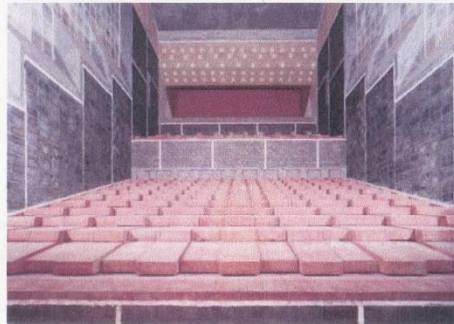
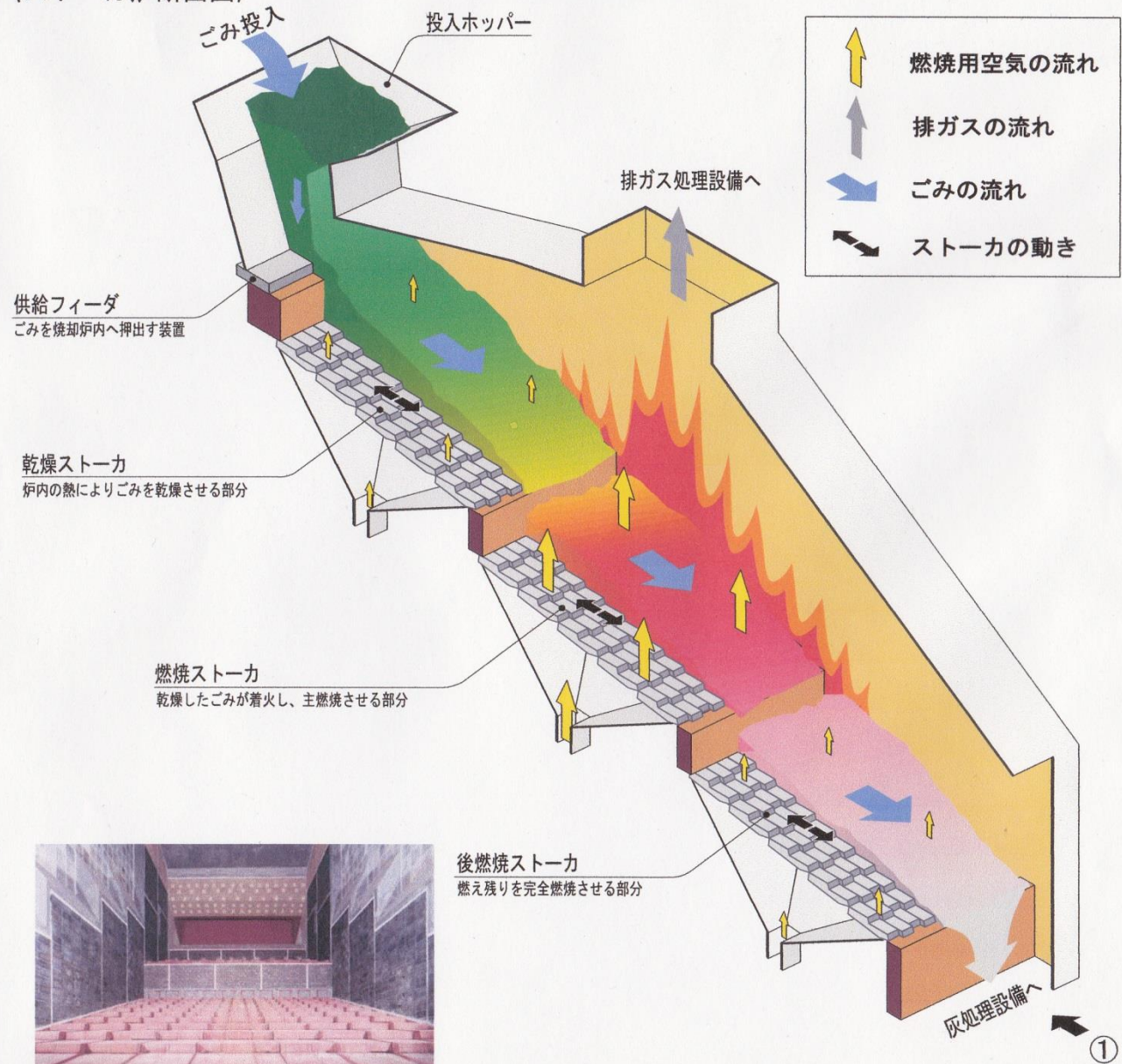


東広島市のごみ・し尿処理事情 と ガス化溶融炉の特徴

平成25年6月10日
大谷忠幸

ストーカ炉 の仕組み

〈ストーカ炉断面図〉



右図の①付近からみた焼却炉内部の様子

※ 上の絵はイメージです。
ストーカ炉はメーカーによって、様々な方式があります。

最終処分場



幅 約200m

深さ 約15m

長さ 約280m

最終処分場の規模

・埋立面積 38,890m²

・埋立容量 413,000m³



●^{おさげ}遮水シート

ごみからしみ出た水が外に漏れないように埋立地の底にすき間なく敷いたシート

●^{うめだち}埋立地

ごみを埋め立てるところ



●^{ちゅうりゅうこうぶつ}貯留構造物

ごみをせき止めるためのダム

●^{しんしゅすいしゅうはい せい}浸出水集排水施設

ごみからしみ出た水を集めて浸出水処理施設へ送る管

●^{しんしゅすい せいのい}浸出水調整池

浸出水集排水施設から送られてきた水を少しずつ浸出水処理施設へ送るところ

●^{せん しゃじょう}洗車場

トラックに付いたごみを洗うところ

●^{しんしゅすい せい}浸出水処理施設

ごみからしみ出た水を安全できれいな水にするところ

●^{かん ぐらう}管理棟

最終処分場に埋め立てたごみの量や環境への影響を調べるところ

●^{けいりょう かくし せい}計量・目視施設

ごみの重さを計ったり、許可したごみと一緒に調べるところ

●^{ぼうい ちゅうせい い}防災調整池

大雨が降った時に下流の川があふれないように雨を一時的に溜めるところ

●^{てん かい けんさ じょう}展開検査場

運んできたごみが埋め立てて安全なごみであるかを調べるところ



管理型最終処分場

遮水機能を有しており、浸出水を処理施設で処理するタイプの処分場

仕様と建設・維持見込額の一例

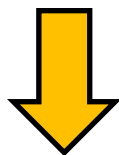
- ① 用地面積 約7.9ha程度(埋立面積2.9ha以上)
- ② 埋立容量 約30万m³
- ③ 埋立期間 15年間
- ④ 全体事業費見込額 約64億円
 (調査費、事務局職員の人件費、地元対策事業費等は含まず)
 - ・用地費 9.7億円(用地購入、移転補償、周辺整備)
 - ・施設建設費 40.7億円(本体、浸出水処理施設、付帯施設等)
 - ・維持管理費 13.6億円(埋立中後の地維持管理費等)

ストーカ炉単体では、
後述する、ガス化溶融炉より若干安くなる。

しかし、最終処分場の建設・維持費を考慮すると、割高になる。
ましてや未来永劫、最終処分場を建設し続けることは不可能である。

最終処分場を建設しない方法もある。

焼却残渣(灰)をセメント会社に有償で引き取ってもらう。
未来永劫、焼却残渣の買取り費用が発生するし、
セメント会社の事情に左右されるため、セメント会社が拒絶すれば、一巻の終わり。



