

湖東地域一般廃棄物処理広域化事業促進協議会

ごみ焼却方式とその特徴

平成22年10月

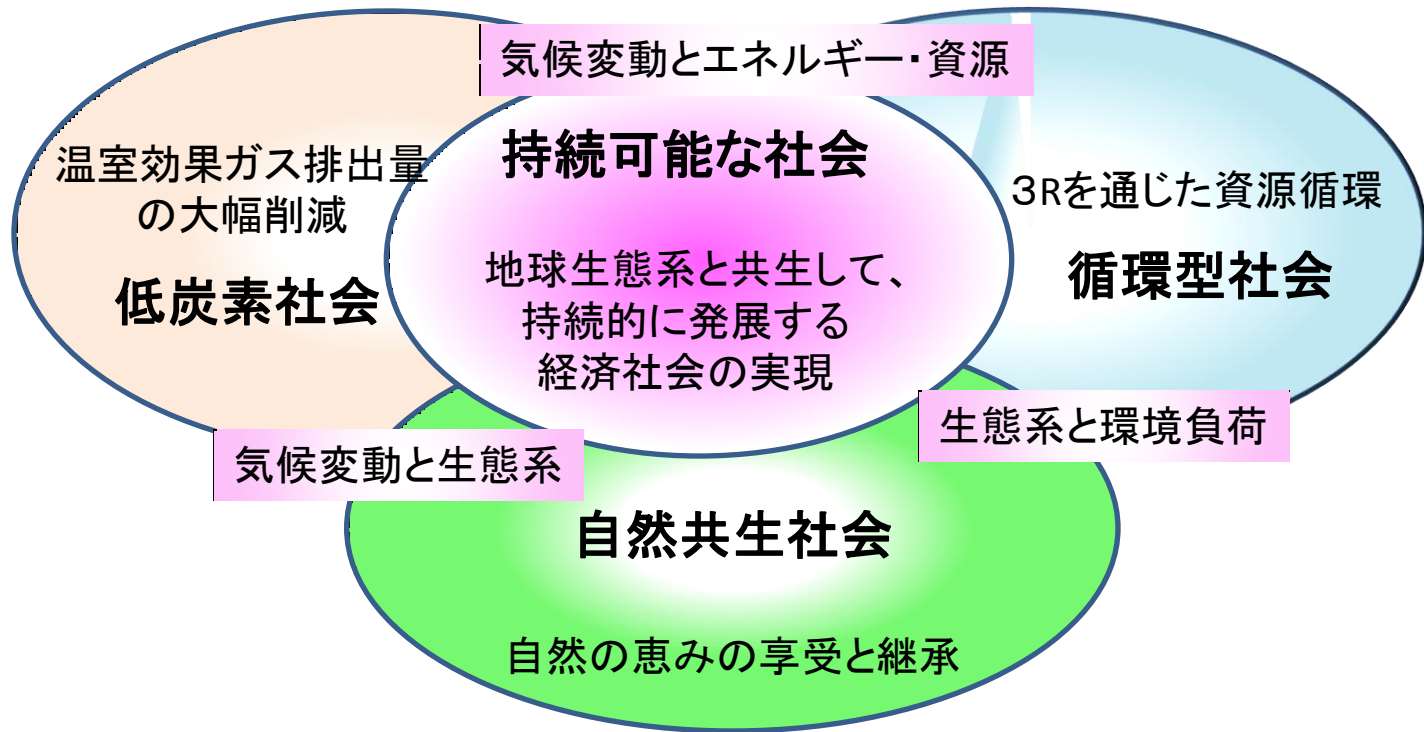
財団法人日本環境衛生センター
環境工学部

テーマ

- I. 持続可能な社会の実現に向けて
- II. ごみ処理実績等
- III. ごみ焼却処理技術
- IV. 焼却残渣溶融技術(灰溶融炉の分類)
- V. ごみ処理方式のまとめ
- VI. ごみ処理の広域化について
- VII. ごみ処理方式選定にあたって

I. 持続可能な社会の実現に向けて

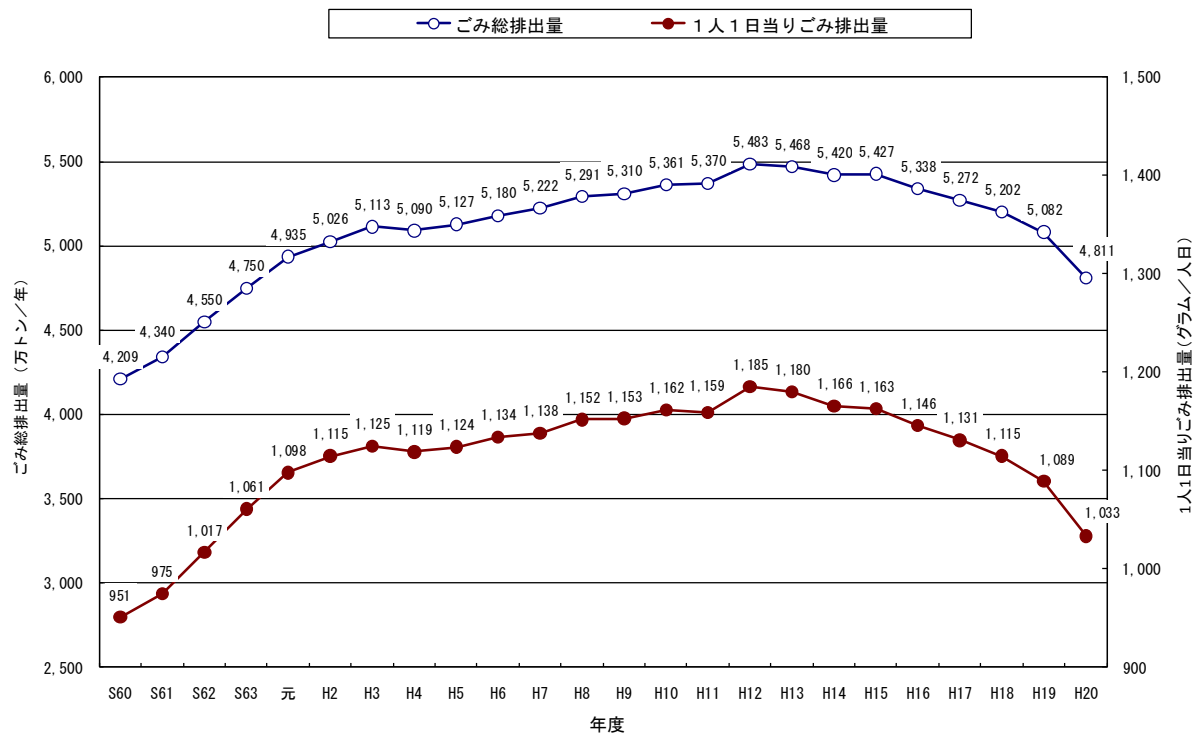
◆持続可能な社会に向けた統合的取り組みの展開



- 持続可能な社会: この3つの社会を”統合的に進めて”実現する社会
- 低炭素社会: 化石エネルギー消費等に伴う温室効果ガスの排出を大幅に削減し、世界全体の排出量を自然界の吸収量と同等レベルとしていくことにより、気候に悪影響を及ぼさない水準で大気中温室効果ガス濃度を安定化させると同時に生活の豊かさを実感できる社会
- 循環型社会: 資源採取、生産、流通、消費、廃棄などの社会経済活動の全段階を通じて、廃棄物等の発生抑制や循環資源の利用などの取組みにより、新たに採取する資源をできるだけ少なくした環境への負荷をできる限り少なくする社会
- 自然共生社会: 生物多様性が適切に保たれ、自然の循環に沿う形で農林水産業を含む社会経済活動を自然に調和したものとし、また様々な自然とのふれあいの場や機会を確保することにより、自然の恵みを将来にわたって享受できる社会

Ⅱ. ごみ処理実績等

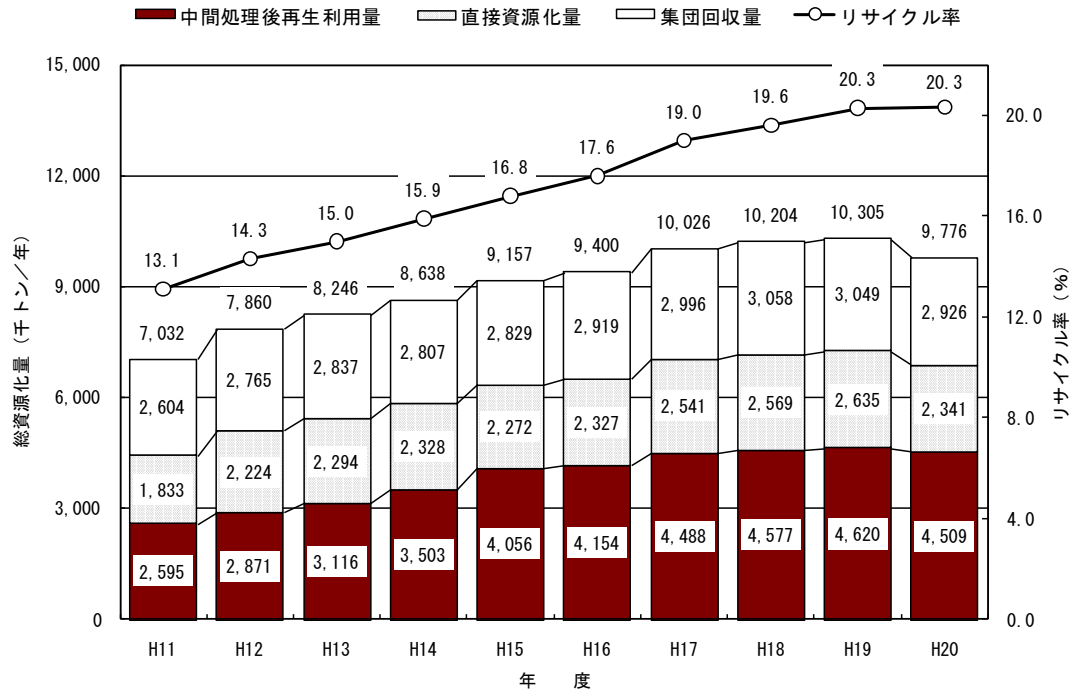
1)ごみ総排出量と1人1日当たりごみ排出量の推移



- ・ごみ総排出量、1人1日当たりごみ排出量はH12年度以降ともに減少
- ・H20年度の総排出量は4,811万トン、1人1日当たり排出量は1,033g

注)・平成17年度実績の取りまとめより「ごみ総排出量」は、廃棄物処理法に基づく「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針」における、「一般廃棄物の排出量(計画収集量+直接搬入量+資源ごみの集団回収量)」と同様とした。
 ・1人1日当たりごみ排出量は総排出量を総人口 * 365日又は366日でそれぞれ除した値である。

2)総資源化量とリサイクル率の推移

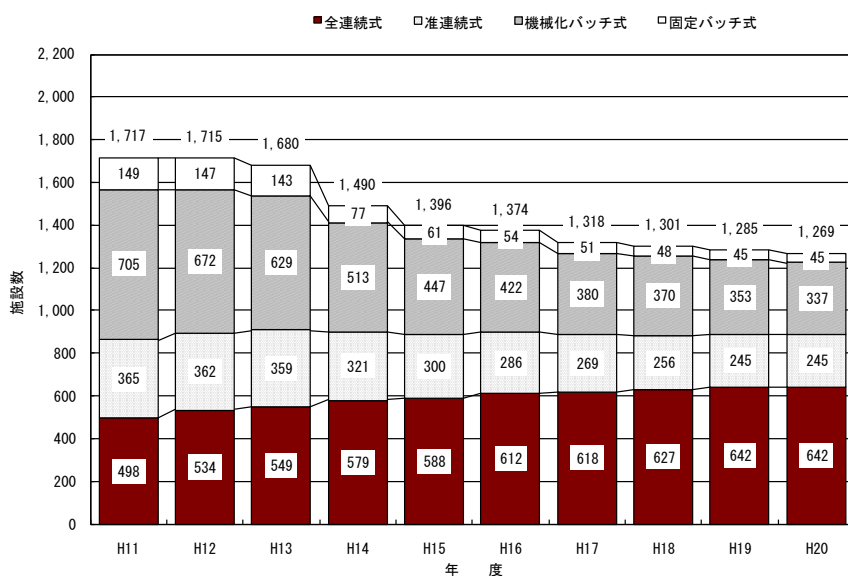


・平成20年度において家電4品目の家電処理量及び家電再商品化量（いずれも市町村が収集した量は除く）を考慮した場合

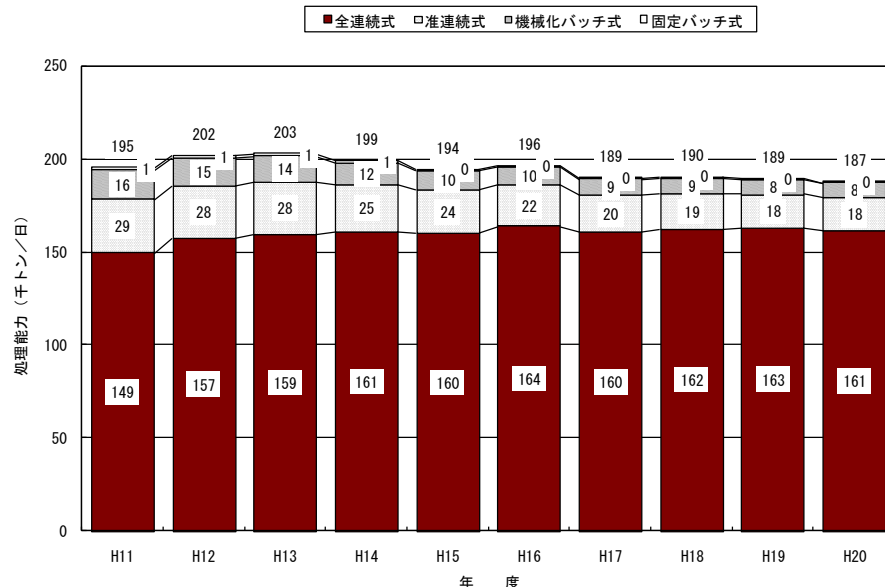
- ・リサイクル率は微増の傾向、H20年度は前年度同様20.3%
- ・総資源化量はH19年度まで増加していたが、H20年度は若干減少
- ・H20年度の総資源化量は9,776千トン、対前年度約530千トン減少

