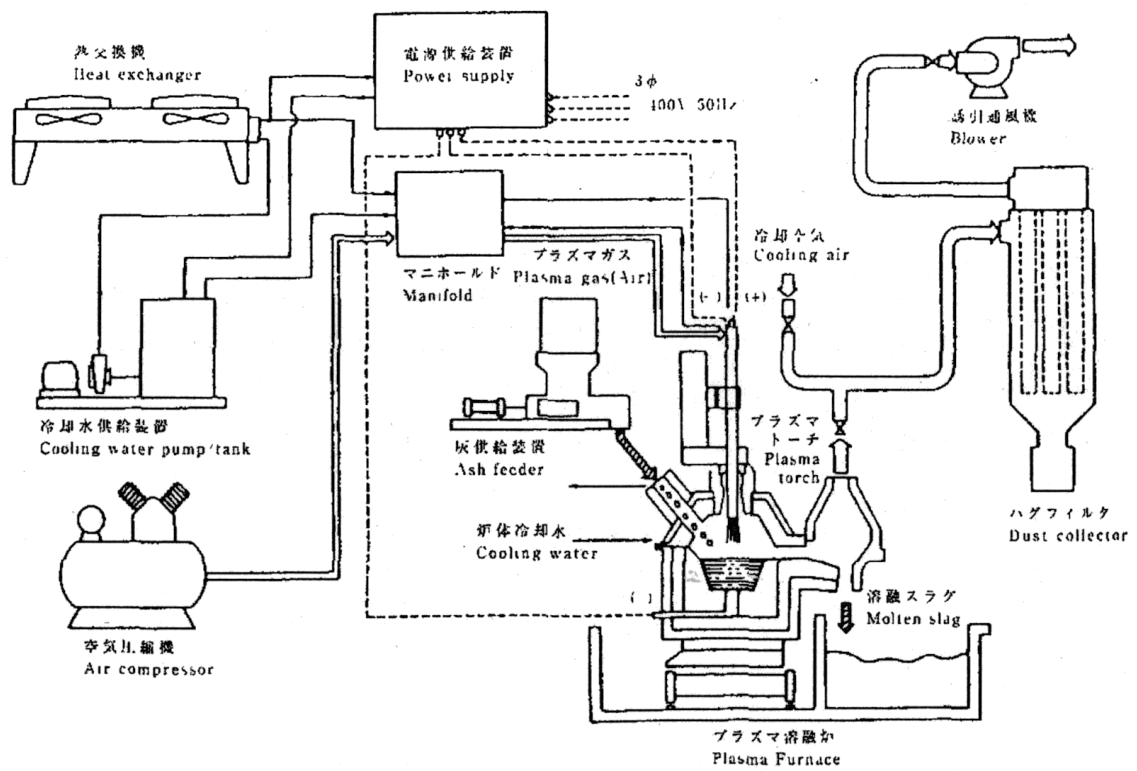
電機抵抗炉の概念図

- ① 炉 本 体
- ② 炉 蓋
- ③ 電 極
- ④ 供給シュート
- ⑤ 排 気 口
- ⑥ 溶融メタル層
- ⑦ 溶融スラグ層
- ⑧ 被溶解物層
- ⑨ 出 湯 口



マイクロ波溶融炉の概念図





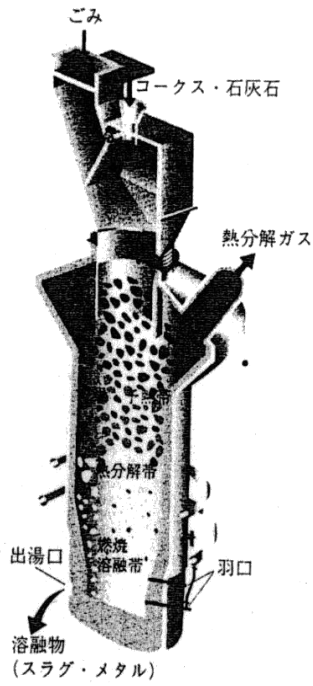
プラズマ溶融炉の概念図

(2) ガス化溶融方式

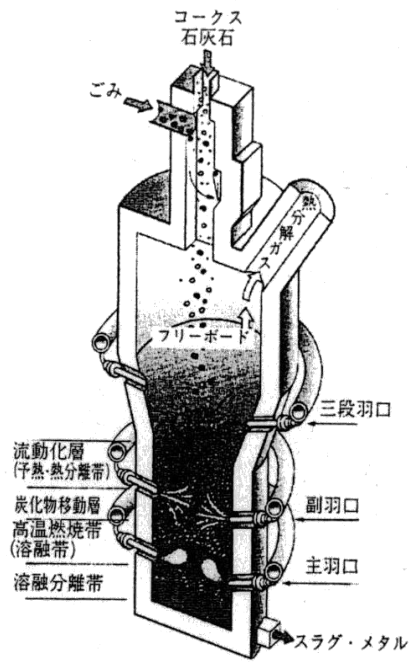
① 一体型ガス化溶融炉

<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	<pre> graph LR     A[可燃ごみ] --&gt; B[溶融炉]     C[コークス] --&gt; B     D[石灰石] --&gt; B     E["(純酸素)"] --&gt; B     B --&gt; F["熱分解ガス 水蒸気 一酸化炭素 炭化水素ガス 二酸化炭素 微量の塩化水素等"]     B --&gt; G[スラグ (資源化)]     B --&gt; H[溶融メタル (資源化)]     F --&gt; I[燃焼炉]     I --&gt; J["排ガス 水蒸気 二酸化炭素 微量の塩化水素等"]     I --&gt; K[飛灰 (埋立)]     </pre>
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 溶融炉は、堅型円筒構造で、本体、燃焼用空気供給口、バーナ、残渣排出装置より構成される。</li> <li>・ 投入されたごみは、低空気比の条件下で予熱・乾燥(300℃)、熱分解(300~1,000℃)へと進み、分解された可燃性ガスは燃焼室で空気を供給され燃焼、熱分解残渣は酸素リッチな空気を供給する溶融炉底部で、コークスとともに高温燃焼し1,500~1,800℃で溶融する。なお、溶融物の流動性を高めるため石灰石をごみに対し2~5%添加する方式もある。</li> <li>・ 溶融メタルの資源化が可能である。</li> <li>・ 不燃・粗大ごみ残渣など比較的多種・多様なごみに対応できる。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 溶融燃料としてコークス・石灰石、純酸素等を必要とする。</li> <li>・ 酸素富化を必要とするため、多少消費電力が多くなる。</li> <li>・ スラグ引抜きは機械化されているものの、かなりの部分を人手により行い、かつ専門的な技術が必要であり危険を伴う。 (スラグ引抜きを人手によらないで計画している技術もある。)</li> <li>・ 低空気比運転で空気過剰率は1.5~2.0程度であるが、コークスの燃焼ガスを加えると排ガス発生量が多くなる。</li> <li>・ 排ガスは焼却炉と同じ温度領域(850~950℃)を通過するので、ダイオキシン類の発生は基本的に焼却施設と同じ程度と思われるが、全体的にはやや低いと言われている。</li> </ul>