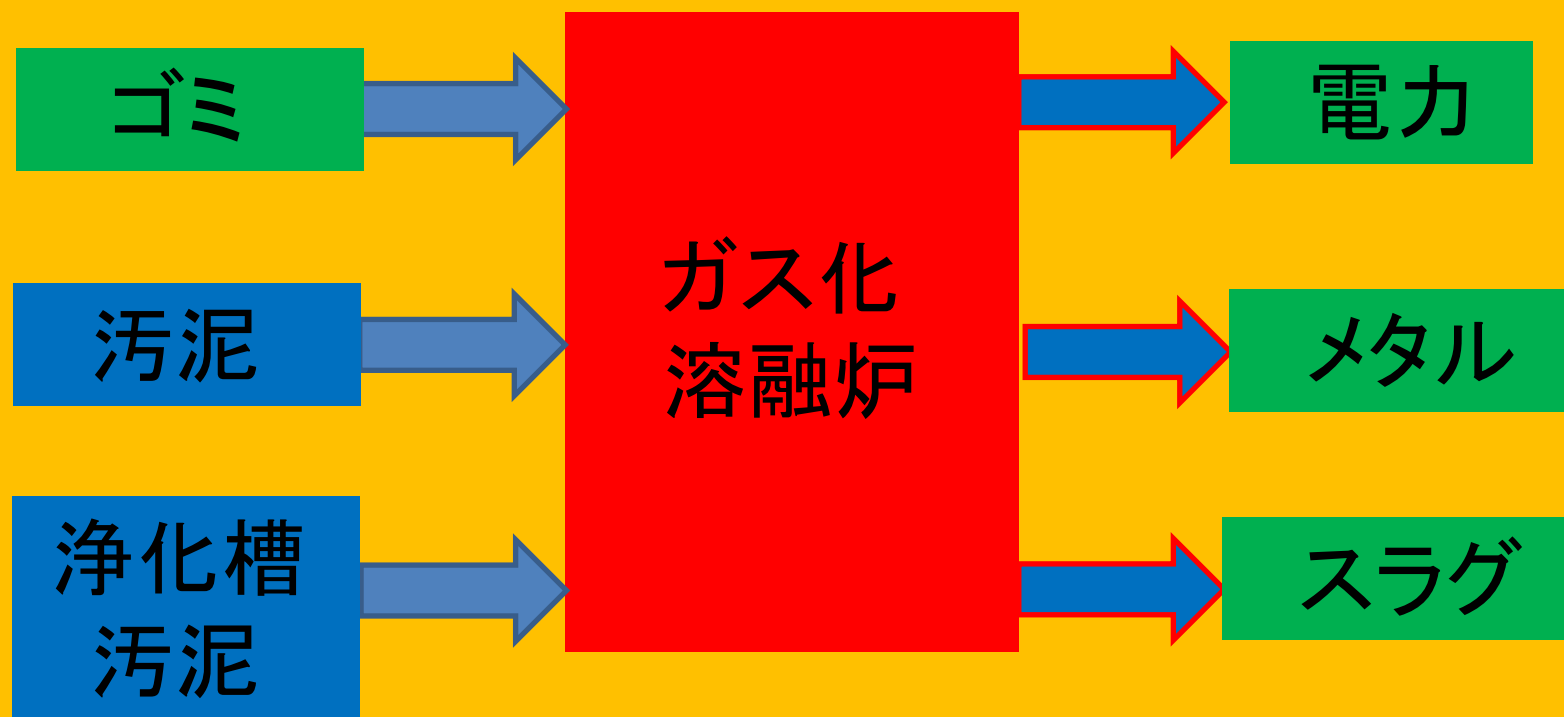
ゼロエミッション(廃棄物ゼロ)を目指す。

ゴミ・し尿等から、廃棄物を生み出すのではなく
資源を創生するエンジンを新たに導入する必要あり。



ガス化熔融炉

ガス化溶融炉の選択



総工費 240億円

(東広島市、竹原市、大崎上島で負担)

ガス化熔融炉の種類

① シャフト炉

② 流動床炉

③ キルン炉

項目	ガス化溶融炉			所管
	シャフト式	流動床式	キルン式	
ゴミ分別	大雑把でOK	細心の注意を要する		市民経済 委員会
最大ゴミサイズ	冷蔵庫でもOK	約15cmに裁断		
ゴミの排出量	ゴミ量の削除、抑制			
	平成27年度の実績から炉のサイズを決定する。			広島中央 環境衛生 組合
燃料	コークス	無		
最高温度	1800℃	1200℃		
スラグの再利用	コンクリート2次製品、道路覆土材			
メタルの再利用	カウンター ウェイト	高品質鉄スクラップ 高品質アルミスクラップ		
安全性の実績	過去30年間 ほぼ無事故	約15年間		

シャフト式ガス化溶融炉

ごみ

コークス

石灰石



1800°C

シャフト
炉



メタル スラグ
(溶融) (溶融)

シャフト炉式ガス化溶融炉の特長

ガス化炉と高温溶融炉を一体化したシンプルな構造（充てん層方式）であり、ごみ質変動に柔軟に対応し、多様なごみを安定的に溶融処理します。

事前処理不要

溶融炉へのごみ装入にあたって事前選別・乾燥・微破碎等の事前処理は不要です。

ごみ装入装置

機械的な2重シール構造と不活性ガスを併用し、大気の内への侵入及び炉内ガスの漏洩を完全シールしています。

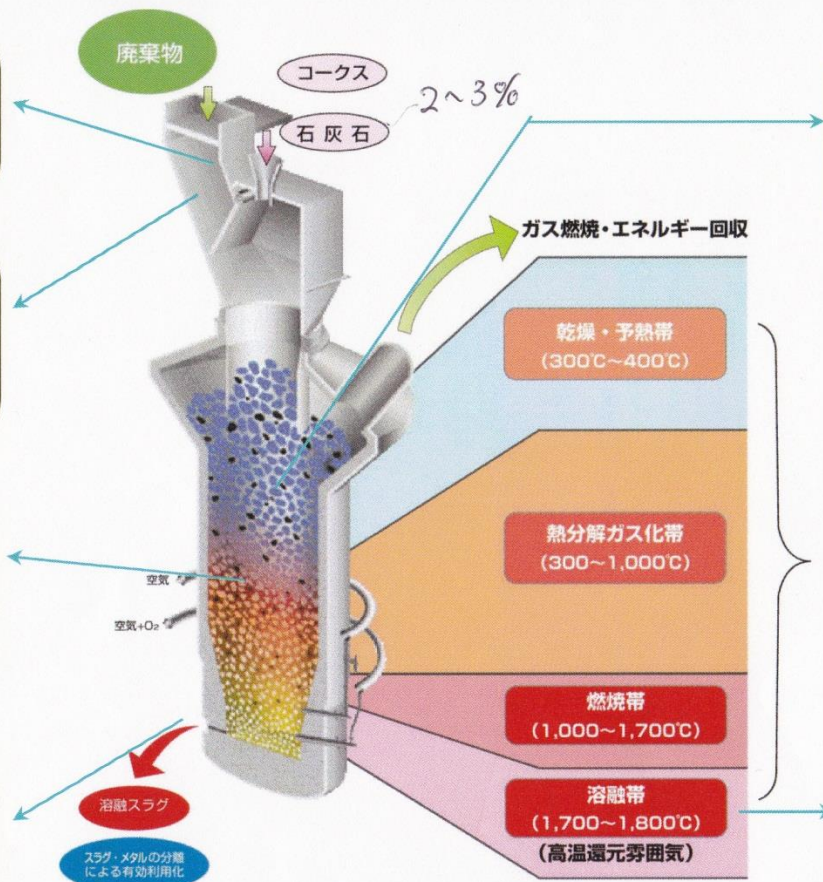
高温還元雰囲気

炉内は高温還元雰囲気に保持されているため、鉛などの低沸点の重金属の揮散を促進することで溶融スラグを無害化します。

間欠出湯

1時間に1回程度の出湯により均質溶融が確保でき、高品質な溶融物を産出します。また、出湯口耐火物の寿命は向上します。

※出湯作業は遠隔自動操作



ごみ充てん層方式

ごみが充てん層を形成し、長い時間をかけてゆっくりと処理されるため、ごみの性状（比重、大きさ）、ごみ質に左右されない安定処理を実現します。

ガス化・高温溶融を一体化したシンプルで制御性に優れたプロセス

内部に駆動部のないシンプルな構造で、長年の経験に基づく最適な炉体形状により、スムーズなごみの降下を促します。

また、ガス化・溶融機能とガス燃焼機能を完全に分離することで、各々の制御性を高め、完全溶融とガス完全燃焼の両立を可能としています。

高温溶融

コークス添加により、溶融帯で1,700~1,800℃の高温溶融を行い、いかなるごみ（低カロリーごみ含む）も安定的に完全溶融します。

30年以上に及ぶ長期実機稼働実績に裏付けられた高い信頼性

最高到達温度 約1800℃
(比較: 鉄の融点 約1500℃)

**熔融物はドリル穿孔で穴をあけて、
外部に流出させる。**
(熔融物がなくなったら穴を塞ぐ)

メタル・スラグ・溶融飛灰の資源化

① メタルの資源化

広島市の場合

メタル 342トン ⇒ 7500万円

メタル・スラグ・溶融飛灰の資源化

② スラグの資源化

広島市の場合

スラグ 2347トン ⇒ 12万円

(最大混入率10%)

・特殊ブロック事業協同組合

・広島第一ブロック協同組合

52.5円／トン ＋ 運搬料

組合が負担 地産地消

メタル・スラグ・溶融飛灰の資源化

② スラグの資源化

広島市の場合

スラグ 4600トン ⇒ 復土材
(最大混入率100%)

メタル・スラグ・溶融飛灰の資源化

③ 溶融飛灰の資源化

山元還元 例) 光和精鋁(株)

多様なごみの完全溶融

- ① 可燃ごみ
- ② 汚泥
- ③ 災害ごみ
- ④ 可燃残渣
- ⑤ 不燃残渣
- ⑥ 埋め立てごみ

コークス（5000円／トン）

石炭を蒸し焼きにしたもの

- ① 燃料
- ② 還元剤
- ③ スパーサー

コークスの隙間から
溶融物が下に落ち
ガスが上に抜ける。

コークスの減量化技術および低廉化技術

- ① 空気吹き込みの多段化
- ② チャー吹き込み
- ③ 熱交換による空気加熱
- ④ バイオマスコークスの適用

高効率発電への取り組み

80トン／日がエネルギー受給の分岐点

300トン／日の場合

① 100トン／日 × 3基

$$(100 - 80) \times 3 = 60$$

② 150トン／日 × 2基

$$(150 - 80) \times 2 = 140$$

但し、操業の安定性は、別の話になる。

シャフト炉の安定稼働性

- ① 30年以上にわたる長期安定稼働
- ② 年間約300日以上 of 安定稼働

【シャフト式ガス化熔融炉まとめ】

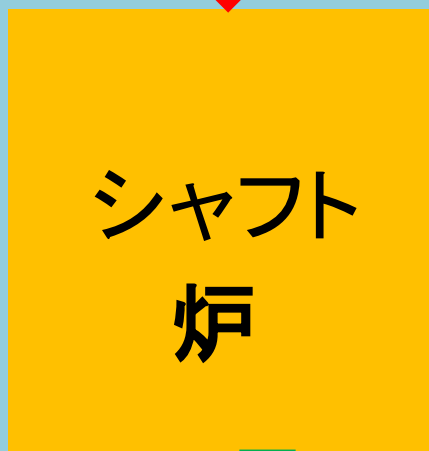
- ① スラグの資源化に難あり
スラグの地産地消のため
 - ・コンクリート2次製品を作る会社
 - ・道路復土材として用いる条例を興す必要あり
- ② コークスの購入・運搬に難あり

