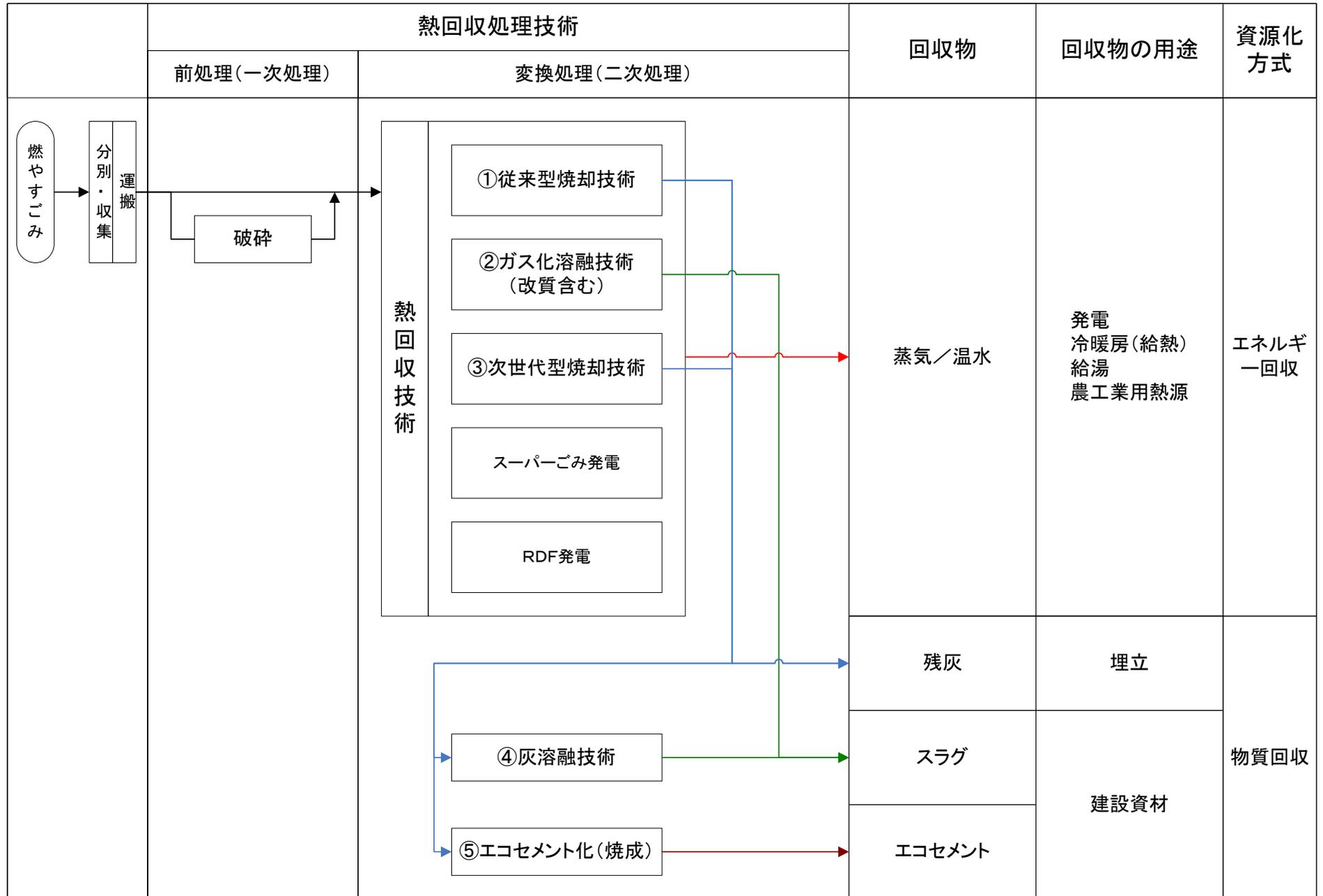


1 熱回収処理方式及び残渣処理方式の概要

ごみ処理基本計画では、既存焼却処理施設の更新にあたって、安定・安全処理の継続はもとより、循環型社会の構築に向け、最新の技術を導入し、環境に与える影響を最小限に抑えるとともに、廃棄物エネルギーを最大限活用する熱回収施設の整備を行うこととしている。