3)ごみ焼却施設整備状況

ごみ焼却施設の炉型式別施設数の推移



ごみ焼却施設の炉型式別処理能力の推移



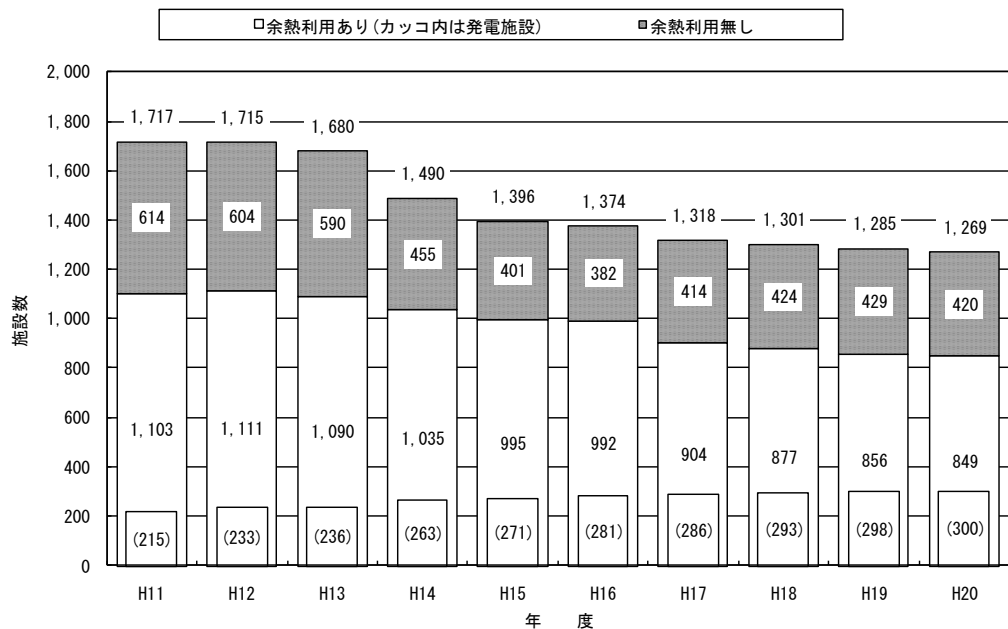
- ・ごみ焼却施設数は年々減少傾向
- ・H20年度のごみ焼却施設数は1,269
- ・炉型式別では連続炉が増加傾向、間欠炉が減少傾向
- ・H20年度連続炉の施設数は642、全施設の約50%

- ・処理能力は微減の傾向
- ・H20年度の処理能力は187,000t
- ・連続炉の処理能力は横ばいの傾向
- ・H20年度の連続炉処理能力は161,000t、全処理能力の86%

4)ごみ焼却施設の余熱利用状況

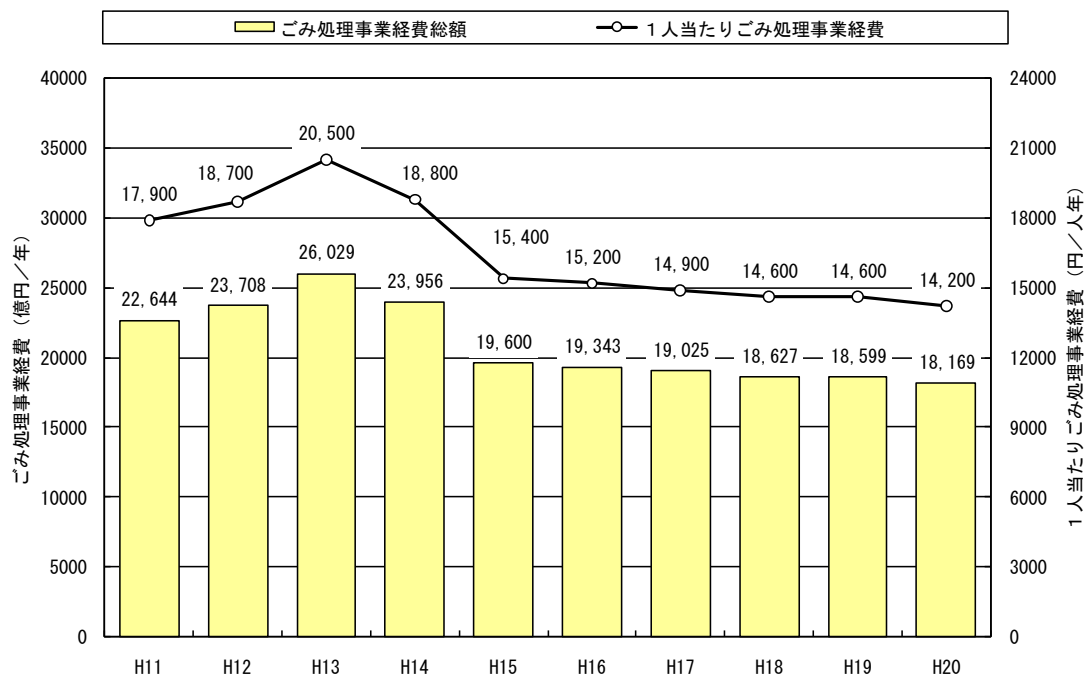
区分 年度	余熱利用あり							余熱利用 無し	
	温水利用		蒸気利用		発電		その他		
	場内温水	場外温水	場内蒸気	場外蒸気	場内発電	場外発電			
11年度	1,103	1,028	225		215		97	614	
12年度	1,111	1,034	228		233		92	604	
13年度	1,090	1,022	234		236		83	590	
14年度	1,035	966	244		263		85	455	
15年度	995	923	244		271		79	401	
16年度	992	907	279	227	96	281	171	81	382
17年度	904	840	273	230	102	285	179	62	414
18年度	877	812	264	235	103	292	186	63	424
19年度	856	792	258	244	103	297	188	51	429
20年度	849	783	251	242	105	297	193	49	420
(民間)	131	26	7	59	8	35	17	24	167

- ・(民間)以外は市町村・事務組合が設置した施設で、当該年度に着工した施設及び休止施設を含み、廃止施設を除く。
- ・重複回答のため施設数の合計と一致しない。



- ・余熱利用を行っている施設数は、焼却施設数の減少に伴い減少
- ・余熱利用を行っている施設の割合はここ数年約67%
- ・発電を行っている施設は微増傾向にあり、H20年度は300施設 (余熱利用を行っている施設の35%)

5)ごみ処理事業経費の推移



- ・1人当たりごみ処理事業経費(円/人・年=ごみ処理事業経費÷当該年度の総人口)
- ・ごみ処理事業経費=人件費+処理費(収集運搬+中間処理+最終処分等)+委託費(収集運搬+中間処理+最終処分等)+その他

(日本の廃棄物処理)

- ・ごみ処理事業経費はH13年度をピークに、以降減少傾向
- ・H20年度のごみ処理経費は約1兆8千億円、対前年度430億円の減
- ・1人当たりごみ処理事業経費もH13年度をピークに、以降減少傾向
- ・H20年度の1人当たりごみ処理事業費は14,200円、対前年度400円の減

Ⅲ. ごみ焼却処理技術

【焼却】

◇従来型

- ①ストーカ式
 - ・従来型
 - ・次世代型
- ②流動床式
 - ・分散板式
 - ・散気管式

【熱分解ガス化溶融】

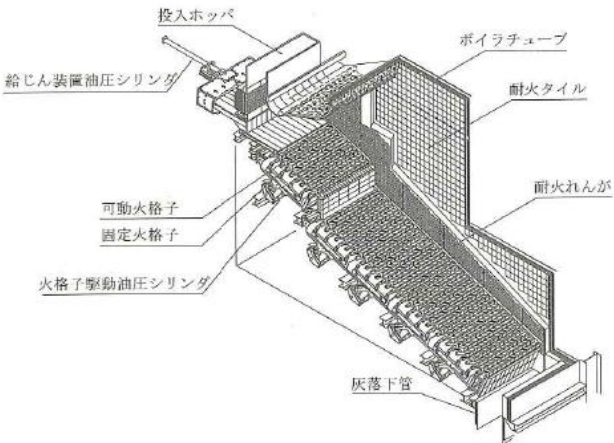
◇次世代型

廃棄物の熱で一気に灰を溶融する方法

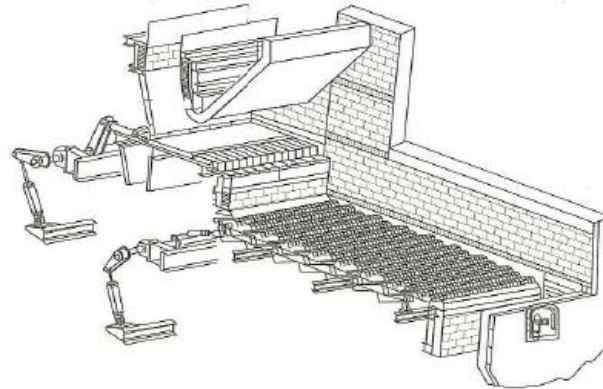
○ガス化溶融技術

- ①流動床式ガス化溶融炉
- ②キルン式ガス化溶融炉
- ③シャフト炉式ガス化溶融炉
- ④ガス化改質炉

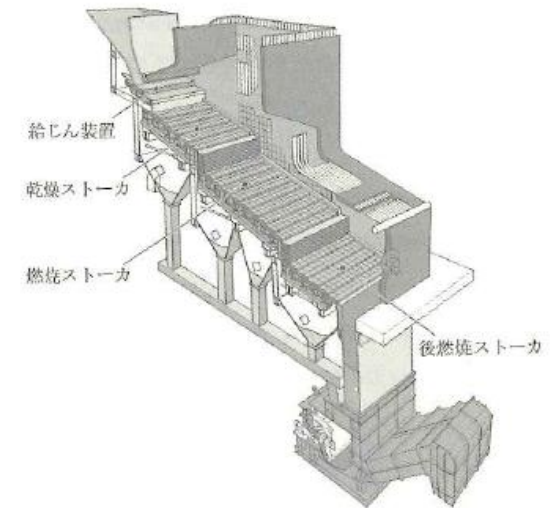
1)従来型ストーカ



平行揺動式

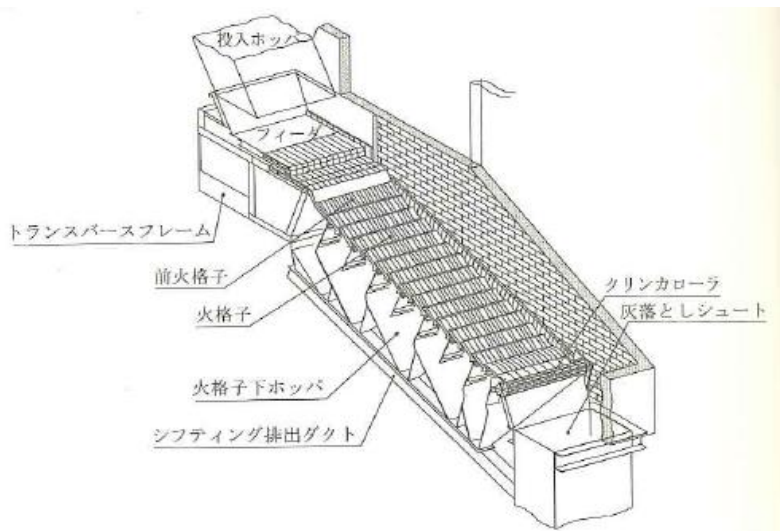


平行揺動式(水平型)



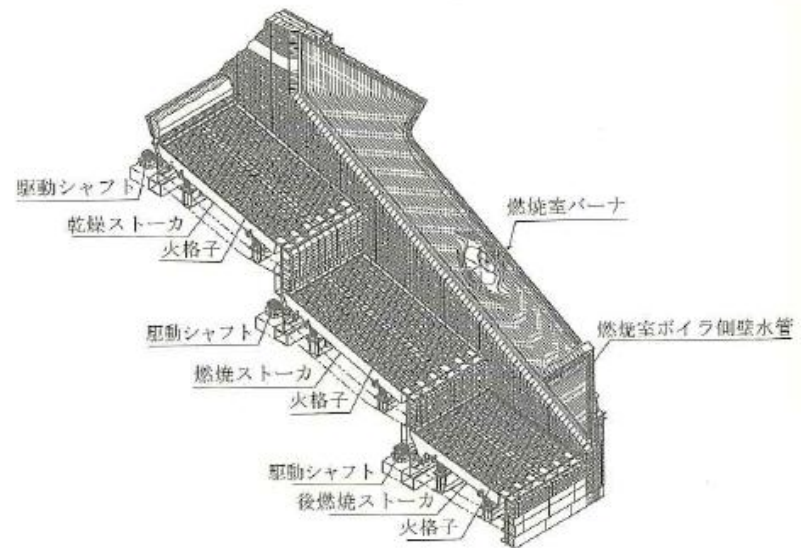
階段式

ごみの送り方向に可動・固定の火格子を交互に階段状に配列し、可動火格子の往復動でごみを攪拌しながら移送



逆動式

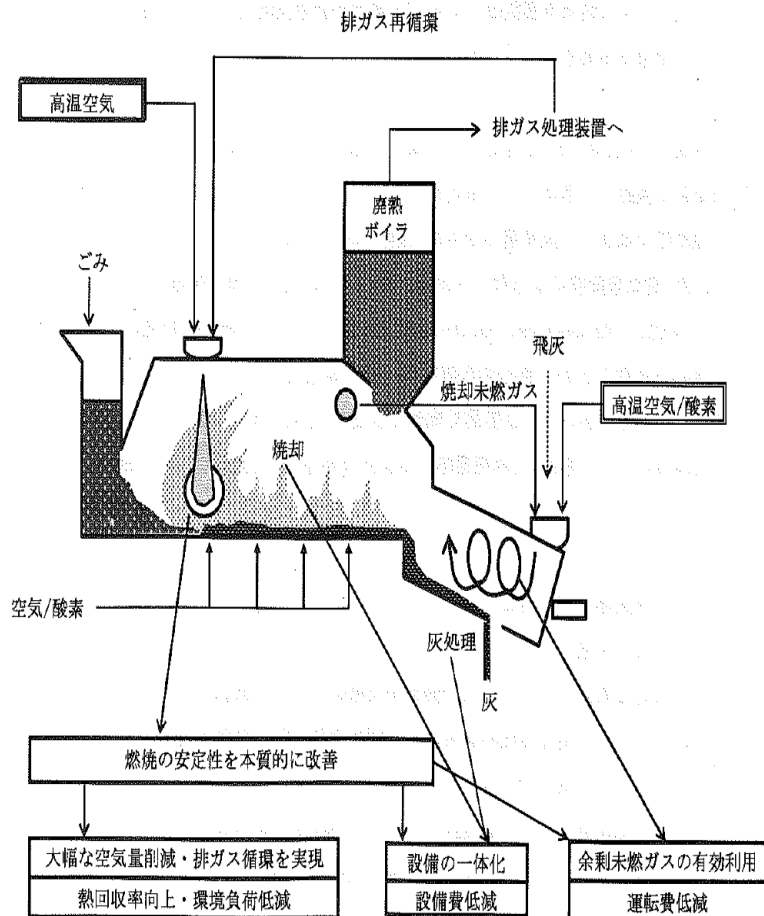
- ・可動・固定の火格子がごみ送り方向に緩い下向き傾斜で配列
- ・可動火格子をごみの上流側に向かって逆方向に往復させるためごみ層の一部がごみの主移動方向と逆方向に反転する



並列揺動式

- ・ごみの送り方向に傾斜し、階段状の起伏をもたせた長い火格子を炉幅の方向に可動・固定と交互に配列
- ・可動火格子を前後に往復動させることによつてごみの移送・攪拌を行う