流動床式ガス化溶融炉

ごみ



1800°C



シャフト
炉



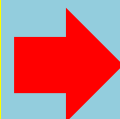
メタル スラグ
(溶融) (溶融)

ごみ

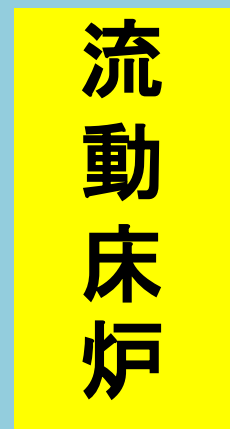


破碎
機

15cm
に切断



600°C



流動
床
炉



メタル
(未溶融)

1200°C



燃焼
溶融
炉



スラグ
(溶融)





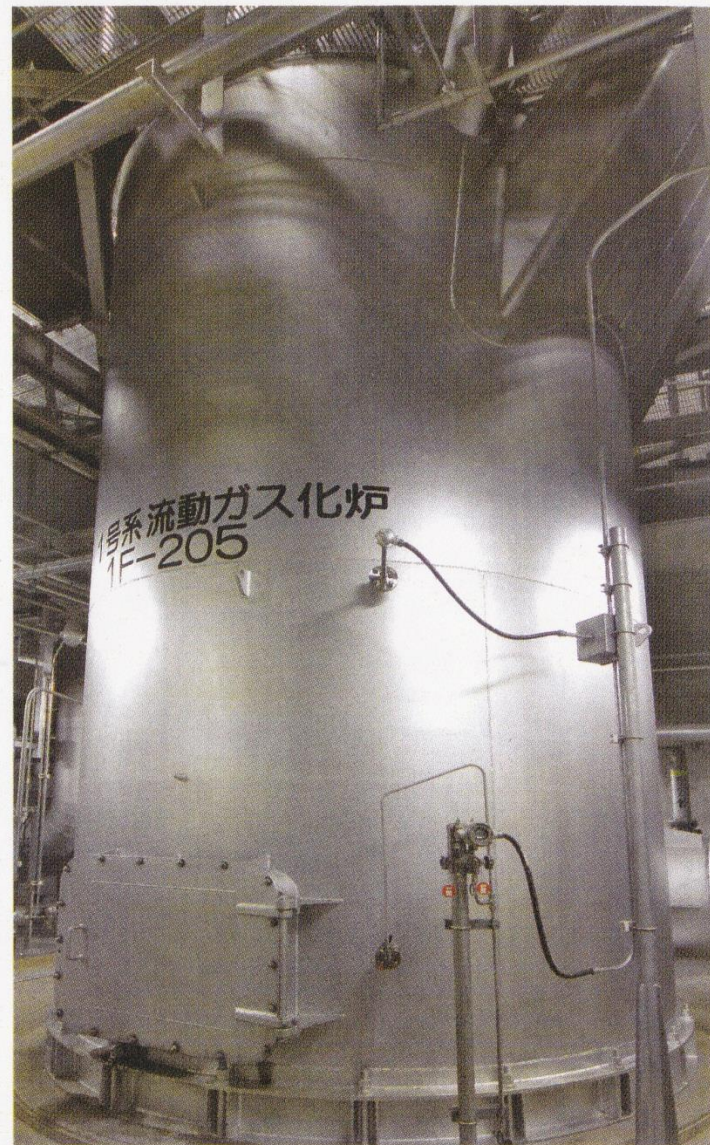
燃焼溶融炉

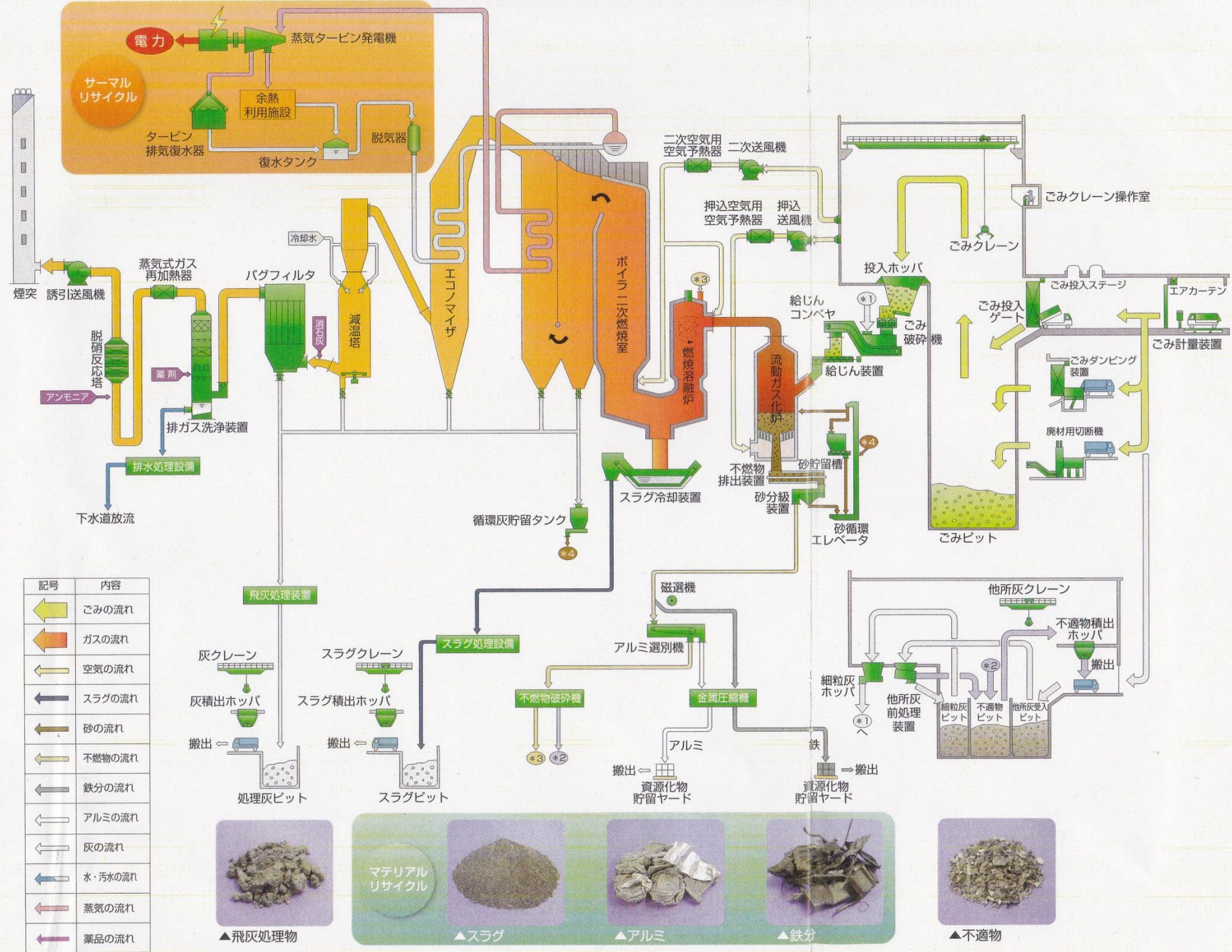
約 1,200℃の高温で灰分を溶かしてスラグにします。

流動ガス化炉

ごみは高温の砂と接触し、未燃ガス・炭化物・灰分に分解されます。

スラグの出さい口





流動床炉の特徴

- ① 破砕機で破砕したごみを流動床炉に投入する。
- ② ごみを燃料として燃焼し、熔融する。
 - 流動床炉温度 600℃
 - 燃焼熔融炉温度 1200℃
 - (比較:シャフト炉 1800℃)
- ③ 生ごみが多いときは、灯油補充の必要あり。
- ④ 最終処分場の再生化O.K.
- ⑤ 汚泥(80%脱水)を30%まで入れられる。
- ⑥ 流動床炉内の砂はほっとくと増えるので定期
検査時に排出する。
- ⑦ 熔融スラグは連続的に出湯する。

表 施設概要

施設規模	525t/日 (175t/日 × 3 炉)
炉形式	流動床式ガス化熔融炉
燃焼ガス冷却設備	廃熱ボイラー (400℃ × 4.0MPa)
排ガス処理設備	バグフィルタ・排ガス洗浄装置・脱硝反応塔
発電設備	2 段抽気復水タービン (最大 10,000kW)
排ガス基準 (乾きガス、酸素濃 度 12%換算)	窒素酸化物 : 30ppm 硫黄酸化物 : 10ppm 一酸化炭素 : 30ppm 塩化水素 : 10ppm ばいじん : 0.005g/m ³ N ダイオキシン類 : 0.05ng-TEQ/m ³ N