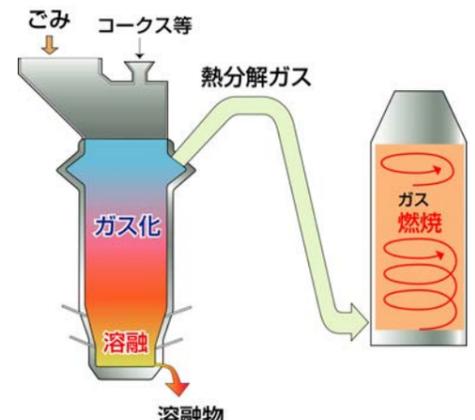
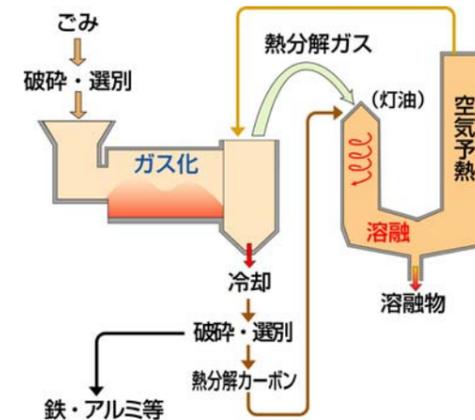
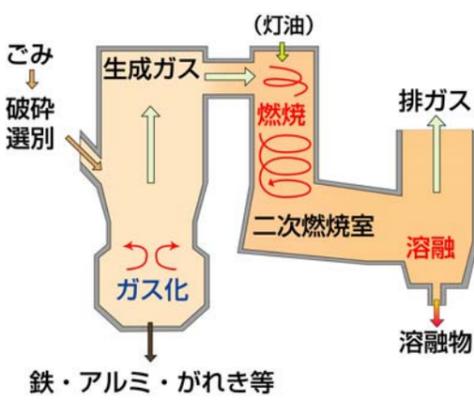
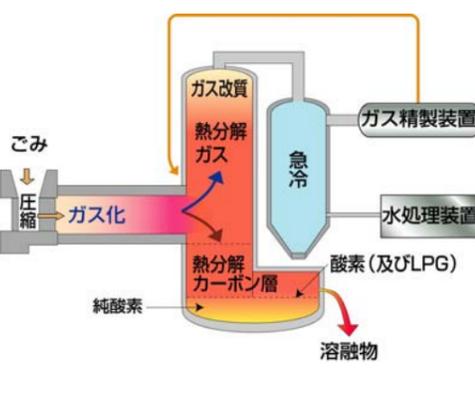
最新の動向等を踏まえた廃棄物の熱回収処理技術及び残渣処理技術としては、次ページの表に示すようなものが挙げられる。



