HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	表面溶融炉の特性
Author(s)	柴田, 清; 西垣, 正秀
Description	第3回衛生工学シンポジウム（平成7年11月9日（木）-10日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 水処理、廃棄物処理 . P1-17
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 83-87
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7888
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-1-17_p83-87.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

１－17　表面溶融炉の特性

株式会社タクマ　柴田　清　西垣　正秀

１．はじめに

近年の最終処分場の逼迫や最終処分の溶出基準の強化などより、溶融固化方式について各社でさまざまな実験，研究を行っている。

溶融固化方式には、大きく分けてごみ発電の電気を使用する方式や灯油などの燃料を使用する方式がある。当社では、用途や処理物に応じ電気抵抗式溶融炉，プラズマ溶融炉，表面溶融炉の３種類の異なった溶融技術を持っている。

今回、この中で表面溶融炉に関し、その特性，特徴について報告する。

２．表面溶融炉の構造およびフロー

２－１　表面溶融炉の構造

当社の表面溶融炉の構造を図－１に示す。本炉の構造は、両側に灰貯留部を持った形状をしており炉の外周は水冷ジャケットで強制冷却されている。灰貯留部の供試試料はプッシャで炉内へ供給し、炉内で表面より溶融されスラグタップより排出される。バーナは天井部に設置され、天井は輻射熱を効率よく試料に伝えられるように溶融面とほぼ平行となっている。

図－１　表面溶融炉の構造図

２－２．表面溶融システムの概要

溶融システムのブロックチャートを図－２に示す。焼却炉から排出された焼却灰は、クリンカ破砕機で粗破砕され、２段で磁力選別機により磁性物を除去し、一旦灰バンカに貯留される。磁選された金属類は、有価物として再利用される。バンカ内の焼却灰は、溶融炉のホッパに供給され、ホッパ下部に設けられた灰プッシャにより、炉内へ定量供給される。炉内で溶融されたスラグは、水封スラグコンベヤ内に落ち、急冷固化されて排出される。

図－２　表面溶融システムのブロックチャート

溶融バーナの燃焼ガスは、炉を出たあと、空気

予熱器で燃焼用空気を加熱し、ガス冷却室で減温され、排ガス処理を行ない、誘引通風機で排出される。

捕集したダスト（溶融飛灰）は、薬剤処理したあと排出される。

3．溶融処理物

表面溶融炉はその単純な構造とバーナの燃焼による溶融方式のため、焼却灰やばいじんなどの不燃残渣や可燃物を含んだ物質など多くの物質の溶融処理が可能である。

現在の中間処理施設を持つ場合の最終処分場へ搬入されるものとして焼却灰、ばいじんの処理物、粗大ごみ処理施設から発生する不燃物があるが、表面溶融炉ではこれらを混合し溶融することが可能であり、実験でも確認している。

表－１に実験で使用した焼却灰、焼却灰とばいじんの混合灰、焼却灰と不燃物の混合灰の成分分析の結果を示す。

表－１　焼却灰，混合灰の成分分析結果

	単位	焼却灰	焼却灰＋ばいじん	焼却灰＋不燃物
混合比	——	—	10：6	10：6
水分	%	<0.1	0.98	1.76
熱灼減量	%	2.1	4.28	17.3
SiO_2	%	51.2	37.2	45.2
$A\ell_2O_3$	%	13.7	11.5	10.7
Fe_2O_3	%	4.12	3.11	4.29
CaO	%	16.1	22.3	11.4
Mg	%	1.80	1.69	1.23
Na	%	2.35	2.87	1.59
K	%	0.66	1.67	0.45
Zn	%	0.29	0.43	0.34
Pb	%	0.049	0.23	0.064
Cd	mg/kg	4.0	35.1	7.0
Cℓ	%	0.36	7.69	0.29
CaO/SiO_2	—	0.3	0.6	0.25