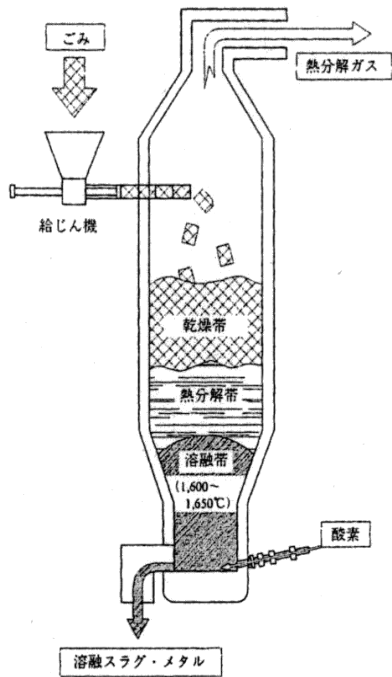
### 充填層式



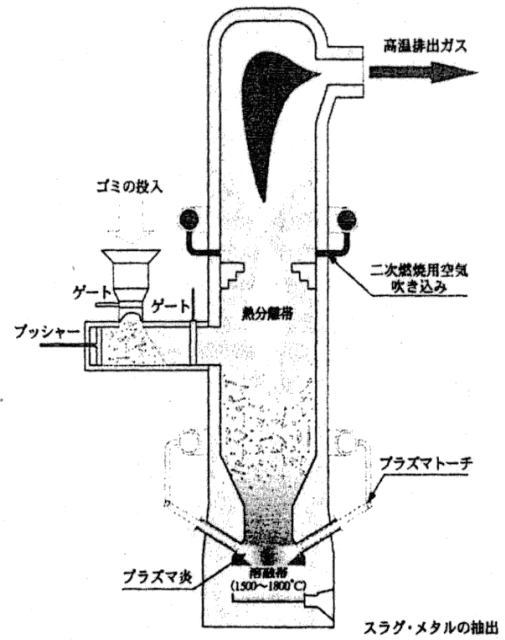
### 流動層式



### コークスベッド式



### 酸素式

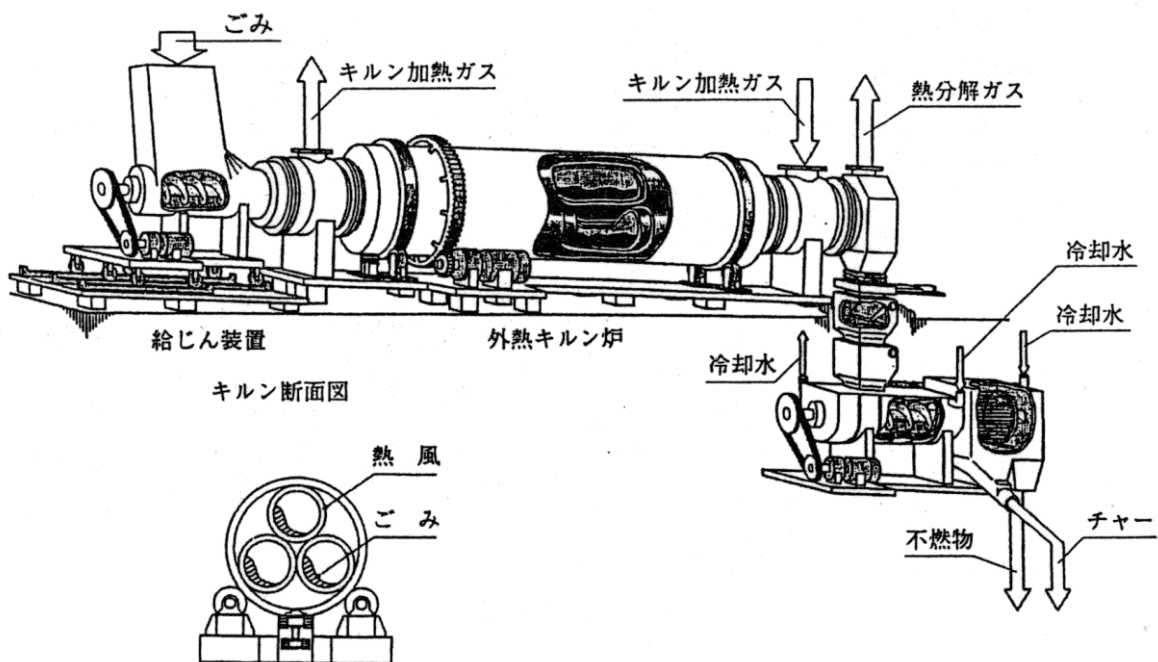
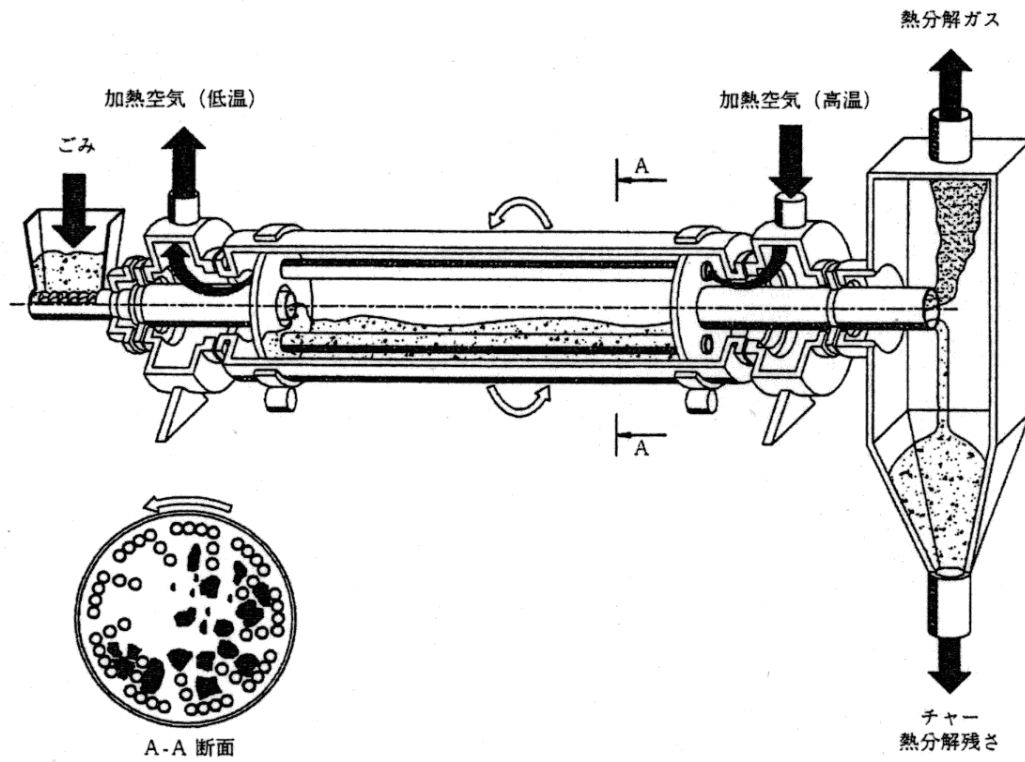