①従来型焼却技術及び③次世代型焼却技術

項目	従来型焼却技術_ストーカ方式	従来型焼却技術_流動床方式	次世代型ストーカ方式
構造			
原理	<p>ごみを乾燥するための乾燥段、燃焼するための燃焼段、未燃分を完全に焼却する後燃焼段の3段となっている。</p> <p>なお、機種によってストーカ段が2段階や後段にロストルを設ける焼却炉、堅型で火格子を持たないものもあるが、基本的な機能は同じで、ごみを乾燥→燃焼→後燃焼のプロセスがとれる炉構造となっている。</p>	<p>炉内に流動媒体(流動砂)が入っており、この砂を650℃～800℃に暖め、この砂を風圧により流動化させる。高温で流動した炉内にごみを破碎した後に投入し、短時間で燃焼する。ごみの破碎サイズは炉の機種によって異なるが約10～30cmくらいである。</p>	<p>次世代型ストーカ方式の焼却炉は、基本的な構造は従来のストーカ方式をベースとしているが、燃焼ガスの循環、富酸素燃焼、低空気比運転等により、排ガス量の低減、高温燃焼の実現を可能としたものである。ガス化熔融技術の特徴を、安定稼働の信頼性の高いストーカ方式で可能とする技術で、この要素技術を通常のストーカ方式に取り入れる例も出てきている。</p>
燃焼温度	約800℃～950℃	約800℃～1,000℃	1,000℃程度
必要スペース	図のような処理プロセスのため、縦方向の長さは処理能力によらずほぼ一定であり、能力の増減で幅が変動する。	ストーカ方式に比べ配置の自由度が高く、炉本体周辺部はコンパクトになる。ただし、高さが高くなる。	ストーカ方式と同等。
処理対象	ホッパの入り口サイズ以下であれば問題なく、本施設規模では約70から100cm程度であれば処理が可能。	破碎により約10～30cm程度とすることが必要。	ストーカ方式と同等。
発電	発電端効率10%以上の施設が増えてきている。流動床式に比べ蒸気量の変動が少なく安定的な発電が行える。	ストーカ方式と同等程度ではあるが、瞬時燃焼のため、安定化させるためには蒸気変動を小さくする必要がある。	高温燃焼によりストーカ方式に比べ高い発電端効率の達成が可能とされる。
環境性能	<p>【排ガス量】空気とごみとの接触面積が小さいため、燃焼のための空気比は1.6～2.5となる。そのため、排ガス量が多くなる。</p> <p>【排ガスの環境性】高度処理が可能であり、ダイオキシン類等排ガス濃度についての環境性に問題はない。</p> <p>【CO₂】本組合のごみ質であれば外部燃料による助燃は不要であり必要以上のCO₂の排出はない。</p>	<p>【排ガス量】空気とごみとの接触面積が大きく燃焼効率が高いため、燃焼のための空気比は1.5～2.0程度で運転が可能となる。そのため、ストーカ方式より排ガス量がやや少ない。</p> <p>【排ガスの環境性】高度処理が可能であり、ダイオキシン類等排ガス濃度についての環境性に問題はない。</p> <p>【CO₂】本組合のごみ質であれば外部燃料による助燃は不要であり必要以上のCO₂の排出はない。</p>	<p>【排ガス量】酸素リッチ燃焼、燃焼用空気比の低減によって排ガス量が30%程度低減され、排ガス処理設備をコンパクト化することが可能となる。</p> <p>【排ガスの環境性】燃焼室温度が高く、ダイオキシン類の前駆体まで含めた完全分解が可能とされる。高度処理が可能であり、ダイオキシン類等排ガス濃度についての環境性に問題はない。</p> <p>【CO₂】本組合のごみ質であれば外部燃料による助燃は不要であり必要以上のCO₂の排出はない。</p>
安全・安定性	国内に数多くの建設・運転実績を有しており、安全・安定性の面で処理技術の信頼性が高い。	瞬時燃焼のため燃焼状態がごみ質に左右される。	安定稼働実績の多いストーカ方式をベースとしているものの、本方式自体は実績が少なく、安定性・安全性については、課題を残す。
近隣自治体での導入実績	千葉市北清掃工場、新港清掃工場、松戸市和名ヶ谷クリーンセンター、柏市第二清掃工場、八千代市清掃センター3号炉ほか	船橋市北部清掃工場、市原市福増クリーンセンター第二工場、浦安市クリーンセンター、酒々井リサイクル文化センターほか	—