JIS 詳細表示

規格番号	JISA5031		
規格名称	一般廃棄物, 下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材		
英文名称	Melt-solidified aggregate for concrete derived from municipal solid waste and sewage sludge (Molten slag aggregate for concrete)		
主務大臣	経済産業	主務大臣	
部会名	標準部会	(部会長名)	二瓶 好正
専門委員会名	土木技術	(委員長名)	長瀧 重義
WG 名		(WG 主査名)	
制定年月日	2006/07/20		
最新改正年月日		最新確認年月日	
原案作成団体	財団法人 建材試験センター	原案作成団体(共同提案者)	
関係団体名		関係団体名	
JIS ミニ解説			
制定改正 JIS 概要	<p>この規格は、一般廃棄物, 下水汚泥又はそれらの焼却灰を1200℃以上の高温度で溶融し, 冷却固化して製造されたコンクリート用溶融固化骨材について標準化を行い、生産及び使用の合理化、品質の向上を図るために制定するものである。</p> <p>主な規定項目は、次のとおりである。</p> <p>1.適用範囲 2.引用規格 3.種類、区分及び呼び方 4.品質 5.試験方法 6.検査方法 7 表示 8.報告 附属書 1(規定)コンクリート用溶融スラグ骨材を用いたモルタルの膨張率試験方法</p>		

JIS 規格詳細

JIS 詳細表示			
規格番号	JISA5032		
規格名称	一般廃棄物, 下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ		
英文名称	Municipal waste and sewage sludge etc. molten slag for road construction		
主務大臣	経済産業	主務大臣	
部会名	標準部会	(部会長名)	二瓶 好正
専門委員会名	土木技術	(委員会会長名)	長瀧 重義
WG 名		(WG 主査名)	
制定年月日	2006/07/20		
最新改正年月日		最新確認年月日	
原案作成団体	社団法人 日本産業機械工業会	原案作成団体(共同提案者)	
関係団体名		関係団体名	
JIS ミニ解説			
制定改正 JIS 概要	<p>この規格は、道路用材料としての加熱アスファルト混合物用骨材及び路盤材として用いる溶融スラグの品質、試験方法、検査、表示及び報告などについて標準化を行い、生産及び使用の合理化、品質の向上を図るために制定するものである。</p> <p>主な規定項目は、次のとおりである。</p> <p>1.適用範囲 2.引用規格 3.種類及び呼び名 4.品質 5.試験方法 6.検査 7.表示 8.報告</p>		

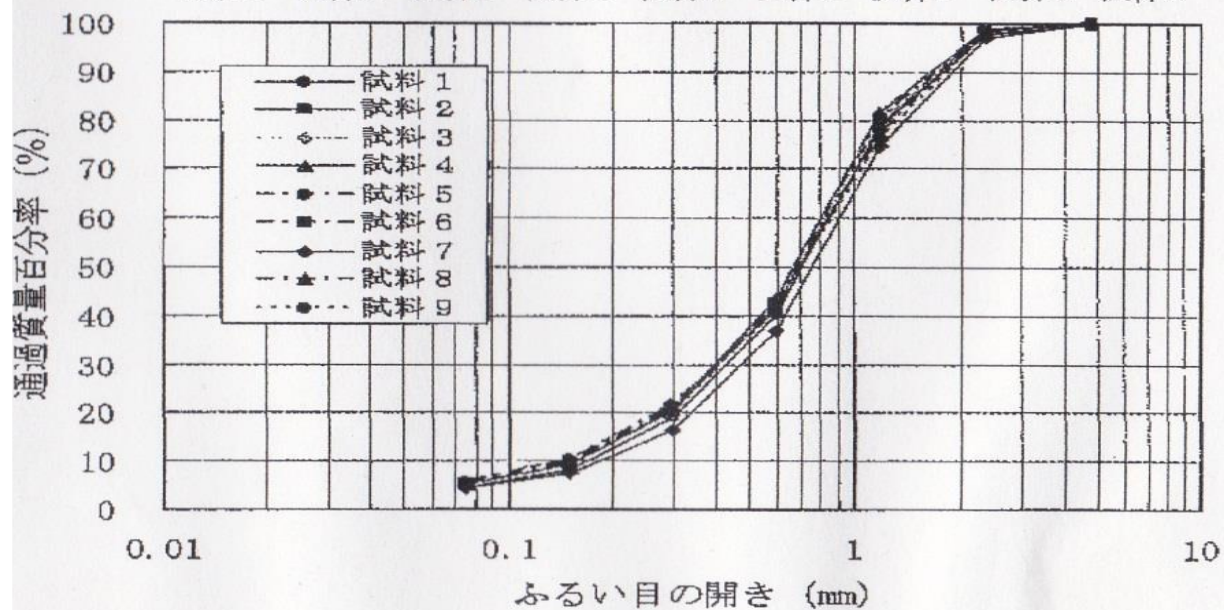
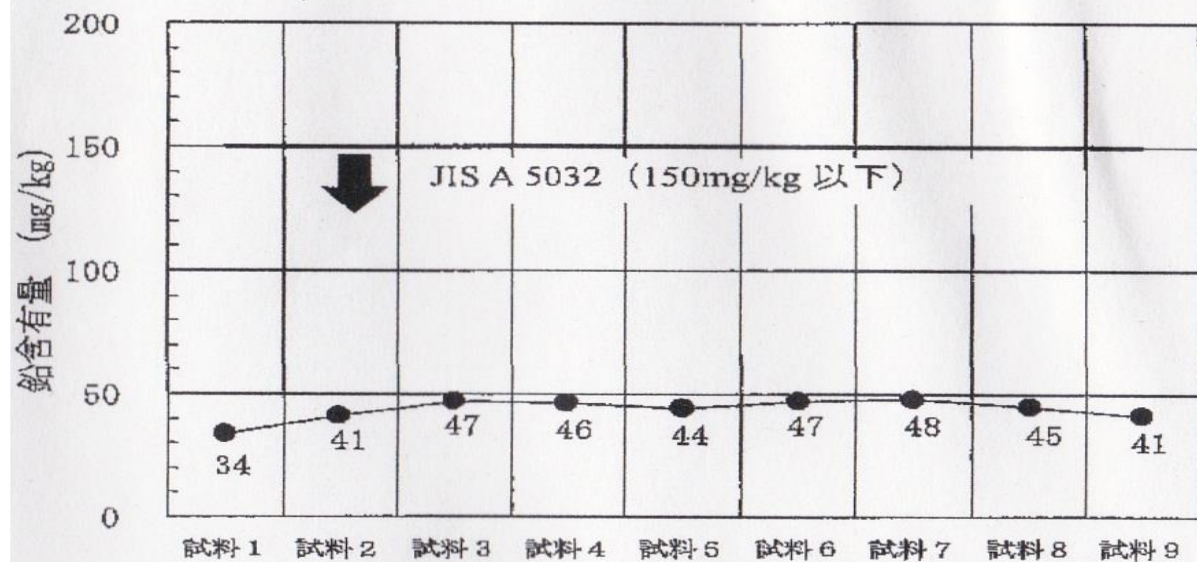


図 溶融スラグの品質試験結果

(S市の場合)

**JISA5032 を取得し、
スラグを 100円／トン で販売している。**

(広島市の場合の約2倍の価格)

JIS取得と維持にかかる経費との要比較

【流動床式ガス化溶融炉まとめ】

- ① 高品質スクラップが得られる。
（アルミの融点以下で熱処理）
- ② 破砕機のメンテナンスに難あり。
- ③ 生ごみが多いとき灯油を大量に消費する。

キルン式ガス化溶融炉

ごみ



1800℃

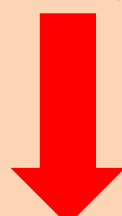


シャフト
炉



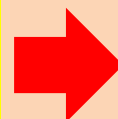
メタル スラグ
(溶融) (溶融)

ごみ

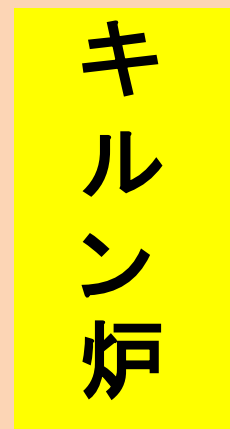


破碎
機

15cm
に切断



600℃



キル
ン
炉



メタル
(未溶融)