2)次世代型ストーカ(一例)



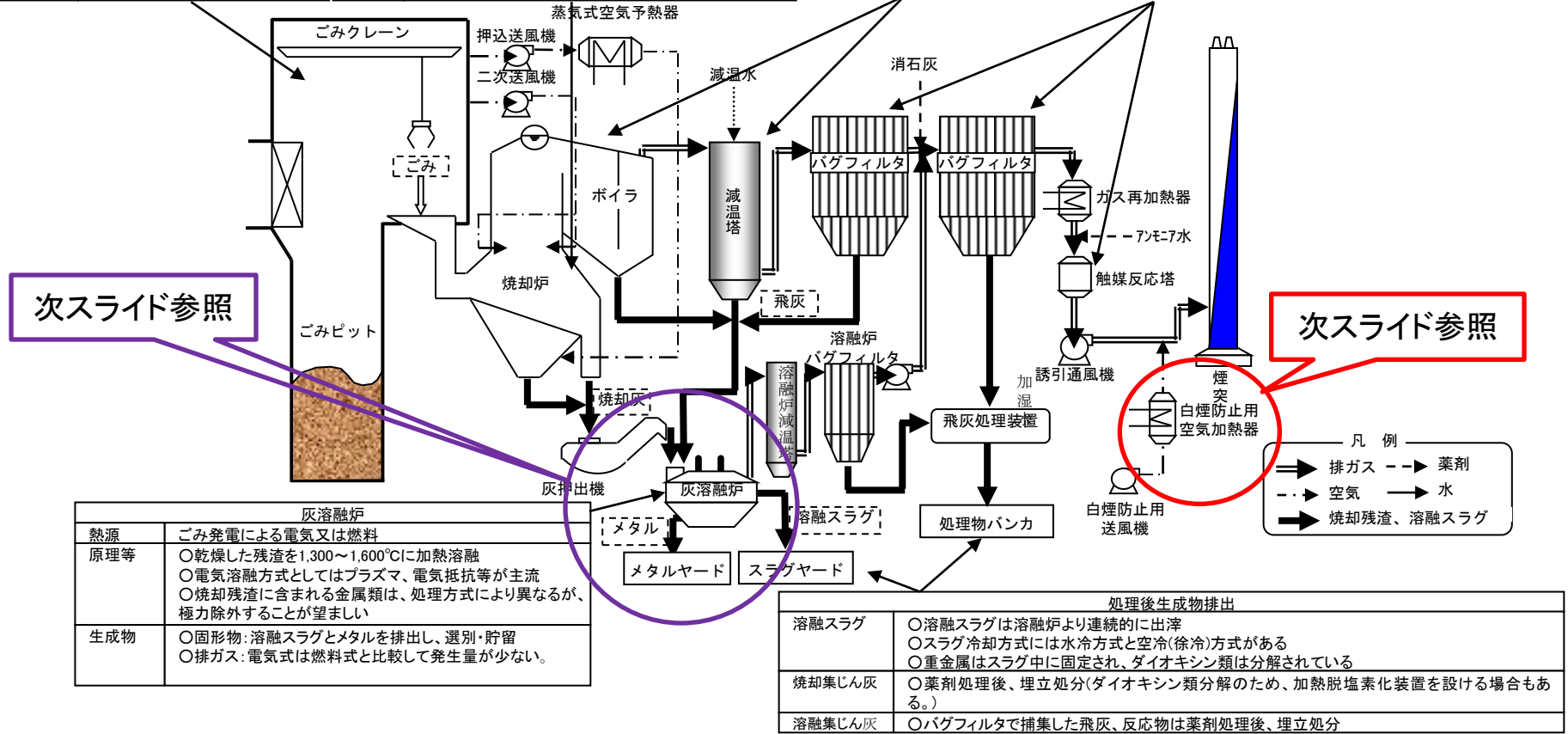
- ・燃焼性の改善
 - 空気比の低下 2.0→1.3~1.4
 - 高温空気吹き込みによる燃焼ムラの解消
 - 燃焼ガスと空気の混合攪拌の向上
 - 酸素富化燃焼、燃焼性の向上と結果として焼却灰のクリーン化
- ・ごみ供給の定量性、制御性の向上
- ・ストーカの冷却 水冷式 or 空冷式
- ・炉壁耐火材の耐用度向上 ボイラ放射伝熱面のタイルカバー
- ・焼却灰の焼成による一体的資源化処理
- ・運転制御システムの高度化

受入・供給設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破碎が必要(300mm以下)
ピット&クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のピットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解

焼却炉	
熱源	○ごみの持つ熱量。必要に応じて助燃(灯油等)
原理等	<ul style="list-style-type: none"> ○850℃～950℃の高温雰囲気の中でごみに十分な空気を供給し、乾燥・燃焼・後燃焼の3工程で燃焼反応を進行させる ○ごみ中の可燃分・水分は排ガスとして放出され、灰分が残る
構造	<ul style="list-style-type: none"> ○焼却炉はごみを燃焼させるストーカ(燃焼装置)、燃焼空気供給装置、二次燃焼室より構成 ○本体は耐火レンガ、キャストابلにより構成 ○次世代型ストーカの場合はストーカ冷却装置を設置
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 焼却灰と焼却飛灰 ○排ガス: 高空気比(1.7程度)燃焼に伴う排ガス(多い)[次世代型ストーカの場合は、低空気比により排ガスを抑制]

ガス冷却設備	
原理等	○バグフィルタ等の排ガス処理装置を保護し、ダイオキシン類の再合成を抑制するため、排ガス温度を200℃以下に冷却
構造	○ボイラ・減温塔等より構成

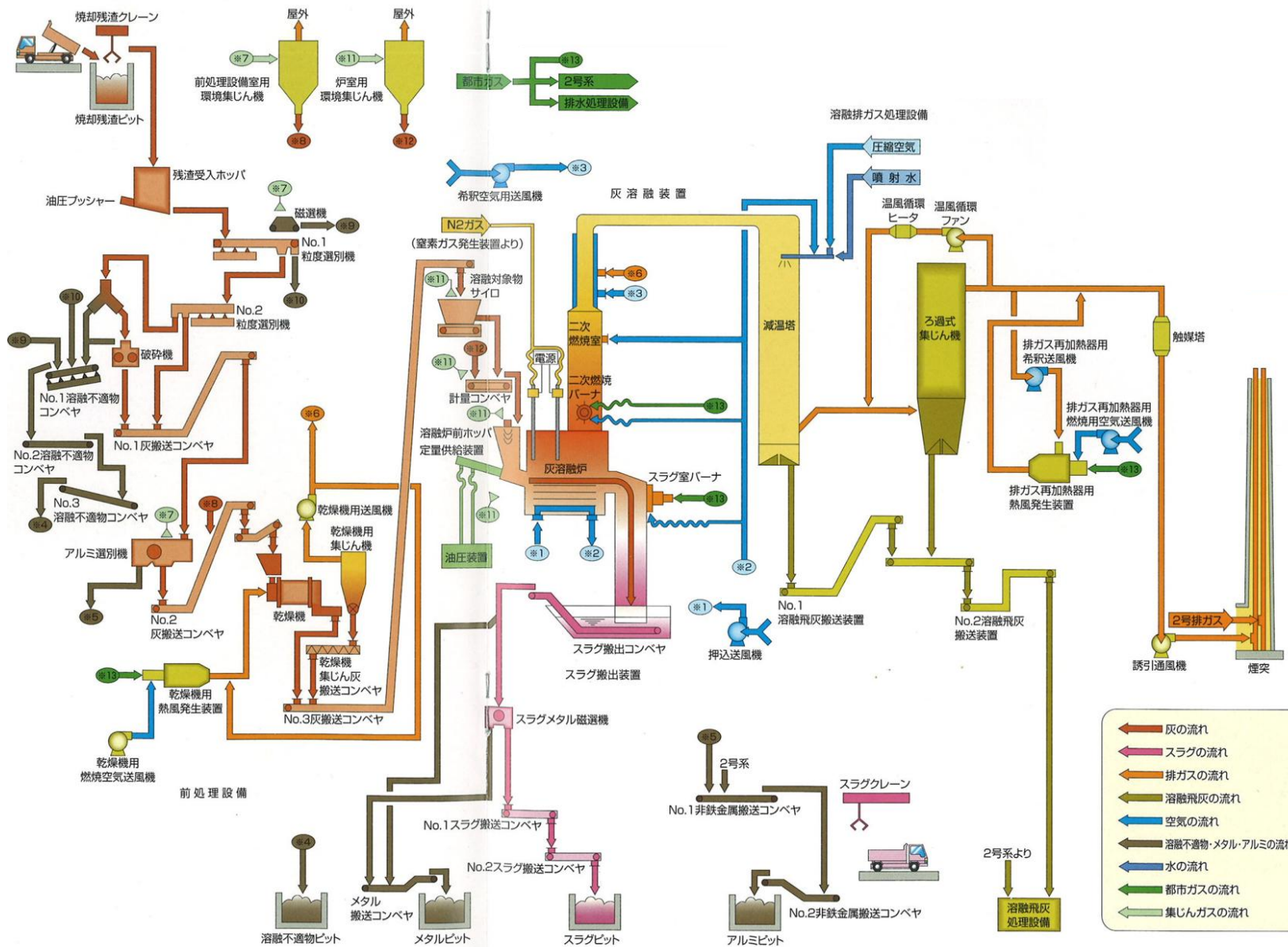
排ガス処理設備	
ばいじん対策	○バグフィルタにより0.01～0.03g/m ³ N以下
ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○排ガスを再燃室で850℃以上で2秒以上滞留させることにより完全燃焼させ発生抑制 ○活性炭+バグフィルタ又は触媒反応塔等により0.1ng-TEQ/m³N以下
塩化水素 硫酸化合物対策	○消石灰の噴霧とバグフィルタで50ppm以下
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼管理で100～150ppm以下 ○50ppm以下とするには脱硝装置が必要



灰溶融炉	
熱源	ごみ発電による電気又は燃料
原理等	<ul style="list-style-type: none"> ○乾燥した残渣を1,300～1,600℃に加熱溶融 ○電気溶融方式としてはプラズマ、電気抵抗等が主流 ○焼却残渣に含まれる金属類は、処理方式により異なるが、極力除外することが望ましい
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 溶融スラグとメタルを排出し、選別・貯留 ○排ガス: 電気式は燃料式と比較して発生量が少ない。

処理後生成物排出	
溶融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融スラグは溶融炉より連続的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
焼却集じん灰	○薬剤処理後、埋立処分(ダイオキシン類分解のため、加熱脱塩素化装置を設ける場合もある。)
溶融集じん灰	○バグフィルタで捕集した飛灰、反応物は薬剤処理後、埋立処分

ストーカ+灰溶融炉方式の概要(一例)



灰溶融炉処理フロー(一例)

◆白煙に関する対応(参考:アムステルダム市の事例)

アムステルダム市:廃棄物発電を有効なCO₂低減策と位置付け



オランダ、アムステルダム市の清掃工場

- ・処理能力 4,400トン/日
 - 旧炉700トン/日 × 4炉(1993年稼働開始)
 - 新炉800トン/日 × 2炉(2007年稼働開始)
- ・発電 100万MW/年
 - 蒸気条件 圧力 13Mbar
 - 温度 440°C
 - 発電端効率 旧炉 25%
 - 新炉 33%

◆白煙防止装置停止の効果

佐賀市における白煙防止装置停止実験

実験概要

- 実験目的 白煙防止装置停止による温室効果ガス削減効果、コスト削減効果、環境影響を把握するため、佐賀市の御協力のもと、実施。
- 実験期間 平成21年1月5日～2月2日（約1ヶ月）
- 実施場所 佐賀市清掃工場
- 調査項目 ダイオキシン類、ばいじん、HCl、NO_x、SO_x、臭気
- 評価項目 住民の反応、CO₂削減効果、コスト削減（売電収入増加）

佐賀市清掃工場概要

- 処理能力 300t/日
(100t/日×3炉)
- 処理方式 全連続式ストーカー炉
プラズマ式灰溶融
- 発電方式 蒸気タービン発電機
(4,500kW)



23

○実験結果

白煙防止に使用した蒸気量(t/h):0.74

■実験期間(約1箇月間)の前年度比較

○発電量: 6.4%増

○売電量: 36.6%増(110万円分に相当)

九州電力への売電金額に換算して

■年間の効果(見込み)

○経費: +850万円/年

○CO₂削減量: -約380t/年

白防装置が稼働している半年間を通して稼働を停止したと仮定したときの売電額として

(環境省作成資料)

JESC

3)流動床式焼却炉

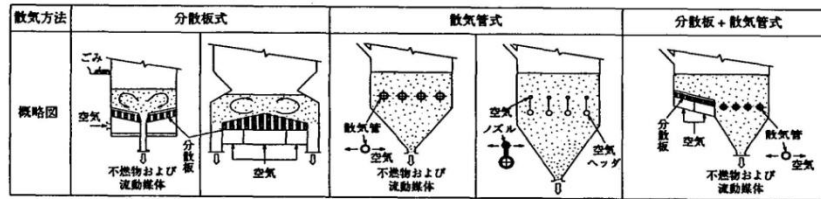


図3.3.3-29 空気分散装置例

流動床とは

流動用押し込み空気により流動層を形成している高温流動媒体の中で、ごみの乾燥・燃焼を行うもので、流動層を保持する散気装置、炉底から不燃物を取り出す不燃物抜き出し装置、取出した流動媒体中に混在する不燃物を選別する不燃物選別機、流動媒体を炉内に返送する流動媒体循環装置から構成される。