都市ごみ焼却灰は、ストーカ式連続炉より乾燥状態で排出され、予め30mm□のメッシュスクリーンで夾雑物を取り除き、磁性物を磁力選別機で除去したもので、ばいじんは、ストーカ式連続炉，乾式ガス処理方式のバグフィルタで捕集されたもので、不燃物は、４種選別（アルミ、磁性物、可燃物、不燃物）される粗大ごみ処理施設から採取したもので、１次破砕後の篩選別工程での篩下のものを示す。これらを実験では焼却灰10に対し、ばいじん、不燃物を６の割合で混入した。これらを溶融処理することで表－２のような実験結果を得た。これらより、ばいじん，不燃物の混合灰の溶融は可能であり、処理量、燃料使用量、溶融原単位（供試灰１ton を溶融するのに必要な燃料使用量）は異なった値となった。ばいじんの混合溶融では、焼却灰の融点が約1200℃であるのに対し、ばいじんはCa分が多く1400℃以上と高融点物質であり、混合灰の融点が上昇したことと低沸点物の塩類の揮散により潜熱として熱の放散が焼却灰単独の溶融より多いため燃料を多く必要とし、焼却灰単独溶融の282 ℓ/ 灰ton に対し、溶融原単位が327 ℓ/ 灰ton と高くなったものと考えられる。また、不燃物の混合溶融では、不燃物の発熱量は約2800 kcal/kgと高く、助燃材として作用し、灯油量を55ℓ/hまで絞って運転できたため、溶融原単位を155 ℓ/ 灰ton と低くなったものと考えられる。

表－２　混合溶融実験結果

項目	単位	運転データ		
供試試料	—	焼却灰	焼却灰＋ばいじん	焼却灰＋不燃物
混合灰の混合比	—	——	10：6	10：6
処理量	kg/h	252	248	354
灯油量	ℓ/h	71	81	55
スラグ量	kg/h	222	214	247
炉内温度	℃	1432	1385	1394
燃焼用空気温度	℃	378	385	389
溶融原単位	l/灰ton	282	327	155

4．溶融バーナ

4－1．灯油バーナ

表面溶融炉では、燃料を効率よく燃焼させることで燃焼熱を焼却灰に効率よく伝達する必要がある。そのため、従来より溶融バーナには、空気噴霧２流体，液膜式アトマイザを採用し、

広角短炎を形成していたが、今回新型アトマイザを開発することで、これまで以上に安定した溶融が行えるようになった。新型バーナのアトマイザは、霧化が困難とされる石炭・水スラリー（CWM）用に開発した技術を利用したもので、これにより少ない噴霧空気量で良好で安定した微粒化を達成できた。

新型バーナの水噴霧による粒子径の測定結果を図－3に示す。これは気水比＝0.4, 水量＝80ℓ/hとしたときの噴霧の中心部から外周部までの平均粒子径を図示したものであるが、中心部から外周部まで均一な噴霧粒子径（約75μm）を形成し、良好な噴霧である事が確認できる。

図－3　水噴霧テスト結果

4－2　ガスバーナ

ガスバーナの持つ特徴として、燃料の微粒化－ガス化過程がなく、燃焼用空気との混合がよく、高負荷燃焼が可能であり、いおう分，ばいじんが少なく、取扱が容易であるという特徴を持っている。そして、バーナタイルの形状や燃焼用空気との混合方法などにより、さまざまな特徴を持った炉の形状に適した火炎を得ることができる。

表－3　各ガスバーナの特徴

バーナー種類	ホットスポットバーナ	フラットフレームバーナ	分割火炎バーナ
特　　徴	・バーナタイルに沿って流れる太く短い火炎 ・対流による局所的な加熱に適する。	・バーナタイルおよび炉壁に沿って広がる薄い火炎 ・バーナタイルおよび炉壁面を加熱し輻射による均一加熱に適する。	・バーナタイルから放射状に広がる火炎 ・ホットスポット、フラットフレームの中間的な性格を持つ。
火炎形状模式図			

そのため、液体燃料に比べ、貯留タンクが不要，燃料の輸送，噴霧用空気圧縮機等の設備の低減が可能であり、また、その維持管理もなくなるというメリットがある。

当社では、東京ガス㈱と共同で実験を行ない、ガスを燃料とした表面溶融炉の特性を調査した。これは、3種類の異なった特徴を持つガスバーナ（表－3）を当社の実験設備に設置し、処理量、溶融原単位などの運転データを比較することで、表面溶融炉のガスバーナの有効性について調査し、表－4に示す実験結果を得た。これらより、ガスバーナは表面溶融炉に適用でき、火炎の特性により溶融の効率は変化することが判った。これは、表面溶融炉の溶融特性によるものであり、

表－4　ガス燃料を使用した溶融実験結果

項　　目	単位	運　転　デ　ー　タ		
使用バーナ	－	ホットスポットバーナ	分割火炎バーナ	フラットフレームバーナ
供試試料	－	焼却灰	焼却灰	焼却灰
処理量	kg/h	350	307	299
スラグ量	kg/h	311	272	265
LPG使用量（灯油換算）	Nm³/h ℓ/h	30 (81)	29 (81)	29 (81)
炉内温度	℃	1420	1443	1398
燃焼用空気温度	℃	395	397	396
溶融原単位（灯油換算）	l/灰ton	231	263	270