②ガス化溶融・ガス改質技術の概要

	ガス化・溶融一体型	ガス化・溶融分離型		ガス回収型
	シャフト炉方式	キルン方式	流動床方式	ガス改質方式
構造図				
原理	<p>高炉の原理を応用したごみの直接溶融技術で熱源としてコークスを使用する。図で示すように堅型シャフト炉の頂部から廃棄物、コークスおよび石灰石を投入する。</p> <p>堅型シャフト炉内は乾燥帯、熱分解帯、燃焼・溶融帯に分かれ、乾燥帯で廃棄物中の水分が蒸発し、廃棄物の温度が上昇するにいたがい熱分解が起こり、可燃性ガスが発生する。</p> <p>可燃性ガスは、炉頂部から排出されて燃焼室で二次燃焼される。</p> <p>熱分解残さの灰分等はコークスが形成する燃焼・溶融帯に下降し、羽口から供給される純酸素により燃焼して溶融する。</p> <p>最後に炉底より、スラグとメタルが排出される。</p> <p>※コークス式のほか、高濃度の酸素を用いる酸素方式、プラズマを用いるプラズマ方式がある。</p>	<p>廃棄物は破碎された後、熱分解ドラムに投入され約 450℃の温度で熱分解される。熱分解ドラム内部には、加熱管が配置されて、廃棄物への熱供給とキルンの回転による攪拌の役割を果たしている。加熱管には、溶融炉の後段に配置された空気加熱器で熱回収された高温空気が供給されている。</p> <p>可燃性ガスは、溶融炉に送られ、熱分解残さは熱分解ドラム下部から排出される。熱分解残さは冷却された後、振動ふるいと磁選機で熱分解カーボンと粗い成分である金属や不燃物に分離される。分離された熱分解カーボンは主として灰分と炭素分で、粉碎されたのち貯留され、空気搬送により溶融炉に送られる。溶融炉では、可燃性ガスと未燃固形物を高温燃焼させ、灰分を溶融しスラグ化する。</p>	<p>流動床を低酸素雰囲気中で 500～600℃の温度で運転し、廃棄物を部分燃焼させる。部分燃焼で得られた熱が媒体である砂によって廃棄物に供給され、熱を受けた廃棄物は熱分解して、可燃性のガスおよび未燃固形物等が得られる。可燃性のガスの一部は燃焼して熱源となる。大部分の可燃性のガスと未燃固形物等は、溶融炉に送られる。</p> <p>溶融炉では、可燃性ガスと未燃固形物を高温燃焼させ、灰分を溶融しスラグ化する。</p> <p>このシステムの特徴は、流動床内の直接加熱により、熱分解に必要な熱を供給するため、加熱用の空気を別途生成される必要がないことである。</p> <p>また、流動床において廃棄物中の不燃物や金属を分離排出することができる。</p>	<p>ガス改質方式では、熱分解工程において熱分解ガスと熱分解カーボンが生成される。</p> <p>生成された熱分解ガスは、高温もしくは高圧高温状態で改質して回収される。その改質ガスは、タール分を含まないので精製ガスとして貯めることができ、そのため、貯留タンクで吸収できる、高効率のガスエンジンやガスタービンで発電をすることができる。</p> <p>熱分解カーボンは、純酸素を用い溶融され、スラグ化される。</p> <p>また、溶融飛灰は、混合塩、金属水酸化物、硫黄等に分離され、回収される。</p>
溶融温度	約 1,800℃	約 1,300℃	約 1,300℃	約 1,600℃
必要スペース	流動床ガス化方式と同等程度。	流動床ガス化方式と同等程度であるが、円筒状のキルンが横置きされるため長さ方向のスペースが必要となる。	流動床をガス化炉としてさらに溶融炉が付加されるため焼却方式に比べ必要スペースが増大する。	排ガス処理の代わりに酸・アルカリ洗浄、回収ガスの精製装置や貯留タンクが必要のため必要スペースは同等もしくは増加する。