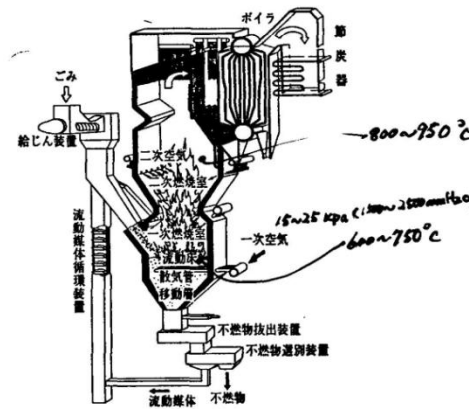


図3.3.3-28 流動床式焼却炉

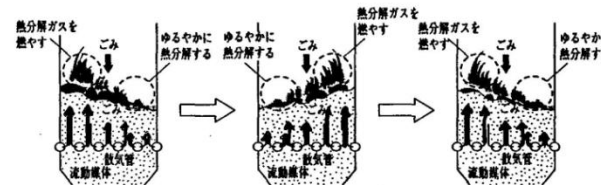


図3.3.3-32 流動化空気量制御の例

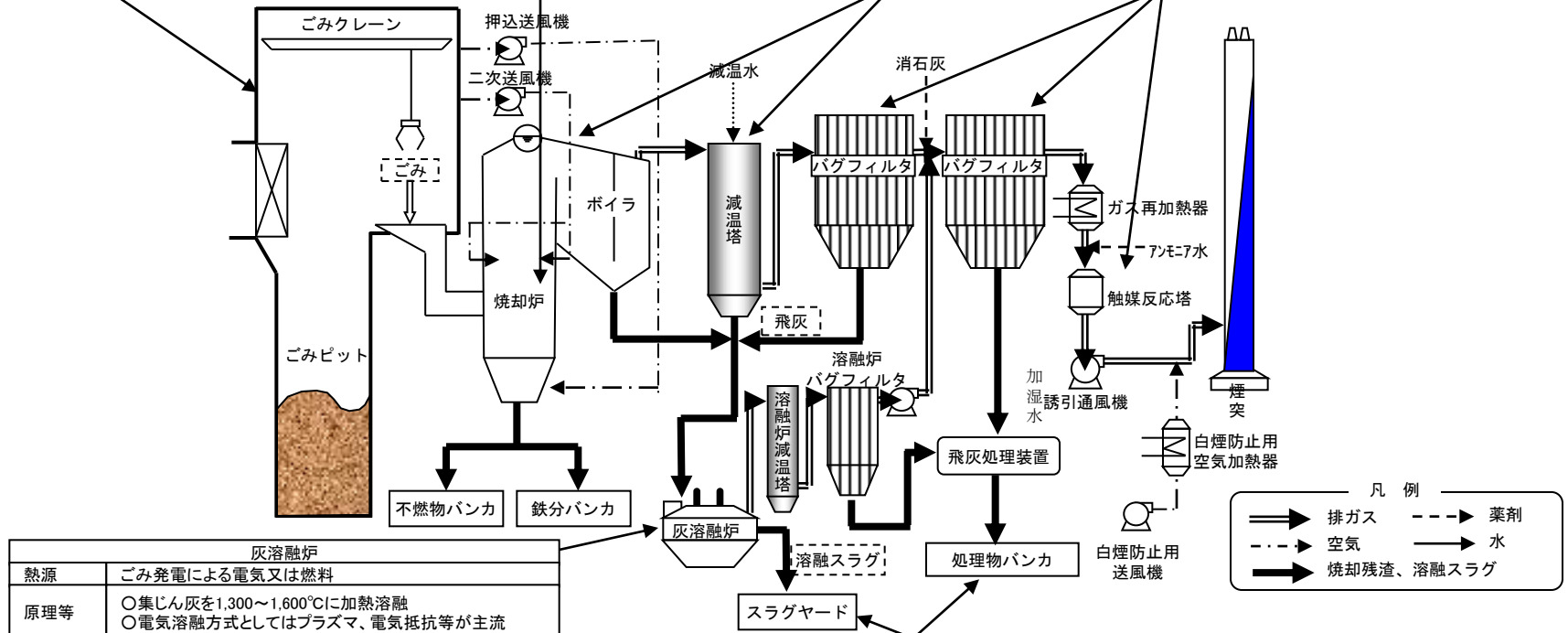
流動化の強弱によって、ごみの燃焼速度（乾燥・熱分解（ガス化）速度）を変える

受入・供給設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破碎が必要(300mm以下)
ビット & クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のビットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解

焼却炉	
熱源	○ごみの持つ熱量。必要に応じて助燃(灯油等)
原理等	<ul style="list-style-type: none"> ○600°C前後の砂層に下部から空気を吹き込んで沸騰状態とし、その中でごみを短時間に乾燥・熱分解する。熱分解ガスはフリーボードで高温雰囲気中で完全燃焼する。 ○ごみ中の可燃分・水分は排ガスとして放出され、灰分が残る
構造	<ul style="list-style-type: none"> ○焼却炉は砂層部、熱分解ガスを燃焼させるフリーボード部より構成。炉内に可動する装置はない。 ○本体は耐火レンガ、キャストアルにより構成
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 不燃物(金属類を含む)と焼却飛灰 ○排ガス: 発生量はストーカ式焼却炉と同程度

ガス冷却設備	
原理等	○バグフィルタ等の排ガス処理装置を保護し、ダイオキシン類の再合成を抑制するため、排ガス温度を200°C以下に冷却
構造	○ボイラ・減温塔等より構成

排ガス処理設備	
ばいじん対策	○バグフィルタにより0.01~0.03g/m ³ N以下
ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○排ガスを再燃室で850°C以上で2秒以上滞留させることにより完全燃焼させ発生抑制 ○活性炭+バグフィルタ又は触媒反応塔等により0.1ng-TEQ/m³N以下
塩化水素 硫酸化物対策	○消石灰の噴霧とバグフィルタで50ppm以下
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼管理で100~150ppm以下 ○50ppm以下とするには脱硝装置が必要



灰溶融炉	
熱源	ごみ発電による電気又は燃料
原理等	<ul style="list-style-type: none"> ○集じん灰を1,300~1,600°Cに加熱溶融 ○電気溶融方式としてはプラズマ、電気抵抗等が主流
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 溶融スラグ ○排ガス: 電気式は燃料式と比較して発生量が少ない。

処理後生成物排出	
溶融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融スラグは溶融炉より連続的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
焼却集じん灰	<ul style="list-style-type: none"> ○薬剤処理後、埋立処分(ダイオキシン類分解のため、加熱脱塩素化装置を設ける場合もある。) ○2段バグフィルタとし、前段集じん灰: 溶融処理、後段集じん灰: 薬剤処理後埋立
溶融集じん灰	○バグフィルタで捕集した飛灰、反応物は薬剤処理後、埋立処分

流動床+灰溶融方式の概要(一例)

4) 熱分解ガス化溶融

(1) 流動床式ガス化溶融炉

- ・流動空気を絞り部分燃焼ガス化を行う
- ・発生した熱分解ガスとチャー等を巡回溶融炉でごみ中灰分を溶融し、スラグとして回収
- ・流動砂温度は550~600℃としてガス化反応を緩慢化
- ・鉄、アルミ等は未酸化状態で排出されるため資源化しやすい

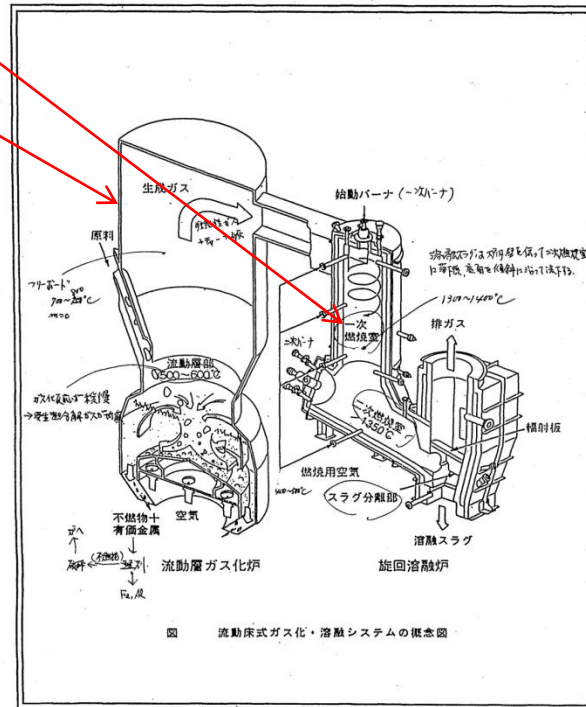
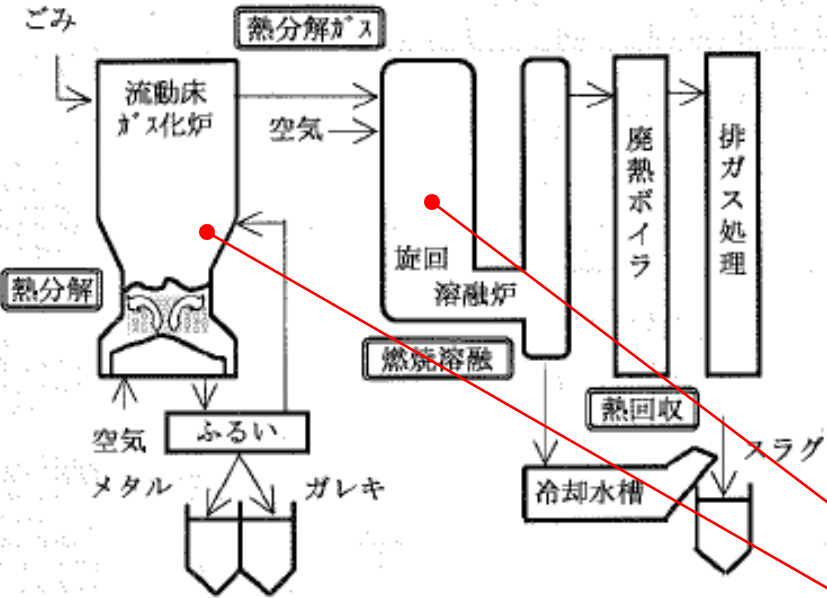
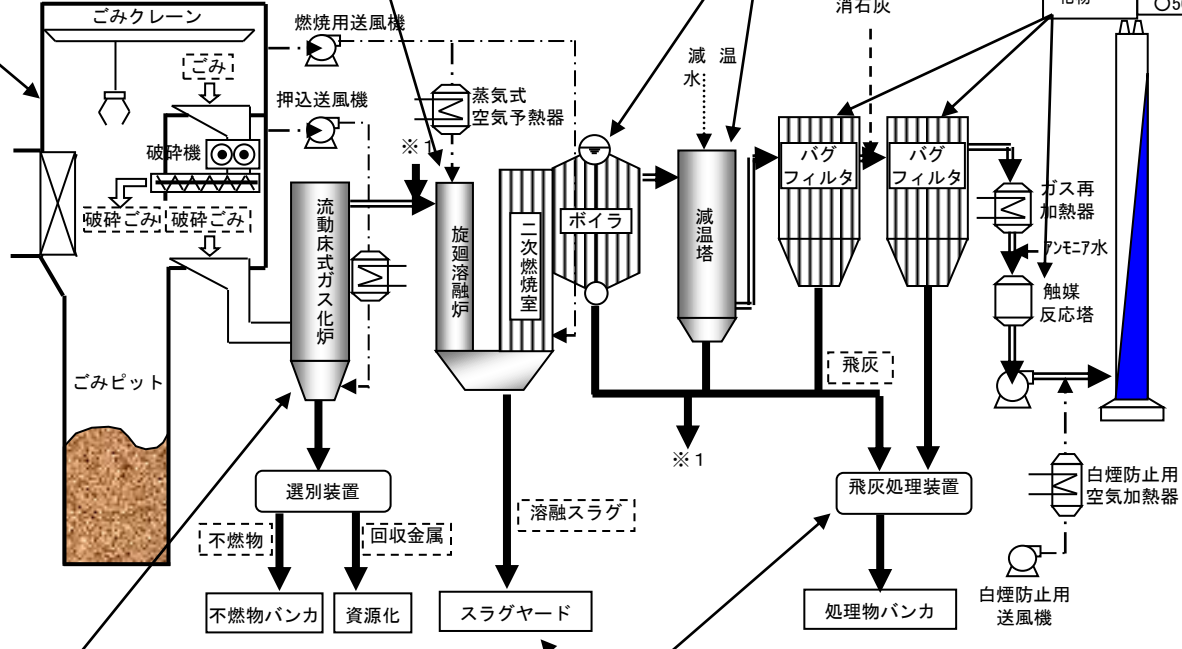


図 流動床式ガス化・溶融システムの概念図

受入・供給設備		高温燃焼・溶融		ガス冷却設備		排ガス処理設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破碎が必要(300mm以下) 	熱源	○熱分解ガスとチャーを含む排ガスに高温空気を加え、高速燃焼	原理等	○バグフィルタ等の排ガス処理装置を保護し、ダイオキシン類の再合成を抑制するため、排ガス温度を200℃以下に冷却	ばいじん対策	○バグフィルタにより0.01~0.03g/m ³ 以下
ピット & クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のピットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解 	原 理 等	○熱分解ガス・チャーで1,300℃程度的高温燃焼状態をつくり、この中でチャー等の灰分を巡回溶融	構造	○ボイラ・減温塔より構成	ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○排ガスを二次燃焼室で850℃以上で2秒以上滞留させることにより完全燃焼させ発生抑制 ○活性炭+バグフィルタ又は触媒反応塔等
		構造	○円筒型構造で空気供給装置、バーナ、出滓口等より構成			塩化水素 硫酸化物対策	○消石灰の噴霧とバグフィルタで50ppm以下
		生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物：溶融スラグ及び溶融飛灰 ○排ガス：低空気比(1.4程度)燃焼に伴う排ガス(焼却より少) 			窒素酸化物	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼管理(低空気比)で100~150ppm以下 ○50ppm以下とするには脱硝装置が必要

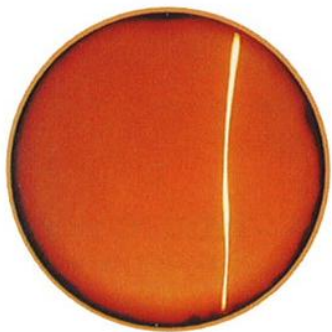


熱分解・ガス化	
熱源	○低空気比(0.7程度)燃焼によりごみを部分燃焼させ砂層を500~600℃に保持
原理等	○砂層の熱によりごみは砂層内で熱分解・ガス化
構造	○砂層部、フリーボード部より構成され、炉壁はキャストブル構造のものが多い。
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物：熱分解チャー、ガレキ・鉄・アルミ(酸化されていない) ○熱分解ガス：水素、一酸化炭素、メタン、二酸化炭素等からなる高カロリーガス

処理後生成物排出	
溶融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融スラグは、溶融炉下部より連続的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
溶融集じん灰	<ul style="list-style-type: none"> ○バグフィルタで捕集した集じん灰は薬剤処理後、埋立処分 ○スラグ化率を高めるため、2段階バグフィルタを採用(前段集じん灰：一部溶融処理、後段集じん灰：薬剤処理後埋立処分)することもある。

流動床式ガス化溶融方式の概要(一例)

流動床式ガス化溶融炉生成物等(一例)