1200℃

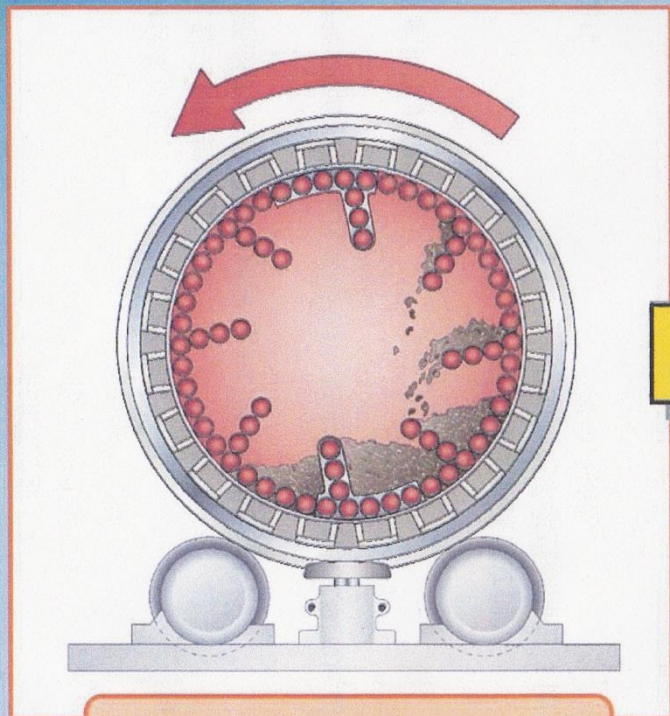


燃
焼
溶
融
炉

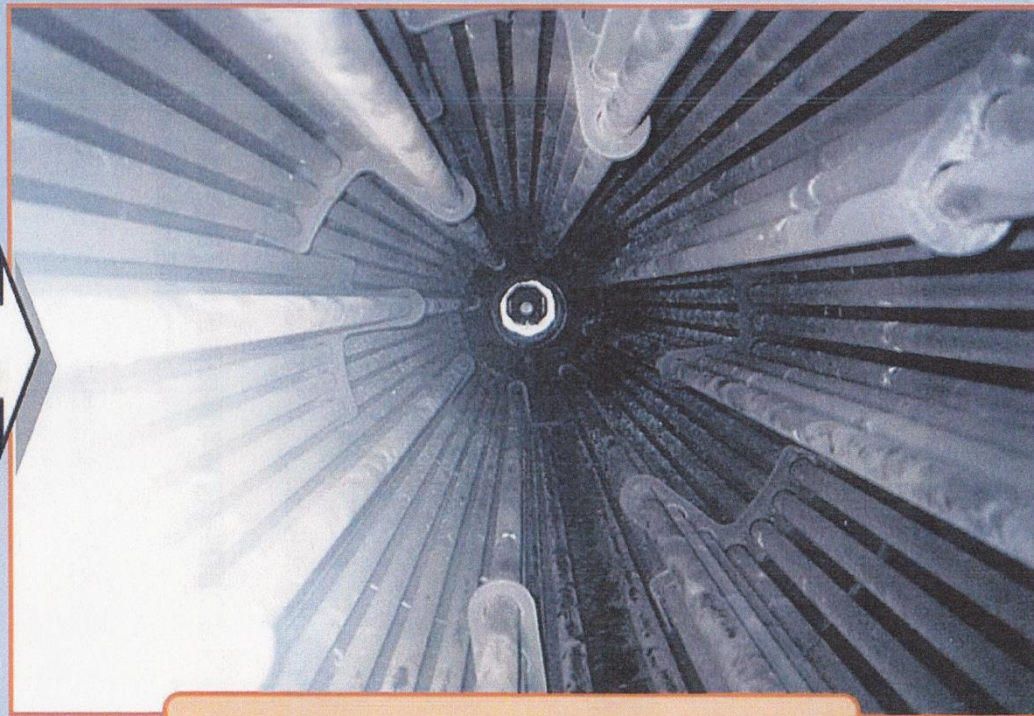


スラグ
(溶融)

安定した熱分解(清浄なドラム内部)



熱分解ドラム断面(イメージ図)

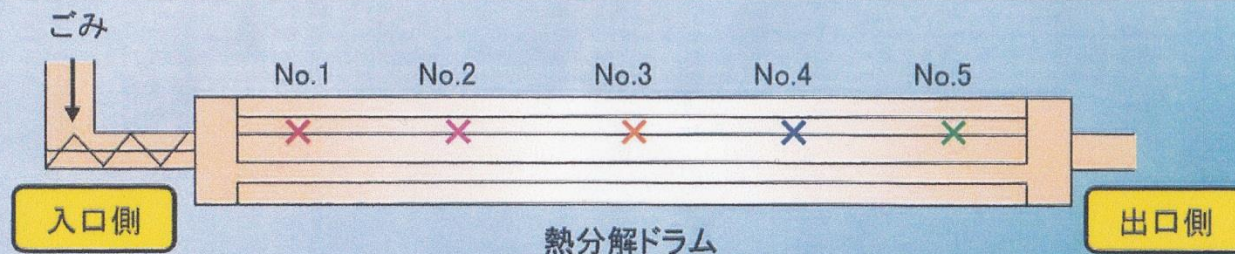
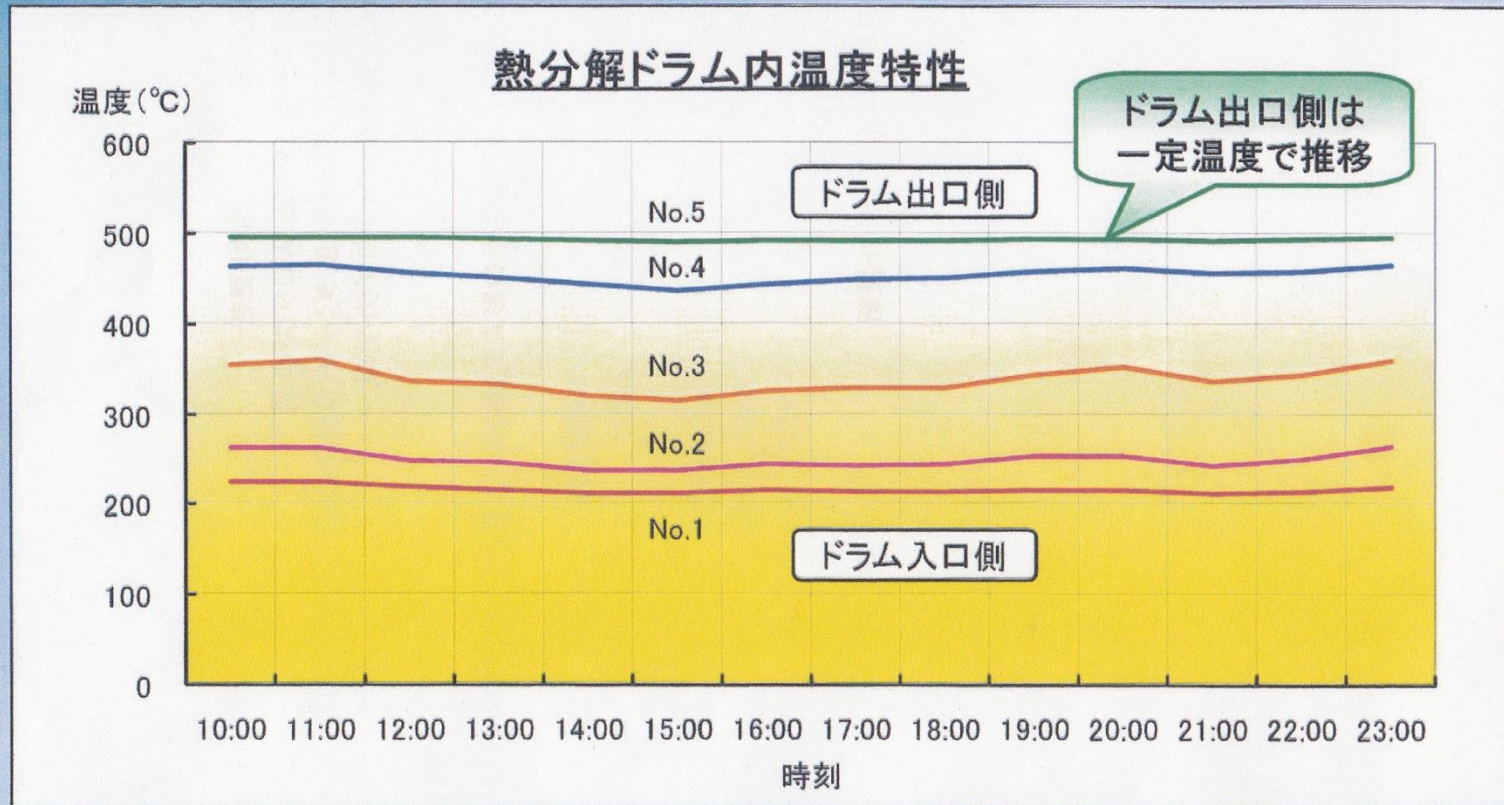


熱分解ドラム断面(3,000時間運転後)