ホットスポットバーナはバーナ直下の焼却灰を高温に加熱するのに適していたので、連続で安定した溶融が行えた。その結果、溶融原単位が最も低くなったものと考えられる。

5．スラグ，溶融飛灰の溶出試験結果

表－5に当社実験設備で得られた代表的なスラグ，溶融飛灰についての溶出試験結果を示す。溶出試験は環境庁告示13号法埋立基準により行った。スラグからは、埋立基準を越える溶出値は確認されなかった。しかし、溶融飛灰は、Cd，Pbが濃縮されているため、溶出基準を越えた値となり、適正な無害化処理が必要である。無害化処理は、現在では、セメント固化と薬剤処理の併用が良いと考えられるが、重金属類の回収などの有効利用の検討も今後行っていく必要がある。

表－5　溶出試験結果

	単位	焼却灰		焼却灰＋ばいじん		焼却灰＋不燃物	
		スラグ	溶融飛灰	スラグ	溶融飛灰	スラグ	溶融飛灰
Cd	mg/ℓ	<0.01	17	<0.01	39	<0.01	26
Pb	mg/ℓ	<0.05	16	<0.05	170	<0.05	12
AS	mg/ℓ	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
T－Hg	mg/ℓ	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.27	<0.0005	<0.0005
Cr^{6+}	mg/ℓ	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

6．混合溶融による減容化の比較

今回の実験で得られたデータをもとに、中間処理施設内にごみ焼却施設と粗大ごみ処理施設を持つ場合の施設から発生する最終処分量について、混合溶融による減容化の効果を試算した。その結果を図－4に示す。ここでの減容率とは、溶融設備を持たないごみ処理施設より発生した焼却灰，ばいじん，不燃物の量を100％とした場合の比率である。また、ここで

①ばいじん、不燃物の発生量は焼却灰に対し10：6である。

②ばいじんは溶融処理されない場合はセメント固化する。

③溶融飛灰はセメント＋薬剤処理されて排出される。

④焼却灰中の金属は資源回収される。

⑤スラグは再利用される。

図－4　混合溶融による減容化

と考えている。焼却灰の単独溶融では、溶融設備を持たない場合に対し56.7％まで減容でき、ばいじんを混合溶融することで33.6％、不燃物を混合溶融することで27.8％まで減容できることとなる。そして、焼却灰，ばいじん，不燃物の全てを混合溶融する場合について各成分，物質収支などより試算した。その結果、溶融設備を持たない場合に対し、3.0％まで減容できるものと予想され、最終的な残渣は、溶融飛灰処理物となる。

これらの比較について、実際には、地方あるいは季節ごとにごみ質や量等も変化するので、

変動幅を持った値となるが、混合溶融は減容化に対して効果があると考えられる。また、スラグを再利用することで、施設から最終処分地への排出量は大きく低減できる。

7．まとめ

以上、当社の表面溶融炉の溶融特性として、実験を行うことで下記の知見を得た。

(1)焼却灰とばいじんおよび不燃物の混合溶融が可能である。

(2)不燃物を混合すると、不燃物中の可燃分が助燃材として作用し、溶融原単位を低減させる。

(3)焼却灰とばいじんおよび不燃物の混合溶融は、無害化，減容化に対して効果がある。

(4)当社の表面溶融炉にガスバーナを使用することが可能で、その火炎形状は、局所を加熱する形式のものが適していることが判った。

また、今後の課題として、

(1)溶融飛灰の無害化，再資源化。

(2)スラグの有効利用。

が挙げられるが、当社でも現在研究中であり、機会を改めて報告したい。

参考文献

1) 西垣　正秀、野上　晴男、劉　大　偉、柴田　清：
表面溶融炉の溶融特性（その１）、環境衛生工学研究、vol.8,No.3,pp.191-195

2) 柴田　清、西垣　正秀、劉　大　偉、野上　晴男：表面溶融炉によるばいじん・不燃物の混合溶融、廃棄物学会第５回研究発表会講演論文集，pp.339-342

3) 仲町　一郎、庄司　不二雄　共著「ガス燃料の理論と実際」p19

4) 柴田　清、西垣　正秀、劉　大　偉：
表面溶融炉の溶融特性（その２）、環境衛生工学研究、vol.9,No.3,pp.329-333