スラグ落口
Slag disposal opening



スラグ
Slag

水砕スラグ



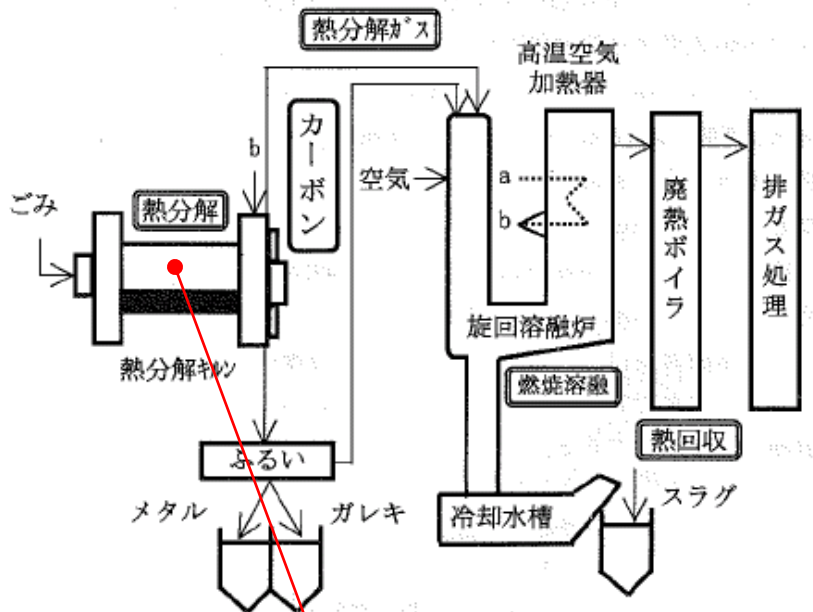
アルミ
Aluminum

炉下選別物

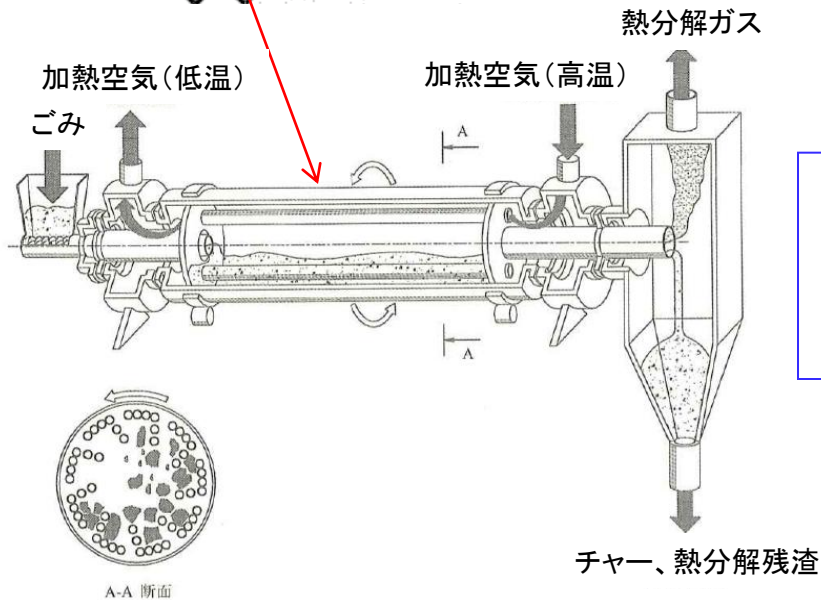


鉄分
ferrous material

(2)キルン式ガス化溶融炉



- ・ごみは熱分解ドラムに投入され、間接的に外部から加熱され、450℃程度の温度で熱分解される
- ・熱分解終了後ドラムの下部からチャー、不燃物等が排出される
- ・チャーと灰分は旋回溶融炉に送られ、そこで熱分解ガス、チャーを燃料として灰分を溶融し、スラグとして回収
- ・旋回溶融炉温度は約1,400℃程度



- ・キルンは若干傾斜して設置し、回転とともにごみは出口側に移動する。
- ・回転部と固定部の摺動部におけるシール機能と摩擦に考慮する。

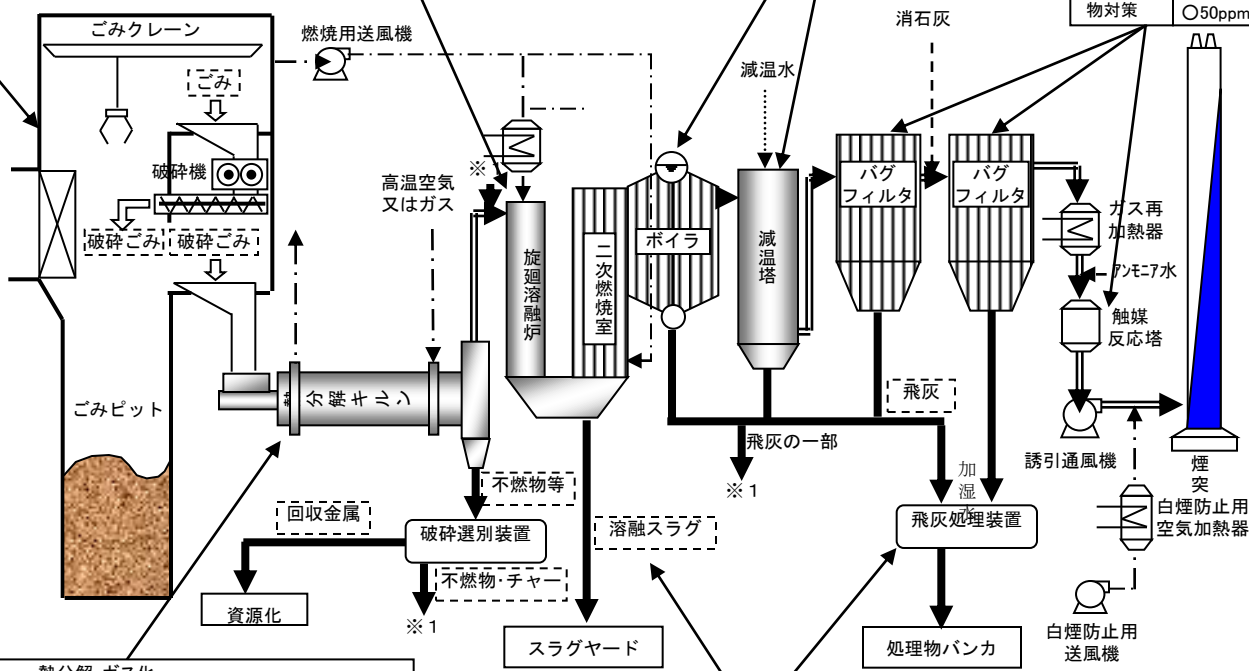
(出展:ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006改訂版、(社)全国都市清掃会議)

受入・供給設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破碎が必要(300mm以下)
ピット & クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のピットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解

高温燃焼・溶融	
熱源	○熱分解ガスとチャーを供給し、これに高温空気を加え、高速燃焼(一部150~200°Cの排ガス循環)
原理等	○熱分解ガス・チャーで1,300°C程度の高温燃焼状態をつくり、この中でチャー等の灰分が溶融
構造	○円筒型構造で、チャー供給装置、空気供給装置、バーナ、出滓口等より構成
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 溶融スラグ及び溶融飛灰 ○排ガス: 低空気比(1.4程度)燃焼に伴う排ガス(焼却より少)

ガス冷却設備	
原理等	○バグフィルタ等の排ガス処理装置を保護し、ダイオキシン類の再合成を抑制するため、排ガス温度を200°C以下に冷却
構造	○ボイラ・減温塔等より構成

排ガス処理設備	
ばいじん対策	○バグフィルタにより0.01~0.03g/m ³ N以下
ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○排ガスを二次燃焼室で850°C以上で2秒以上滞留させることにより完全燃焼させ発生抑制 ○活性炭+バグフィルタ又は触媒反応塔等により0.1ng-TEQ/m³N以下
塩化水素硫酸黄酸化物対策	○消石灰の噴霧とバグフィルタで50ppm以下
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼管理(低空気比)で100~150ppm以下 ○50ppm以下とするには脱硝装置が必要

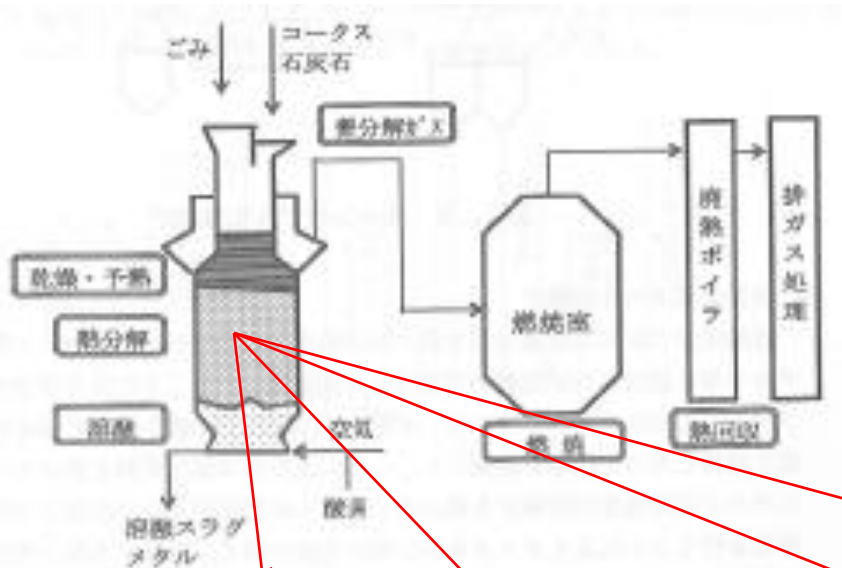


熱分解・ガス化	
熱源	○排ガスとの熱交換またはバーナ加熱による高温空気(500°C程度)
原理等	○ごみは高温空気又は高温ガスにより間接的に加熱され、蒸し焼き状態(ほとんど酸素がない状態)で固形物と熱分解ガスに分離
構造	○円筒を横にしたドラム(内部には高温空気を通す伝熱管)
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物: 熱分解チャー、ガレキ・鉄・アルミ(酸化されていない) ○熱分解ガス: 水素、一酸化炭素、メタン、二酸化炭素等からなる高カロリーガス

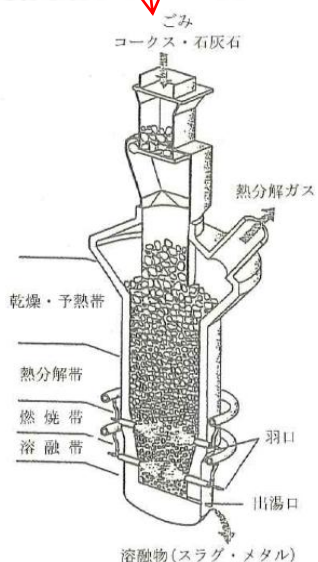
処理後生成物排出	
溶融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融スラグは、溶融炉下部より連続的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
溶融集じん灰	<ul style="list-style-type: none"> ○バグフィルタで捕集した集じん灰は、薬剤処理後、埋立処分 ○スラグ化率を高めるため、2段バグフィルタを採用(前段集じん灰: 溶融処理、後段集じん灰: 薬剤処理後埋立処分)することもある。

キルン式ガス化溶融方式の概要(一例)

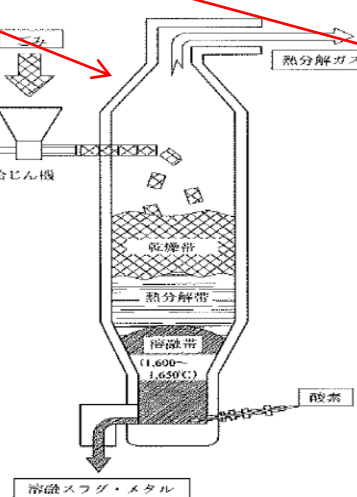
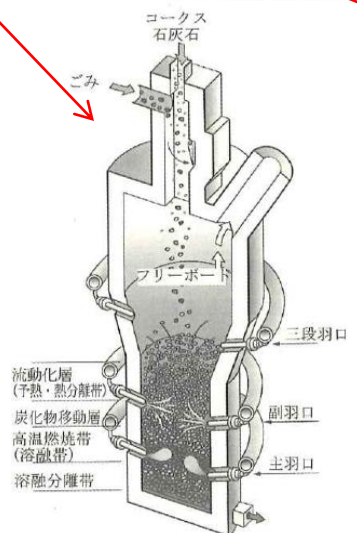
(3)シャフト炉式ガス化溶融炉



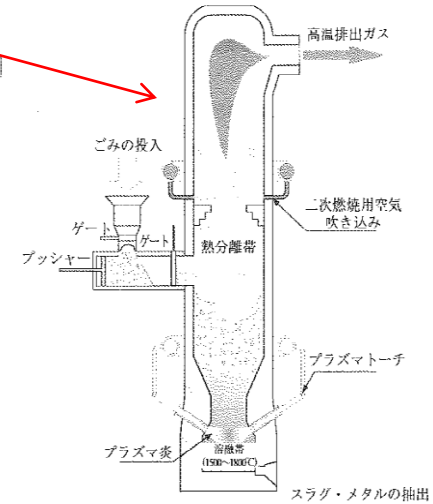
- ・炉の上部からごみ、コークス、石灰石を投入
- ・上部から乾燥・予熱帯、熱分解帯、燃焼・溶融帯に区分
- ・発生ガスは別置の燃焼室で完全燃焼
- ・ガス化した後の残渣はコークスとともに燃焼・溶融帯で溶融し、スラグとして回収
- ・溶融温度は約1,700~1,800°C程度
- ・スラグは水で急冷し、鉄は磁選機で分離回収



コークスベッド式



酸素式



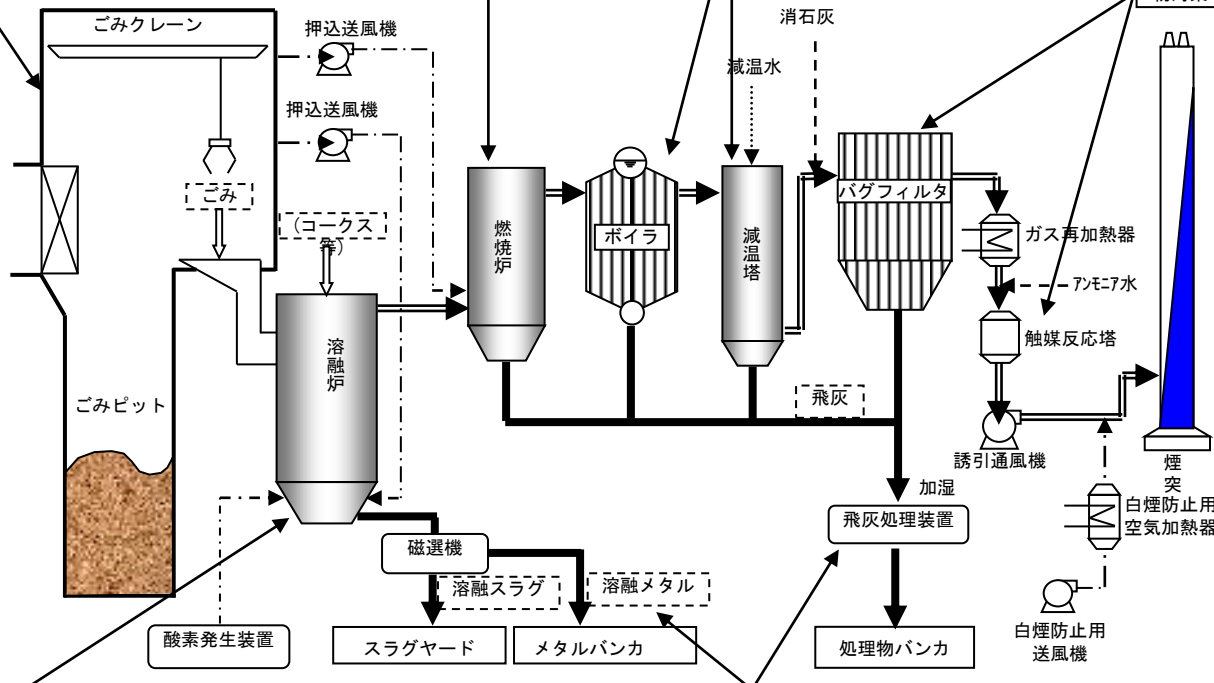
プラズマ式

受入・供給設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破砕が必要(300mm以下)
ピット & クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のピットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解