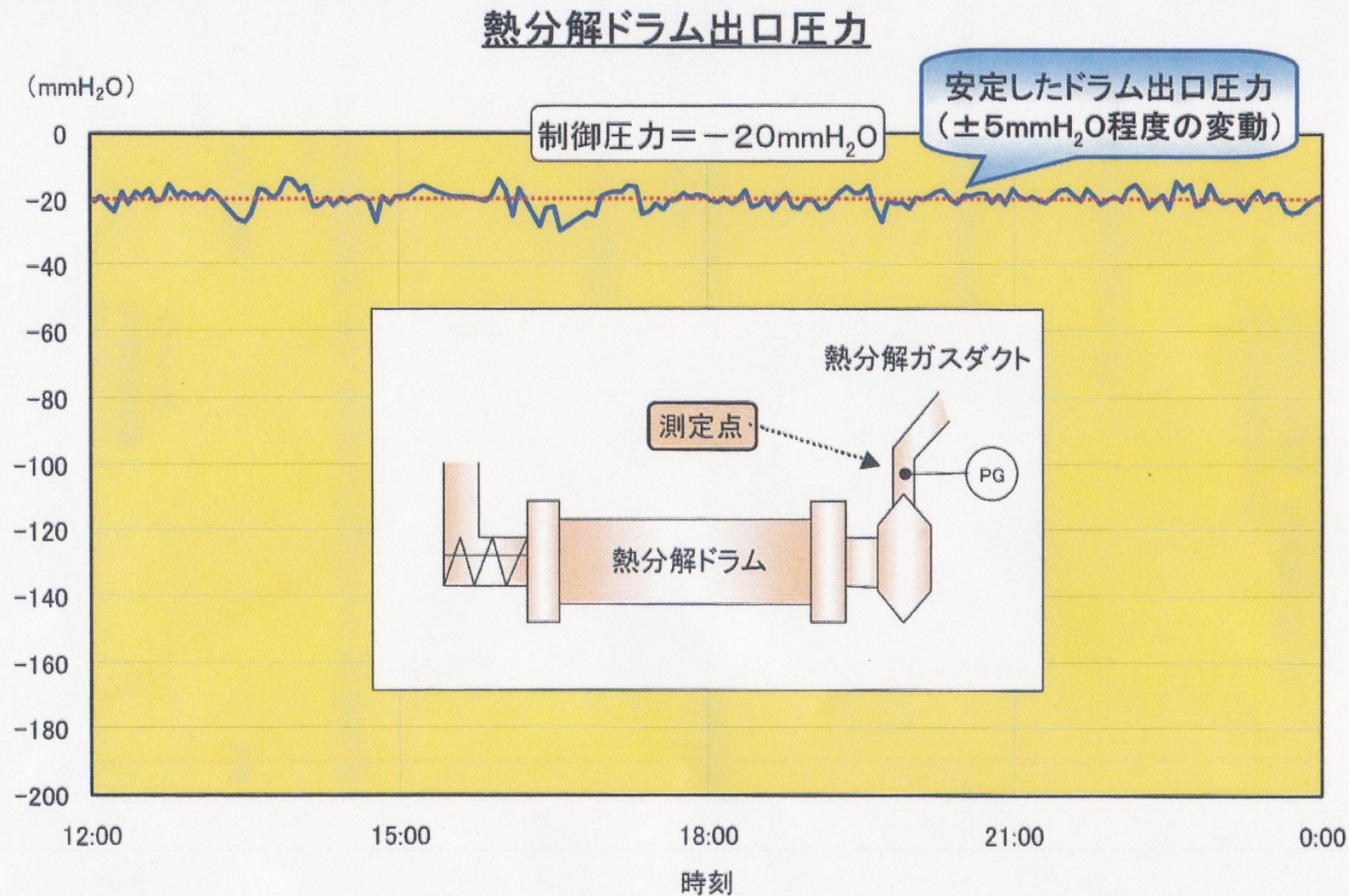
安定熱分解を
実現している

- ・ 異物の残留認められない
- ・ カーボンの付着認められない
- ・ 加熱チューブの腐食認められない

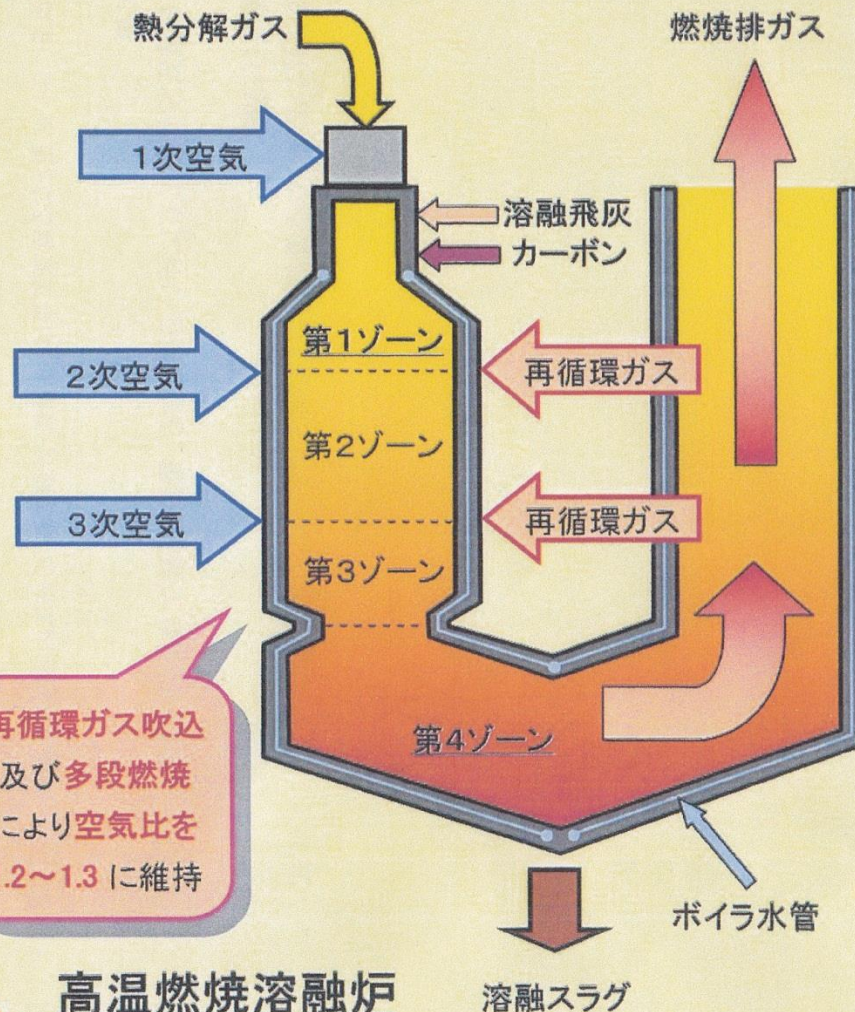
安定した熱分解(ドラム内温度)



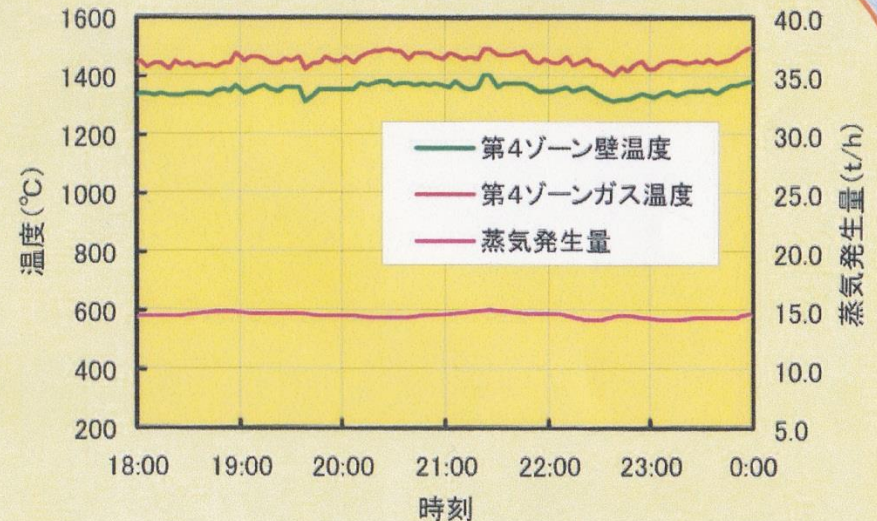
安定した熱分解(ドラム出口圧力)



安定した燃焼(熔融炉内温度)



高温燃焼溶融炉内温度分布

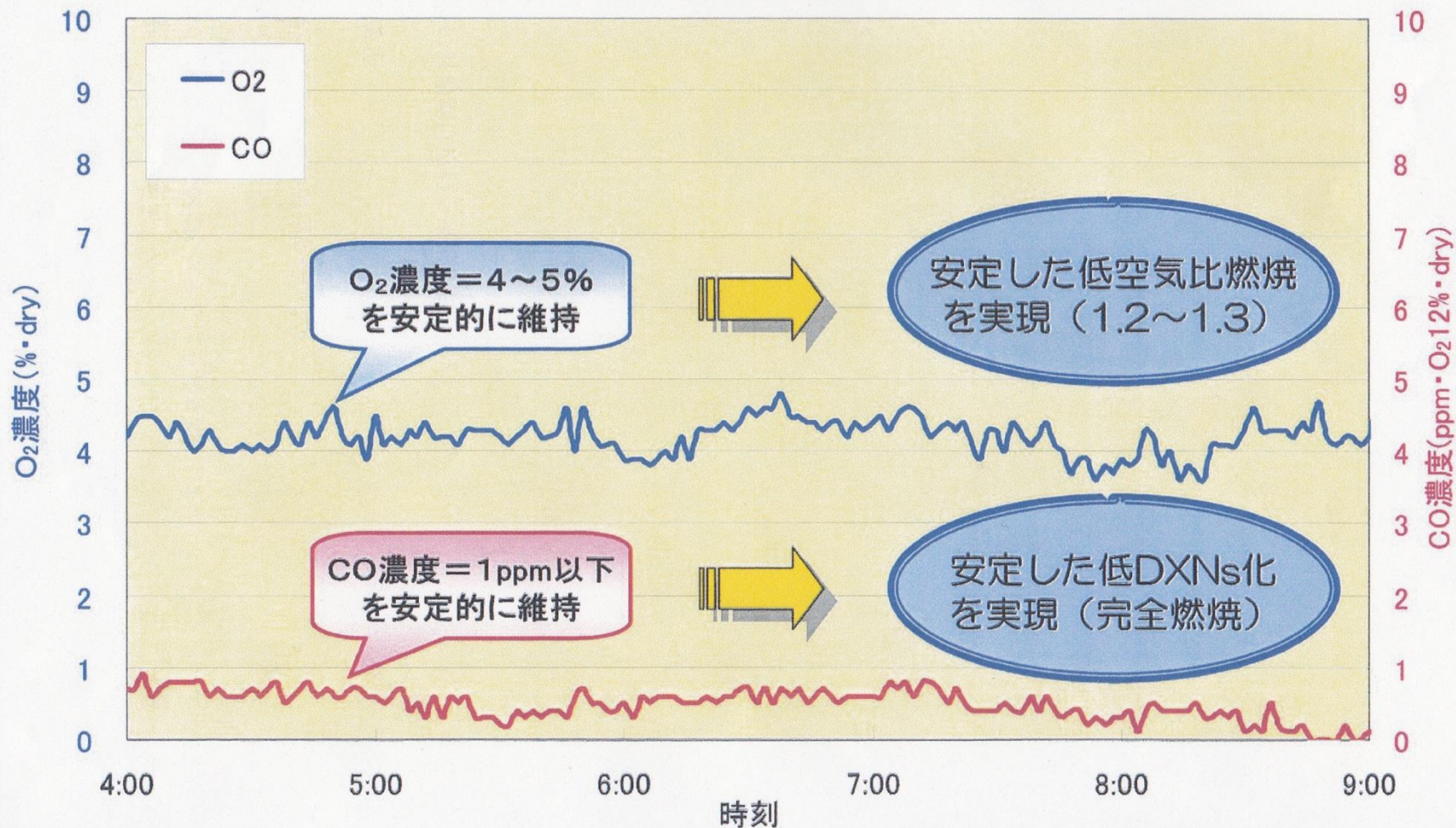


溶融炉内を安定的に高温度に維持

安定した燃焼・溶融を実現

安定した燃焼(熔融炉出口CO濃度)