### プラズマ式

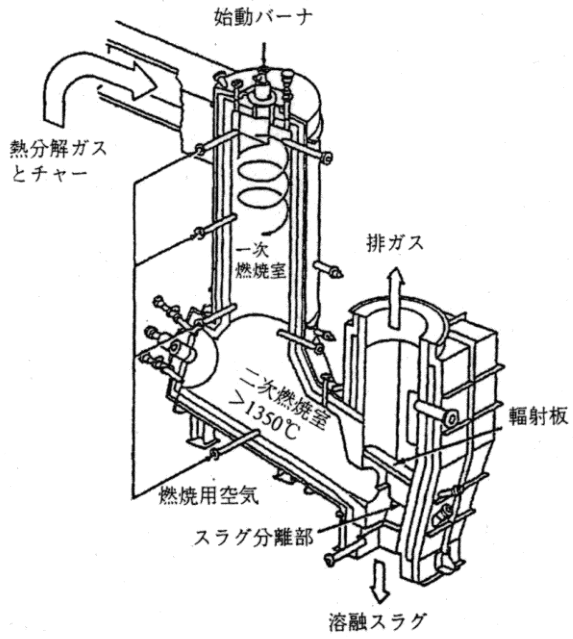
## ②分離型ガス化溶融炉

### ア. キルン方式

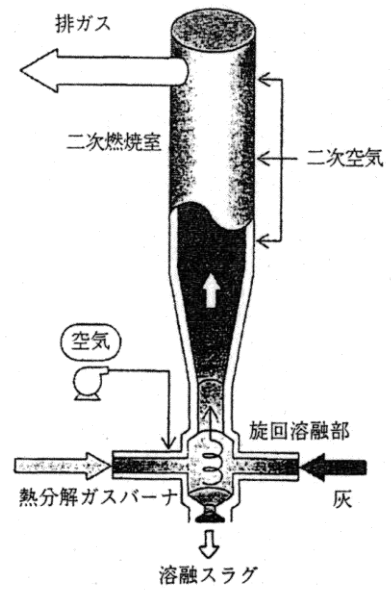
<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱分解キルン内には、高温空気(530℃)が流れる鋼管が多数走っており、ごみは这其中で熱分解され、熱分解ガスと炭化物が生成する。</li> <li>・熱分解ガスは直接溶融炉へ送られ、熱分解されたカーボンはガレキ等の不燃物を選別・処理した後に別途供給され、分解ガスとともに溶融炉内で燃焼及び溶融される。</li> <li>・選別された不燃物中の鉄・アルミは酸化されておらず再資源化できる。</li> <li>・排ガス量の発生が少ない。</li> <li>・他の熱源が基本的には不要である。</li> <li>・排ガス温度が1,200~1,300℃付近の高温領域を通過するのでダイオキシン類の発生抑制に有効である。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ごみ熱量に下限があり、低位発熱量 6,300~7,500kJ/kg(1,500~1,800kcal/kg)程度(規模により下限値が異なる)以下の低質ごみは他の熱源が必要となる。</li> <li>・長期間運転した場合、旋回溶融炉・出口部におけるスラグ固着・成長が生じないか懸念される。</li> <li>・熱分解残渣の分離工程での発火・閉塞等のトラブルの防止対策に配慮する必要がある。</li> <li>・処理対象ごみの前処理を行ったり、外部燃焼を用いて熱分解を促進させる方式もあり、処理機能の安定性確保のため用役が増加している機種もある。</li> <li>・高温空気予熱器を用いる機種では、耐用度の向上と経済性のバランスを確保することが必要である。</li> </ul>



キルン式ガス化炉



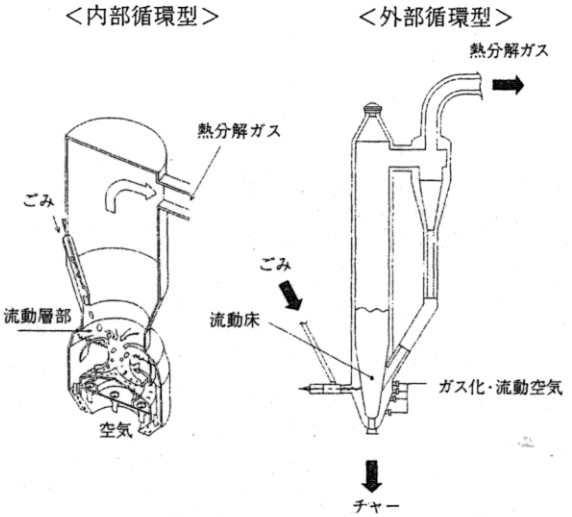
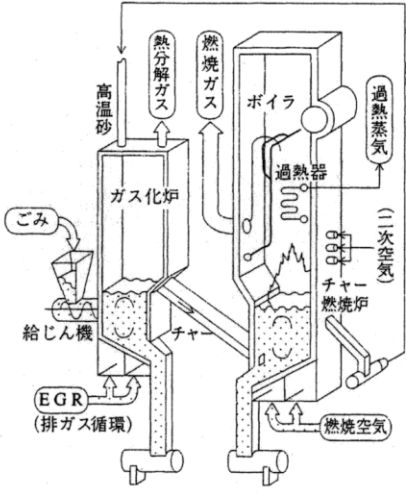
旋回流式溶融炉 (豎型下降流式)



旋回流式溶融炉 (豎型上向流式)

イ. 流動床方式

<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガス化炉は従来から使用されている流動床炉と同様の形式である。</li> <li>・ ごみは低空気比の条件下、流動層(500～600℃)で熱分解されガス化する。</li> <li>・ 生成した熱分解ガスと、未燃カーボンが燃焼室で空気を供給され、1,350℃の高温状態で外部エネルギーを用いずに燃焼及びスラグ化することを目標としている。</li> <li>・ 選別された不燃物中の鉄・アルミは酸化されていないので、比較的容易に再資源化できる。</li> <li>・ 排ガス量の発生が少ない。</li> <li>・ 他の熱源が基本的には不要である。</li> <li>・ 排ガス温度が1,200～1,300℃付近の高温領域を通過するのでダイオキシン類の発生抑制に有効である。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ごみ熱量に下限があり、低位発熱量 6,300～7,500kJ/kg(1,500～1,800kcal/kg)程度(規模により下限値が異なる)以下の低質ごみは他の熱源が必要となる。</li> <li>・ 長期間運転した場合、旋回熔融炉・出口部におけるスラグ固着・成長が生じないか懸念される。</li> <li>・ 熱分解炉からの返りの砂の熱損失を最小限にできる設備内容とする必要がある。</li> <li>・ ごみ質の変動に伴う機能の安定性・制御性の確保が必要である。</li> <li>・ 熔融炉・スラグ出滓口等に酸素・灯油・LPG等の助燃を用いるメーカーもあり、補助燃料の低減が一つの課題である。</li> <li>・ 処理機能の安定化のため、処理対象ごみの破碎等の前処理が必要である。</li> </ul>

方式	一塔ガス化方式	二塔ガス化方式
内容	一塔のガス化炉でゴミをガス化	ガス化炉とチャー燃焼炉を組み合わせ、二塔でゴミのガス化
炉形状	 <p>&lt;内部循環型&gt;      &lt;外部循環型&gt;</p> <p>熱分解ガス</p> <p>熱分解ガス</p> <p>高温砂</p> <p>燃焼ガス</p> <p>ボイラ</p> <p>過熱器</p> <p>過熱蒸気</p> <p>(二次空気)</p> <p>ガス化炉</p> <p>チャー燃焼炉</p> <p>チャー</p> <p>給じん機</p> <p>EGR (排ガス循環)</p> <p>燃焼空気</p> <p>ごみ</p> <p>流動層部</p> <p>空気</p> <p>流動床</p> <p>ガス化・流動空気</p> <p>チャー</p>	