燃焼炉	
熱源	○熱分解ガスの持つ熱量
原理等	○溶融炉で発生した熱分解ガスに燃焼用空気を供給し、800°C～950°Cで完全燃焼させる
構造	○堅型円筒構造で、空気供給装置、バーナ、残渣排出装置より構成
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物：溶融飛灰 ○排ガス：高空気比(1.5～1.7)燃焼に伴う排ガス(焼却と同程度)

ガス冷却設備	
原理等	○バグフィルタ等の排ガス処理装置を保護し、ダイオキシン類の再合成を抑制するため、排ガス温度を200°C以下に冷却
構造	○ボイラ・減温塔等より構成

排ガス処理設備	
ばいじん対策	○バグフィルタにより0.01～0.03g/m ³ N以下
ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○排ガスを燃焼室で850°C以上で2秒以上滞留させることにより完全燃焼させ発生抑制 ○活性炭+バグフィルタ又は触媒反応塔等により0.1ng-TEQ/m³N以下
塩化水素 硫酸 硝酸 物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融炉へ投入する石灰石により発生抑制 ○消石灰の噴霧とバグフィルタで50ppm以下
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼管理で100～150ppm以下 ○50ppm以下とするには脱硝装置が必要

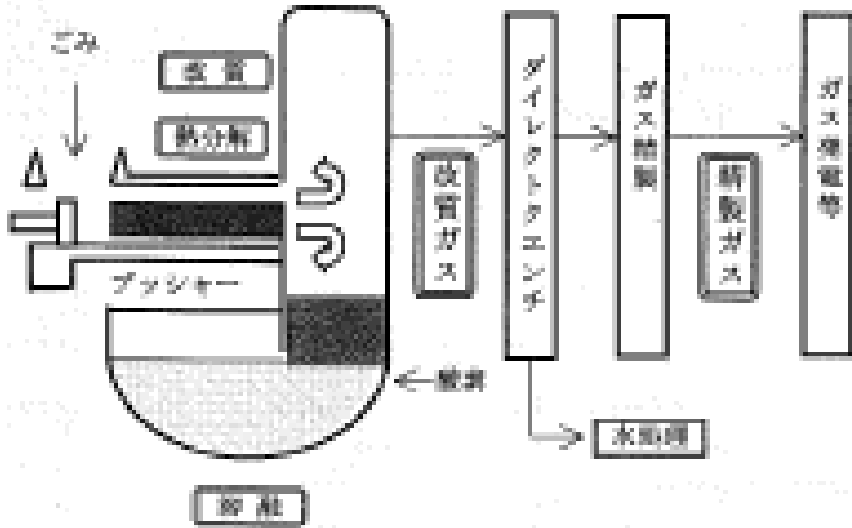


溶融炉	
熱源	○コークス(26,400～31,400kJ/kg)又はLPガス
原理等	○投入されたごみは予熱・乾燥(300°C)、熱分解(300～1000°C)を受け、シャフト炉下部でコークス等の燃焼による1,700～1,800°Cの高温雰囲気中で溶融
構造	○耐火物堅型円筒構造
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物：溶融スラグと金属を排出し、選別・貯留 ○熱分解ガス：水素、一酸化炭素、メタン、二酸化炭素等からなる高カロリーガス

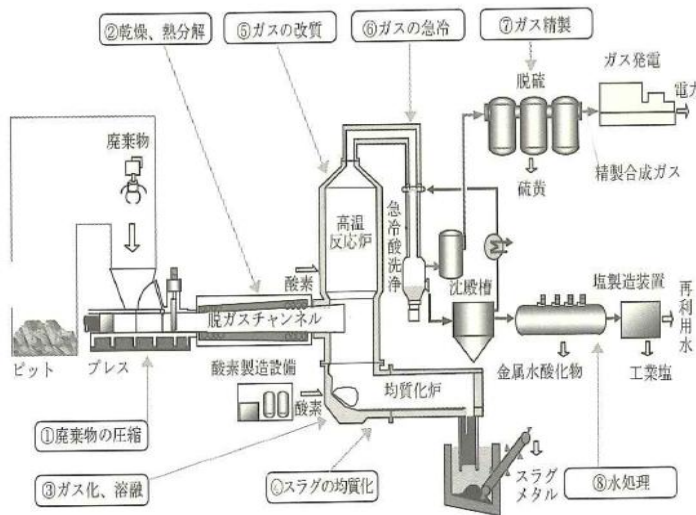
処理後生成物排出	
溶融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○溶融スラグは、溶融炉下部より連続的又は間欠的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
溶融集じん灰	○バグフィルタで捕集した集じん灰は、薬剤処理後、埋立処分(ダイオキシン類分解のため、加熱脱塩素化装置を設ける場合もある。)

シャフト式ガス化溶融方式の概要(一例)

(4)ガス化改質炉



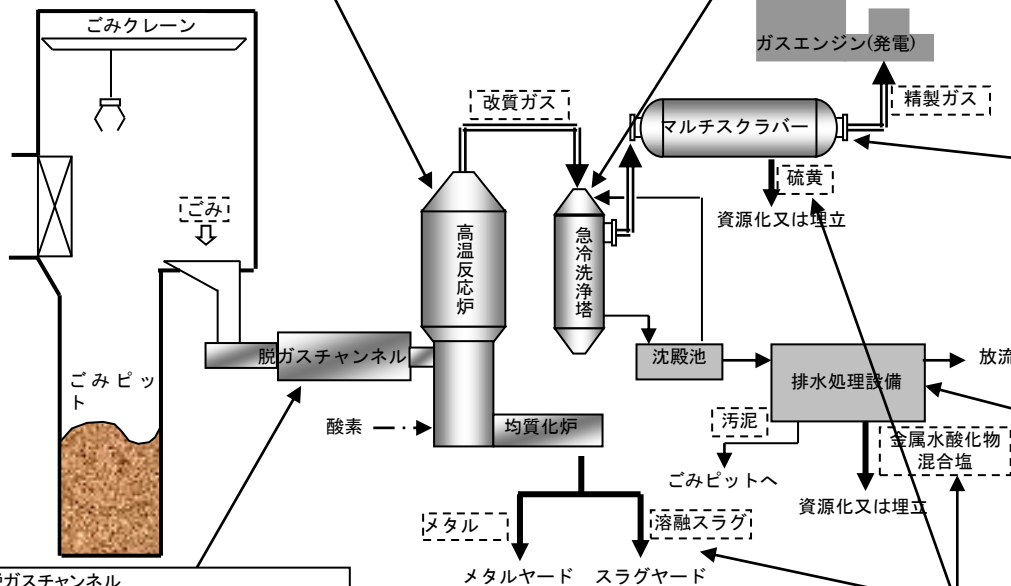
- ・ごみはガス化される前にプレス機で約1/5～1/10に圧縮される
- ・この成形ごみが脱ガスチャンネルに押し込まれ、間接加熱により熱分解される
- ・熱分解ガスは上部の改質炉へ、チャーは下部の溶融炉へ落下
- ・改質されたガスは洗浄された後化学原料やガスエンジンの燃料となる
- ・改質温度は約1,200°C程度



受入・供給設備	
前処理	<ul style="list-style-type: none"> ○特に前処理は不要 ○可燃性粗大ごみは前段でのせん断破碎が必要(300mm以下)
ピット & クレーン	<ul style="list-style-type: none"> ○点検補修による炉停止時にも対応できる容量のピットに貯留 ○臭気対策として内部空気を吸引し燃焼炉で臭気成分を燃焼分解

高温反応炉・均質化炉	
熱源	○熱分解チャーの熱量及び均質化炉下部への純酸素吹き込み
原理等	<ul style="list-style-type: none"> ○熱分解チャーを純酸素で高温燃焼(2,000℃)させ熔融する(熱分解ガスは熔融に寄与しない) ○1,200℃に維持された高温反応炉で脱ガスチャンネル及び均質化炉から発生した熱分解ガスを2秒以上滞留させることにより、ダイオキシン類やタール分の分解・改質を行う
構造	○高温反応炉は堅型円筒構造、均質化炉は横型円筒構造 酸素供給装置、出滓口等より構成
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物:メタルとスラグを排出し、選別・貯留 ○熱分解ガス:水素、一酸化炭素、メタン、二酸化炭素等からなる高カロリーガス(飛灰を含む)

ガス急速冷却	
原理等	多量の水により1,200℃から70℃まで急速に冷却し、改質ガスを洗浄・分離する。
ばいじん対策	○排ガス洗浄により粒子状物質は排水側に移行し、水酸化金属や混合塩等として排出される
ダイオキシン類対策	<ul style="list-style-type: none"> ○高温反応炉での2秒以上の滞留やガス急冷により、精製ガス中のダイオキシン類濃度は0.1ng-TEQ/m³_N以下 ○精製ガスの燃焼排ガスも0.1ng-TEQ/m³_N以下
塩化水素・硫黄酸化物	○排水側に移行し、塩として回収される他、ガス生成での脱硫により硫黄として回収される
窒素酸化物対策	<ul style="list-style-type: none"> ○精製ガス中には窒素として存在する。ガスエンジン等で発電を行う場合は窒素酸化物が発生する ○脱硝装置により50ppm以下



ガス精製	
原理等	○グリセリンやキレート剤等を用いて脱硫や除湿などを行いガスを精製する。
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○精製ガス:水素、一酸化炭素、二酸化炭素を中心とした可燃性ガス ○硫黄:不純物として硫黄を排出(再利用可能)

水処理	
原理等	○排水中にはばいじんや塩、重金属類が含まれるため、これらを除去・回収するため、電気透析法や逆浸透法等により除去
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○金属水酸化物:不純物として水酸化された重金属類が排出される(再利用可能) ○混合塩:脱塩装置によって除去された塩が排出される(再利用可能) ○汚泥:排水処理汚泥はごみピットへ返送され、最終的にはスラグとなる。

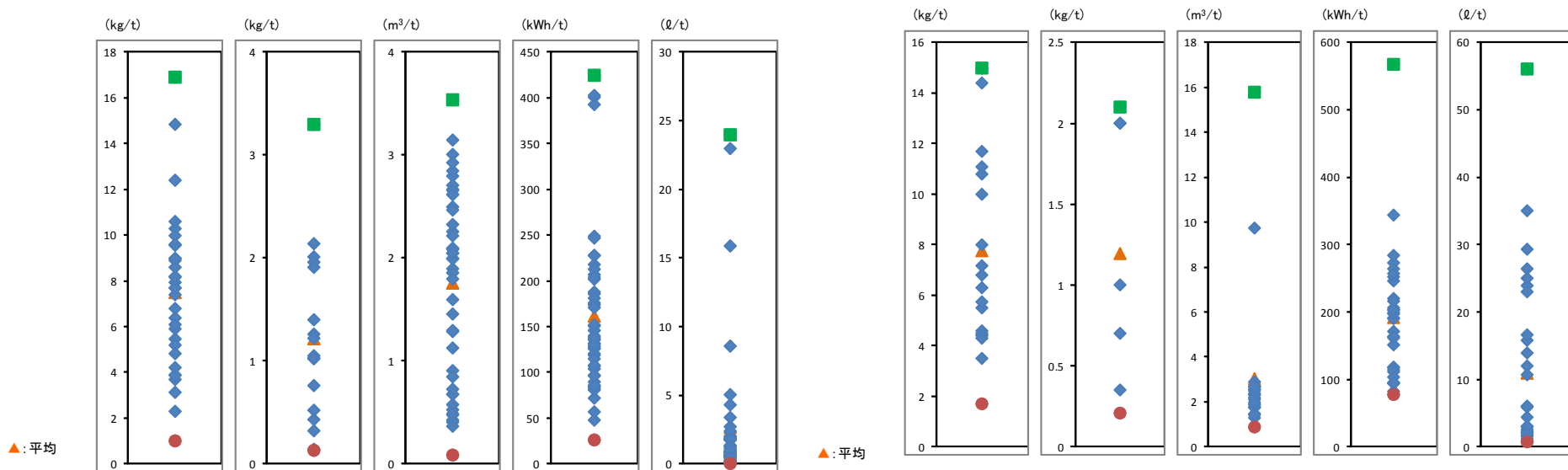
脱ガスチャンネル	
熱源	○乾燥熱源は精製ガスの燃焼排ガス ○熱分解は高温反応炉からの予熱
原理等	○供給されたごみを1/5程度に圧縮し、間接加熱により乾燥及び熱分解を行う。
構造	○横型熱分解炉(外部に高温空気を通す伝熱管)及びごみ圧縮装置
生成物	<ul style="list-style-type: none"> ○固形物:熱分解チャー、不燃物 ○熱分解ガス:水素、一酸化炭素、メタン、二酸化炭素から成る高カロリーガス

処理後生成物排出	
熔融スラグ	<ul style="list-style-type: none"> ○熔融スラグは、熔融炉下部より連続的に出滓 ○スラグ冷却方式には水冷方式と空冷(徐冷)方式がある ○重金属はスラグ中に固定され、ダイオキシン類は分解されている
混合塩等	<ul style="list-style-type: none"> ○排水処理設備より、混合塩、金属水酸化物が回収される。 ○脱硫設備から硫黄が回収される。
精製ガス	○水素、一酸化炭素、二酸化炭素を主成分とする生成ガスが得られる。ガスエンジンによる発電や化学工業原料などに利用される。

ガス化改質方式の概要(一例)

5) 焼却施設の各種ユーティリティ実績

(平成18～21年度精密機能検査結果((財)日本環境衛生センター調べ))