処理対象	ホップの入り口サイズ以下であれば問題なく、本施設規模では約 80 から 100 cm 程度であれば処理が可能。	破碎により約 15～20 cm 以下程度とすることが必要。	破碎により約 20～40 cm 以下程度とすることが必要。	ホップの入り口サイズ以下であれば問題なく、本施設規模では約 70 cm 以下程度であれば処理が可能。
発電	<p>ごみ処理量当りの発電量は、他の方式に比べ高いが、外部燃料を用いる。コークス方式の場合、比較的自己消費電力は少ないが酸素発生用の PSA の使用により多少大きくなる。また、電気量酸素方式やプラズマ方式は、自己消費電力が大きい。</p>	<p>ごみ処理量当りの発電量は、他方式に比べ低い。これは、放散熱量が多いこと、間接加熱のため、熱ロスが大きくボイラ効率が劣るところにある。また、自己消費電力も多少多くなっている。</p>	<p>ごみ処理量当りの発電量は、コークスを利用するシャフト炉方式、ガス改質方式に比べ低い。(補助燃料を使わないことを前提)ただし、放散ロスが少ないこと、排ガス量が少ないことから、自己消費電力は少なく、総合的なエネルギー効率ではよい。</p>	<p>改質ガスによるガスエンジン発電が可能であり発電効率は高い。ただし、自己消費電力が高いため、十分に留意する必要がある。</p>
環境性能	<p>【排ガス量】低空気比運転が可能ことから従来型焼却技術に比べ、少なくなる。</p> <p>【排ガスの環境性】還元雰囲気中でガス化するためダイオキシン類が生成されず、さらに高温溶融により分解される。</p> <p>【CO₂】常時副資材としてコークスを用いるため外部燃料由来の CO₂ の排出がある。</p> <p>排ガス量：○ 排ガスの環境性：○ 温室効果ガス：△</p>	<p>【排ガス量】低空気比運転が可能ことから従来型焼却技術に比べ、少なくなる。</p> <p>【排ガスの環境性】還元雰囲気中でガス化するためダイオキシン類が生成されず、さらに高温溶融により分解される。</p> <p>【CO₂】本組合のごみ質であれば外部燃料による助燃は不要であり必要以上の CO₂ の排出はない。</p> <p>排ガス量：○ 排ガスの環境性：○ 温室効果ガス：○</p>	<p>【排ガス量】低空気比運転が可能ことから従来型焼却技術に比べ、少なくなる。</p> <p>【排ガスの環境性】還元雰囲気中でガス化するためダイオキシン類が生成されず、さらに高温溶融により分解される。</p> <p>【CO₂】本組合のごみ質であれば外部燃料による助燃は不要であり必要以上の CO₂ の排出はない。</p> <p>排ガス量：○ 排ガスの環境性：○ 温室効果ガス：○</p>	<p>【排ガス量】低空気比運転が可能であり、さらに改質ガスを回収するため排ガス量が低減される。</p> <p>【排ガスの環境性】— 【CO₂】—</p> <p>排ガス量：◎ 排ガスの環境性：— 温室効果ガス：—</p>
安全・安定性	<p>20 年以上の実績があり、大きなトラブル事例も報告されておらず、焼却技術に近い安定性・安全性があるといえる。</p>	<p>実績は増えつつあるが、トラブル事例も報告されており、安定性では疑問を残す。</p>	<p>実績は増えつつあるが、トラブル事例も報告されており、安定性では疑問を残す。</p>	<p>実績がわずかであり安全・安定性に課題がある。</p>
近隣自治体での導入実績	習志野市芝園清掃工場、株式会社かずさクリーンシステム	—	流山市クリーンセンター	—