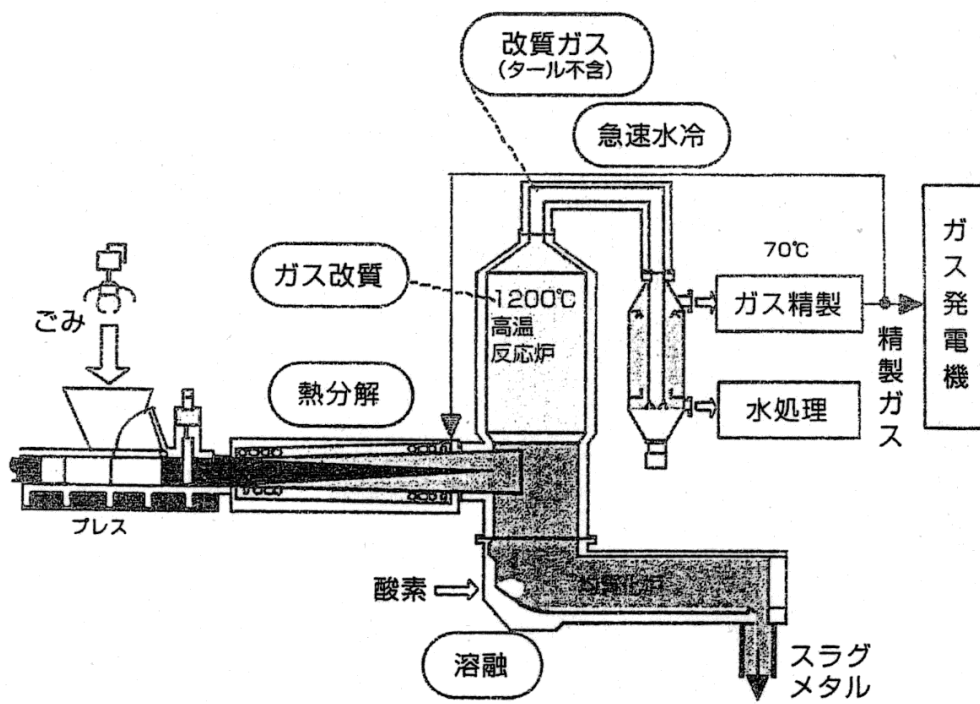
ガス化炉

※溶融炉：溶融炉の構造はキルン式の溶融炉とほぼ同じ構造となっているので、キルン式を参照



### ③ガス化改質炉

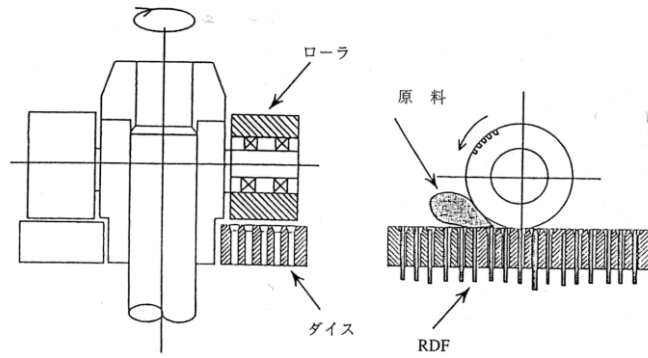
<p>処理に伴うごみ性状の変化</p>	
<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物を脱ガスチャンネルで間接加熱することにより、乾燥・熱分解処理する。</li> <li>・ 熱分解物を高温溶融炉に移送し、純酸素をバーナで供給することにより、熱分解物中の炭素と酸素の反応熱により廃棄物中の無機物を1,600~2,000℃の高温で溶融する。</li> <li>・ 発生したガスを1,200℃程度の高温で2秒以上保持することによりガス改質し、有機物を一酸化炭素と水素等の簡単な分子に転換し、急冷、ガス精製することによって、清浄な燃料ガスを回収する。</li> <li>・ 精製ガスは、ごみ質にもよるが、ごみ1t当たり最大900m<sup>3</sup><sub>N</sub>/t程度、発熱量が8,370kJ/m<sup>3</sup><sub>N</sub>(2,000kcal/m<sup>3</sup><sub>N</sub>)前後である。用途先としてはガスタービン等で使用することも研究されている。現在稼働している施設では、隣接する関連企業で利用している。</li> <li>・ 溶融メタル、金属水酸化物、混合塩、硫黄の資源化が可能である。</li> <li>・ 他の方式と比べて使用水量が多い。</li> </ul>
<p>課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低カロリーごみでは純酸素の消費量が多くなることが予想される。</li> <li>・ 純酸素を使用するため、電気使用量は他方式と比較すると多くなる傾向がある。</li> <li>・ ごみ質の変動に伴う機能の安定性・制御性の確保が必要である。</li> <li>・ 排水量が多く、水処理設備が大きくなりかつ複雑となる。なお、処理水について再利用する場合は脱塩処理が必要となりコストが高くなる。</li> <li>・ ごみ質の変化・変動を生じて、水処理工程で安定した塩類・水酸化金属等を回収可能であるか、実用施設での検証が必要である。</li> </ul>



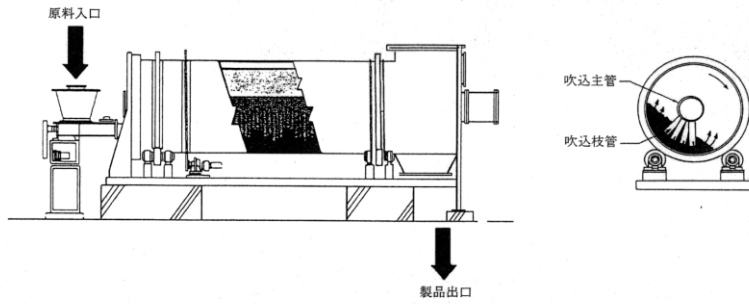
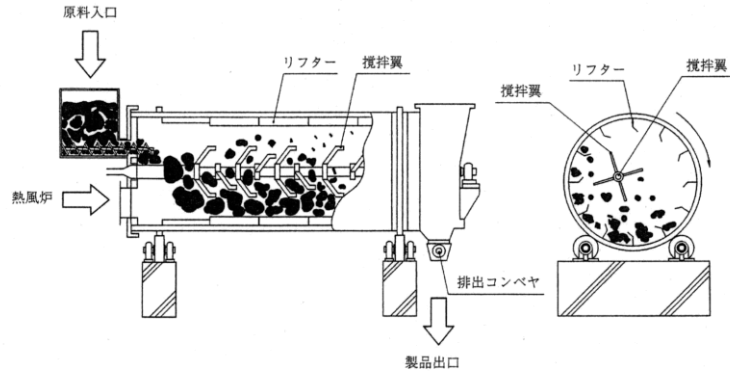
ガス化改質炉