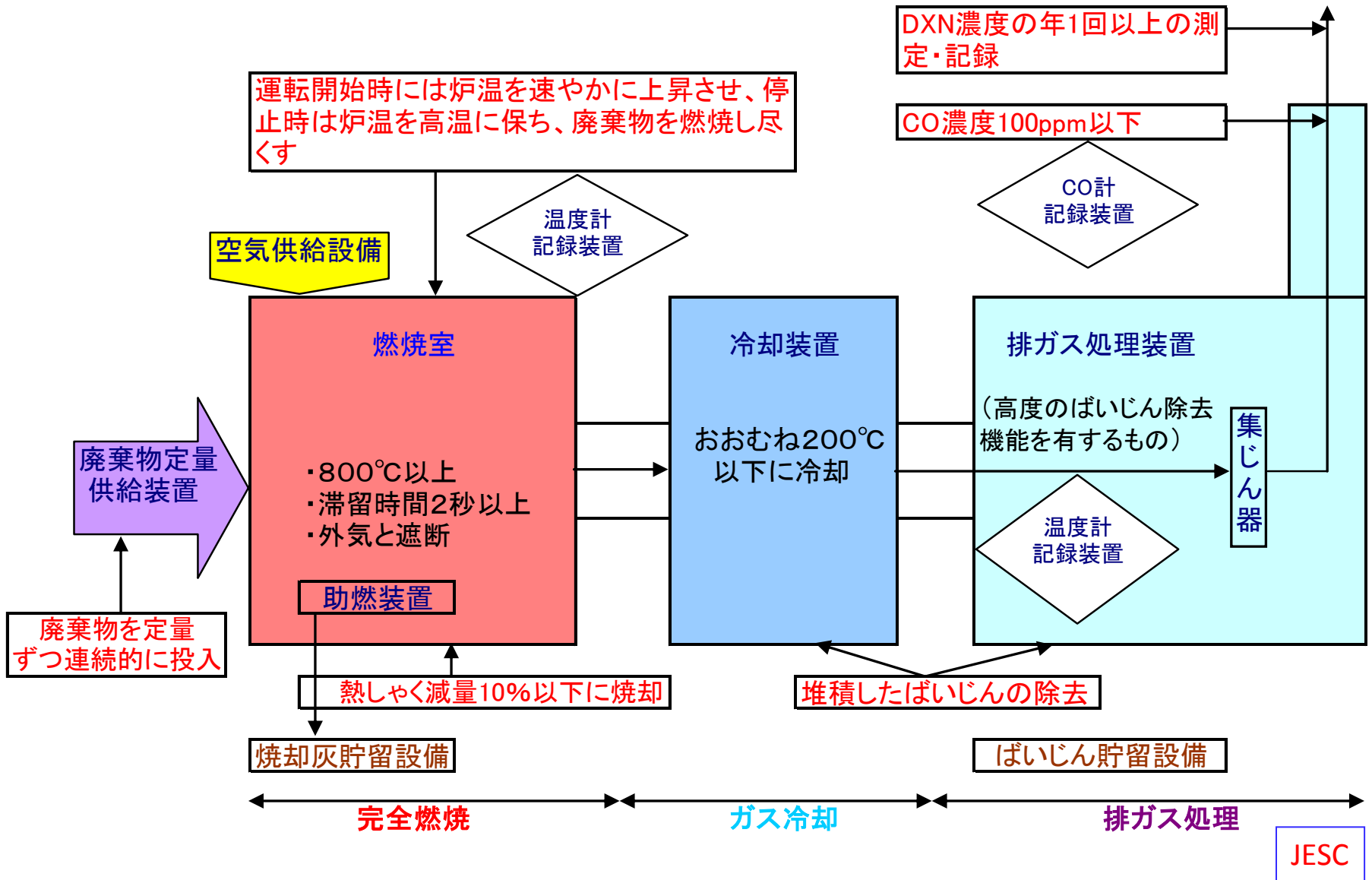


		消石灰使用量 (kg/t)	活性炭使用量 (kg/t)	用水使用量 (m ³ /t)	電気使用量 (kWh/t)	助燃使用量 (ℓ/t)
全連	平均	7.49	1.21	1.76	162	2.63
	範囲	1.02～16.9	0.13～3.3	0.09～3.54	26.29～425	0.04～24
	個数	32	17	44	49	48

		消石灰使用量 (kg/t)	活性炭使用量 (kg/t)	用水使用量 (m ³ /t)	電気使用量 (kWh/t)	助燃使用量 (ℓ/t)
その他	平均	7.75	1.19	3.03	192	10.93
	範囲	1.7～15	0.207～2.1	0.89～15.8	77.1～568	0.76～56
	個数	20	7	24	31	31

処理方式	消石灰使用量 (kg/t)	活性炭使用量 (kg/t)	用水使用量 (m ³ /t)	電気使用量 (kWh/t)	助燃使用量 (ℓ/t)
流動床式ガス化溶融	6.84	0.21	0.96	132	13.3
流動床式ガス化溶融	—	—	—	307	30.4
キルン式ガス化溶融	—	0.5	0.8	490	13.1
キルン式ガス化溶融	—	—	3.5	361	261
キルン式ガス化溶融	12.9	1.54	—	—	2.88
キルン式ガス化溶融	—	—	0.88	289	48.1

6) 廃棄物焼却施設の構造・維持管理基準のイメージ



7)ごみ焼却施設に係る各種法基準値

●ごみ焼却施設を計画するにあたっては、以下の基準等を遵守する

ばいじんの排出基準

(総理府令第27号、平成10年4月10日)

処理能力	排出基準 (g/m ³ N) ¹⁾		貴組合自主基準値
	一般	特別 ²⁾	
4t/h以上	0.04	0.04	—
2t/h～4t/h未満	0.08	0.08	0.01
2t/h未満	0.15	0.15	—

1) 残存酸素濃度12%換算値

2) 特別排出基準の適用は規模別別表第五の地域

窒素酸化物の排出規制基準

施設の種類の種類	施設規模	排出基準(ppm)	貴組合自主基準値
連続炉	—	250	50
連続炉以外のもの	4万m ³ N以上	250	—
	4万m ³ N未満	—	—

浮遊回転式炉を除く、排出基準は残存酸素濃度12%換算値

排ガスに係る大気排出基準 (ダイオキシン類)

種類	施設規模	基準 (ng-TEQ/m ³ N)	貴組合自主基準値
廃棄物焼却炉	4,000kg/h以上	0.1	—
焼却能力50kg/h以上又は火床面積0.5m ² 以上	2,000kg/h～4,000kg/h未満	1	0.1
	2,000kg/h未満	5	—

排ガスに係る大気排出基準 (塩化水素、硫黄酸化物)

項目	排出基準	貴組合自主基準値
塩化水素	700/m ³ N (430ppm)	70ppm
硫黄酸化物	K値	K値=14.5 30ppm

廃棄物処理法施行規則第四条の一(抜粋)

七 焼却施設 (ガス化改質方式の焼却施設を除く。) にあっては、次の要件を備えていること。

ロ 次の要件を備えた燃焼室が設けられていること。

- (1) 燃焼ガスの温度が摂氏八百度以上の状態でごみを焼却することができるものであること。
- (2) 燃焼ガスが、摂氏八百度以上の温度を保ちつつ、二秒以上滞留できるものであること。
- (5) 燃焼に必要な量の空気を供給できる設備 (供給空気量を調整する機能を有するものに限る。) が設けられていること。

ハ 燃焼室中の燃焼ガスの温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。

ト 焼却施設の煙突から排出される排ガス中の一酸化炭素の温度を連続的に測定し、かつ、記録するための装置が設けられていること。

ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン(抜粋)

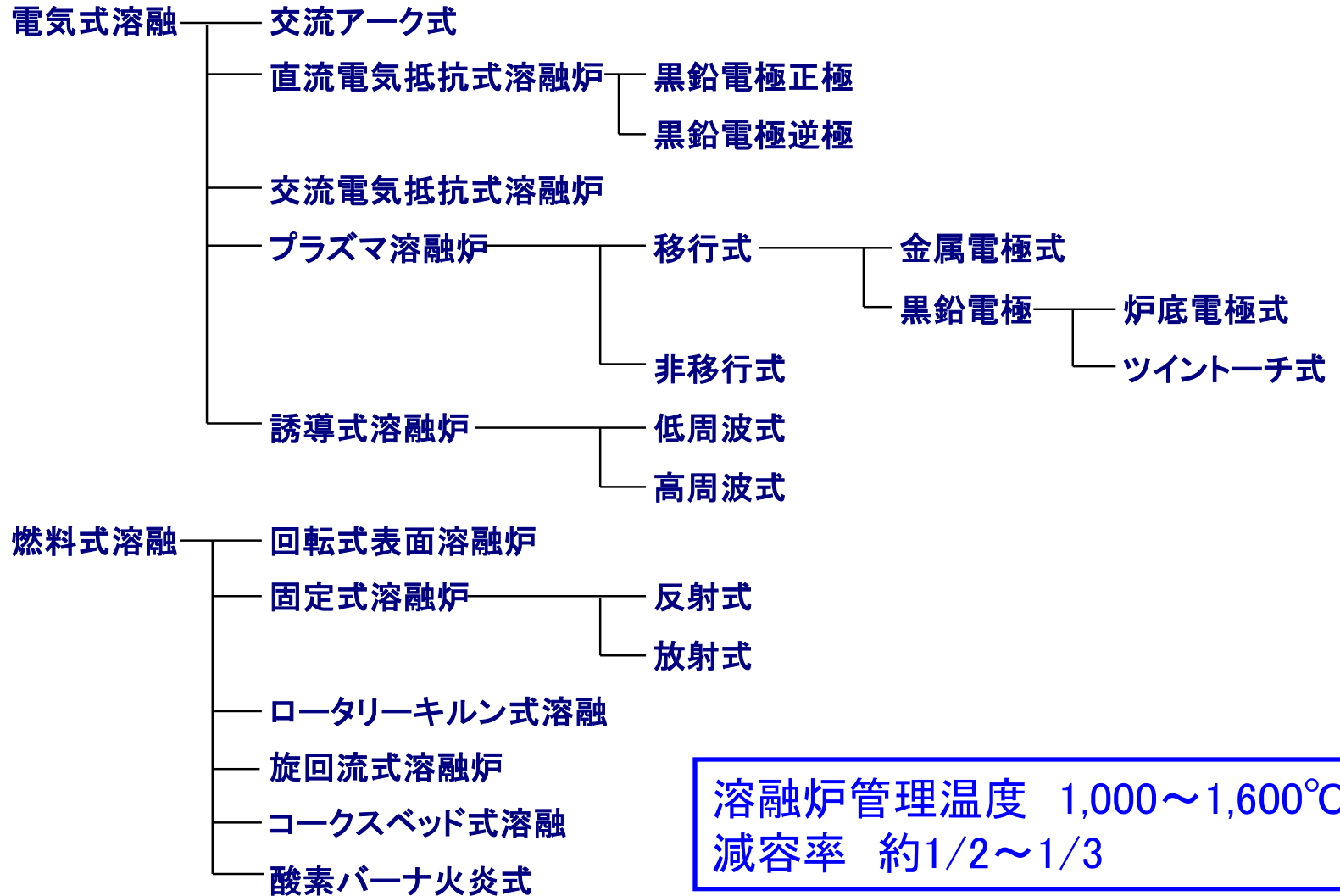
焼却炉

焼却炉の設計に際しては、炉形式、構造、炉規模、燃焼方法、ごみ質等を考慮するとともに、安定した燃焼の継続に配慮しつつ、下記条件を指標に維持管理すること。

- ・ 燃焼温度 : 850℃以上(900℃以上が望ましい)
- ・ 上記燃焼温度でのガス滞留時間 : 2秒以上
- ・ 煙突出口の一酸化炭素(CO)濃度 : 30ppm以下
(O₂12%換算値の4時間平均値)
- ・ 安定燃焼 : 100ppmを超えるCO濃度瞬時値のピークを極力発生させないように留意

上記条件は、温度計に加えてCO連続分析計及びO₂連続分析計を設置し監視するものとする。

IV. 焼却残渣溶融技術(灰溶融炉の分類)



1)一般廃棄物、下水汚泥などの道路用溶融スラグ (JIS A 5031、5032)

○溶出、含有量基準

項目	溶出量	含有量
Cd	≦0.01	≦150
Pb	≦0.01	≦150
Cr ⁺⁶	≦0.05	≦250
As	≦0.01	≦150
T-Hg	≦0.0005	≦15
Se	≦0.01	≦150
F	≦0.8	≦4000
B	≦1	≦4000
単位	mg/L	mg/kg

○粒度

○表乾密度:2.45g/cm³、ばらつきの少ないもの

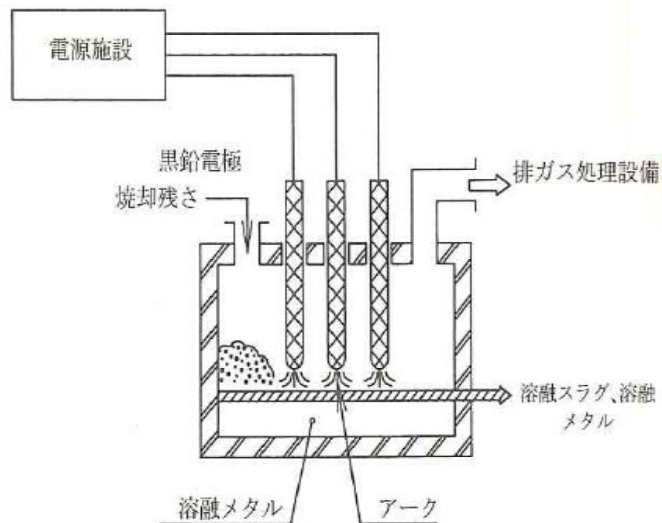
○吸水率:3.0%以下

○すりへり減量:30%以下(単粒度溶融スラグ)
50%以下(粒度調整溶融スラグ)

以下のものは適用範囲外

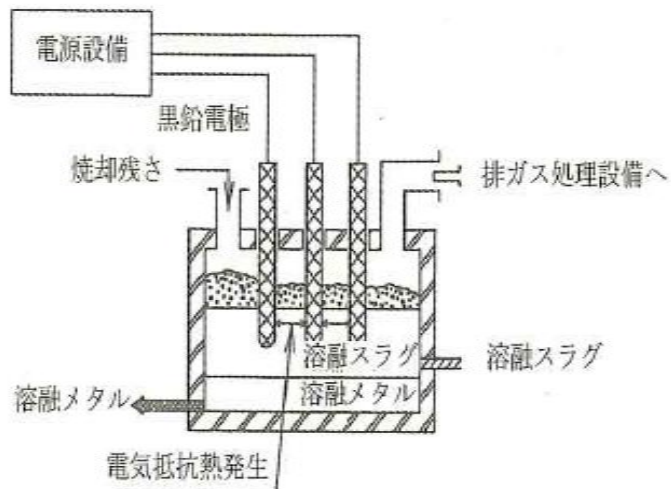
- ・産廃溶融スラグ
- ・不法投棄廃棄物の溶融スラグ
- ・掘り起こし物の溶融スラグ

2)電気式溶融炉(一例)



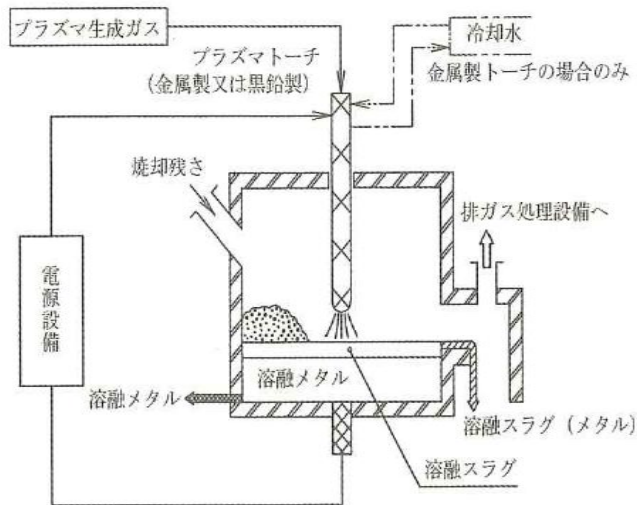
交流アーク式溶融炉

- ・炉上部の黒煙電極に交流電圧を印加
- ・炉底部の熔融スラグとの間に高温(3000~5000°C)のアークプラズマを発生させてアーク熱と電気抵抗熱により加熱し、焼却残渣を溶融する