④灰溶融技術の概要

溶融固化方式	燃料式溶融炉		
	表面溶融炉	内部溶融炉	コークスベッド溶融炉
構造図			
概要	<p>灯油燃焼ガスの対流・輻射伝熱により、スリパチ状の灰表面を加熱、溶融、スラグは主燃焼室中央、回転床のスラグボードから流出する。</p>	<p>焼却炉の後燃焼ストーカの後に設置され、燃焼用空気を吹き込み残留炭素を含む灰を燃焼させ、自己溶融する方式。</p>	<p>炉中央部から灰、コークス、石灰石、また周辺部からコークスを装入する。灰はコークスの燃焼排ガスにより乾燥・予熱され、炉下部の赤熱コークスベッド層を通過する間に溶融・滴下する。</p>
近隣自治体での導入実績	<p>八千代市清掃センター(表面溶融)、東金市外三市町環境クリーンセンター(表面溶融)、八街市クリーンセンター(表面溶融)</p>		
溶融固化方式	電気溶融炉		
	電気アーク炉	電気抵抗炉	プラズマ溶融炉
構造図			
概要	<p>炉内に配した電極に3相交流電圧を印加し、焼却灰を介して3相の交流アーク放電を発生させる。このアークにより焼却灰を溶融する。</p>	<p>炉内に設けた電極間に交流電圧をかけることにより、溶融状態になった灰そのものを電気抵抗体にして抵抗熱を発生させ、その熱で灰を溶融する。</p>	<p>移送式のプラズマトーチにより、高温・高エネルギーのプラズマ流を発生させ、その熱により焼却灰を溶融する。</p>
近隣自治体での導入実績	<p>千葉市新港清掃工場(プラズマ)、柏市第二清掃工場(アーク)</p>		

⑤エコセメント化技術

施設名称	エコセメント化
システム	
技術概要	<p>エコセメントは焼却残渣(焼却灰・飛灰)や下水道汚泥等を原料として製造する資源リサイクル型のセメントである。焼却残渣に含まれる成分がセメントの原料である石灰石や粘土等に似た成分を持っている点およびセメント焼成技術を応用したものである。</p> <p>【処理工程】</p> <p>まず、焼却残さと石灰石等を個々に細かく粉砕し、調合する。</p> <p>調合した原料は、ロータリーキルンと呼ばれる横型の円筒を回転させる炉で、1,350℃の高温で焼かれ、セメントの半製品であるクリンカとなる。</p> <p>クリンカはクリンカクーラーで冷却された後、粉碎機で石膏と合わせて粉末状にされ、エコセメントになる。排ガスに移行した重金属類はバグフィルターで捕捉され、重金属回収設備で銅・鉛産物として回収される。その回収物は精錬工場に搬入され資源化される。エコセメントには、普通型と速硬型の2種類があったが、普通型は焼却残さに含まれる塩素量を減少させ、セメントの物性や塩素の含有量を普通ポルトランドセメントに近づけたものであり、主流となっている。</p>
処理対象	<p>焼却主灰, 焼却飛灰, 下水汚泥(未燃分, 燐含有量により混入量が制限される)</p> <p>炉投入: 立方体:最大約80 μ m程度まで粉砕(焼成工程での化学反応を考慮)</p> <p>水分5%程度まで乾燥</p> <p>重金属含有量[Pb]3,500ppm以下, [T-Cr]350ppm以下, [Cu]5,000ppm以下 [Se]5ppm以下, [Zn]9,000ppm以下, [F]3,500ppm以下</p> <p>上記を越える場合は、何らかの処置が必要となる。</p>
対応規模	<p>クリンカ生産能力: 最小炉規模310t/24h炉～スケールアップ可能炉規模560t/24h炉 (建設費・維持管理費を考慮した場合であり、技術的には実証炉規模程度(25t/日)は可能) 灰処理能力: 200t/24h～430t/24h(なお、灰の性状により処理量は異なる。)</p>
効果	<p>従来埋め立てるしかなかった焼却残さをリサイクルし、資源として再利用することにより処分場の有効活用を図ることができる。また、高温で焼成されることにより、ダイオキシン類が分解される。エコセメントは、平成14年度にJIS化された。</p>
実績	<ul style="list-style-type: none"> ・市原エコセメント(平成13年4月～稼働) ・東京都三多摩地域廃棄物広域処分組合(平成18年7月～稼働)