(3) 固形燃料化方式

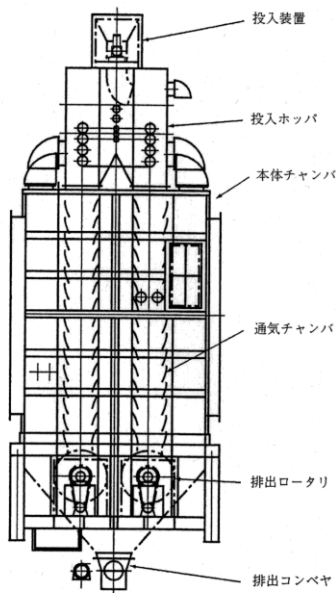
処理 フ ロ ー	<pre> graph TD     A[受入・供給] --&gt; B[一次破碎]     B --&gt; C[処理不適物の選別]     C --&gt; D[二次破碎]     D --&gt; E[乾燥]     E --&gt; F[風力選別]     F --&gt; G[混合機]     G --&gt; H[成形機]     H --&gt; I[冷却機]     I --&gt; J[振動ふるい]     J --&gt; K[搬出]          C --&gt; C1[鉄・アルミ]     F --&gt; F1[不燃残渣]     L[消石灰] --&gt; G     </pre>
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固形燃料化施設は、ごみを破碎・乾燥・選別・成形する設備・装置で構成されており、従来の粗大ごみ処理施設の設備と類似しているものが多いが、乾燥装置、成形機が特徴的な機器となっている。</li> <li>・ 固形燃料の製造過程で除去される不適物(鉄・アルミ等)による悪臭の発生が考えられる。</li> <li>・ 成形時に熱(100℃程度)が発生するので、冷却機が必要である。</li> <li>・ 薬剤(消石灰または生石灰)の添加量 1～5%(ごみ当たり)</li> </ul>
課 題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 固形燃料化に不適な廃棄物の除去や、除去された残渣の処理・処分が課題である。</li> <li>・ 固形燃料の利用先における安定稼働のため、製品(固形燃料)水分の制御や成形技術の安定化に向けた管理方法と技術開発に課題が残されている。</li> <li>・ ごみの乾燥に灯油等の化石燃料を消費するため、化石燃料の使用量を削減することが課題となっている。</li> <li>・ 製造時の発火防止対策等や固形燃料の性状管理や貯留時の水分、温度管理等の安全対策の徹底が必要である。</li> </ul>