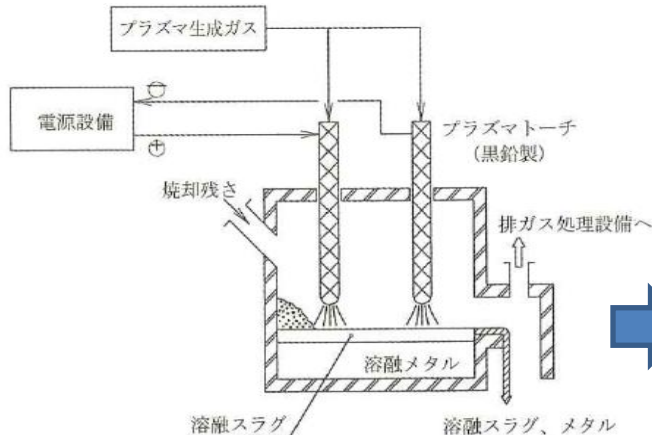


交流電気抵抗式溶融炉

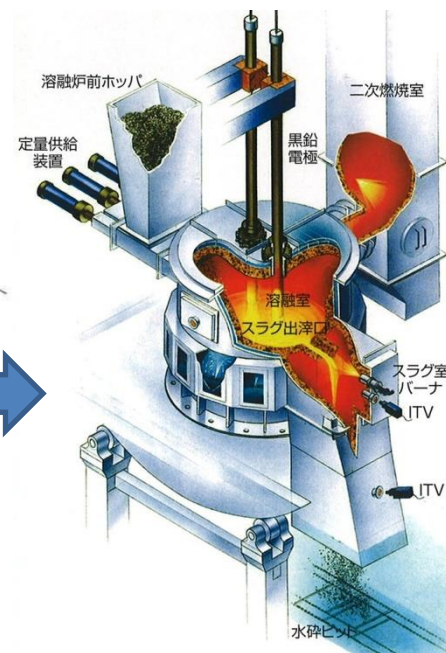
- ・炉上部の黒煙電極に交流電圧を印加
- ・熔融スラグが電気抵抗体となり電気抵抗熱を発生
- ・その熱で熔融スラグを高温に保持し、熔融スラグ上層の焼却残渣を放射熱、熱伝導で加熱溶融する



シングルトーチ式



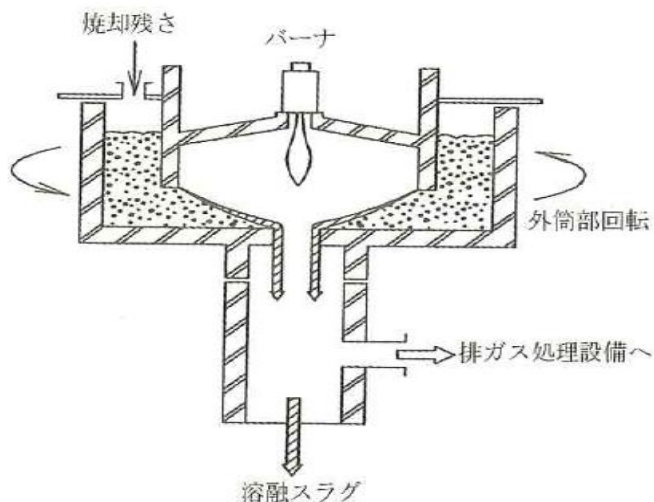
ツイントーチ式



プラズマ式溶融炉

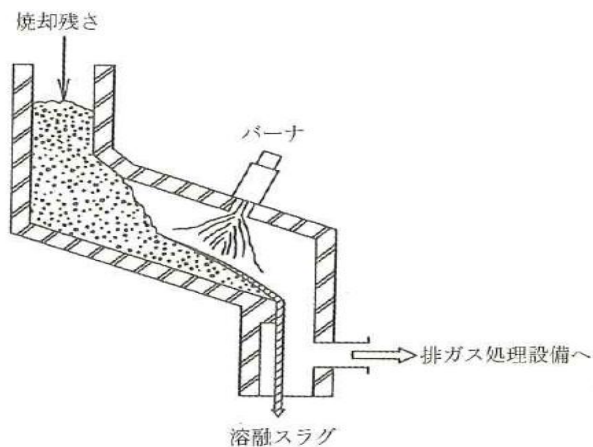
- ・炉上部のプラズマトーチに電圧を印加して、アーク放電を発生させる
- ・これにプラズマ生成ガスを通すことにより高温(アークプラズマが2000~3000℃)のプラズマガスを発生、噴出させ、炉内焼却残渣を溶融する
- ・プラズマトーチは水冷式の金属電極と黒鉛電極がある
- ・金属電極はトーチの水冷分の熱損失を伴うが寿命は長い
- ・黒鉛電極は消耗型、トーチの水冷がない分、熱損失が小さい

3)燃料式溶融炉(一例)



回転式表面溶融炉

- ・ 縦型二重円筒構造
- ・ 炉天井部のバーナにより気体又は液体燃料を燃焼させ、外筒と内筒の間に供給される焼却残渣を表面から加熱溶融する
- ・ 外筒と炉底は一体構造で、緩速回転する



反射式表面溶融炉

- ・ バーナにより気体又は液体燃料を燃焼させる。
- ・ 炉内温度を1400～1450℃に加熱昇温し、炉内の焼却残渣を表面から加熱溶融する

4)焼却残渣溶融方式の課題

(1)多くのエネルギーを必要とする

・電気式:約1,400kWh/灰t*

〔 電極耐用度
黒鉛電極:約5日/本、金属電極:約4.6週/本 〕

・燃料式:約290L/灰t*(廃プラスチックを燃料の一部として燃料を削減することは可能)

(2)長期連続安定運転の確保が難しい*

溶融塩類による溶融炉内、二次燃焼室、ダクト等での付着・閉塞
→溶融炉内温度管理の徹底、飛灰混入率の検討、飛灰投入の一時停止、ダクト等の改造

(3)溶融スラグリサイクル先の確保*

- ・溶融スラグのリサイクル先としてはコンクリート二次製品、路盤材等
- ・しかし、最終処分場の覆土材も多い
- ・計画にあたっては、リスク分散から複数のリサイクル先の確保が重要

なお、環境省の平成15年12月16日付け事務連絡によると、以下の要件を満たすことにより溶融固化設備の設置を要しない

- ①焼却灰やセメントや各種土木材料として再生利用する場合、
- ②最終処分場の残存容量が、概ね15年以上確保されている場合
- ③離島である等、溶融固化設備を整備することが合理的でないと判断できる場合

V. ごみ処理方式のまとめ

項目	直接焼却+灰溶融方式	ガス化溶融方式		
	ストーカ+灰溶融式	シャフト炉式	キルン式	流動床式
概略図				
概要	<p>①焼却炉はごみの移送と攪拌の機能を有する火格子床と耐火物で覆われた炉壁からなる。燃焼用空気は火格子下部から供給される。投入されたごみは、乾燥→燃焼→後燃焼の過程を経た後、灰となって炉より排出される。</p> <p>②灰は別に設けた溶融炉に供給して溶融する。</p>	<p>①ごみを製鉄用の溶鉱炉状の縦型炉(シャフト炉)上部から投入する。ごみは炉下部に下がるに従い乾燥→熱分解→溶融の過程を経た後、不燃物は全て溶融状態で炉底部から排出される。</p> <p>②ごみとともにコークスや石灰石を投入する機種、炉底部に高濃度酸素やLPGを吹き込む機種等いくつかのバリエーションがある。</p> <p>③炉上部から出る熱分解ガスは後段の燃焼室で完全燃焼する。</p>	<p>①横型回転キルン炉を間接加熱型熱分解炉として使用する。熱分解炉から排出される不燃物(ガレキ類)・炭化物(チャー)は後段の溶融炉に供給し溶融する。</p> <p>②溶融炉として旋回溶融炉を採用し熱分解ガスとチャーを一緒に燃焼する。</p>	<p>①流動床炉を直接加熱型熱分解炉として使用する。</p> <p>②熱分解ガスに随伴した炭化物(チャー)と灰分は後段の旋回溶融炉で高温燃焼させて溶融する。</p> <p>③金属類やガレキ等の不燃物は熱分解炉下部から排出される。ガレキ類を溶融する場合は破碎が必要である。</p>
長所	<p>①焼却炉は長い歴史を経て技術的にも成熟し、信頼性が最も高い。焼却炉の納入実績は、最も多い。</p> <p>②燃焼が安定しており、自動化・運転管理がしやすい。</p> <p>③助燃無しで処理できるごみの発熱量の下限が低い。</p>	<p>①ガス化溶融方式の中では最も長い歴史と多くの納入実績を持つ。</p> <p>②コークスを用いる機種は多様なごみ質に対応できる。</p> <p>③システム全体が簡潔である。</p> <p>④投入ごみの全てを溶融し、スラグとメタルに分離回収して利用できる。</p>	<p>①一定以上の発熱量のごみを処理する場合、ごみの燃焼熱のみで溶融が可能である。</p> <p>②従来方式(焼却方式)より排ガス量が少ない。</p> <p>③熱分解炉の出口残渣中から未酸化鉄・アルミ等の回収が可能である。</p>	<p>①一定以上の発熱量のごみを処理する場合、ごみの燃焼熱のみで溶融が可能である。</p> <p>②従来方式(焼却方式)より排ガス量が少ない。</p> <p>③熱分解炉の出口残渣中から未酸化鉄・アルミ等の回収が可能である。</p>
短所	<p>①焼却炉と灰溶融炉の二つのシステムを持つため建設に必要な面積が大きくなり、システム全体が複雑となる。</p> <p>②灰を溶融するために別途多くのエネルギーを必要とする。</p> <p>③焼却炉から排出される鉄は酸化しており、資源としての価値が低い。また、アルミも回収できない。</p>	<p>①いずれの機種もコークス、酸素(製造のために大量の電気が必要)、LPG等の副資材を必要とする。</p> <p>②コークスやLPGを使用するため二酸化炭素の排出量が他方式よりやや多い。</p> <p>③スラグの連続出滓が出来ない機種では、抜き出し時に人力を必要とする。</p>	<p>①炉内へごみを定量供給し、燃焼の安定化を図るため、ごみの前処理(粗破碎)が必要である。</p> <p>②熱分解キルン炉が大型のため、広い設置面積を必要とする。</p> <p>③システム全体がやや複雑である。</p> <p>④助燃無しで処理できるごみの発熱量の下限が他方式と比較して高い。</p>	<p>①炉内へごみを定量供給し、燃焼の安定化を図るため、ごみの前処理(粗破碎)が必要である。</p> <p>②熱分解炉の安定運転の確保が必要である。</p>

● 交付要件

施設規模 (t/日)	発電効率 (%)
100以下	12
100超・150以下	14
150超・200以下	15.5
200超・300以下	17
300超・450以下	18.5
450超・600以下	20
600超・800以下	21
800超・1,000以下	22
1,000超・1,400以下	23
1,400超・1,800以下	24
1,800超	25

前提条件

ごみの低位発熱量 : 8800KJ/kg
 燃焼空気比 : 1.4~1.5
 蒸気条件 : 400°C、4MP
 復水器形式 : 空冷式
 排ガス処理 : 乾式
 触媒再加熱 : なし
 (185°C程度の低温触媒採用)
 白煙防止 : なし

※その他の効率向上に資する新技術
 と組み合わせることにより左記発電効率
 以上の効率を達成することができれ
 ば、上記の設備諸元を必ずしも全て
 満たしている必要はない。

17

■ 維持管理計画

施設の長寿命化のための維持管理計画を策定すること。

■ ごみ処理の広域化

原則として、ごみ処理の広域化・集約化に伴い、既設施設の削減
 が見込まれること(焼却能力300t/日以上)の施設についても更なる
 広域化を目指すこととするが、これ以上の広域化が困難な場合につ
 いてはこの限りではない。

■ 高効率発電に必要な設備構成

交付率を1/2とするのは、高効率発電に必要な設備に限る。

■ 時限措置

交付率を1/2とするメニューは平成25年度までの時限措置。

(環境省作成資料)

JESC

VI. ごみ処理の広域化について

○経済性、環境保全性、技術面、資源化でみた広域化の特徴は以下のとおり

経済性

メリット: 施設の集約化により、スケールメリットが生じ、施設建設費や維持管理費の削減が期待できる。
デメリット: 収集運搬距離の延伸に伴い、運搬経費の増加や、中継施設等の整備費用が発生する可能性がある。

環境保全性

メリット: 施設の統合、集約化により、施設規模を大型化できて環境への影響を低く抑えることが可能となる。また、建設費が削減できる分、環境やその他対策に充てることができる。
デメリット: ごみや運搬車両が集中することに伴い、施設周辺の環境負荷の増加や、運搬距離の延伸による車両からの二酸化炭素発生量が増加する可能性がある。

技術面

メリット: ごみ処理の集約化に伴い、一定量のごみが確保でき、施設規模の大型化により安定的な施設の稼働が可能となるとともに、より高効率発電など高度な余熱利用が可能となる。
デメリット: 技術面において、想定されるデメリットはない。

資源化

メリット: ごみ処理の集約化に伴い、一定量の資源物の量が確保できるため、流通過程での合理化を図ることができ、販路の拡大を期待できる。
デメリット: 構成市町内のごみ排出方法や収集形態の統一を図る必要がある。なお、これにより住民への負担増となることから、住民の理解を求めることが必要となる。

VII. ごみ処理方式選定にあたって

■委員会を組織して検討

- ・内部担当者だけでなく住民、有識者等を含めた委員会を組織
- ・理解を得る、情報の公開等から住民の参加は必要不可欠
- ・有識者は廃棄物処理技術に精通している者だけでなく、経済面、リスク管理面等に精通している者も含めることが望ましい

■施設整備のコンセプト作成

何を重点とするか、地球温暖化対策への取組は必要不可欠

◇重点項目(一例)

- ・環境保全性、・安全性・安定性、・経済性、・周辺環境との融和等
- ・環境保全性については、過度な公害防止条件を設定すると経済性に跳ね返るので十分な検討が必要
- ・経済性についてはイニシャルコストだけでなく、ランニングコストも含めて検討
- ・周辺環境との融和については、ごみ焼却施設はプラントであることを認識

◇地球温暖化対策への取組(一例)

- ・余熱利用の高度化(高効率ごみ発電の導入等)
- ・省エネルギー設備の設置 など

ご静聴ありがとうございました

2010.10.20