高温燃焼熔融炉出口O₂及びCO濃度

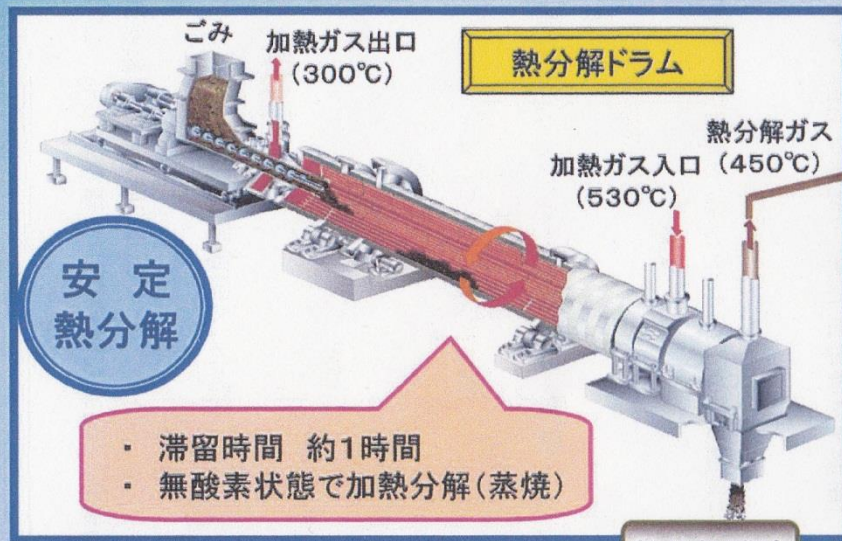


キルン式ガス化溶融炉の特徴

ごみ質変動の影響を受けない
安定熱分解
→ 安定した熱分解ガスの確保

安定燃焼による
低CO及び低DXNs化の達成

環境
全保



気体燃料

高温燃焼溶融炉

固体燃料

溶融スラグ

廃熱ボイラ

溶融飛灰

溶融飛灰はスラグ化

減容率
増大

有価物
回収



鉄



アルミ



カーボン

良質な
スラグ

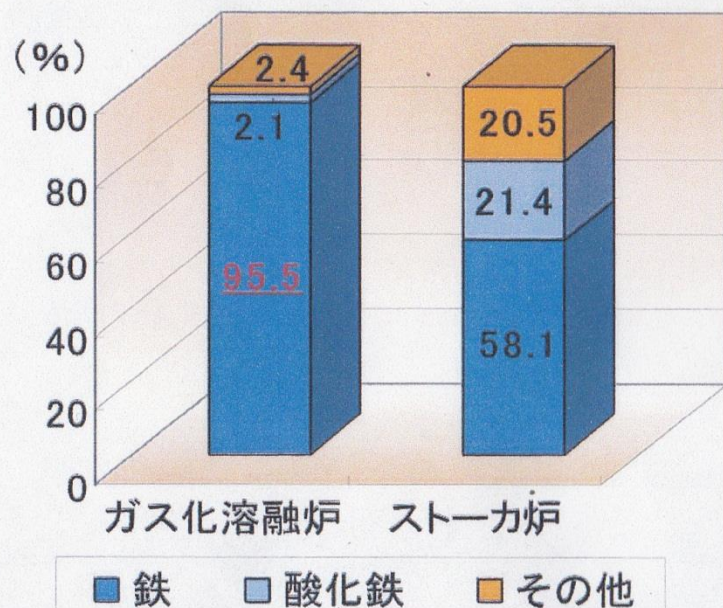


鉄は錆が無く、アルミは溶融されていない
カーボンは固体燃料として使用

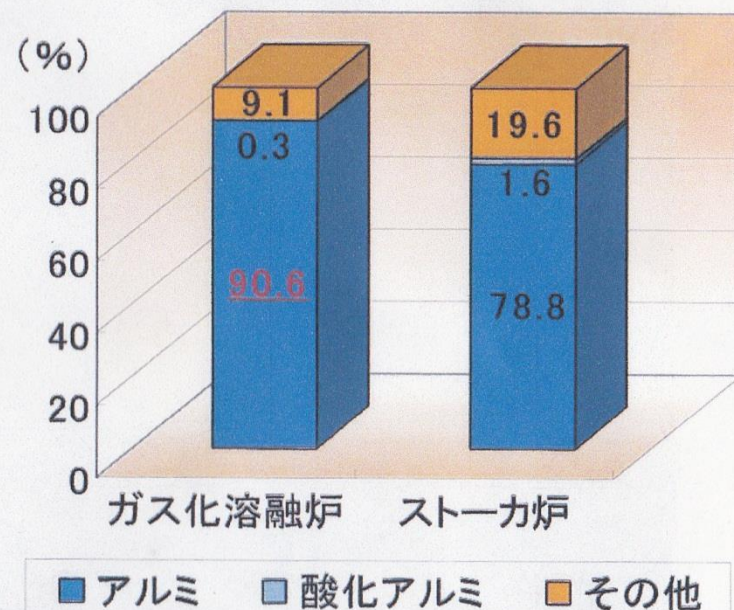
アスファルト混合物用骨材として利用

高純度の回収鉄及び回収アルミ

回収鉄の純度



回収アルミの純度



有価物として売却可能
(純度高、不純物少)



排ガス・残渣・スラグの無害性

溶融スラグ

	単位	溶出試験値 (環告第46号法)	土壤環境基準値
カドミウム	mg/l	<0.01	≤0.01
鉛	mg/l	<0.01	≤0.01
六価クロム	mg/l	<0.05	≤0.05
ヒ素	mg/l	<0.01	≤0.01
総水銀	mg/l	<0.0005	≤0.0005
アルキル水銀	mg/l	不検出	不検出
セレン	mg/l	<0.01	≤0.01
ダイオキシン類	ng-TEQ/g	0	1

アスファルト混合物用骨材等を使用



再利用

排ガス処理残渣

	単位	溶出試験値 (環告第13号法)	埋立基準値
カドミウム	mg/l	<0.01	≤0.3
鉛	mg/l	<0.01	≤0.3
六価クロム	mg/l	<0.05	≤1.5
ヒ素	mg/l	<0.01	≤0.3
総水銀	mg/l	0.0006	≤0.005
アルキル水銀	mg/l	不検出	不検出
セレン	mg/l	<0.01	≤0.3
ダイオキシン類	ng-TEQ/g	0.0077	3

処理排ガス

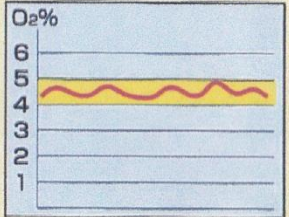
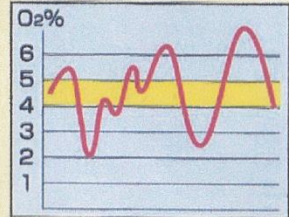
	単位	排出濃度	排ガス基準値
ダイオキシン類	ng-TEQ/m ³ _N	0.002	0.1

ダイオキシン類総排出量

	単位	総排出量	ガイドライン値
ダイオキシン類	μg-TEQ/ごみt	0.17	4.25

無害化

キルン方式と他方式の比較

		キルン式	流動床式	シャフト炉式
安定運転	ごみ量及びごみ質による変動	小	大	データなし
		溶融炉出口 O_2 	溶融炉出口 O_2 	
環境負荷	空気比	1.2 ~ 1.3	1.3 ~ 1.6	1.6
	自己熱溶融限界 ごみカロリー	1,400 kcal/kg (150t/24h・炉ベース)	1,500 kcal/kg (150t/24h・炉ベース)	外部燃料が必要 (コークス、石灰石)
	CO_2 量 (比)	100	100	125
	CO排出濃度	1 ppm以下	10 ppm以下	
	スラグ量 (比)	100		170
熱回収	排気ロス (比)	100	100 ~ 125	125
リサイクル	回収鉄及びアルミ	酸化鉄及び酸化アルミ ほとんど含まず	酸化鉄及び酸化アルミ 多少含む	混合金属として回収 (用途が限られる)
運転操作	スラグ排出方法	連続排出		間欠排出 (特殊作業)