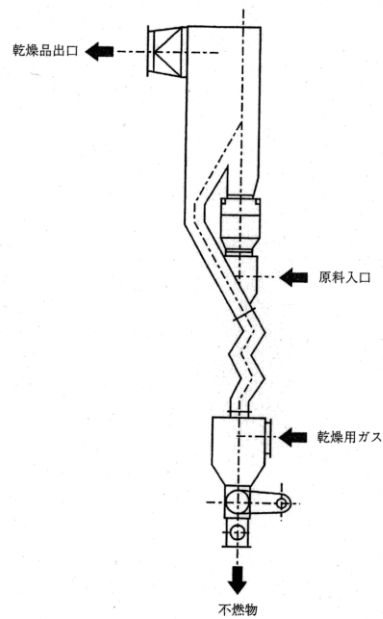
石臼方式



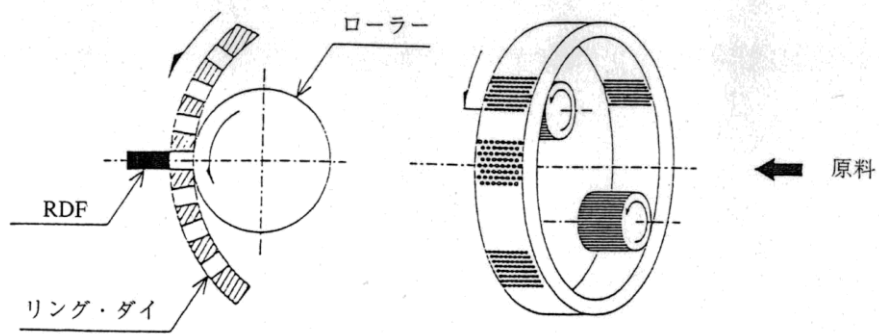
回転乾燥機の構造



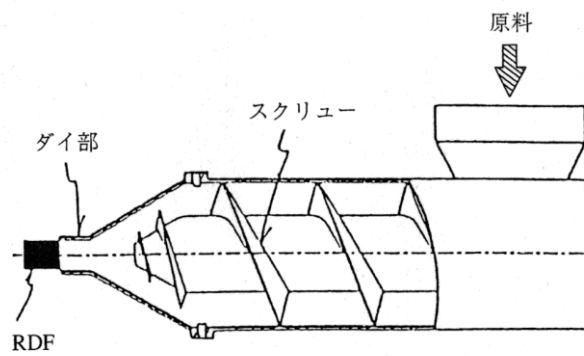
型通気乾燥機の構造



気流乾燥機の構造



リング・ダイ方式

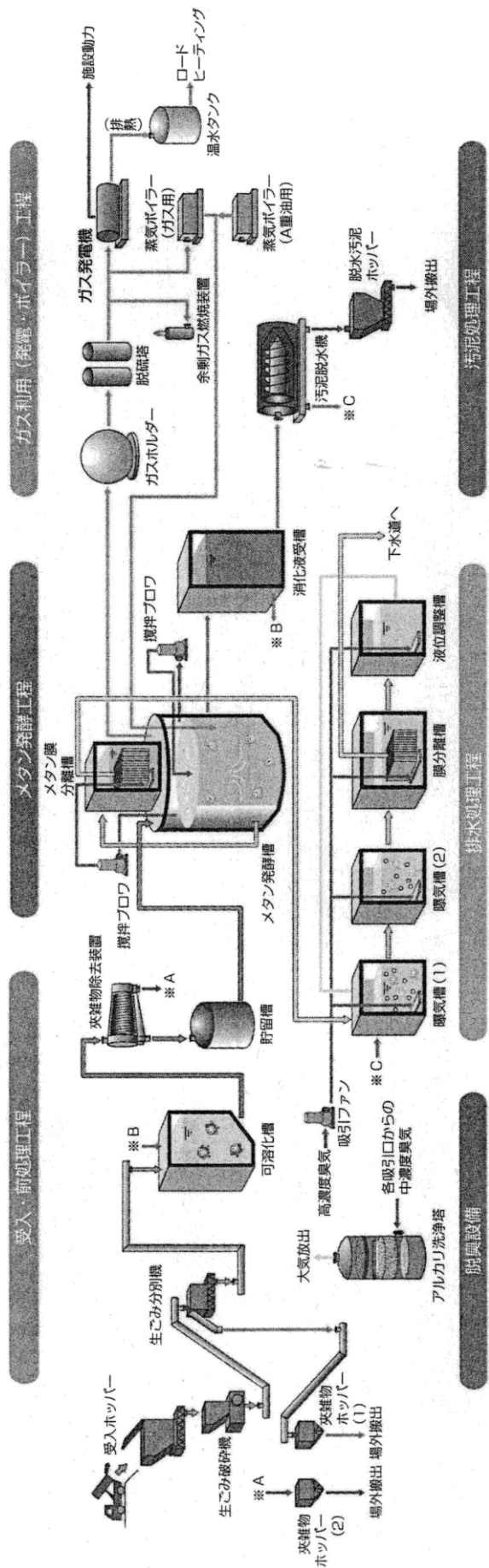


スクリュー押し方式

成形機

(4) メタン発酵方式

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">処理 フ ロ ー</p>	<pre> graph TD     A[メタン発酵対象物] --&gt; B[破碎機]     B --&gt; C[選別機]     C --&gt; D[可溶化]     D --&gt; E[メタン発酵]     E --&gt; F[排水]     E --&gt; G[消化液]     E --&gt; H[メタンガス]     F --&gt; I[排水処理]     I --&gt; J[場外へ]     G --&gt; K[汚泥]     K --&gt; L[場外へ]     H --&gt; M[ガスホルダ]     M --&gt; N[脱硫]     N --&gt; O["(ガス発電・熱利用等)"]     </pre>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">特 徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆肥化方式と比べ、排水処理設備が必要となるなど、システムが複雑になるが、堆肥の需要が限られた地域であっても、エネルギーを有効利用できる利点がある。</li> <li>・メタン発酵施設は、受入・破碎・可溶化・メタン発酵・ガス利用工程・汚泥処理・排水処理する設備・装置で構成されており、メタン発酵槽においてメタン菌によって、メタンガスを回収するシステムである。</li> <li>・メタンガスとして回収できるので、堆肥と異なり汎用性のある再生利用可能なエネルギーリサイクルとして評価されている。</li> <li>・燃焼を伴わないため、排ガス等による環境負荷は低い。</li> <li>・堆肥化ほど厳密な分別を必要としないので、比較的適用性は広い。</li> </ul>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">課 題</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理対象物は、一般都市ごみ中の厨芥類を主体とした分解しやすい有機性廃棄物に限定される。</li> <li>・メタン化に不適な廃棄物（プラスチック、紙類等）の除去や、除去された残渣の処理、処分が課題である。また、消化汚泥の処理と窒素分の多い廃液の処理が課題となっている。</li> <li>・メタン化対象物以外のごみについては、別途焼却施設等を完備することが必要。</li> </ul>



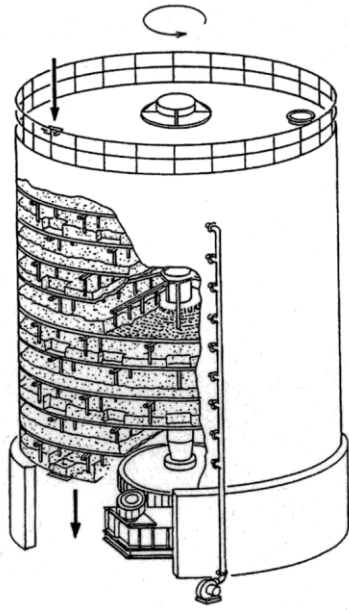
メタン発酵方式のフロー一例

4) 有機性廃棄物リサイクル推進施設

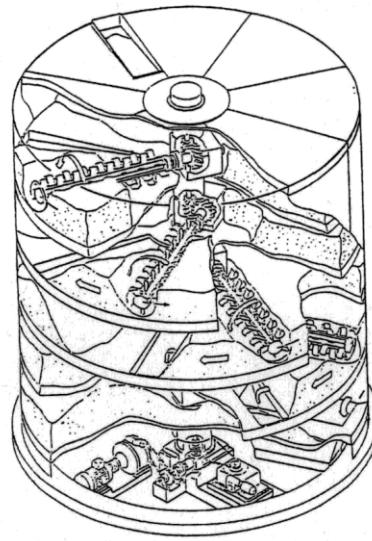
(1) ごみ堆肥化方式

処理 フ ロ ー	<pre> graph TD     A[堆肥化対象物] --&gt; B[前選別]     B --&gt; C[水分調整]     C --&gt; D[発酵]     D --&gt; E[後発酵(熟成)]     E --&gt; F[後選別]     F --&gt; G[堆肥]     B --&gt; H[残さ]     F --&gt; H             </pre>
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堆肥化施設は、受入(破袋)・選別・発酵・熟成・搬出等の設備で構成されている。</li> <li>・ 発酵、熟成の工程は堆肥化特有の工程であり、嫌気性細菌の働きによって有機物を分解・安定化させる嫌気性処理方式と、切り返しや強制通風によって好気性細菌の働きを活発にして有機物を分解・安定化させる方式がある。</li> <li>・ 腐敗しやすい有機廃棄物を堆肥として有効利用することができる。</li> </ul>
課 題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堆肥を使用する時期が集中するので需要の変動が大きく、大きな貯蔵施設を要する。</li> <li>・ プラスチック、ガラス、重金属等、堆肥の品質を低下させる不適物等の選別が難しい。</li> <li>・ 選別後の不適物等の処理が別途必要になる。</li> <li>・ 臭気対策に留意が必要である。</li> <li>・ 分別収集システムの工夫、改善が必要である。</li> <li>・ 堆肥化対象物以外のごみについては、別途焼却施設等を完備することが必要。</li> </ul>

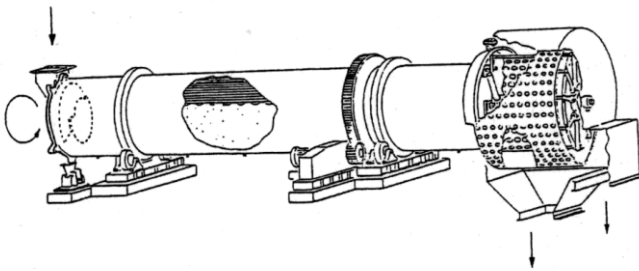




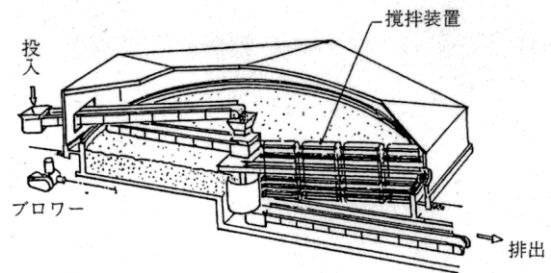
縦型多段発酵槽（レーキ式）



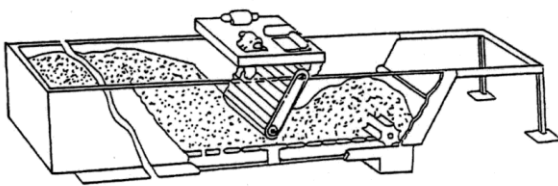
縦型多段発酵槽（パドル式）



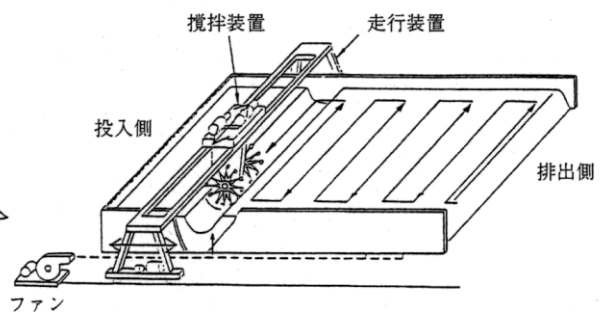
回転型円筒式発酵槽構造図



横型平面式発酵槽(円形スクープ式)

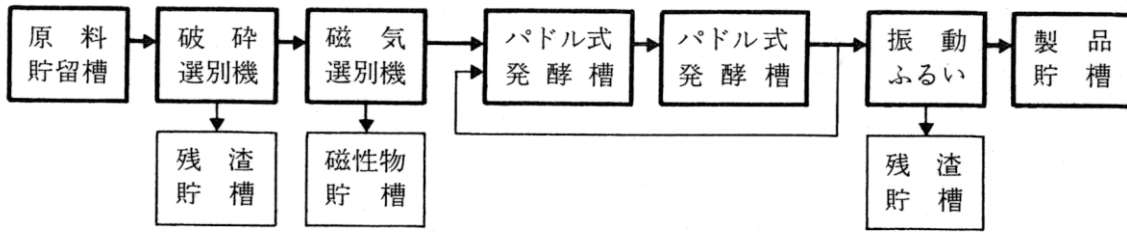
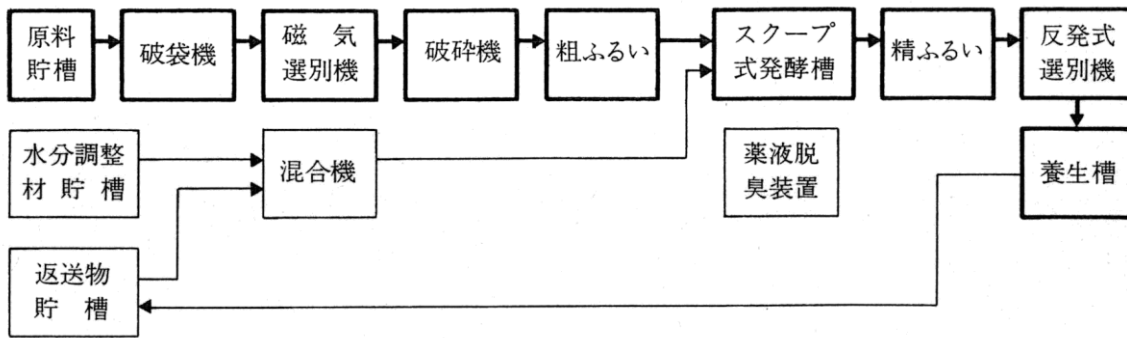


横型平面式発酵槽(スクープ式)



横型平面式発酵槽(パドル式)

発酵槽



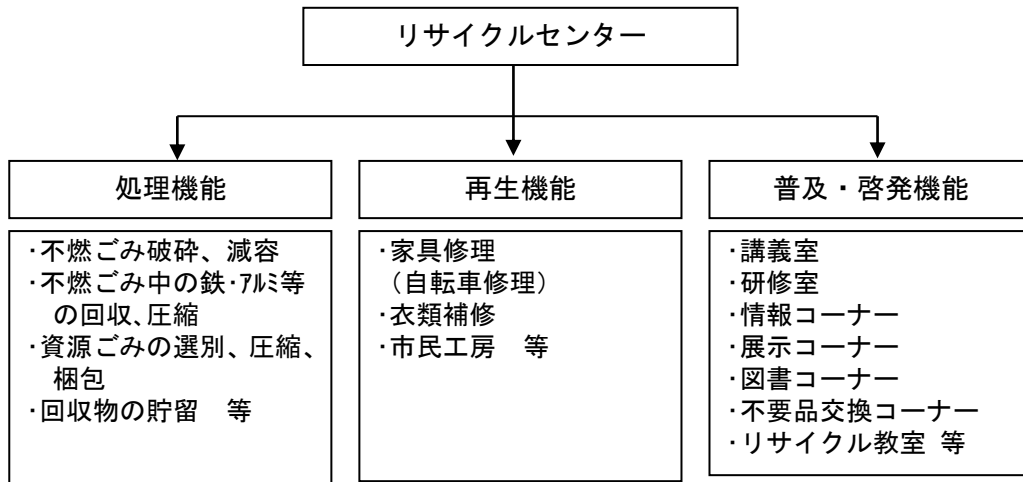
堆肥化処理のフロー例

(2) ごみ飼料化方式

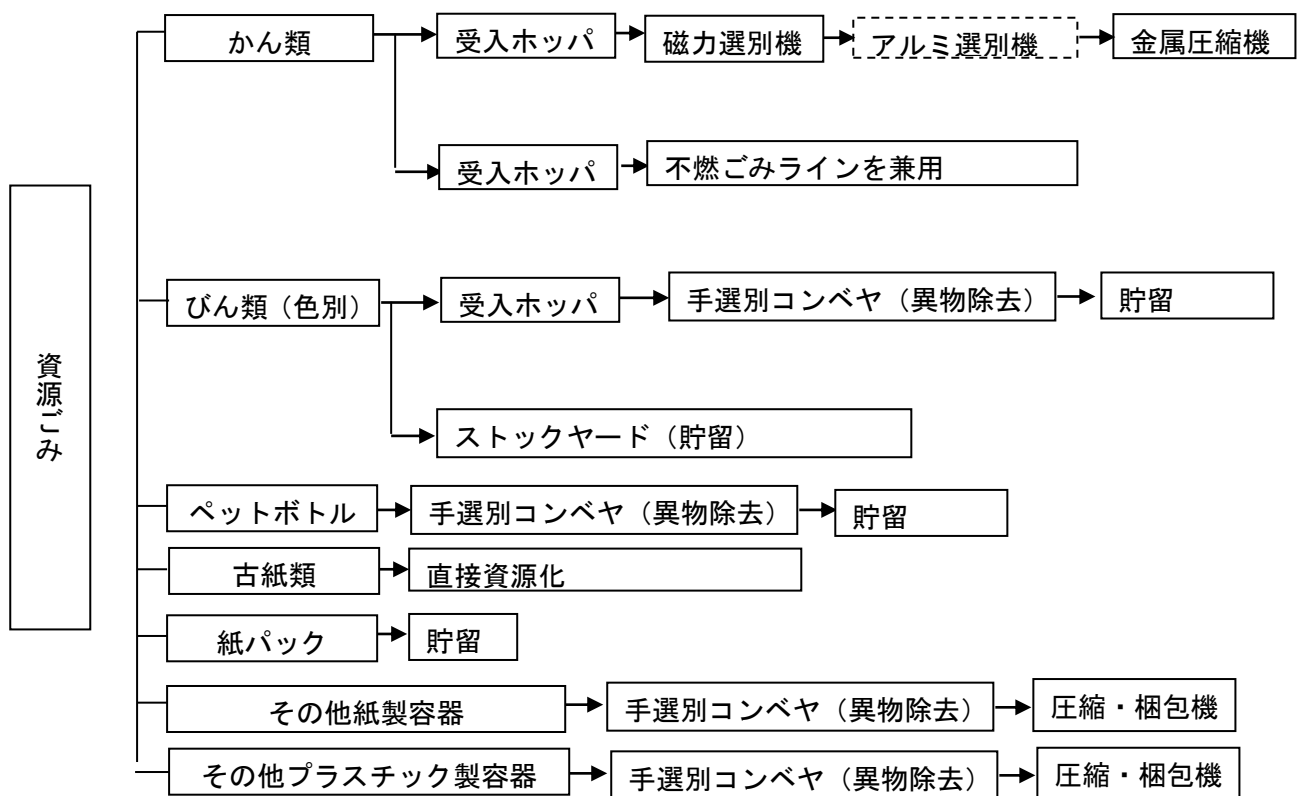
処理 フ ロ ー	<pre> graph TD     A[飼料化対象物] --&gt; B[原料ホツパ]     B --&gt; C[予備加熱タンク]     C --&gt; D[油温減圧式乾燥装置]     D --&gt; E[特殊油分離装置]     E --&gt; F[搾油機]     F --&gt; G[破碎機]     G --&gt; H[選別機]     H --&gt; I[冷却器]     I --&gt; J[製品]     H --&gt; K[残渣]     </pre>	札幌生ごみリサイクルセンターの事例
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生ごみ飼料化施設は、市町村による建設実績が無い場合、設備構成など一般的な設備構成は不明であるが、札幌生ごみリサイクルセンター（民間施設）の事例では、生ごみと食用油を混合・加熱し、減圧化の約 100℃で脱水・乾燥している。</li> <li>・ 有機廃棄物を飼料として有効利用することができる。</li> </ul>	
課 題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 飼料とするため、原料となる生ごみの質の管理が重要課題であり、一般的に家庭ごみの飼料化は困難であると考えられる。札幌生ごみリサイクルセンターでは、事業系生ごみのみを対象としている。</li> <li>・ プラスチック、ガラス、重金属等の混入は厳禁であり、不適物等の選別が難しい。</li> <li>・ 飼料の需要先を確保する必要がある。</li> <li>・ 飼料化対象物以外のごみについては、別途焼却施設等を完備することが必要。</li> </ul>	