【キルン式ガス化溶融炉まとめ】

- ① 鉄およびアルミスクラップには酸化鉄および酸化アルミはほとんど含まず。
- ② 溶融炉出口酸素変動は極めて小さい。
- ③ 溶融スラグは連続排出。

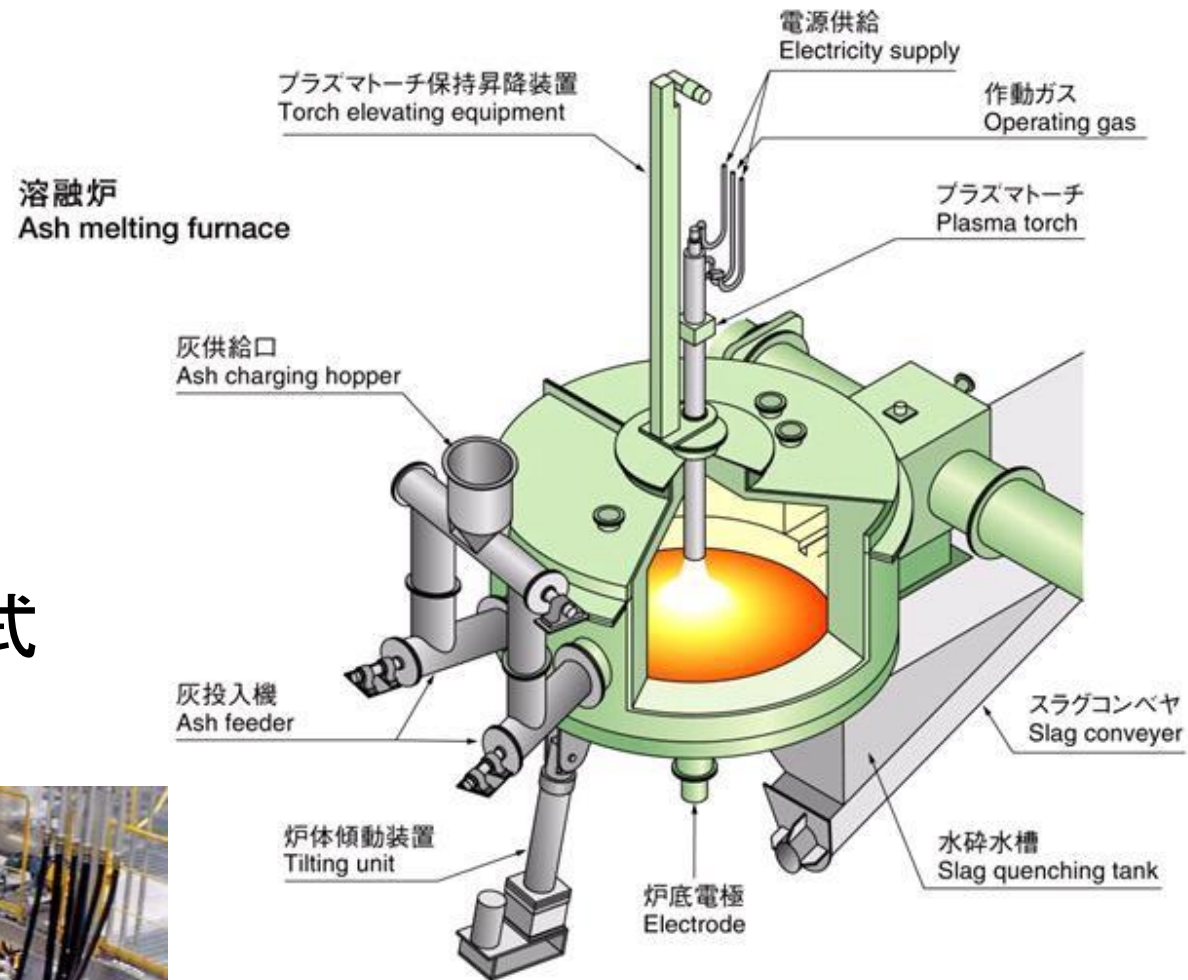
参考

灰溶融炉とガス化溶融炉 の特徴比較

灰溶融炉の構造

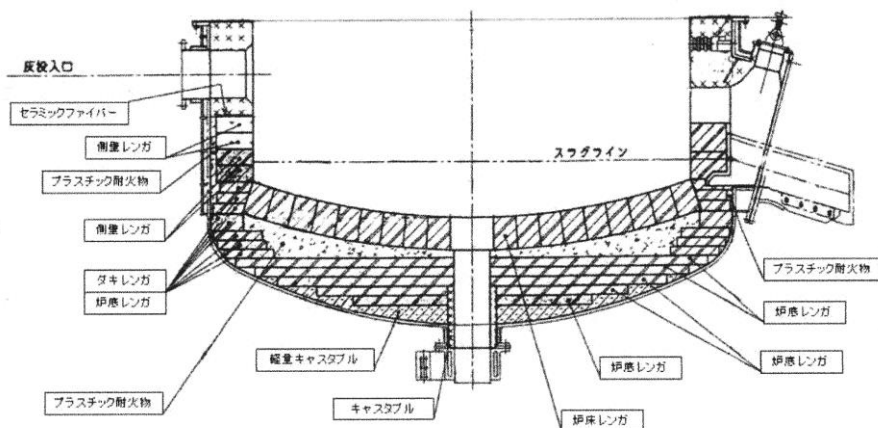
熱源による分類

- ① バーナー式
- ② アーク式
- ③ プラズマ式
- ④ 電気抵抗加熱式

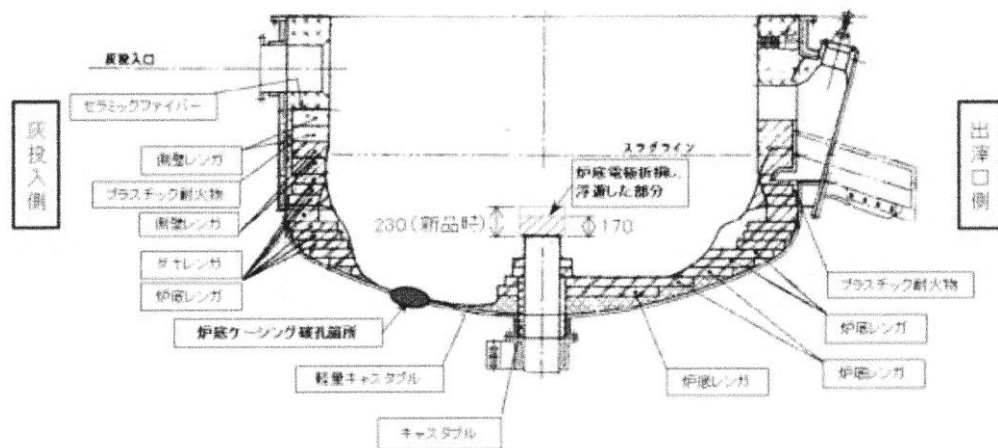


事例③ プラズマ式灰溶融炉の構造と外観

通常時

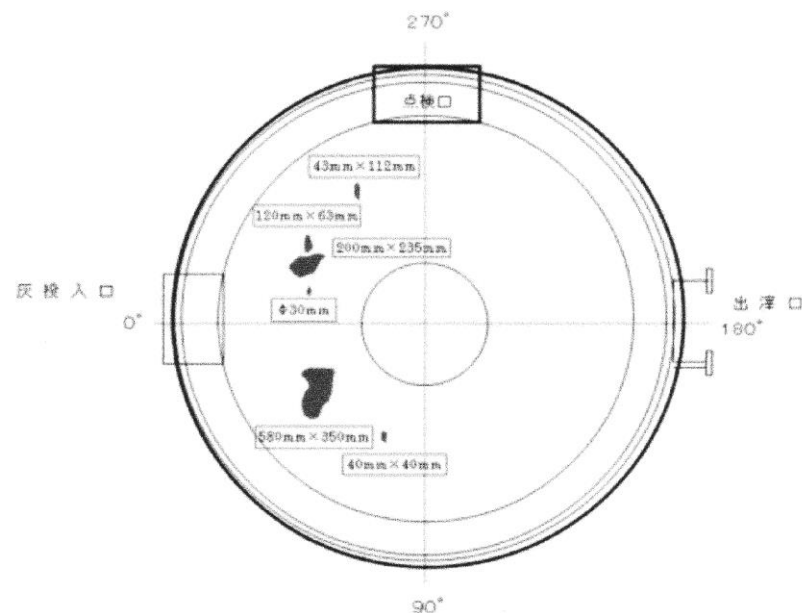


事故発生時



広島市中工場 2系灰溶融炉 火災事故解析結果

平面図



広島市は2003年、ごみ処理施設の中工場に約32億円を投じて灰溶融炉を設置した。だが年間の電力消費量は1100世帯分で、維持管理費は年約8億円。火災事故を機に2011年度末に廃止した。

廃止した理由

- ① 事故が多発した。
- ② 維持管理費が高すぎた。
- ③ 溶融スラグの需要が少なかった。
(灰溶融炉とガス化溶融炉のスラグは違う。)

今後の方針

ゼロエミッション(廃棄物ゼロ)の見地から
ガス化溶融炉 を選択

① ガス化溶融炉 のタイプ
(シャフト炉 vs. 流動床炉)
でメーカーを競争させる。

② 同タイプの炉のメーカーで競合させる。

③ 炉の容量を減じることで
(例: 300ton/日 → 260ton/日)
更なる値引きを図る。

いい物を適正な価格で導入する。