## 5) マテリアルリサイクル推進施設

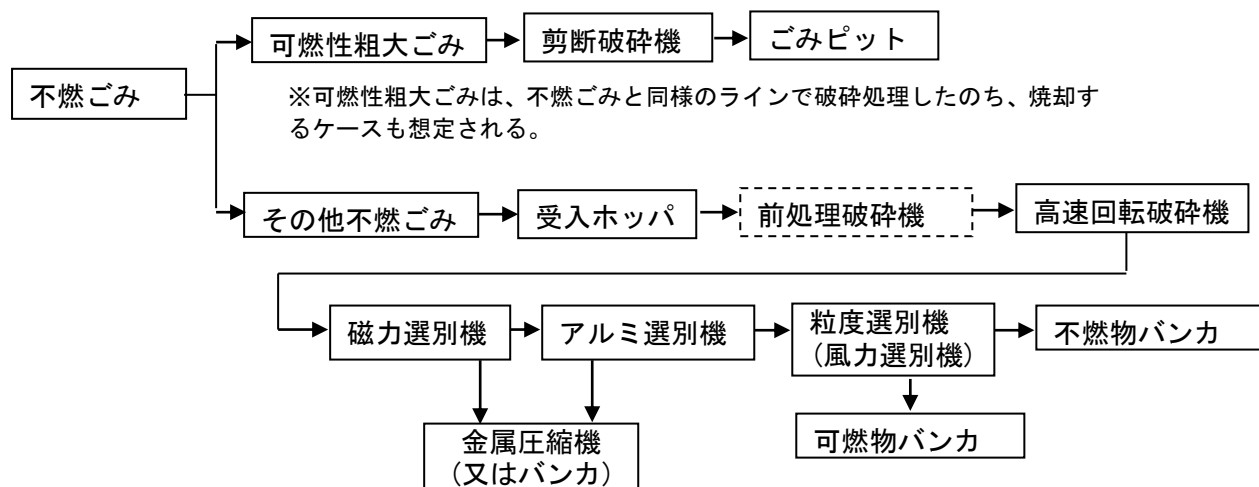
### (1) 処理技術の概要



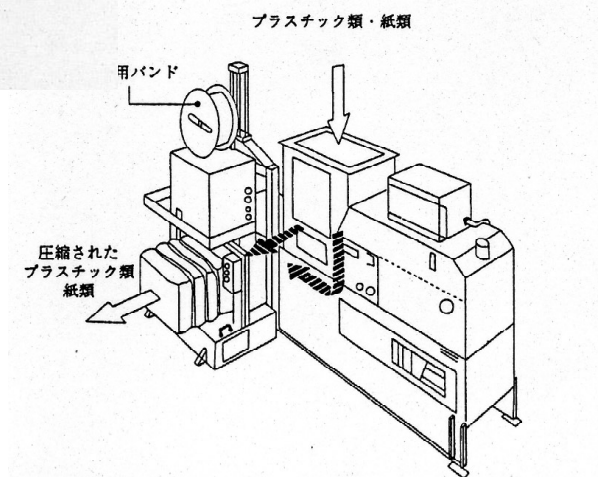
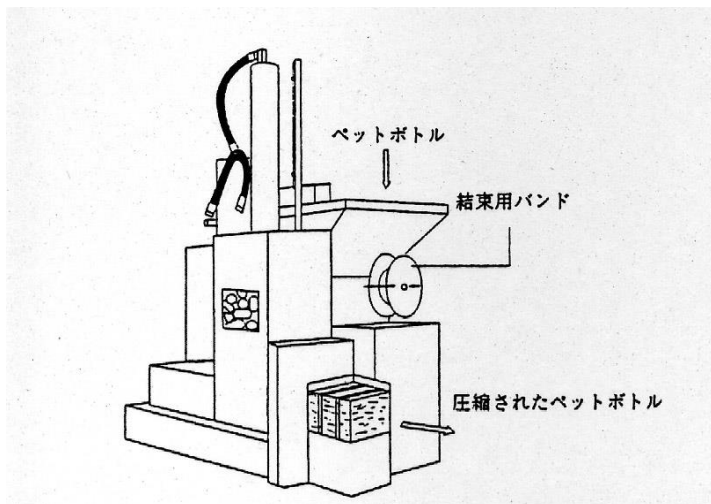
### (2) 資源ごみ処理フロー例

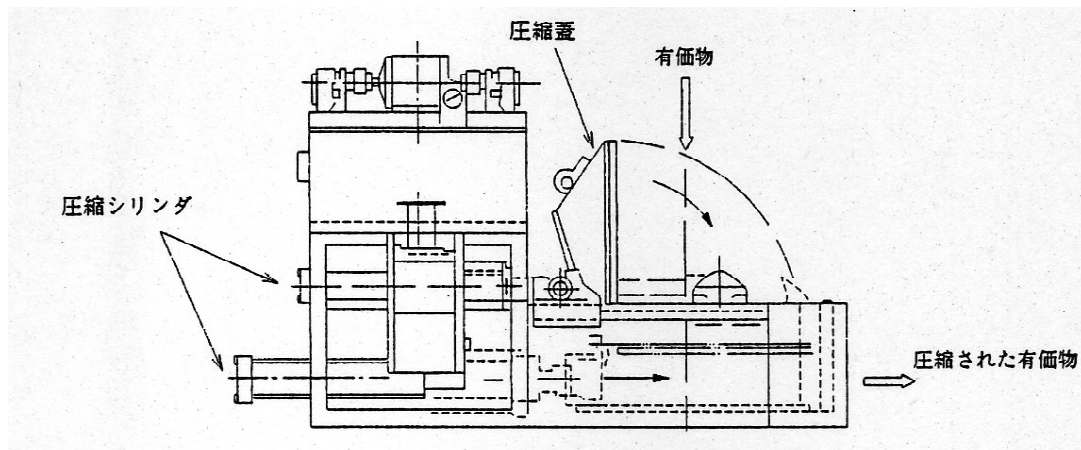


(3) 不燃ごみ処理フロー例



(4) 圧縮・梱包機の例





(5) 貯留機能

バンカ方式	搬出作業が容易(ボタン操作) 1基あたりの容量は搬出車の容量から10t分程度が最大 貯留時の飛散が少ない
ヤード方式	搬出作業にフォークリフト又はショベルローダが必要 大容量の貯留に有効
コンテナ コンパクタ方式	専用の積み替え装置、搬出車両、コンテナが必要 圧力をかけ積み込むので比重の軽いものに対し有効

